

中華民國國家標準	燃料電池技術	總號	
CNS	第 6-100 部：微型燃料電池電力系統—安全	類號	

附錄 E

(規範)

硼化氫微型燃料電池發電系統：8 類(腐蝕性)化合物於間接硼化氫燃料電池

E.1 目的

E.1.2 涵蓋本附錄之燃料和技術

附錄 E 涵蓋使用產自 8 類(腐蝕性)硼化氫配方的氫為燃料之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣，這些系統和發電單元使用質子交換膜燃料電池技術，設計可包含燃料處理次系統，從硼化氫化合物燃料誘導出氫氣。

圖 E.1 取代圖 1，且圖 E.13、圖 E.14 及圖 E.15 為增加的圖，示於使用本附錄之微型燃料電池發電系統區塊圖。

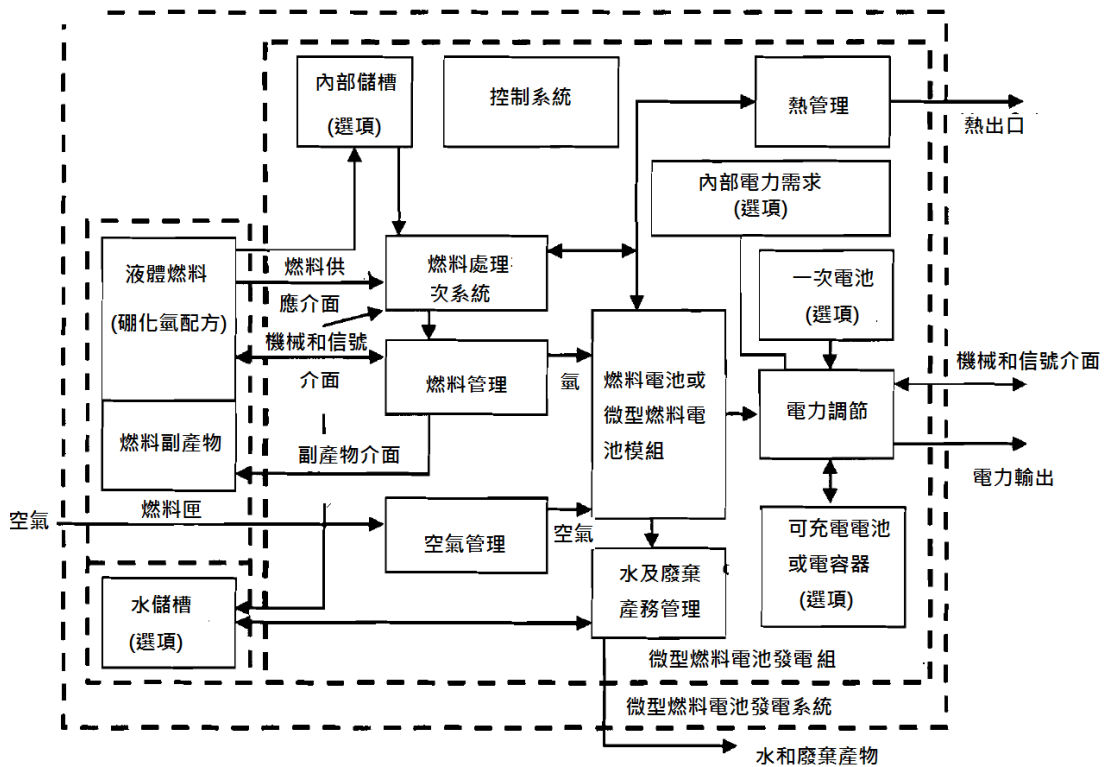


圖 E.1—微型燃料電池發電系統區塊圖，

關於 8 類 (腐蝕性) 間接硼化氫燃料在系統上的燃料處理—取代圖 1



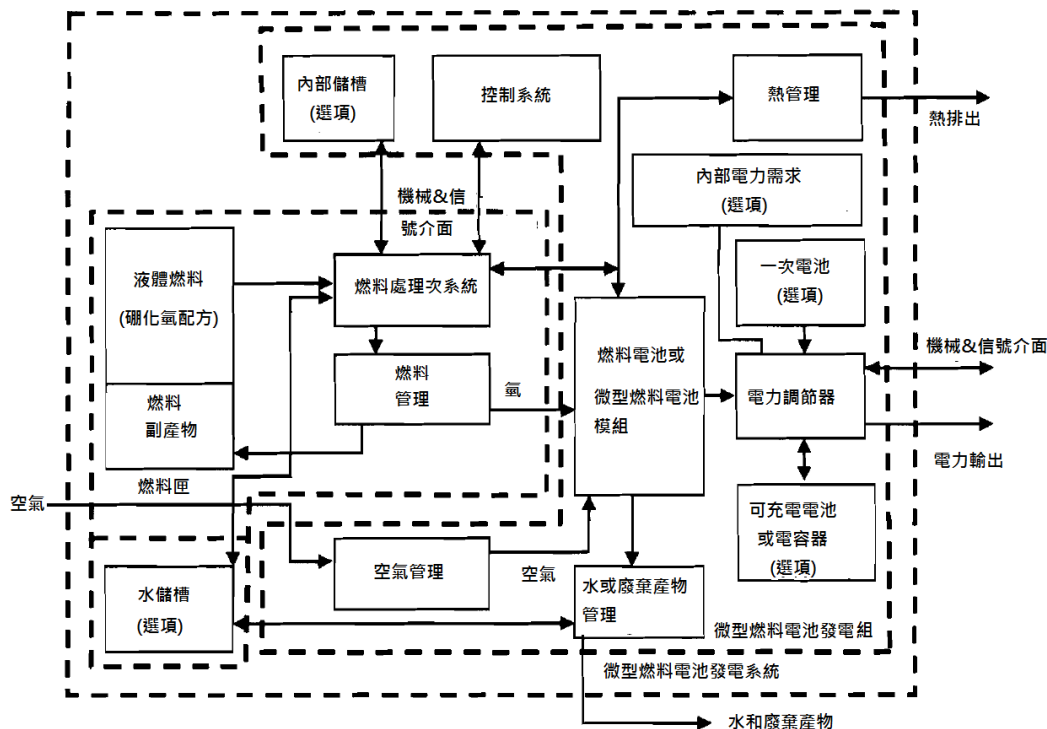


圖 E.13—微型燃料電池發電系統區塊圖，  
關於 8 類（腐蝕性）間接硼化氫化合物燃料於燃料匣之燃料處理

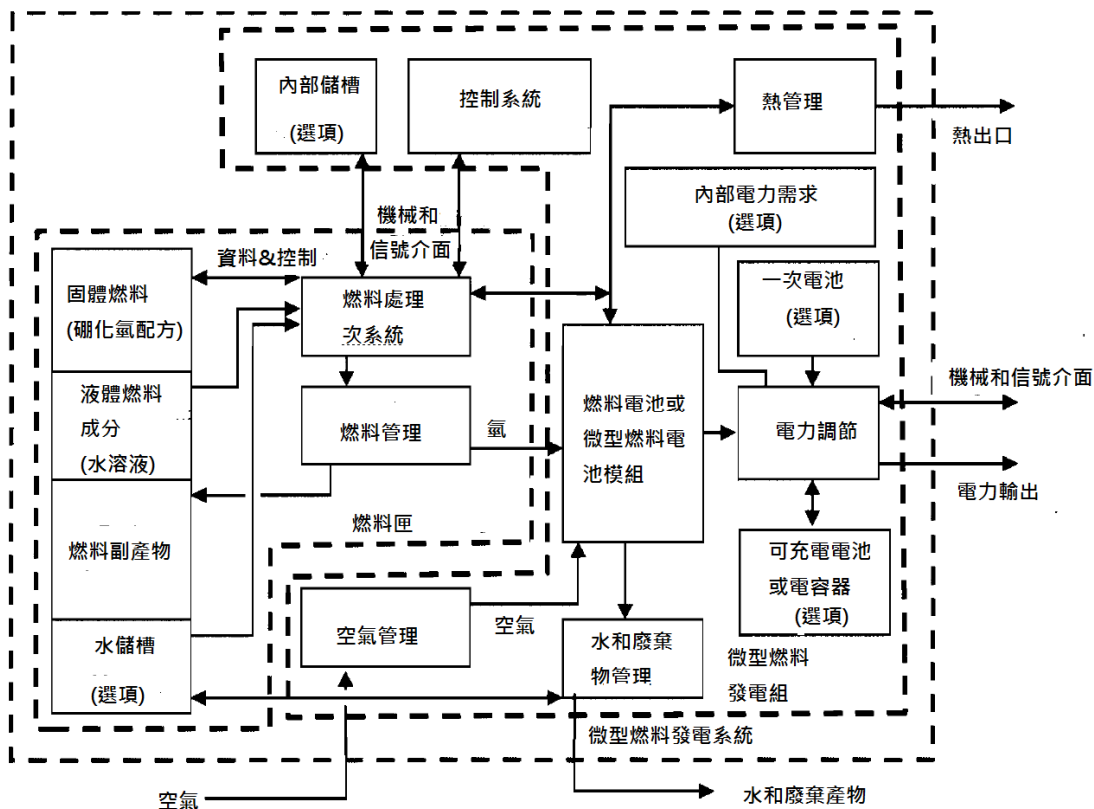


圖 E.14 微型燃料電池發電系統區塊圖，  
關於固態 8 類（腐蝕性）間接硼化氫化合物燃料於燃料匣之燃料處理和燃料匣管理

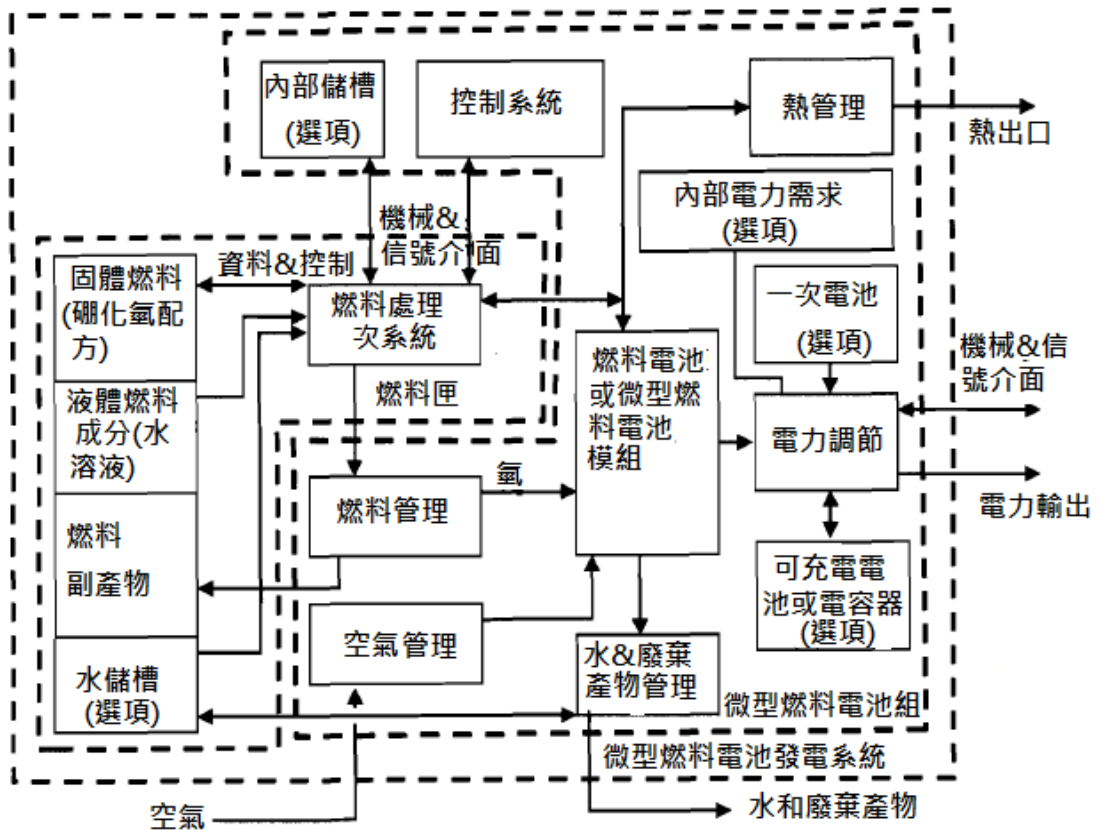


圖 E.15 微型燃料電池發電系統區塊圖，關於固態 8 類(腐蝕性)硼化氫化合物燃料於微型燃料電池發電單元之燃料匣的燃料處理和內部的燃料匣管理

## E.2 引用文件

除了規定於第 2 節的引用文件之外，以下的參考文件對於本文件為必需的。

對於有日期的文件，僅適用該引用版次；對於不可日期的文件，適用最新版次的文件(包含任何的修訂)。

ISO 16111 : 2008, Transportable gas storage devices—Hydrogen absorbing in reversible metal hydride

## E.3 用詞和定義

本附錄 E 中，以下的用語和定義取代那些第 3 章中關於微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之相對的用語和定義，所有用語和條件在第 3 章中未在這特別提到也適用。

### E.3.5 燃料(fuel)

8 類(腐蝕性)配方的硼化氫化合物間接用於微型燃料電池發電系統以產生電力。

### E.3.8 腐蝕性液體燃料(liquid fuel, corrosive)

液體的 8 類(腐蝕性)配方的硼化氫化合物和一或更多的鹼金屬氧化物做為間接硼化氫微型燃料電池發電系統的燃料。

### E.3.11 洩漏(leakage)

於微型燃料電池發電系統或燃料匣外部，可觸及燃料、燃料副產物、電解質或

液體燃料成分；氫氣洩漏或不允許的氫氣損失。

除了涵蓋於本附錄 E 增加於第 E.3 節和第 3 節所給予的之外，以下為需要對於微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣增加用詞和定義。

**E.3.37 腐蝕性固體燃料(solid fuel, corrosive)**

固體的 8 類(腐蝕性)配方的硼化氫化合物和一或更多的鹼金屬氧化物做為間接硼化氫微型燃料電池發電系統的燃料。

**E.3.38 間接硼化氫微型燃料電池發電系統(indirect boronhydride micro fuel cell system)**

微型燃料電池發電系統中的固體或液體配方之硼化氫化合物，經處理後產生氫，其在微型燃料電池發電系統之燃料電池的陽極反應而產生電力。

**E.3.39 硼化氫化合物(borohydride compounds)**

硼化氫鈉或硼化氫鉀或兩者的混合物。

**E.3.40 液體燃料成分(liquid fuel component)**

8 類(腐蝕性)或不可有危險性的水溶液，用於燃料處理次系統中產生氫。

**E.3.41 電解質(electrolyte)**

燃料電池內用於完成電路的離子導電性薄膜。

**E.3.42 燃料副產物(fuel byproducts)**

由燃料產生氫及/或電力之後，生成的 8 類(腐蝕性)或不可有危險性的化合物。

**E.3.43 不允許的氫氣損失(impermissible hydrogen gas loss)**

氫氣脫離不可有操作的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元大於或等於 0.0032 g/h。

**E.3.44 觸及燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分 (accessible fuel, fuel byproducts, electrolyte or liquid fuel components)**

於正常使用、合理地可預見的誤用和消費者運輸中，消費者可以身體接觸燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分。

**E.3.45 燃料處理次系統(fuel processing subsystem)**

微型燃料電池發電單元或燃料匣中用於從硼化氫化合物配方產生氫的次系統。

**E.3.46 不相容材料(incompatible materials)**

如果容許混合的方法除了特別地提供於微型燃料電池發電系統的設計，材料可能會引起熱、或易燃性、或毒氣或蒸氣放出的危險性。

**E.3.47 非控制混合(uncontrolled mixing)**

發生不相容材料的混合方法，非特別地提供於微型燃料電池發電系統的設計。

**E.3.48 腐蝕性 8 類(class 8, corrosive)**

材料分類為 8 類：UN 建議的危險性商品運輸管理模型第 15 版，腐蝕性物質指南。

**E.3.49 不可有危險性(non-hazardous)**

材料非 UN 建議的危險性商品運輸管理模型第 15 版中的主題。

**E.3.50 鹼金屬氫氧化物(alkali metal hydroxide)**

用於 8 類(腐蝕性)中的鈉、鉀和鋰氫氧化物固體或液體配方。

**E.3.51 使用過的燃料匣(used fuel cartridge )**

燃料匣已經被放入操作，使得至少 45%初始燃料已被使用且微型燃料電池發電系統的操作已停止至少 1 小時。

**E.3.52 氫氣洩漏(hydrogen leakage)**

氫氣離開燃料阻隔系統，包括燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽(參見 E.7.2.2)。

**E.3.53 正 pH 指示的液體硼化氫燃料和副產物(positive pH indication of liquid boronhydride and byproducts)**

於形式試驗時，酸鹼指示紙貼在微型燃料電池發電系統可能洩漏的區域，出現酸(pH 低於 3.0)或鹼(pH 大於 10)的正指示。

**E.4 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的材料和結構****E.4.4 材料的選擇**

這些要求取代 4.4 的相關要求。

以下 E.4.4 的這些要求適用涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣。

**E.4.4.1** 微型燃料電池發電系統和發電單元預期暴露於超過製造商定義的產品壽命範圍之不可有數環境條件，如振動、衝擊、變化的濕度等級和腐蝕環境，材料用於微型燃料電池發電系統或發電單元必須承受這些環境條件。若微型燃料電池發電系統或發電單元用於維持特定環境條件，超越本標準說明的試驗要求，必須執行接著的附加試驗，以確認在那些環境條件下的安全。

**E.4.4.2** 金屬和非金屬材料用於製造微型燃料電池發電系統或發電單元的零組件，最特別的，零組件會直接或間接暴露於潮溼、燃料及/或形成之氣體或液體副產物，以及所有的零件和材料用於密封或相同的連接如焊接耗材，必須對所有的物性、化性和熱條件合宜，其為正常運輸和正常使用之下，製造商定義的產品壽命範圍和所有的試驗條件為合理地而可預見。最特別的，零組件的設計應保留其正常使用下的機械性能穩定性。

- 零組件應足以承受流體含有物質的化學和物理反應及環境的剝蝕。

- 安全操作所需之化學和物理性質不應顯著的在製造商所設定的產品壽命範圍之內被影響，特別地，當擇定材料和製造方法時，由於認為應利用材料的抗腐蝕和磨耗、導電性、衝擊強度、抗老化、溫度變化的影響、當材料放置在一起時產生影響(如電流腐蝕)及紫外光輻射的影響。

- 可能會發生侵蝕、磨耗、腐蝕或其他化學作用，應採取足夠的測量：

- 藉適當的設計如增加厚度或保護如使用內襯、支撐材料或表面塗裝、採取認為的正常使用的，影響最小化；
- 允許受影響最大的零件更換；
- 參照手冊中的第 6 章，吸引注意型式和檢驗頻率及對於連續使用安全性需要的維護測量，必須適當的備考明零件受到磨耗和更換的標準。

**E.4.4.3** 彈性材料如墊圈和接觸燃料的管路會觸及燃料，應能承受接觸那些燃料引起的劣化且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應取決於 ISO 188

和 ISO 1817。

**E.4.4.4** 接觸燃料的聚合物當觸及這些燃料時應抗劣化且且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應取決於 ISO 175。

**E.4.4.5** 暴露於氫的管路系統，應使用適合氫暴露的材料，如 ISO 16111 定義。

#### **E.4.7 系統的材料和結構**

**E.4.7.1** E.4.7 的這些要求適用於涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣，這些要求取代第 4.7 之相關的要求。儲存於微型燃料電池發電單元中最大容量的液體燃料或液體燃料成分不應超過 1 公升，固體燃料不可以出現在微型燃料電池發電單元內。

**E.4.7.2** 微型燃料電池發電系統或發電單元應設計使爆炸不會發生，即使燃料洩漏自微型燃料電池發電系統或發電單元內部。此種方法的設計標準(例如，要求排氣速率)應由微型燃料電池發電系統或發電單元的製造商提供。不可有論方法是由微型燃料電池發電系統或發電單元的製造商或微型燃料電池發電系統或發電單元之發電裝置的製造商提供。

**E.4.7.3** 微型燃料電池發電系統或發電單元內部的組件或材料，應該構想或做成如減輕著火和點火的蔓延材料。易燃性材料在電力、燃料和氧化劑供應終止之後，確認著火不再維持，這可以透過選擇的材料依照 IEC 60695-1-1 和 IEC 60695-11-10 滿足 FV-0、FV-1 或 FV-2 來證明。

**E.4.7.4** 微型燃料電池組薄膜不要求做易燃性速率。

**E.4.7.5** 其他微型燃料電池發電單元之內的材料，其組成低於 30%總微型燃料電池組質量，可視為受限制的量且允許不要易燃性速率。

#### **E.4.12 燃料供應結構**

##### **E.4.12.1 燃料匣結構**

這些要求適用於涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統和發電單元，這些要求取代第 4.12.1 之相關的要求。

燃料匣必須符合以下的要求：

**E.4.12.1.1** 在溫度 -40℃ 至 +70℃ 範圍內應不可有來自燃料匣的洩漏，符合性應依照 E.7.3.3 和 E.7.3.4 型式試驗確認。

**E.4.12.1.2** 內部壓力為 95 kPa 加 22 °C 時的正常工作壓力或燃料匣在 55 °C 時的 2 倍表壓，不可有論何者較大，應不可有來自燃料匣的洩漏。依照 E.7.3.1 的型式試驗確認符合性。

**E.4.12.1.3** 不可有論液體燃料或液體燃料成分，容許在燃料匣中的最大數量為 1 升，固體燃料為 200 克。

**E.4.12.1.4** 在正常使用時，合理地可預見誤用和由消費者將帶有燃料匣之微型燃料電池發電單元進行消費者運輸，應該優先提供過程中防止燃料洩漏和連接之後或轉移燃料至微型燃料電池發電單元的方法，以 E.7.3.11 確認符合性。

**E.4.12.1.5** 燃料匣在使用環境下應抗腐蝕。

**E.4.12.1.6** 燃料匣應提供安裝於微型燃料電池發電系統防止誤連接而導致燃料洩漏的

方法，以 E.7.3.11 連接循環試驗檢查符合性。

**E.4.12.1.7** 提供給燃料匣之燃料供應連接器，在正常使用、合理地可預見誤用和消費者運輸時，應有未連接於微型燃料電池發電單元之防止燃料洩漏的結構，以 E.7.3.5 墜落試驗和 E.7.3.11 循環連接試驗檢查符合性。

**E.4.12.1.8** 在案件中提供壓力釋放閥或類似的方法，此壓力釋放閥應滿足每一項型式試驗的性能要求，此閥應通過所有的型式試驗而不可有洩漏。

**E.4.12.1.9** 燃料匣的連接結構不容許燃料洩漏。

**E.4.12.1.10** 燃料匣包含燃料匣與微型燃料電池發電單元之介面、包含閥門，應有足以承受正常使用和由振動、熱、壓力、墜落或其他受到的機械性衝擊所發生之合理的可預見誤用之構造，符合性確認試驗如下：

- E.7.3.1 壓力差異試驗
- E.7.3.2 振動試驗
- E.7.3.3 溫度循環試驗
- E.7.3.4 高溫曝露試驗
- E.7.3.5 墜落試驗
- E.7.3.6 壓縮負載試驗
- E.7.3.7 外部短路試驗
- E.7.3.9 長期貯存試驗
- E.7.3.10 高溫連接試驗
- E.7.3.11 連接循環試驗
- E.7.3.12 洩漏試驗

**E.4.12.1.11** 燃料匣閥門應能按照規劃操作，不可有需使用工具或過度的力量連接和分離。

**E.4.12.1.12** 雖然材料(固體或液體)出現不相容於硼化氫燃料或液體燃料成分，燃料匣和微型燃料電池發電系統的設計，應提供防止這些材料不慎或不可有控制下的混合。

關於這些材料不慎或不可有控制下的混合，應提供使用之前的運輸和貯存期間之兩個獨立的方法，描述這些方法的例子包括但不限定：由控制系統正活化；物理性移動防止接觸的不允許阻隔；開啟正常地關閉手動控制閥門防止接觸。至少這些方法的其中之一用於防止不可有控制的混合，其需要使用者採取正確的動作，在使用前移動或不活化燃料。

至少這些方法的其中之一用於防止不可有控制的混合，應提供於使用之後的運輸和貯存期間，這方法可以包含由系統電子的活化控制，為 4.2 FMEA 分析的主題。

## **E.6 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣之操作說明書和警示**

### **E.6.2 燃料匣最低的標示要求**

這些標示取代 6.2 的標示要求。

如同最少量，以下應標示於燃料匣上：

- (a) 內容物為腐蝕性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 遠離孩童。
- (d) 不可暴露於溫度超過50°C或火源。
- (e) 不可暴露於酸、氧化劑、酒精或家用清潔產品。
- (f) 不可浸入水或液體中。
- (g) 使用時遵循操作說明書。
- (h) 萬一食入或吸入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (i) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (j) 燃料的成分和量。
- (k) 燃料匣上表示的文字和標示符合IEC 62282-6-100的要求。
- (l) 可能含有易燃性氣體。

萬一燃料匣中的內容物可能為易燃性，上述 a)的標示要求應更改為如下：

- (a) 內容物為易燃性、腐蝕性和毒性，不可拆解。

### **E.6.3 微型燃料電池發電系統最低的標示要求**

這些標示取代 6.3 的標示要求。

除了如同最少量之外，以下的表示也應標示於微型燃料電池發電系統上：

- (a) 內容物為腐蝕性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 不可暴露於溫度超過50°C或火源。
- (d) 不可浸入水或液體中。
- (e) 使用時遵循操作說明書。
- (f) 萬一食入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (g) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (h) 燃料的成分。
- (i) 內部儲槽的最大燃料容量，若適用。
- (j) 微型燃料電池發電系統上表示的文字和標示符合IEC 62282-6-100的要求。
- (k) 可能含有易燃性氣體。
- (l) 電力輸出(電壓、電流、額定功率)。

萬一燃料匣的內容物為腐蝕性，上述 a)的標示要求應變更如下：

- a) 內容物為水反應性、腐蝕性、毒性和易燃性，不可拆解。

## **E.7 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣之型式試驗**

### **E.7.1 概述**

於本附錄 E 中的微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的試驗使用產自 8 類(腐蝕性)硼化氫化合物的氫為燃料，以 E.7.1 取代 7.1。

- (a) 微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣的型式試驗，應提供這些微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣在正常使用時的安全。
- (b) 表E.5列出必須執行的型式試驗，表E.5取代表5。



- (c) 除了本節在其他地方規定之明顯地不同之處外，試驗室的條件規定於表E.6。
- (d) 每項試驗執行之前，微型燃料電池發電系統、發電單元及/或燃料匣，應在  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  標準試驗室溫度下調節至少3小時。
- (e) 警告：如果不夠謹慎小心，這些型式試驗使用的程序可能導致傷害。試驗僅能由使用足夠保護且經過考核和有經驗之技術員執行。

表 E.5 型式試驗列表—取代表 5

試驗參照	試驗項目	試驗樣品
E.7.3.1	壓力偏差試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.2	振動試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.3	溫度循環試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.4	高溫暴露試驗	燃料匣 用過的燃料匣
E.7.3.5	墜落試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.6	壓縮負載試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.7	外部短路試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
7.3.8	表面、組件和排氣溫度試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.9	長期貯存試驗	燃料匣 用過的燃料匣
E.7.3.10	高溫連接試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
E.7.3.11	連接循環試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 使用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
E.7.3.12	排放試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
E.7.3.13	氫點源氣體損失偵測試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
<p>試驗樣品：樣品數至少 6 個燃料匣，不論未使用或用過，如上述規定的個別試驗，或每個型式試驗至少 3 個微型燃料電池發電系統或發電單元。</p> <p>試驗順序：試驗 E.7.3.2 和 E.7.3.3 應以相同的燃料匣連續執行測試。試驗 E.7.3.1、E.7.3.2 和 E.7.3.3 應以相同的微型燃料電池發電系統或發電單元連續執行測試。</p> <p>樣品再使用：燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元如果不會干擾個別的試</p>		

驗，在製造商斟酌下可以再使用。

表 E.6 試驗室的標準條件—取代表 6

項目	條件
試驗室溫度	試驗室溫度為室溫(標準溫度條件：22°C±5°C)
試驗室空氣： 僅用於微型燃料電池發電系統和發電單元	試驗室空氣中的二氧化碳含量不可超過 0.2%，一氧化碳含量不可超過 0.002%。 試驗室空氣中的含氧量至少 18%，不可超過 21%。 試驗室空氣中的含氫量不可超過 0.008%。
表 E.6 取代表 6。	

### E.7.2 洩漏、氫氣洩漏及氫氣損失測量和測量程序

於本附錄 E 中的微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的試驗使用產自 8 類(腐蝕性)硼化氫化合物的氫為燃料，以 E.7.2 取代 7.2。

- (a) 洩漏測量主要依照示於圖 E.2 至圖 E.5 適用之程序執行，這些圖和程序取代 7.2 相關的圖。
- (b) 符合「不可洩漏」、「不可有氫氣洩漏」和「不可有氫氣損失」的要求，對所有規定於 E.7.3 之型式試驗，應以 E.7.2.1 洩漏測量程序、E.7.2.2 氫氣洩漏測量程序和 E.7.3.13 氫氣損失測量結合 E.3.11 定義的「洩漏」、E.3.52 定義的「氫氣洩漏」和 E.3.43 定義的「不允的氫氣損失」確認，除有其他規定外。

#### E.7.2.1 洩漏試驗和測量程序

- (a) 關於含有 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏測量，應依照每一項型式試驗做，由執行目視檢驗所有可能的洩漏位置。任何的燃料滴、燃料副產物、電解質或液體燃料成分及/或白色結晶位於微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的燃料的外部則表示有洩漏。若結晶為可觸及，微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的燃料的洩漏試驗失敗。作為增加的工具 pH 試紙，貼於微型燃料電池發電系統可能的洩漏區域，應用來協助洩漏目視檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料以發現洩漏。附錄 E 對於 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分增加的要求，任何存在的物質之 pH 低於 3.5 或大於 10.5 則為洩漏的跡象，參見圖 E.2 和 E.3。關於操作試驗，反應物空氣進入微型燃料電池發電系統或排放孔，不能被 pH 試紙堵塞。

#### E.7.2.2 從燃料匣的氫氣洩漏測量和測量程序

關於含有 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料之燃料匣，氫氣洩漏的測量必須應做以下的每一項型式試驗，使用液體洩漏偵測器(發泡式)溶液或其他相當的方法於燃料匣可能洩漏的位置。

#### **E.7.2.3 微型燃料電池發電系統和發電單元之氫氣損失測量和測量程序**

關於微型燃料電池發電系統或發電單元，接著每一項完成的型式試驗，微型燃料電池發電系統或發電單元應依照圖 E.4 試驗氫氣損失，如下：

- (a) 微型燃料電池發電系統或發電單元應關機，依照 E.7.3.12 執行氫氣損失試驗。氫氣點源試驗不適用 E.7.3.13，氫氣損失應低於 0.0032 g/h，參見表 E.7。
- (b) 微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE-ON]時，依照 E.7.3.12 執行氫氣排放試，不論微型燃料電池發電系統或發電單元是否操作，氫氣排放應低於 0.8 g/h 且氫氣自任一單獨的洩漏點應低於 0.016 g/h，參見表 E.7。

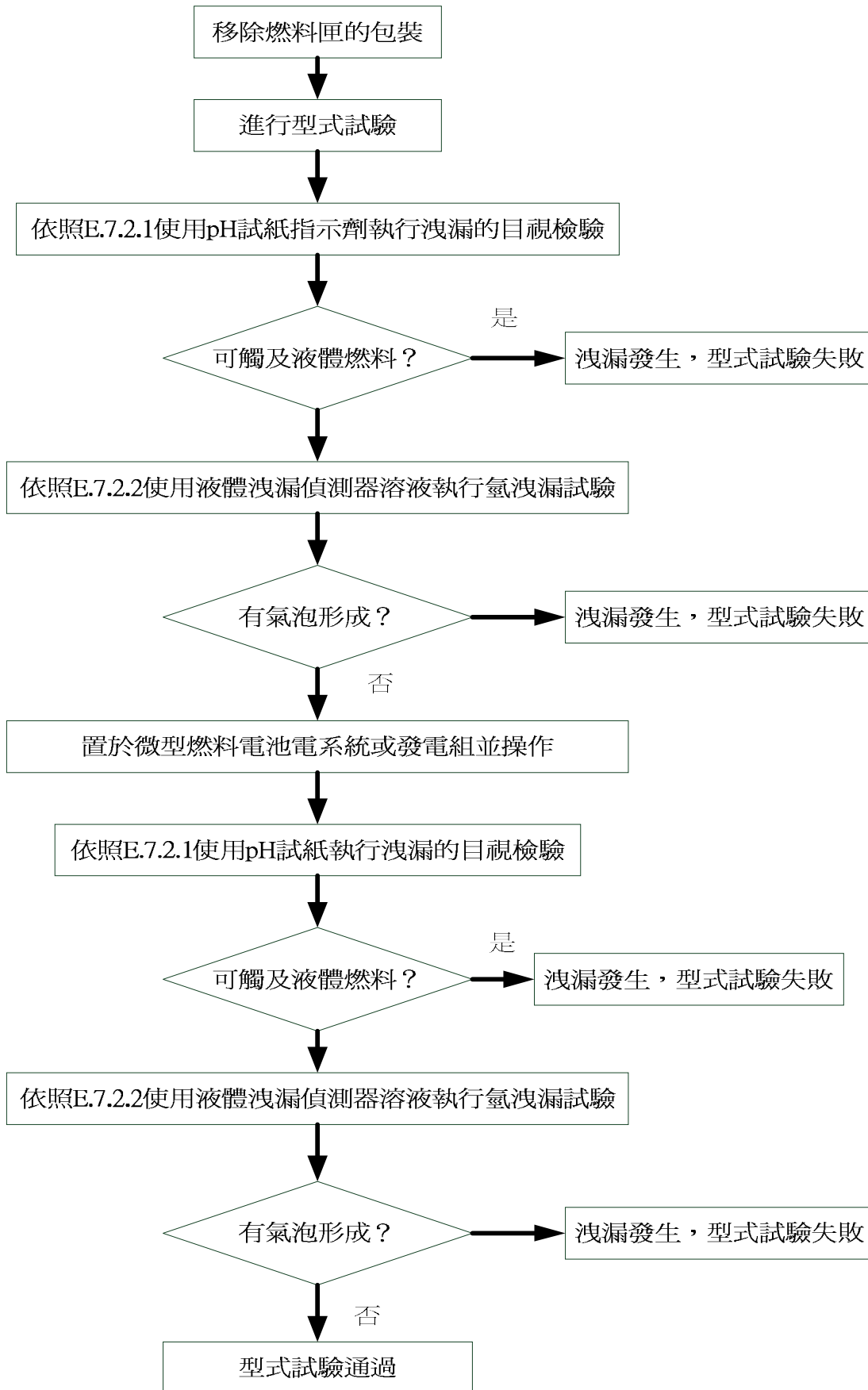


圖 E.2 燃料匣對於振動、墜落、壓縮負載之洩漏試驗流程圖—取代圖 2

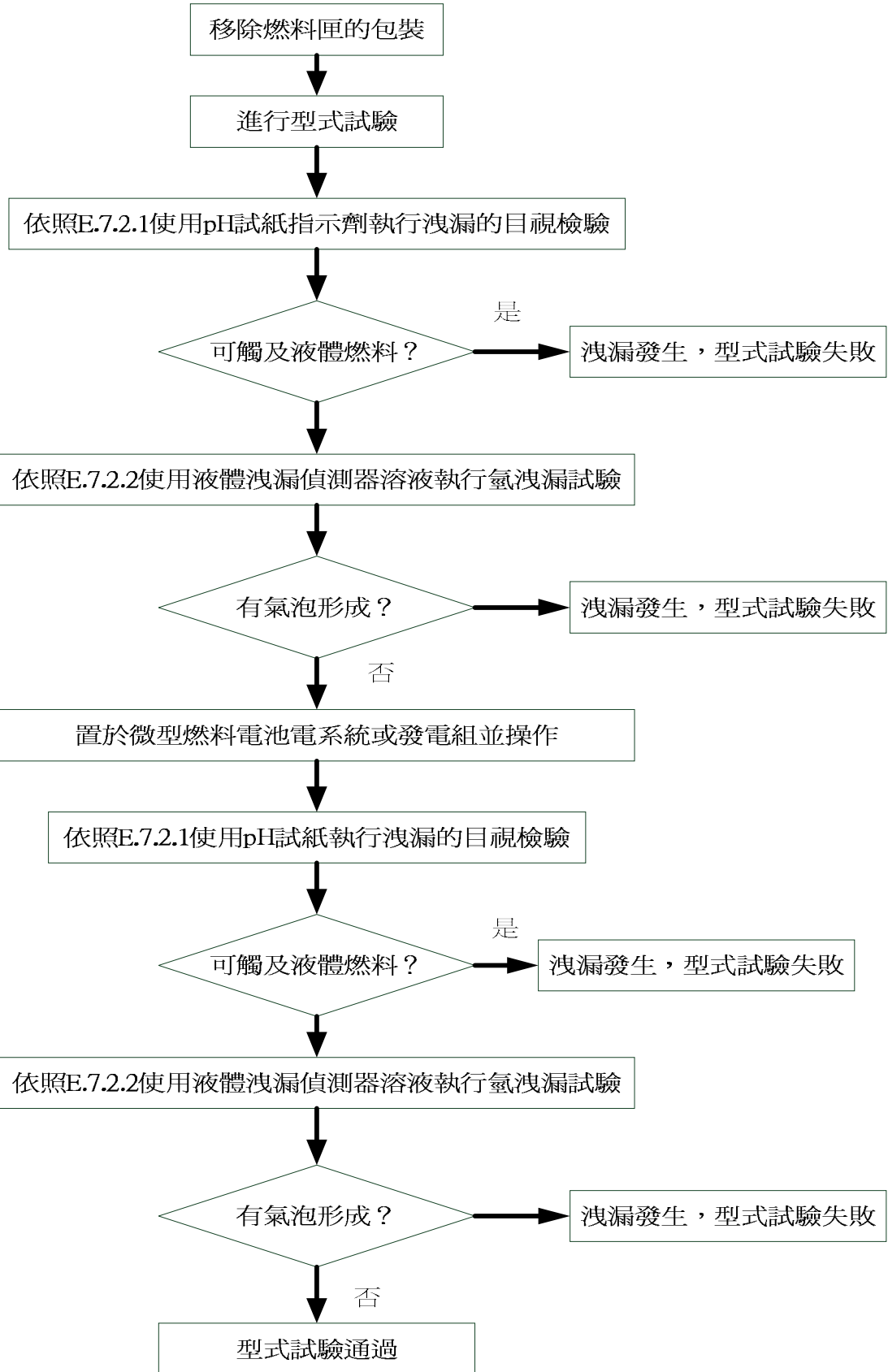


圖 E.3 燃料匣對於溫度循環試驗和高溫暴露試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 3

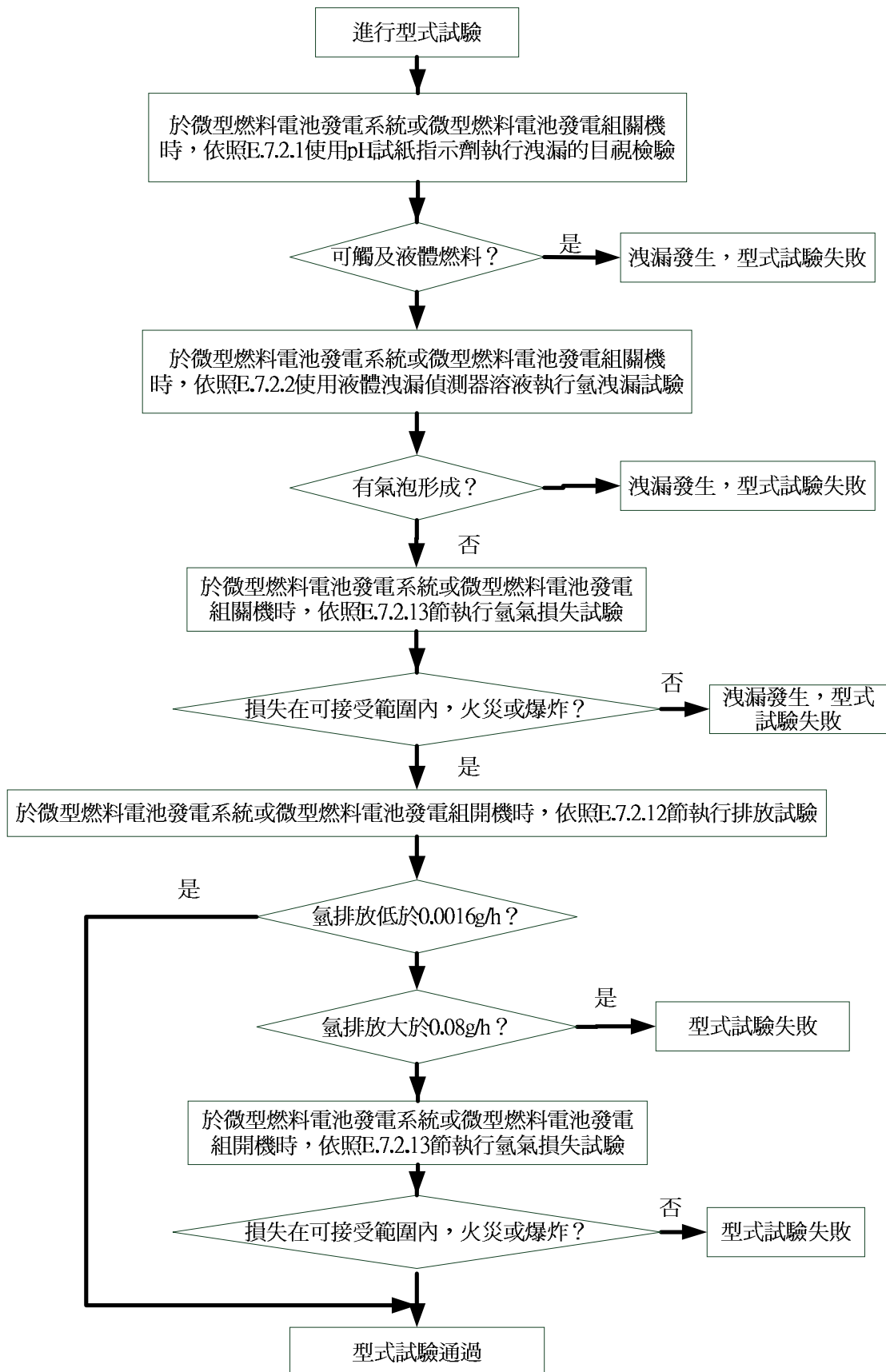


圖 E.4—微型燃料電池發電系統或發電單元對於壓力差異、振動、溫度循環、墜落及壓縮負載試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 4

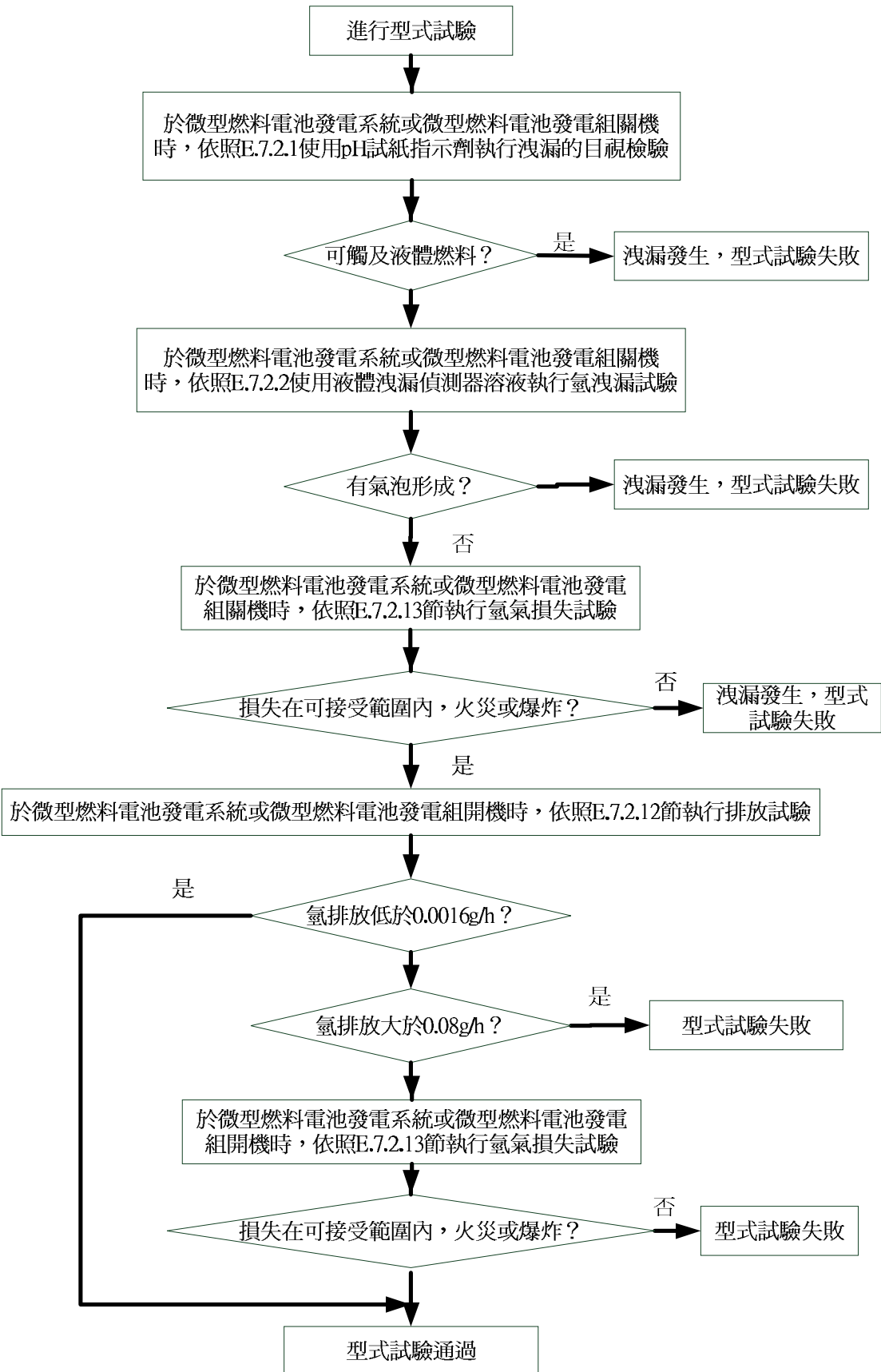


圖 E.5—微型燃料電池發電系統或發電單元  
對於外部短路試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 5

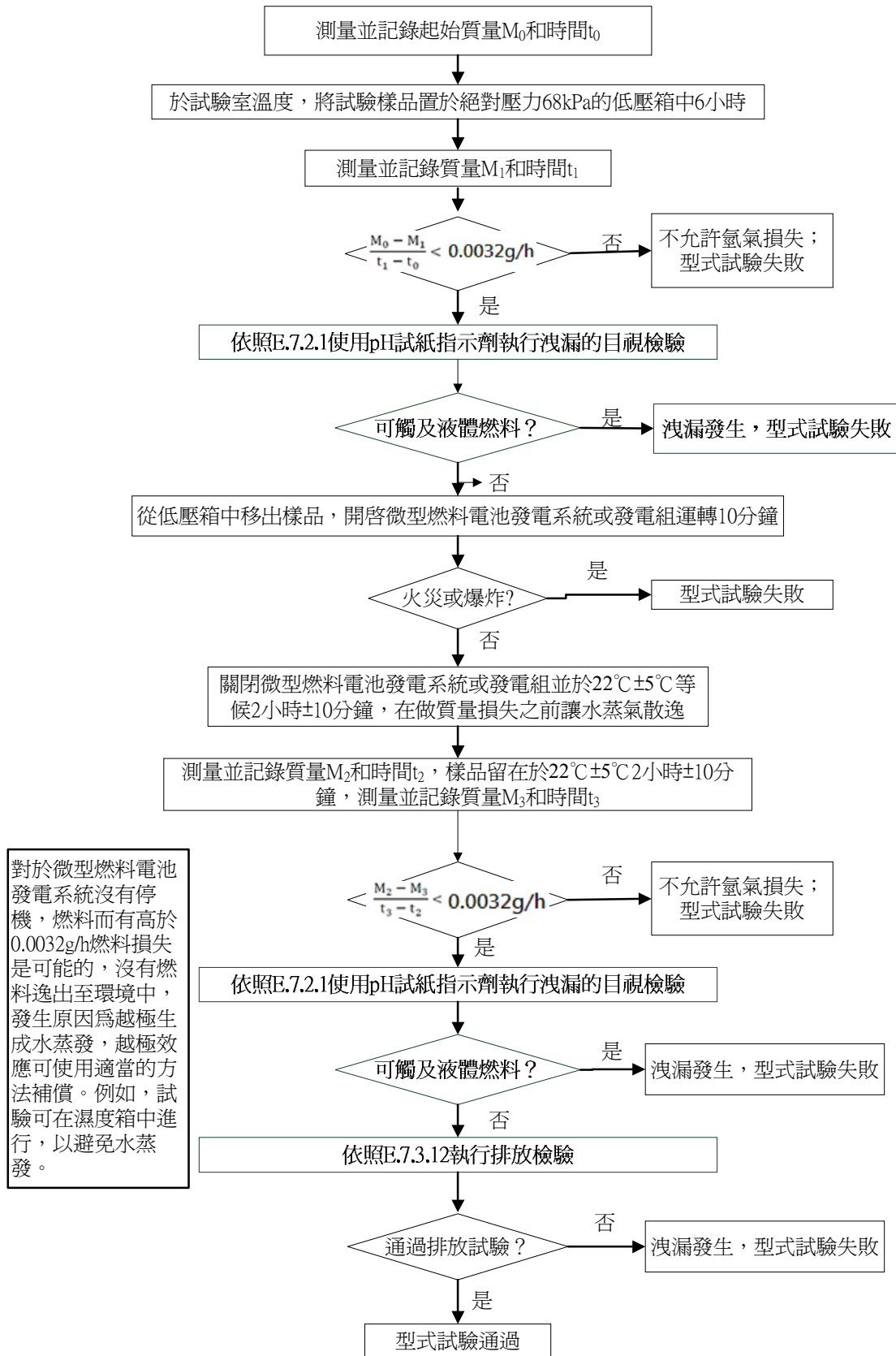


圖 E.6—微型燃料電池發電系統或發電單元

對於 68 kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 6



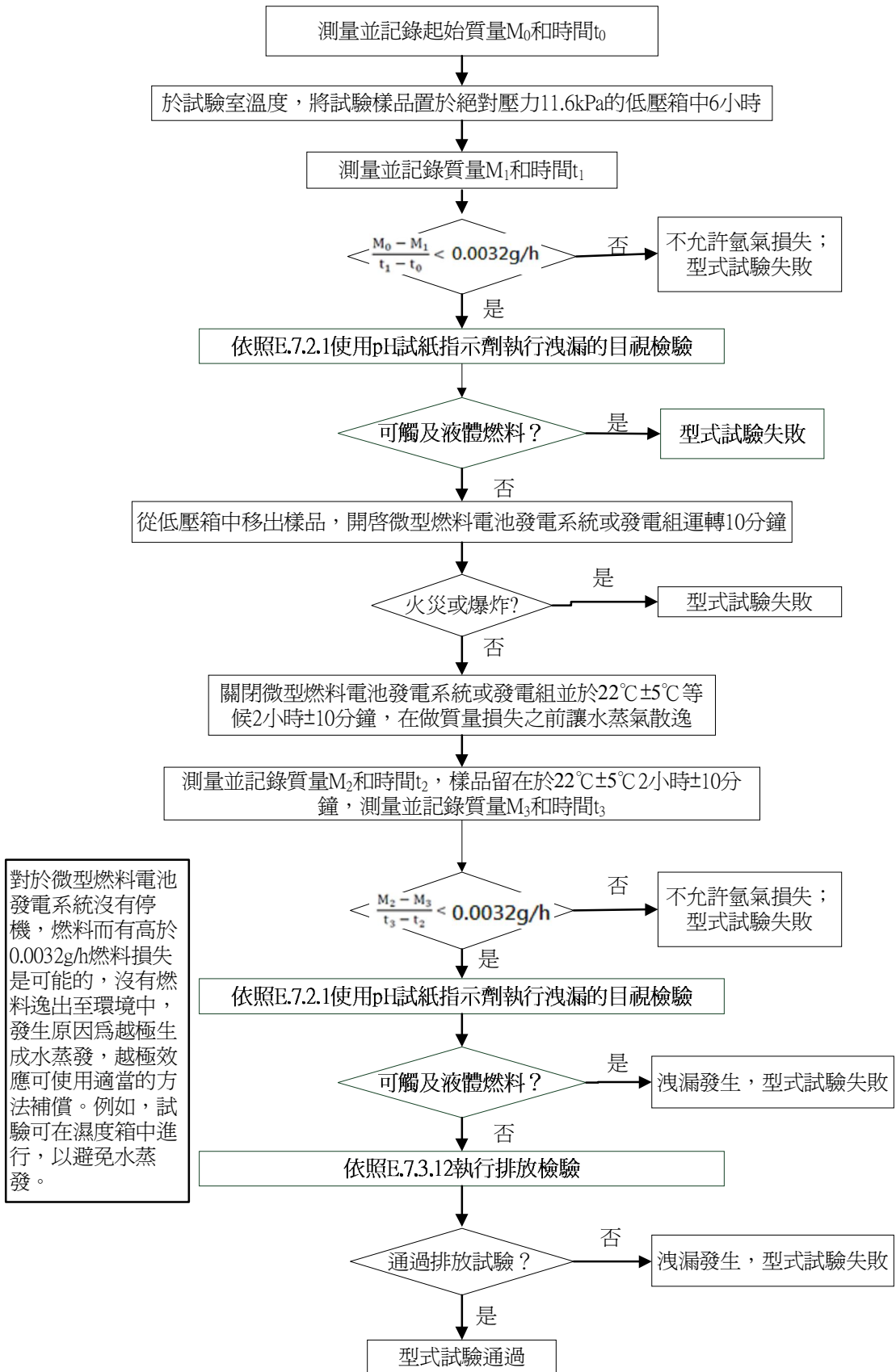


圖 E.7—微型燃料電池發電系統或發電單元

對於 11.6kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 7

### E.7.3 型式試驗

#### E.7.3.1 壓力差異試驗

##### E.7.3.1.1 概述

E.7.3.1 取代 7.3.1。

部分的試驗依 E.4.12.1.2 檢查符合性，以確認不可洩漏自燃料匣內部壓力為 95 kPa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力，不可有論何者較大，視兩者限制的壓力條件何者較大，對於試驗提供兩個選項。

(a) 若 95 kPa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力大於燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力，E.7.3.1.2 或 E.7.3.1.3 任一都可用於確認 E.4.12.1.2 的符合性。

(b) 若燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力大於 95 kPa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力，E.7.3.1.2 必須用於確認符合 E.4.12.1.2。

##### E.7.3.1.2 燃料匣內部壓力試驗

(a) 試驗樣品：一個未經使用的燃料匣或用過的燃料匣和一個燃料匣閥門。

(b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可洩漏。

(c) 試驗程序：

關於內部壓力試驗，燃料匣本體和燃料匣閥門應分別試驗。

(a) 使用適當的液體媒介加壓燃料匣本體至內部壓力為 95 kPa 之表壓力加上正常工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。壓力升高速率不可超過 60 kPa/s。

(b) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。

(c) 使用適當的液體媒介加壓關閉的燃料匣閥門至 95 kPa 之表壓力加上燃料匣在 22 °C 之正常工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。壓力升高速率不可超過 60 kPa/s。

(d) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。

(d) 合格準則：不可有可觸及的液體試驗媒介洩漏且於試驗過程中不可突然的壓降。洩漏應以目視檢查，倒置燃料匣和燃料匣閥門於指示紙上，使閥門孔向下朝試紙並尋找洩漏的記號。若發現任何可觸及的液體洩漏，則試驗失敗。

備考：8 類(腐蝕性)硼化氫燃料會與水發生化學反應，因此，水或含水物質不能用為流體試驗媒介。8 類(腐蝕性)硼化氫燃料有潛在除水之外的物質反應，因此，特別的 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料之化學反應性和安定性應試驗，用於指導適合的液體試驗媒介的選擇。

### E.7.3.1.3 燃料匣外部低壓試驗

- (a) 試驗樣品：未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖E.16執行試驗。
  - (2) 記錄試驗樣品的起始質量 $M_0$ 和開始的時間 $t_0$ ，置放樣品在真空箱中且真空箱的壓力應減少至低於正常大氣壓力的95 kPa。
  - (3) 維持真空30分鐘
  - (4) 從真空箱中移出樣品並記錄最終的質量 $M_1$ 和時間 $t_1$ ，測定氫氣損失並依照E.7.2.1使用目視檢驗和pH指示劑檢查8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。
  - (5) 連接燃料匣和微型燃料電池發電單元或發電系統，依照E.7.2.2以液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏。依照E.7.2.1目視檢驗和pH指示劑檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，參見圖E.16。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認且依照E.7.2.1的試驗程序測量燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的洩漏。燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的氫氣損失應滿足E.7.2.3的要求(低於0.0032 g/h)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後和操作的洩漏測量，應以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後的操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。

### E.7.3.1.4 微型燃料電池發電系統或發電單元壓力偏差試驗

#### E.7.3.1.4.1 微型燃料電池發電系統或發電單元 68 kPa 低外部壓力試驗

依照本附錄 E，本試驗要求對所有的微型燃料電池發電系統和發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖E.6執行試驗。

- (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、68 kPa絕對壓力的低外部壓力下6小時，洩漏應依據圖E.6進行測量。
- (3) 依照E.7.3.12執行微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。應依E.7.2.1的試驗程序，以目視使用pH指示劑確認燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的洩漏測量在。氫氣損失應依照圖E.6的質量損失測定。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，排放應滿足E.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過E7.3.12的限制，則排放試驗結果可接受的。

#### **E.7.3.1.4.2 微型燃料電池發電系統或發電單元 11.6 kPa 低外部壓力試驗**

依照本附錄 E，本試驗要求對所有的微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範提供燃料的微型燃料電池發電單元或發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖E.7執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、11.6 kPa絕對壓力的低外部壓力下1小時，應依照圖E.7的程序進行洩漏測量。
  - (3) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗依照7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。洩漏測量應依照在E.7.2.1的試驗程序，以目視使用pH指示劑確認燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的洩漏。應依照圖E.7測量質量損失。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，應滿足E.7.3.12的排放合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過E7.3.12的限制，則排放試驗結果可接受的。

#### **E.7.3.2 振動試驗**

涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以 E.7.3.2 取代 7.3.2。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個使用於E.7.3.1依照製造商的規範提供燃料於微型燃料電池發電單元或用於E.7.3.1之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬正常運輸振動的效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 燃料匣依照圖E.2和微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖E.4執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應穩固地栓牢在振動機臺上，不使樣品變形，以此方式傳送振動。
  - (3) 振動應為正弦波，對數掃描在15分鐘內，介於7 Hz和200 Hz之間並從側向回到7 Hz。
  - (4) 試驗樣品每3個互相垂直安置在試驗樣品座上，應重複12個循環，總計3小時。
  - (5) 對數掃描頻率如下：自7 Hz峰值加速度1gn開始並維持至達到18 Hz，然後振幅維持0.8 mm(總供飄移1.6 mm)，頻率增加直到峰值加速度為8 gn出現(約50 Hz)。峰值加速度為8 gn之後維持，直到頻率增加直至200 Hz。
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。洩漏應以目視使用pH指示劑確認且依照E.7.2.1的試驗程序測量燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的洩漏。依照E.7.2.2測量燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元之氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，應滿足E.7.3.12的排放合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過E7.3.12的限制，則排放試驗結果可接受的。

### E.7.3.3 溫度循環試驗

涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以 E.7.3.3 取代 7.3.3。

- (a) 試驗樣品：一個使用於E.7.3.2的燃料匣、一個於E.7.3.2用過的燃料匣使用、一個依照製造商的規範充填燃料使用於E.7.3.2之微型燃料電池發電單元或用於E.7.3.2之微型燃料電池發電系統。

- (b) 目的：模擬低溫和高溫暴露效應和極致溫度變化效應。
- (c) 試驗程序：
- (1) 燃料匣依照圖E.3且微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖E.4執行試驗。
  - (2) 應測試燃料匣的兩個方向：閥門朝上和閥門朝下；對於微型燃料電池發電系統或發電單元僅一個方向需要測試。
  - (3) 使用的溫度輪廓參見圖E.8。
  - (4) 試驗樣品置於溫度控制試驗箱中，從試驗室溫度開始，在1小時±5分鐘時間內升溫至 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持至少4小時。
  - (5) 在1小時±5分鐘時間內，降低試驗箱的溫度至 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘。然後，在2小時±5分鐘時間內降低試驗箱的溫度至 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持至少4小時。
  - (6) 在1小時±5分鐘時間內，升高試驗箱的溫度至 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘。
  - (7) 做2次上述的程序。
  - (8) 維持1小時於 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之後，燃料匣應依據圖E.3和微型燃料電池發電系統或發電單元應依據圖E.4測量洩漏和燃料蒸氣損失。
  - (9) 依照7.3.12執行微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗。
  - (10) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元，依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏；依照E.7.2.1使用目視檢驗和pH指示劑，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。
- (d) 合格準則：在任何時間著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元測量洩漏。燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，應滿足E.7.3.12的排放合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，未超過E7.3.12的限制，則排放試驗結果是可接受的。

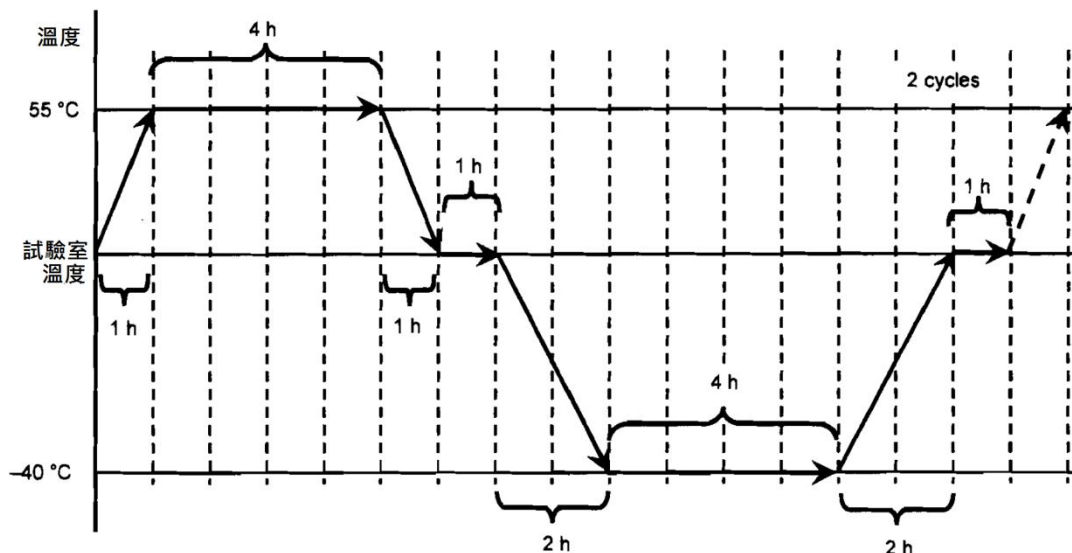


圖 E.8—溫度循環—取代圖 8

#### E.7.3.4 高溫暴露試驗

涵蓋於本附錄 E 之燃料匣，以 E.7.3.4 取代 7.3.4。

- a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或一個用過的燃料匣、
- b) 目的：模擬燃料匣遺留在高溫環境下的效應並確保不可有洩漏。
- c) 試驗程序：
  - 1) 依照圖E.3執行燃料匣的這些試驗。
  - 2) 應試驗兩個方向：閥門朝上和閥門朝下。
  - 3) 試驗樣品置放於溫度為  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的溫度控制箱中且容許控制箱的溫度與箱中的樣品回復至  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  並維持溫度至少4小時。
  - 4) 移出試驗樣品於試驗室溫度，使用敘述於E.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑試驗。
  - 5) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液如E.7.2.2所述，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。參見圖E.3。
- d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元的洩漏。依照E.7.2.2測量燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元之氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之後並操作，依照E.7.2.2測量氫氣洩漏程序，

應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。

#### E.7.3.5 墜落試驗

涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以 E.7.3.5 取代 7.3.5。

- a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個依照製造商的規範提供燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- b) 目的：模擬不注意的墜落效應並確保不可洩漏。
- c) 試驗程序：
  - (1) 對於燃料匣依照圖E.2且微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖E.4執行這些試驗。
  - (2) 試驗樣品應從預定的高度墜落在由至少13 mm厚度的硬木並固定於每層18 mm至20 mm的兩層合板上構成的水平表面，所有的都被支撐在水泥或相當的不可有彈性地板上。
  - (3) 墜落的高度應為：
    - (i) 1200 mm  $\pm$  10 mm：對微型燃料電池發電單元及/或發電系統
    - (ii) 1500 mm  $\pm$  10 mm：對超過200毫升的燃料匣
    - (iii) 1800 mm  $\pm$  10 mm：對達到200毫升的燃料匣
  - (4) 對於燃料匣的試驗，墜落試驗應以同一樣品之四個方向進行。
  - (5) 對微型燃料電池發電單元及/或發電系統，可以使用一個墜落於四個方向或一個以上於各別的墜落方向，由製造商自行斟酌。
  - (6) 所有的試驗，墜落方向應為：
    - (i) 閥門朝上
    - (ii) 閥門朝下
    - (iii) 其他兩個相互垂直的方向
  - (7) 燃料匣，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液如E.7.2.2所述，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。
  - (8) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元的氫氣洩漏，依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查。燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1使用目視檢驗和pH指示劑檢查。參見圖E.2。
  - (9) 依照7.3.12執行微型燃料電池發電系統或發電單元排放試驗。
- d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類



(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏洩漏測量。燃料匣依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。應滿足E.7.3.12的排放合格準則，若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作且排放未超過E.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。若微型燃料電池發電系統或發電單元持續操作，由FMEA規定的保護電路為安全系統的一部分，應能持續完全地作用，應不可有暴露的危險性零件。

#### **E.7.3.6 壓縮負載試驗**

涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣，以 E.7.3.6 取代 7.3.6。

##### **E.7.3.6.1 微型燃料電池發電系統或發電單元**

- a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- b) 目的：模擬微型燃料電池發電單元或發電系統因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- c) 試驗程序：
  - (1) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖E.4執行這些試驗。
  - (2) 微型燃料電池發電系統或發電單元試驗樣品應置於約254 mm (10英吋)長、101.6 mm(4英吋)寬及12.7 mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加 $245\text{ N} \pm 9.8\text{ N}$ 壓縮力量於樣品。
  - (3) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於 $12.7\text{ mm/min}(0.5\text{ inch/min})$ 增加。
  - (4) 壓縮力量 $245\text{ N} \pm 9.8\text{ N}$ 應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (5) 試驗應以三個完全垂直方向進行做為規則，若樣品本身不可有法直立，則不需試驗該方向。
  - (6) 接著壓縮負載試驗之後，依照7.3.12執行排放試驗。
- d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，

不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認且試驗程序在E.7.2.1。關於燃料匣之E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏且試驗程序在E.7.2.1。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作之E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。排放應滿足E.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作但排放未超過E.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。

#### E.7.3.6.2 燃料匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖E.2執行燃料匣的這些試驗。
  - (2) 燃料匣樣品應置於約254 mm (10英吋)長、101.6 mm(4英吋)寬及12.7 mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加 $981\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 壓縮力量於樣品。
  - (3) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於12.7 mm/min (0.5inch/min)增加。
  - (4) 壓縮力量 $981\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (5) 當意外墜落時，燃料匣方向的選擇應以有可能穩定靜止的位置做為根據(例如，對於靜止的表面，那些方向的重心最低)。稜柱形的燃料匣僅試驗一個表面是可接受的，其完全地立方和彎曲表面的柱狀燃料匣之長軸長度大於2倍的直徑。檢查氫氣洩漏，使用敘述於E.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。
  - (6) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，氫氣洩漏使用敘述於E.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。參見圖E.2。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，

不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認且試驗程序在E.7.2.1關於燃料匣之E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏且試驗程序在E.7.2.1。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作之E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

**E.7.3.7 外部短路試驗**

涵蓋於本附錄 E 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以 E.7.3.7 取代 7.3.7。

- a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範提供燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- b) 目的：模擬外部短路的效應。
- c) 試驗程序：
  - 1) 依照圖E.5執行微型燃料電池發電系統或發電單元的這些試驗。
  - 2) 外部短路試驗應分別對開啟開機和關機[DEVICE OFF]的微型燃料電池發電系統或發電單元測試。
  - 3) 每個樣品的短路應以具最大 $0.1\ \Omega$  電阻負載的電線連接微型燃料電池發電系統和發電單元的正負極端點至少5分鐘。
  - 4) 外部短路試驗之後，評估性能並依照圖E.5執行排放試驗。
- d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認且試驗程序在E.7.2.1。關於燃料匣之E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。

外部表面於外部短路試驗期間和之後不可超過示於表2的溫度。排放應滿足E.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作但排放未超過E.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。

備考：外部短路試驗可使用同一樣品，連續對表面、組件和廢氣溫度試驗。

**E.7.3.9 長期貯存試驗**

涵蓋於本附錄 E 之燃料匣，以 E.7.3.9 取代 7.3.9。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 燃料匣依照圖E.9執行這些試驗。
  - (2) 記錄起始質量 $M_0$ 和時間 $t_0$ ，並將樣品置於 $50\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ 的試驗箱中，相對濕度至少為60%。
  - (3) 溫度試驗箱應配備排風和能夠正確測量氫濃度的測量儀器，試驗箱的結構類似圖E.10。

(4)排風流速和試驗箱中有興趣的氫濃度，應連續監測並記錄，參見表

E.7。於試驗期間，任一時刻試驗箱中的氫濃度不可超過25% LFL。

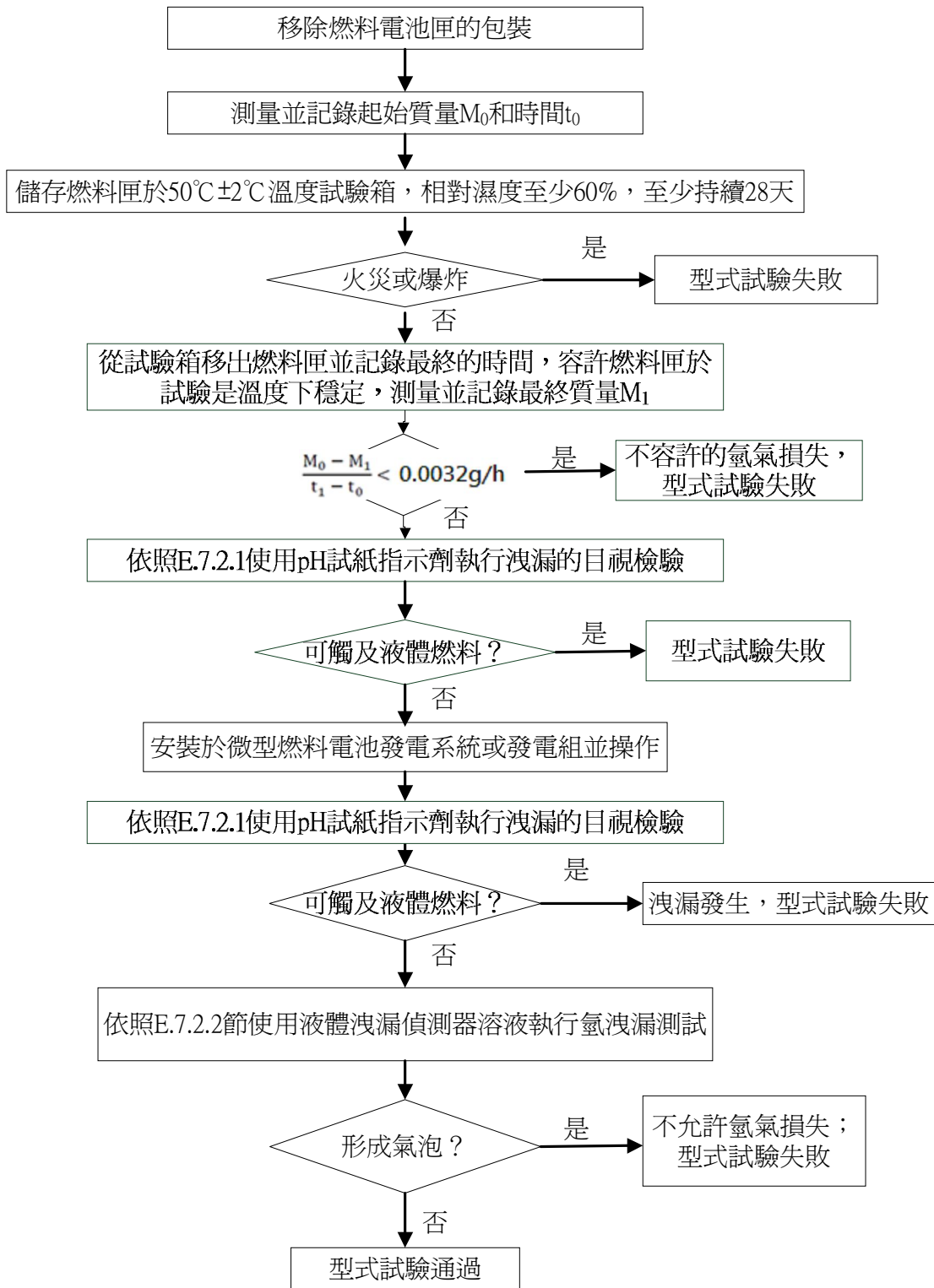
(5)樣品應保持在50 °C ± 2 °C、相對濕度至少為60%的試驗箱中持續28天。

(6)28天結束後，自試驗箱中移出燃料匣並記錄燃料匣自試驗箱移出的時間 $t_1$ ，容許燃料匣在室溫下穩定並記錄最終的質量 $M_1$ 。氫氣損失的計算如下且不超過0.0032g/h。

$$\frac{M_o - M_1}{t_1 - t_0} < 0.0032 \text{ g/h}$$

(7)依照E.7.2.1執行燃料匣之燃料、燃料副產物、電解質和液體燃料洩漏試驗。連接燃料匣與微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。參見圖E.9。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認。氫氣損失應滿足E.7.2.3 (低於0.0032 g/h)。在溫度試驗箱中的氫氣濃度，於試驗期間的任何時候都不可超過25% LFL。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。



圖E.9—燃料匣長期貯存試驗的氫氣洩漏和質量損失流程圖—取代圖9

### E.7.3.10 高溫連接試驗

涵蓋於本附錄E之微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣，以E.7.3.10取代7.3.10。

- a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣與一個微型燃料電池發電單元或適當的試驗夾具與一個微型燃料電池發電單元閥門。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元外型之代表性結構。
- b) 目的：模擬在升高溫度時連接和不連接燃料匣至微型燃料電池發電單元或發電單元閥門的影響並確保不可有洩漏。
- c) 試驗程序：
  - 1) 燃料匣依照圖E.2執行這些試驗。
  - 2) 置放燃料匣試驗樣品於 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 溫度控制試驗箱中並持續至少4小時。
  - 3) 微型燃料電池發電單元或試驗夾具與微型燃料電池發電單元閥門保持在試驗室溫度。
  - 4) 從試驗箱移出試驗樣品，且從試驗箱移出後5分鐘之內，連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門。
  - 5) 檢查燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元連接和不連接之洩漏，並依照E.7.2.1和E.7.2.2執行洩漏和氫氣洩漏測量。
- d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認且試驗程序在E.7.2.1。燃料匣依照E.7.2.2測量，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。

### E.7.3.11 連接循環試驗

涵蓋於本附錄E之微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣，以E.7.3.11取代7.3.11。

#### E.7.3.11.1 燃料匣

##### E.7.3.11.1.1 內匣、外匣或附加匣

- (a) 試驗樣品：未使用或用過的的插入匣、外部匣或附加匣和依照製造

商給的說明書提供燃料於微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。

(b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的效應，確保不可洩漏。

(c) 試驗程序：

- (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照 E.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查連接處的洩漏，應滿足 E.7.2.2 不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的在連接處的洩漏，依照 E.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查洩漏，應滿足 E.7.2.1 不可有洩漏的要求。
- (2) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少 1 分鐘。
- (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動之。
- (4) 分離燃料匣並依照 E.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處的氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照 E.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (5) 重複 2 次連接和分離，總計 3 次連接和分離。
- (6) 依照 E.7.2.2 氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，應不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 E.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (7) 燃料匣連接和分離 4 次，總計 7 次的連接和分離。
- (8) 依照 E.7.2.2 氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處，應不可有氫氣洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 E.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (9) 燃料匣連接和分離 3 次，總計 10 次的連接和分離。
- (10) 依照 E.7.2.2 氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處，應不可有氫氣洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 E.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少 1 分



鐘。

- (12) 關微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動。
  - (13) 依照E.7.2.2氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處，應不可有氫氣洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (14) 接著連接循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，依照E.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認。燃料匣依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。系統的操作和不操作，應滿足E.7.3.12排放的合格準則。

#### E.7.3.11.1.2 附屬匣

- (a) 試驗樣品：未使用或用過的的附屬匣和依照製造商給的說明書充填燃料於微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查連接處的洩漏。氫氣洩漏應滿足E.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於

E.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足E.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。啟動或模擬燃料流動。

- (2)分離燃料匣並依照E.7.2.2氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處的氫氣洩漏，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足G.7.2.1不可有洩漏的標準。
- (3)重複2次連接和分離，總計3次連接和分離。
- (4)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (5)燃料匣的連接和分離4次，總計7次連接和分離，。
- (6)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (7)燃料匣的連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
- (8)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (9)燃料匣的連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
- (10)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (11)重複步驟1至10，每11個循環為一組，總計55個循環，各循環間隔1小時。
- (12)連接和分離循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電系統或發電單元，依照E.7.3.12執行排放試驗。

(d)合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認。燃料匣依照E.7.2.2測量氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依

照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。系統的操作和不操作應滿足E.7.3.12排放的合格準則。

#### E.7.3.11.2 微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：至少2個未使用的燃料匣和另外98個燃料匣或適合的試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門及依照製造商給的說明書提供燃料之微型燃料電池發電單元。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響並確保啟動使用和之後微型燃料電池發電單元連接處適度的老化，兩者不可洩漏。

檢驗第一個燃料匣(#1)和最後的燃料匣(#100)，其他980個循環僅老化微型燃料電池發電單元。

雖然微型燃料電池發電單元使用附屬匣，其應依照以下模擬附屬匣和微型燃料電池發電單元之間燃料流動的程序試驗。

- (c) 試驗程序：
- (1) 連接首個燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，不可有洩漏。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動之。
  - (4) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (5) 重複2次連接和分離，總計3次的連接和拆開。
  - (6) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。

- (7) 首個燃料匣連接和分離4次，總計7次的連接和分離。
- (8) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (9) 首個燃料匣連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
- (10) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (11) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，不可有洩漏被。
- (12) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
- (13) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動之。
- (14) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (15) 為老化微型燃料電池發電單元燃料匣連接處，執行以下步驟：
  - (i) 使用其他燃料匣或適當的夾具和燃料匣閥門，循環微型燃料電池發電單元燃料匣連接處共980次連接和分離。
  - (ii) 每組50次連接和分離之後，模擬燃料流動。
  - (iii) 遵循本老化試驗，試驗最後未使用的燃料匣。
- (16) 連接最後未使用的燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照E.7.2.2氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏。
- (17) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
- (18) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動之。
- (19) 分離最後一個燃料匣並依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，不

可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。

- (20)最後一個燃料匣連接和分離2次，總計3次的連接和分離。
  - (21)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽之氫氣洩漏，若適用，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (22)最終的燃料匣的連接和分離4次，總計7次的連接和分離。
  - (23)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽之氫氣洩漏，若適用，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (24)最終的燃料匣連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
  - (25)依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽之氫氣洩漏，若適用，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (26)連接燃料匣於微型燃料電池發電單元，依照E.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，不可有洩漏。
  - (27)操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
  - (28)關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動之。
  - (29)分離燃料匣並依照E.7.2.2氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照E.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (30)連接循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，依照E.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產

物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑測試。燃料匣之氫氣洩漏依照E.7.2.2測量，應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應依照E.7.2.1以目視使用pH指示劑確認8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。燃料匣安裝於微型燃料電池發電系統或發電單元之後並操作，應滿足E.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。系統的操作和不操作應滿足E.7.3.12排放的合格準則。

#### E.7.3.12 排放試驗

關於8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電系統或發電單元依照附錄E試驗，本E.7.3.12取代7.3.12，包括表E.7取代7.3.12的表7，圖E.10取代圖10但與圖10完全相同。氫排放為個別地評估，氫排放的試驗程序詳述於圖E.12，其作為依照附錄E做試驗時的附圖。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範填充燃料之微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元與用過的燃料匣。
- (b) 目的：在正常操作條件下，間接硼化氫微型燃料電池發電系統可能有排放，排放可能為水或氫的組合，兩者皆為已知的無毒性。間接硼化氫微型燃料電池發電系統正常不會釋出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物。然而，有一種微乎其微的可能性，間接硼化氫微型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，在不正常的環境會釋放出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物，因為這些可能性的存在，對於型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，釋放出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物的限制加入本附錄且列於表E.7。

未操作的間接硼化氫微型燃料電池發電系統存在氫氣排放之可能性，因此應增加執行微型燃料電池發電系統關機的氫氣排放試驗，氫氣排放應低於的0.0032 g/h容許限制，以避免危害暴露。

微型燃料電池發電系統排放水蒸氣且在一定條件下水蒸氣會凝結。若凝結液體的pH介於pH3.5至pH10.5之間，凝結液體不被認為是排放或洩漏。

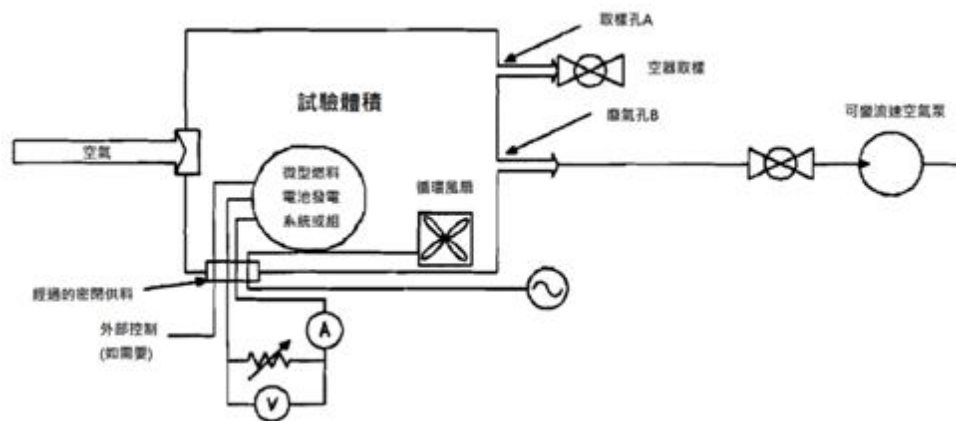
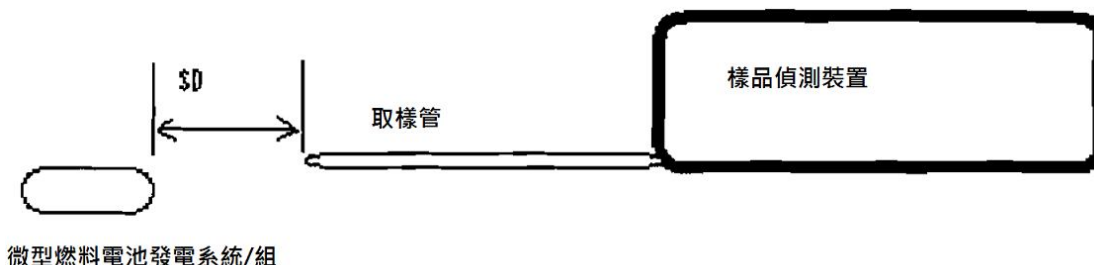


圖 E.10—操作排放速率試驗的裝置—取代圖 10

(c) 試驗裝置：操作排放速率試驗的裝置範例如圖E.10所示，依照本附錄E試驗的所有微型燃料電池發電系統或發電單元之排放速率試驗結構示於圖E.10。依照本附錄E試驗的微型燃料電池發電系統或發電單元都需要依照E.7.3.12 (d)(1)做氫排放速率試驗。

分析氫排放應使用質譜儀、氣相層析儀或其他經校正的適合儀器，以測量氫濃度並收集於圖E.10的取樣孔A。然而，容許使用的其他儀器，提供的性能要相當於上述的儀器。

微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元規劃用於緊密接近於消費者口部或鼻子(如微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於手機電源、手持遊戲機等)，增加依照E.7.3.12( d)(3)和E.7.3.12(d)(4)要求的試驗，確認鄰近使用者口部或鼻子之濃度保持在適當的限制之內。排放濃度試驗應在大的開放室內進行，使用不同的排放濃度試驗裝置，操作排放濃度試驗裝置的範例如圖E.11所示。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。



圖E.11 操作排放濃度試驗裝置—取代圖11

排放氣體可能為毒性物質組成，如CO<sub>2</sub>、CO和甲醛，其為微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元潛在性的排放氣體。

以配備燃燒離子化偵測器的氣相色層分析儀(GC/FID)或質譜儀(GC/MS)分析這些有機物，應使用固定於試驗箱之取樣孔A的吸附管吸收排放的氣體或經過圖E.10之取樣孔A直接進入分析儀。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器。

經校正的零至1%質量濃度氫範圍的氫偵測器，可用於測量氫濃度。

CO和CO<sub>2</sub>氣體濃度，可藉非色散紅外線吸收分析儀測量，這些分析儀器應符合ISO 16000-3、ISO 16000-6和ISO 16017-1。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器，使用上述的標準。

(d) 試驗程序：

氫排放試驗為個別評估，氫排放試驗的程序詳述於圖E.12，其作為依照附錄E做試驗時的附圖。

排放速率取樣試驗應執行微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE -ON]時，如下：

- (1) 對於所有的微型燃料電池發電系統和發電單元—包含規劃用於和不用於緊密接近消費者口部或鼻子兩者，以下的排放速率取樣試驗應在微型燃料電池發電系統或發電單元開機時執行，如下：
  - (i) 在圖E.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開機的位置時執行。
  - (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
  - (iii) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖E.10所示。
  - (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
  - (v) 藉如圖E.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
  - (vi) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表E.7。
  - (vii) 由每項組成之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量，計算有興趣化合物被排放的排放速率。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的樣品流速或測量至試驗箱之入口流速。

詳見如下：

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C \quad , \quad \text{或}$$

其中

ER 排放速率，g/h



$F_p$  可變流量空氣泵之流速，l/h

$F_s$  取樣速率，l/h

$C$  濃度，l/h

(viii)測得開機 最大的排放速率和表E.7相比較，若排放速率大於表E.7限制的排放速率，則微型燃料電池發電系統或發電單元的試驗失敗且不需要做其他的試驗，參見E.7.3.12( e)(1)(i)和E.7.3.12(e)(2)(i)。

(ix)排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣無法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

(2)對於微型燃料電池發電系統和發電單元規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子，以下的排放濃度取樣試驗應在微型燃料電池發電系統或發電單元開機時執行，如下：

(i)微型燃料電池發電系統或發電單元應在大的開放室做排放速率試驗，本試驗的用意在於近似並測量在靜止空氣中接近人之口或鼻的預期排放濃度，模型或模擬可用於改善試驗的正確性。試驗前應取樣室內的空氣，以確保正確性並避免不符合結果的錯誤。小心以確保室內或取樣系統的材料不會對排放貢獻(意即污染)於試驗。試驗前，建議檢查系統，確認微型燃料電池發電系統或發電單元不受污染，以避免不符合結果的錯誤。室內空氣的變化應保持最低相當於正常住家或商業設計(例如，每小時空氣變化小於1)。注意取樣區不要受到外來氣流的擾動。

(ii)微型燃料電池發電系統或發電單元在大的開放室內以額定功率操作，而排放濃度的取樣使用示於圖E.11之操作的排放濃度試驗裝置。若微型燃料電池發電系統或發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開啟開機的位置。

(iii)室內的空氣變化，應保持最少相對於正常住宅或商業之設計(例如，每小時空氣改變少於1)。注意，不能以外來氣流擾動取樣區域。

(iv)從微型燃料電池發電系統或發電單元之氣體排放濃度的取樣，應使用示於圖E.11之操作的排放濃度試驗裝置。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。

(v)對於緊密接近排放濃度測量的取樣速率，應每分鐘5公升，其代表成人的呼吸速率。

(vi)容許樣品流速穩定。

(vii)取樣並記錄微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，其發生於消費者呼吸區的代表性距離。

- (viii) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表E.7。
- (ix) 測得的最大排放濃度和表E.7相比較，若排放濃度不低於表E.7限制的排放濃度，則微型燃料電池發電系統或發電單元為試驗失敗且不需要做其他的試驗，參見7.3.12( e)(2)(ii)合格準則。
- (x) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元作及供電設備的正常操(換言之，單依燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣無法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

(3) 依照表E.7之完整的排放測量，兩種開機和關機，開機的氫排放評估如下：

- (i) 在圖E.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開機的位置。
- (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
- (iii) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體氫排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖E.10所示。
- (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (v) 由如圖E.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (vi) 記錄氫的濃度
- (vii) 計算被釋出氫的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$

其中

ER 排放速率，g/h

F<sub>p</sub> 可變流量空氣泵之流速，l/h

F<sub>s</sub> 取樣速率，l/h

C 濃度，g/l

- (viii) 測得開機最大 的排放速率和表E.7比較。

備考：此為穩定濃度測量。

- (ix) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價

值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

(4) 根據完成的開機氫氣排放測量、關機氫氣排放測量，評估如下：

- (i) 在圖E.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率10分鐘或直到10%燃料匣的燃料容量被耗用掉，不可有論何項較低。
- (ii) 在圖E.10所示之小試驗箱內，切換微型燃料電池發電系統或發電單元為關機模式，並測量微型燃料電池發電系統或發電單元在關機時的排放速率。
- (iii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
- (iv) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖E.10所示。
- (v) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (vi) 藉如圖E.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (vii) 記錄氫氣的濃度
- (viii) 計算被釋出氫氣的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：

$$ER = (F_p + F_s) \times C \quad , \text{ 或}$$

其中

ER 排放速率，g/h

$F_p$  可變流量空氣泵之流速， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

$F_s$  取樣速率， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

C 濃度，g/l

(x) 測得最大關機的排放速率和表E.7相比較。

備考：此為穩定濃度測量。

- (ix) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣無法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。
- (5) 評估氫排放速率如下：

- (i) 關機的氫氣排放速率測量低於0.0032 g/h且低於開機的容許值0.016 g/h，微型燃料電池發電系統或發電單元通過試驗且不需做其他試驗。
- (ii) 關機-時氫氣排放速率測量不低於0.0032 g/h且不低於開機的總容許值0.8g/h，微型燃料電池發電系統或發電單元試驗失敗且不需做其他試驗。

- (iii) 若關機的氫氣排放速率測量低於0.0032g/h且低於開機的總容許值0.08 g/h，但不低於0.016 g/h，接著以E.7.3.13氫點源氣體損失偵測試驗確認不可有單獨氫源超過0.016 g/h。
- (e) 合格準則：
- (1) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子：
    - (i) 關於表E.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照E.7.3.12(d)(1)開機和E.7.3.12(d)(2)關機 分別試驗時，應低於表E.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
  - (2) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子：
    - (i) 關於表E.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照E.7.3.12(d)(1) 開機和E.7.3.12(d)(2)-關機分別試驗時，應低於表E.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
    - (ii) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子，除了滿足上述的排放數速率限制之外，對於表E.7中每一有興趣成份之最大排放速率，依照E.7.3.12(d)(3) 開機和E.7.3.12(d)(4) -關機分別試驗，應低於表E.7中的排放濃度限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
  - (3) 氫氣排放為個別評估，氫氣排放試驗程序詳述於圖E.12，其作為依照附錄E試驗時的附圖。依照表E.7之開機和-關機兩項完成氫氣排放測量，氫氣排放的評估如下：
    - i) 未操作系統的合格準則：氫氣排放速率於-關機時應低於0.0032g/h。
    - ii) 操作系統的合格準則：若總氫氣排放速率於-開機時低於0.016g/h，則微型燃料電池發電系統或發電單元通過排放試驗且不需做其他試驗。若總氫排放速率於-開機時不低於0.8 g/h，則微型燃料電池發電系統或發電單元試驗失敗且不需做其他試驗。若氫氣排放速率於-開機時低於0.8 g/h，但高於0.016 g/h，必須依照E.7.3.13執行氫點源氣體損失偵測試驗，可接受的結果為任一單點不可以超過0.016 g/h氫氣洩漏。
- 備考1：容許的易燃性氫排放水準不支持固定燃燒為3 ml/min (2001年DOE計畫回顧事項；NREL/CP-570-30535；M.R. Swain和M.N. Swain，法規和標準，2001年，美國)。不可有易燃性氫排放限

制依據的標準，氫排放不能聚集超過參考體積25%LFL。

備考2：氫氣被定義為簡單的窒息性氣體，但此風險是存在的；氧氣的水準必須在正常大氣壓下不低於18%。氫氣相關的易燃性風險發生於氫氣在空氣中的濃度大於4%，而窒息性風險發生於氫氣在空氣中的濃度大於12%，所以，用易燃性的限制定義氫氣排放的限制。

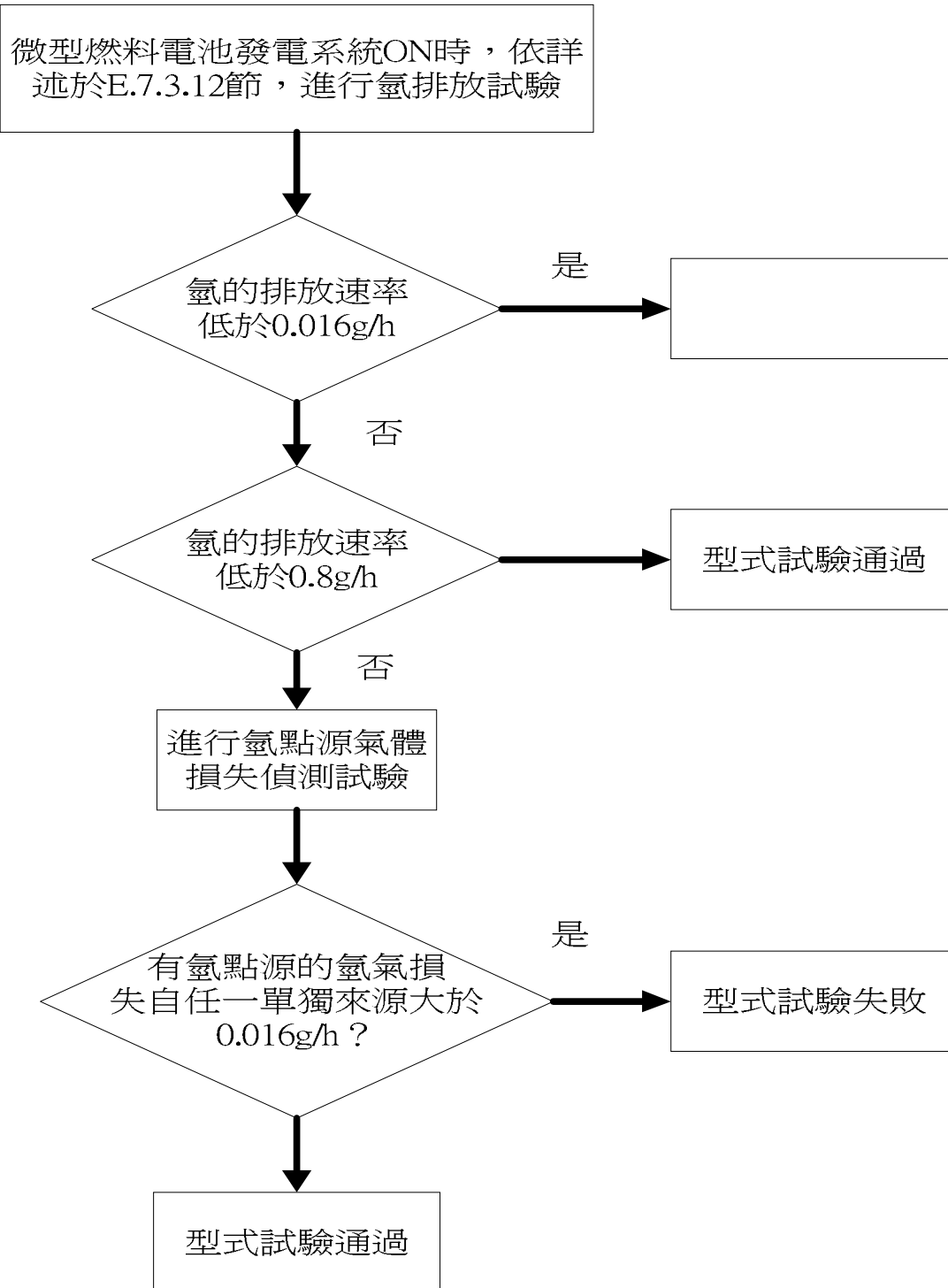
備考3：二氧化碳、一氧化碳和重組的甲醇蒸氣排放水準的限制，依據為毒性和腐蝕性(僅重組的甲醇)對人的影響，氫排放水準的限制依據為受限的空間中生成易燃性氣體的風險和潛在固定的氫燃燒風險。

表 E.7 排放限制—替代表 7

排放	-開機 濃度限制 <sup>a</sup> 對於開機試驗條件為依據的 TWA 值	-開機 容許排放速率 於 10M <sup>3</sup> ACH 容積 <sup>b</sup>
水	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制
氫	0.8 g/m <sup>3</sup>	0.8 g/h(總) 0.016 g/h(自單點洩漏)
甲醛	0.000 1 g/m <sup>3</sup> b	0.000 6 g/h
CO	0.029 g/ m <sup>3</sup>	0.290 g/h
CO <sub>2</sub>	9 g/m <sup>3</sup>	60 g/hc
揮發性有機物	0.000 1 g/m <sup>3</sup>	0.000 6 g/h

表 E.7 取代表 7。

- 對於 CO 和 CO<sub>2</sub> 的濃度限制，在表中為 mg/ m<sup>3</sup>，相當於 TWA 和 STEL 的暴露值。
- 開機排放速率限制的根據為 10m<sup>3</sup> ACH，擇定參考體積和空氣每小時的變化 (ACH)之積，因為其包含微型燃料電池發電系統將被使用之合理地可預見環境。小車的內部空間和每個人在商業飛機中最小體積為 1m<sup>3</sup>，最小的 ACH 在飛機旅客為 10 且在車中設定的最低排風為 10ACH。家庭和辦公室有的 ACH 水準為 0.5，但每個人的體積超過 20 m<sup>3</sup>，所以，結果為 10 是保守。
- 坐著的成人 CO<sub>2</sub> 排放速率為 30 g/h，燃料電池加上成人排放速率的限制，使得 CO<sub>2</sub> 不會達到 WHO 之 8 小時的限制 9 g/m<sup>3</sup>。在環境為 10m<sup>3</sup> ACH，由燃料電池的貢獻為 60 g/h。
- WHO 指南的限制為 0.000 1 m<sup>3</sup>，背景值為 0.000 03 m<sup>3</sup>，限制不能推背景值高於指南的限制。



圖E.12—微型燃料電池操作時的氫排放試驗程序—取代圖12

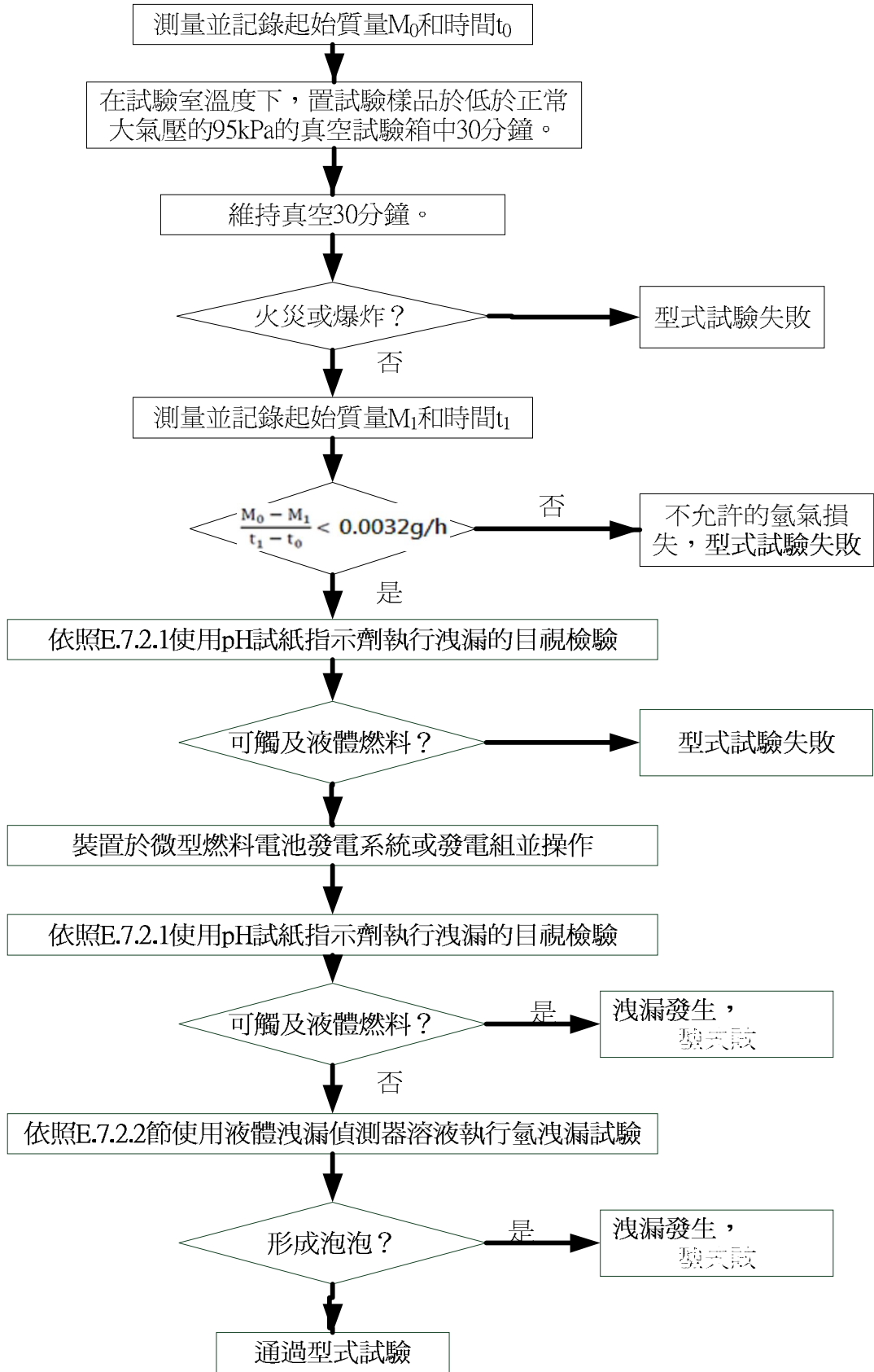


圖 E.16—燃料匣外部壓力試驗的洩漏試驗流程圖

**E.7.3.13 氫點源氣體損失偵測試驗**

氫排放試驗的程序詳述於圖E.12，其作為依照附錄E試驗時的附圖，本節為第7章增加的要求。

若E.7.3.12(d)(5)(iii)要求呈現8類(腐蝕性)硼化氫燃料電池發電系統和4.3類(水反應性)硼化氫燃料電池發電單元需符合表E.7，應使用本節。若總氫排放速率來自8類(腐蝕性)硼化氫燃料電池發電系統或發電單元在開機時低於0.8 g/h，但高於0.016 g/h，本節要求滿足E.7.3.12(e)(3)(ii)的合格準則。

- (a) 試驗樣品：依照製造商規範充填燃料至微型燃料電池發電單元或發電系統跟燃料匣。
- (b) 目的：於本附錄 E 之目的操作條件下(欲操作的條件)的微型燃料電池發電系統或發電單元，氫氣的排放應維持低於表 E.7 的規定值。應執行氫點源氣體損失偵測試驗，以確認不可單獨源來自微型燃料電池發電系統或發電單元，在所有情況下會支應燃燒，此符合性無法由氫氣排放試驗明確的確認。維持這些限制以確保除了不允許易燃物的濃度聚集在參考容積內，不可來自試樣之氫的氣體損失支持燃燒，並確保操作環境下供應足夠的氧維持。
- (c) 試驗設備：微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫偵測器可以為質譜儀、手持式氫偵測器或其他對於從點源測量少量氫氣的儀器至少正確如上述之適合儀器，如果不是更多的話。氫氣偵測器應調整至 25% LFL 氫氣的偵測等級，上述氫氣偵測器的反應時間一般都慢，通常反應時間約需數秒，所以高掃掠速度可能引起氫氣濃度低估，很重要的是掃掠速度應低至足以正確地測量氫氣濃度。
- (d) 試驗程序：
- (1) 在整個氫點源氣體損失偵測試驗持續時間內，微型燃料電池發電系統或發電單元應保持在開機(DEVICE- ON)。
  - (2) 試驗實施的空間不可大量的空氣移除，微型燃料電池發電系統或發電單元之上 10 公分測得風速不可超過 0.02m/s，氫擴散測量的局部濃度在本試驗中是易受風影響的，希望在試驗空間中任一點的風速儘可能接近零。試驗在一個密閉的空間如手套箱或相當的空間，為達到要求的可用方法。
  - (3) 微型燃料電池發電系統或發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫氣偵測器可以為質譜儀、手持式氫氣偵測器或其他對於從點源測量少量氫氣的儀器至少正確如上述之適合儀，如果不是更多的話。氫氣偵測器應調整至 25% LFL 的偵測等級。
  - (4) 氫偵測器的感測器應掃過微型燃料電池發電系統或發電單元表面 3mm 之距離之內微型燃料電池發電系統或發電單元的垂直表面，連



- 續線性的掃掠，不能離開微型燃料電池發電系統或發電單元表面 8mm，微型燃料電池發電系統或發電單元整個表面以此模式掃掠。
- (5) 完成此掃掠的有效方法，應裝上感測器支架，以確保微型燃料電池發電系統或發電單元在全部的時間於 3mm 的空間，用筆或其他標記器物裝在支架上，能夠確認掃掠面積並確保掃掠距離之間不超過 8mm。
  - (6) 感測器應總是直接面朝下，且微型燃料電池發電系統或發電單元在其下移動，使得表面直接在感測器之下一直維持水平。
  - (7) 若不可發現有任一點氫氣濃度為 25% LFL 或更大，則本試驗完成且微型燃料電池發電系統或發電單元可視為通過試驗。
  - (8) 當有些點掃過後顯示大範圍的 25% LFL 或大於起始線性掃掠，記錄測得的濃度值，將協助確認開始點的第二次螺旋掃描，點源被假定其局部最大值存在於分佈測得的濃度值中。
  - (9) 若有任一點偵測的氫濃度為 25% LFL 或大於，第二次試驗應執行確認排放自任一獨立源不會超過 0.016% 的純氫氣。
  - (10) 第二次試驗執行時感測器的高度調整至微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm。
  - (11) 接著做的螺旋掃描，於起始線性掃描期間偵測到發生 25% LFL 或大於之點為起點。螺旋掃描於掃描之間應有 1mm 空間且螺旋的距離至少為半徑 4mm 的距離，並遠的足以偵測最大程度之特別地氫源。
  - (12) 若於微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm 螺旋掃描，偵測最大氫濃度為 25%LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或發電單元之試驗失敗。若螺旋掃描未測得氫濃度為 25% LFL 或大於，微型燃料電池發電系統或發電單元可視為通過試驗。
- (e) 合格準則：如螺旋掃描試驗結果顯示，不可有氫氣損失自任一獨立源大於 0.016 g/h，未顯示首次試驗期間之氫為 25% LFL 或大於，或未顯示微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm 二次試驗期間之氫為 25% LFL。若螺旋掃描於微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm，測得氫氣濃度為 25% LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或發電單元之試驗失敗，參見表 E.7。

附錄 F

(規範)

硼化氫微型燃料電池發電系統：4.3 類(水反應性)化合物於間接硼化氫燃料電池

F.1 目的

F.1.2 涵蓋本附錄之燃料和技術

附錄 F 涵蓋使用產自 4.3 類(水反應性)硼化氫配方的氫為燃料之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣，這些系統和發電單元使用質子交換膜燃料電池技術，設計可包含燃料處理次系統，從硼化氫化合物燃料誘導出氫氣。

圖 F.1 取代圖 1，且於本附錄中圖 E.12 為增加的圖，示於使用本附錄之微型燃料電池發電系統區塊圖。

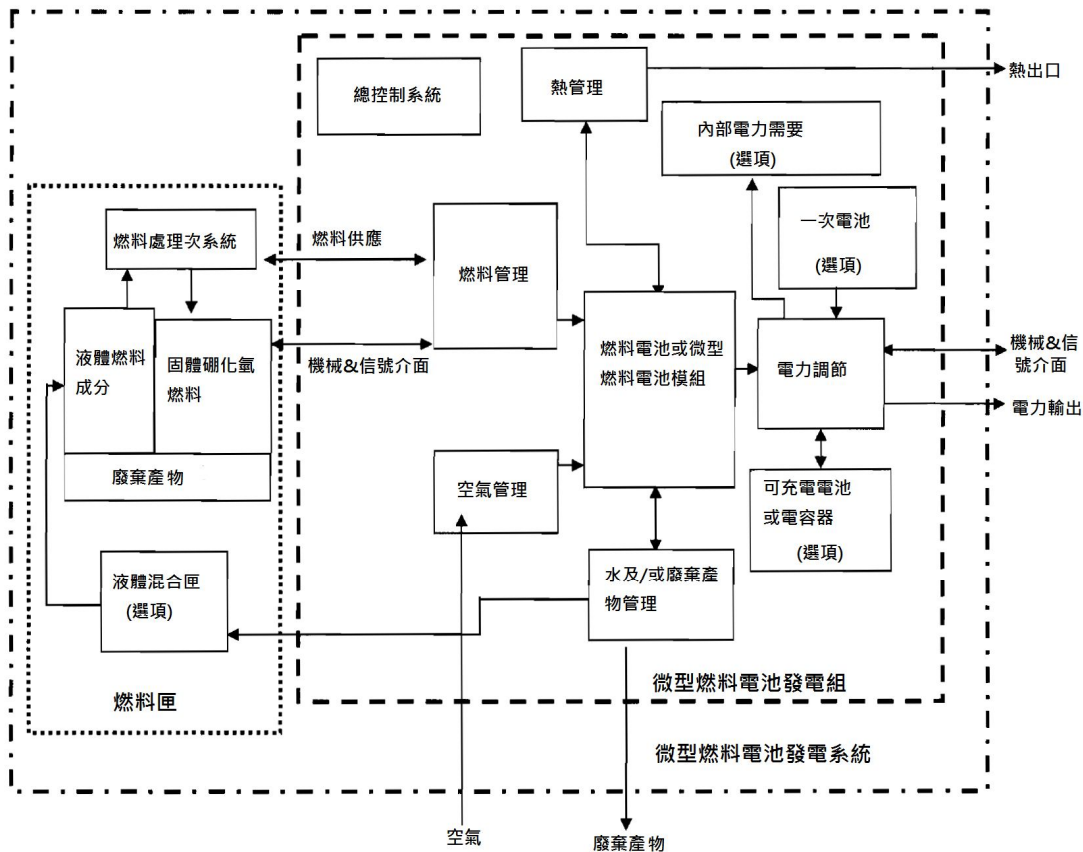


圖 F.1—關於 4.3 類(水反應性)化合物燃料於間接硼化氫燃料電池系統之硼化氫微型燃料電池發電系統區塊圖；燃料管理在於微型燃料電池發電單元—取代圖 1

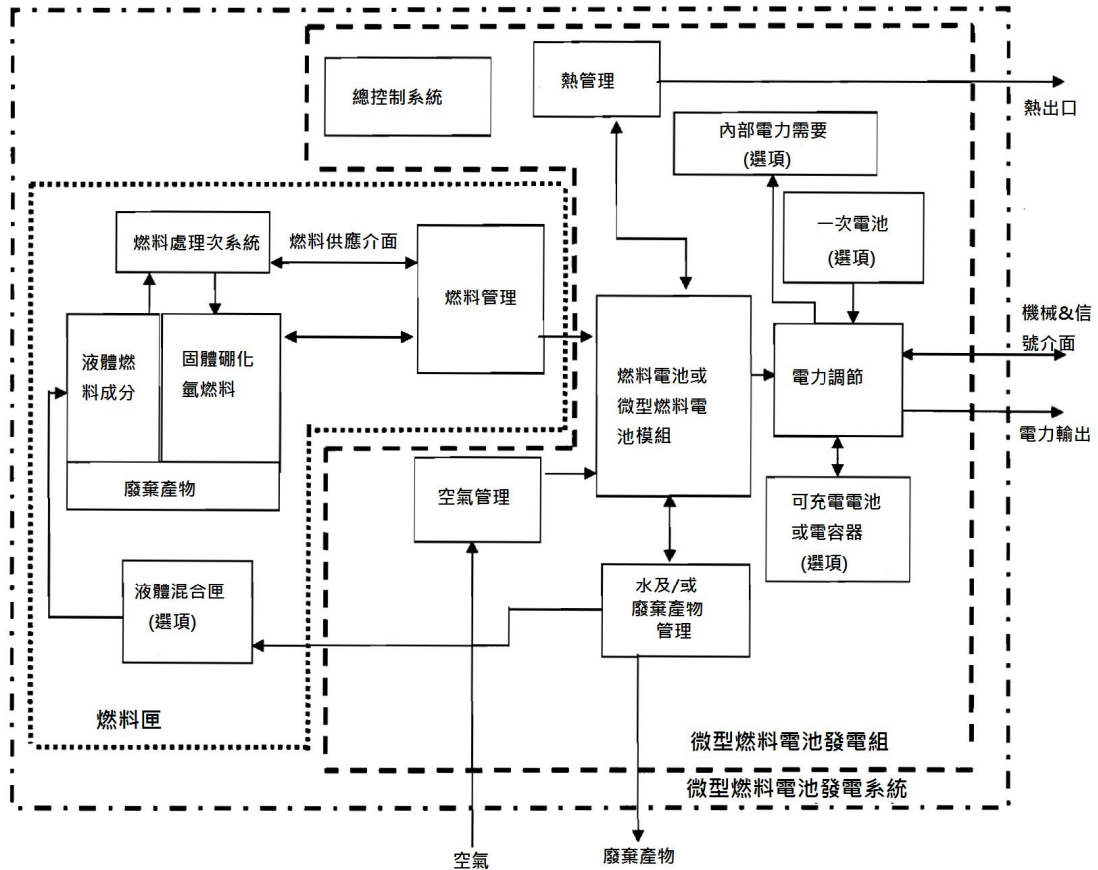


圖 F.12 關於 4.3 類(水反應性)化合物燃料於間接硼化氫燃料電池系統之硼化氫微型燃料電池發電系統區塊圖；燃料管理在於燃料匣

## F.2 引用文件

除了規定於第 2 章的引用文件之外，以下的參考文件對於應用於本文件為必需的。對於有日期的文件，僅適用該引用版次；對於不可日期的文件，適用最新版次的文件(包含任何的修訂)。

ISO 16111 : 2008, Transportable gas storage devices—Hydrogen storage in reversible metal hydride

## F.3 用詞和定義

本附錄 F 中，以下的用語和定義取代那些第 3 章中關於微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣之相對的用語和定義，所有用語和條件在第 3 章中未在這特別提到也適用。

### F.3.5 燃料(fuel)

4.3 類(水反應性)配方的硼化氫化合物間接用於微型燃料電池發電系統以產生電力。

### F.3.8 液體燃料成分(liquid fuel component)

8 類(腐蝕性)水溶液或不可有危險性，含有酸或金屬鹽做為活化劑或酒精作為冷凍點抑制劑。

備考：水溶液用於燃料處理次系統中產生氫。

### F.3.11 洩漏(leakage)

於微型燃料電池發電系統或燃料匣外部，可觸及燃料、燃料副產物、電解質或

液體燃料成分；氫氣洩漏或不允許的氫氣損失。

除了涵蓋於本附錄 F 增加於第 F.3 節和第 3 節所提供的之外，以下為需要對於微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣增加用詞和定義。

**F.3.37 水反應性固體燃料(solid fuel, water reactive)**

固體配方的硼化氫化合物做為間接硼化氫微型燃料電池發電系統的燃料。配方中含有至少 70% 硼化氫化合物且可能含有達到 30% 無危險性活化劑以促使氫氣的產生。

**F.3.38 間接硼化氫微型燃料電池發電系統(indirect boronhydride micro fuel cell system)**

微型燃料電池發電系統中的固體或液體配方之硼化氫化合物，經處理後產生氫，其在微型燃料電池發電系統之燃料電池的陽極反應而產生電力。

**F.3.39 硼化氫化合物(borohydride compounds)**

硼化氫鈉或硼化氫鉀或兩者的混合物。

**F.3.40 電解質(electrolyte)**

燃料電池內用於完成電路的離子導電性薄膜。

**F.3.41 燃料副產物(fuel byproducts)**

由燃料產生氫及/或電力之後，生成的 8 類(腐蝕性)或不可有危險性的化合物。

**F.3.42 不允許的氫氣損失(impermissible hydrogen gas loss)**

氫氣脫離未操作的微型燃料電池發電系統或發電單元大於或等於 0.0032 g/h。

**F.3.43 觸及燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分(accessible fuel, fuel byproducts, electrolyte or liquid fuel components)**

於正常使用、合理地可預見的誤用和消費者運輸期間，消費者可以身體接觸燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分；或當燃料匣被浸入水中，燃料匣中的水反應性成份能夠釋放出氫。

**F.3.44 燃料處理次系統(fuel processing subsystem)**

微型燃料電池發電單元或燃料匣中用於從硼化氫化合物配方產生氫的次系統。

**F.3.45 不相容材料(incompatible materials)**

如果容許混合的方法除了特別地提供於微型燃料電池發電系統的設計，材料可能會引起熱、或易燃性、或毒氣或蒸氣放出的危險性。

**F.3.46 非控制混合(uncontrolled mixing)**

發生不相容材料的混合方法，非特別地提供於微型燃料電池發電系統的設計。

**F.3.47 水反應性 4.3 類(class 4.3, reactive)**

材料分類為 4.3 類： UN 建議的危險性商品運輸管理模型第 15 版，水反應性物質指南。

**F.3.48 無危險性(non-hazardous)**

材料非 UN 建議的危險性商品運輸管理模型第 15 版中的主題。

**F.3.49 活化劑(activator)**

會促進氫自水反應性硼化氫燃料之物質，如金屬鹽或酸。

**F.3.50 用過的燃料匣(used fuel cartridge )**

燃料匣已經被放入操作，使得至少 45%初始燃料已被使用且微型燃料電池發電系統的操作已停止至少 1 小時。

#### **F.3.51 氫氣洩漏(hydrogen leakage)**

氫氣離開燃料阻隔系統，包括燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽(參見 F.7.2.2)。

F.4 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的材料和結構

#### **F.4.4 材料的選擇**

這些要求取代 4.4 的相關要求。

這些 F.4.4 的要求應用於微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣，涵蓋於本附錄 F。

**F.4.4.1** 微型燃料電池發電系統和發電單元預期暴露於超過製造商定義的產品壽命範圍之無數環境條件，如振動、衝擊、變化的濕度等級和腐蝕環境，材料用於微型燃料電池發電系統或發電單元必須承受這些環境條件。若微型燃料電池發電系統或發電單元用於維持特定環境條件，超越本標準說明的試驗要求，必須執行接著的附加試驗，以確認在那些環境條件下的安全。

**F.4.4.2** 金屬和非金屬材料用於製造微型燃料電池發電系統或發電單元的內部或外部零組件，最特別的，零組件會直接或間接暴露於潮溼、燃料及/或形成之氣體或液體副產物，以及所有的零件和材料用於密封或相同的連接如焊接耗材，必須對所有的物性、化性和熱條件合宜，其為正常運輸和正常使用之下於製造商定義的產品壽命範圍和所有的試驗條件為合理地而可預見。最特別的，零組件的設計應保留其正常使用下的機械性能穩定性。

- 零組件應足以抗拒流體含有的化學和物理反應及環境的剝蝕。
- 安全操作所需之化學和物理性質不應顯著的在製造商所定義的產品壽命範圍之內被影響，特別地，當擇定材料和製造方法時，由於認為應利用材料的抗腐蝕和磨耗、導電性、衝擊強度、抗老化、溫度變化的影響、當材料放置在一起時產生影響(如電流腐蝕)及紫外光輻射的影響。
- 侵蝕、磨耗、腐蝕或其他化學作用可能會發生，應採取足夠的測量：
  - 藉適當的設計如增加厚度或藉適當的保護如使用內襯、支撐材料或表面塗裝、採取認為的正常使用，影響最小化；
  - 允許受影響最大的零件更換；
  - 參照手冊中的第 6 章，吸引注意型式和檢驗頻率及對於連續使用安全性需要的維護測量，必須適當的備考明零件受到磨耗和更換的標準。

**F.4.4.3** 彈性材料如墊圈和接觸燃料的管路會觸及燃料，應能承受接觸那些燃料引起的劣化且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應由 ISO 188 和 ISO 1817 確認。

**F.4.4.4** 接觸燃料的聚合物當觸及這些燃料時應抗劣化且且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應取決於 ISO 175。

**F.4.4.5** 暴露於氫氣的管路系統，應使用適合氫暴露的材料，如 ISO 16111 附錄 A 之定義。

#### **F.4.7 系統的材料和結構**

- F.4.7.1** 這些 F.4.7 的要求適用涵蓋於本附錄 F 之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣，這些要求取代第 4.7 之相關的要求。儲存於微型燃料電池發電單元中最大容量的液體燃料或貯存的液體燃料成分不應超過 1 公升，固體燃料不可以出現在微型燃料電池發電單元內。
- F.4.7.2** 微型燃料電池發電系統或發電單元應設計使爆炸不會發生，即使燃料洩漏自微型燃料電池發電系統或發電單元內部。此種方法的設計標準(例如，要求排氣速率)應由微型燃料電池發電系統或發電單元的製造商提供。無論方法是由微型燃料電池發電系統或發電單元的製造商或發電系統或微型燃料電池發電單元之發電裝置的製造商提供。
- F.4.7.3** 微型燃料電池發電系統或發電單元內部的組件或材料，應該構想或做成如減輕著火和燃燒蔓延的材料。易燃性材料在電力、燃料和氧化劑供應終止之後，確認著火勢不再維持，這可以依照 IEC 60695-1-1 和 IEC 60695-11-10 選擇材料，滿足 FV-0、FV-1 或 FV-2 來證明。
- F.4.7.4** 微型燃料電池組薄膜不要求做易燃性速率。
- F.4.7.5** 其他微型燃料電池組之內的材料，其組成低於 30%總微型燃料電池組質量，可視為受限制的量且允許不要易燃性速率。

#### **F.4.12 燃料供應結構**

##### **F.4.12.1 燃料匣結構**

F.4.12.1 的這些要求適用涵蓋於本附錄 F 之微型燃料電池發電系統和發電單元，這些要求取代 4.12.1 之相關的要求。

燃料匣必須符合以下的要求：

- F.4.12.1.1** 在溫度 -40°C 至 +70°C 範圍內應不可有來自燃料匣的洩漏，符合性應依照 F.7.3.3 和 F.7.3.4 型式試驗測定。
- F.4.12.1.2** 內部壓力為 95 kPa 加 22 °C 時的正常工作壓力或燃料匣在 55 °C 時的 2 被表壓，不可有論何者較大，應不可有來自燃料匣的洩漏。依照 F.7.3.1 的型式試驗確認符合性。
- F.4.12.1.3** 無論液體燃料或液體燃料成分，容許在燃料匣中的最大容量為 1 公升，固體燃料為 200 克。
- F.4.12.1.4** 在正常使用時，合理地可預見誤用和由消費者將帶有燃料匣之微型燃料電池發電單元進行消費者運輸，應該優先提供過程中防止燃料洩漏和連接之後或轉移燃料至微型燃料電池發電單元的方法，以 F.7.3.11 確認符合性。
- F.4.12.1.5** 燃料匣在使用環境下應抗腐蝕。
- F.4.12.1.6** 燃料匣應提供安裝於微型燃料電池發電系統防止誤連接而導致燃料或氫氣洩漏的方法，以 F.7.3.11 連接循環試驗檢查符合性。
- F.4.12.1.7** 提供給燃料匣之燃料供應連接器，在正常使用、合理地可預見誤用和消費者運輸時，應有未連接於微型燃料電池發電單元之防止燃料洩漏或氫氣的結構，以 F.7.3.5 墜落試驗和 F.7.3.11 循環連接試驗檢查符合性。

**F.4.12.1.8** 在案件中提供壓力釋放閥或類似的方法，此壓力釋放閥應滿足每一項型式試驗的性能要求，此閥應通過所有的型式試驗而不可有洩漏。

**F.4.12.1.9** 燃料匣的連接結構不容許燃料或氫氣洩漏。

**F.4.12.1.10** 燃料匣包含燃料匣與微型燃料電池發電單元之介面、包含閥門，應有足以承受正常使用和由振動、熱、壓力、墜落或其他受到的機械性衝擊所發生之合理的可預見誤用之構造，符合性確認試驗如下：

- F.7.3.1 壓力差異試驗
- F.7.3.2 振動試驗
- F.7.3.3 溫度循環試驗
- F.7.3.4 高溫曝露試驗
- F.7.3.5 墜落試驗
- F.7.3.6 壓縮負載試驗
- F.7.3.9 長期貯存試驗
- F.7.3.10 高溫連接試驗
- F.7.3.11 連接循環試驗

**F.4.12.1.11** 燃料匣閥門應能按照規劃操作，無需使用工具或過度的力量連接和分離。

**F.4.12.1.12** 雖然材料(固體或液體)出現不相容於硼化氫燃料或液體燃料成分，燃料匣和微型燃料電池發電系統的設計，應提供防止這些材料不慎或不可有控制下的混合。

關於這些材料不慎或不可有控制下的混合，應提供使用之前的運輸和貯存期間之兩個獨立的方法，描述這些方法的例子包括但不限定：由控制系統正活化；物理性移動防止接觸的不允許阻隔；開啟正常地關閉手動控制閥門防止接觸。至少這些方法的其中之一用於防止不可有控制的混合，其需要使用者採取正確的動作，在使用前移動或不活化燃料。至少這些方法的其中之一用於防止不可有控制的混合，應提供於使用之後的運輸和貯存期間，這方法可以包含由系統電子的活化控制，為4.2 FMEA分析的主題。

## **F.6 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣之操作說明書和警示**

### **F.6.2 燃料匣最低的標示要求**

這些標示取代6.2的標示要求。

如同最少量，以下應標示於燃料匣上：

- (a) 內容物為水反應性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 遠離孩童。
- (d) 不可暴露於溫度超過50°C 或火源。
- (e) 不可暴露於酸、氧化劑、酒精或家用清潔產品。
- (f) 不可浸入水或液體中。

- (g) 使用時遵循操作說明書。
- (h) 萬一食入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (i) 商標及/或製造商名稱、設計的形式和製造商的聯絡方式。
- (j) 燃料的成分和量。
- (k) 燃料匣上表示的文字和標示符合IEC 62282-6-100的要求。
- (l) 可能含有易燃性氣體。

萬一燃料匣中的內容物可能為腐蝕性，上述a)的標示要求應更改為如下：

- (a) 內容物為水反應性、腐蝕性和毒性，不可拆解。

萬一燃料匣中的內容物可能為易燃性，上述a)的標示要求應更改為如下：

- (a) 內容物為水反應性、腐蝕性、毒性和易燃性，不可拆解。

### F.6.3 微型燃料電池發電系統最低的標示要求

這些標示取代6.3的標示要求。

除了如同最少量之外，以下的表示也應標示於微型燃料電池發電系統上：

- (a) 內容物為水反應性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 不可暴露於溫度超過50°C或火源。
- (d) 不可浸入水或液體中。
- (e) 使用時遵循操作說明書。
- (f) 萬一食入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (g) 商標及/或製造商名稱、設計的形式和製造商的聯絡方式。
- (h) 燃料的成分。
- (i) 燃料匣的最大燃料容量。
- (j) 微型燃料電池發電系統上表示的文字和標示符合IEC 62282-6-100的要求。
- (k) 可能含有易燃性氣體。
- (l) 電力輸出(電壓、電流、額定功率)。

萬一燃料匣的內容物為腐蝕性，上述(a)的標示要求應變更如下：

- (a) 內容物為水反應性、腐蝕性和毒性，不可拆解。

萬一燃料匣的內容物為腐蝕性，上述(a)的標示要求應變更如下：

- (a) 內容物為水反應性、腐蝕性、毒性和易燃性，不可拆解。

## F.7 微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣之型式試驗

### F.7.1 概述

於本附錄F中的微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的試驗使用產自4.3類(水反應性)硼化氫化合物的氫為燃料，以F.7.1取代7.1。

- (a) 微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣的型式試驗，應提供這些微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣在正常使用時的安全。
- (b) 表F.5列出必須執行的型式試驗，表F.5取代表5。
- (c) 除了本節在其他地方規定之明顯地不同之處外，試驗室的條件規定於表F.6，表F.6取代表表6。



- (d) 每項試驗執行之前，微型燃料電池發電系統、發電單元及/或燃料匣，應在  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  標準試驗室溫度下調節至少3小時。
- (e) 警告：如果不夠謹慎小心，這些型式試驗使用的程序可能導致傷害。試驗僅能由使用足夠保護且經過考核和有經驗之技術員執行。

表F.5 型式試驗列表—取代表5

試驗參照	試驗項目	試驗樣品
F.7.3.1	壓力差試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.2	振動試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.3	溫度循環試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.4	高溫暴露試驗	燃料匣 用過的燃料匣
F.7.3.5	墜落試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.6	壓縮負載試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.7	外部短路試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
7.3.8	表面、組件和排氣溫度試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.9	長期貯存試驗	燃料匣 用過的燃料匣
F.7.3.10	高溫連接試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
F.7.3.11	連接循環試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
F.7.3.12	排放試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
F.7.3.13	氫點源氣體損失偵測試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元

## 表F.5取代表5

試驗樣品：樣品數至少6個燃料匣，不論未使用或用過，如上述規定的個別試驗，或每個型式試驗至少3個微型燃料電池發電系統或發電單元。

試驗順序：試驗F.7.3.2和F.7.3.3應以相同的燃料匣連續執行測試。試驗F.7.3.1、F.7.3.2和F.7.3.3應以相同的微型燃料電池發電系統或發電單元連續執行測試。

樣品再使用：燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元如果不會干擾個別的試驗，在製造商斟酌下可以再使用。

表F.6 試驗室的標準條件—取代表6

項目	條件
試驗室溫度	試驗室溫度為室溫(標準溫度條件：22°C ±5°C)
試驗室空氣：僅用於微型燃料電池發電系統和發電單元	試驗室空氣中的二氧化碳含量不可超過0.2%，一氧化氮含量不可超過0.002%。 試驗室空氣中的含氧量至少18%，不可超過21%。 試驗室空氣中的含氫量不可超過0.008%。
表F.6取代表6。	

### F.7.2 洩漏、氫氣洩漏及氫氣損失測量和測量程序

於本附錄E中的微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的試驗使用產自4.3類(水反應性)硼化氫化合物的氫為燃料，以F.7.2取代7.2。

洩漏測量主要依照示於圖F.2至圖F.5適用之程序執行，這些圖和程序取代7.2相關的圖。

符合「不可有洩漏」、「不可有氫氣洩漏」和「不可有氫氣損失」的要求，對所有規定於F.7.3之型式試驗，應以F.7.2.1節洩漏試驗和測量程序、F.7.2.2氫氣洩漏測量程序和F.7.2.3氫氣損失測量結合F.3.11節定義的「洩漏」、F.3.51定義的「氫氣洩漏」和F.3.42定義的「不可有氫氣損失」確認，除有其他規定外。

#### F.7.2.1 洩漏試驗和測量程序

- (a) 關於含有 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏測量，應依照每一項型式試驗做，由執行目視檢驗所有可能的洩漏位置。任何的燃料滴、燃料副產物、電解質或液體燃料成分及/或白色結晶位於微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的燃料的外部則表示有洩漏。若結晶為可觸及，微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣的燃料的洩漏試驗失敗。將 pH 試紙貼於微型燃料電池發電系統可能的洩漏區域，應用來協助洩漏目視檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料以發現洩漏。此為附錄 F 對於 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分增加的要求，任何存在的物質之 pH 低於 3.5 或大於 10.5 則為洩漏的跡象，參見圖 F.2 和 F.3。關於操作試驗，反應物空氣進入微型燃料電池發電系統或排放孔，不能被 pH 試紙堵塞。
- (b) 燃料電池匣含有固體、水反應性硼化氫燃料，以下的每一項型式試驗都應執行浸水試驗，整個含有固體硼化氫燃料的燃料匣浸於至少 1 公尺深試驗室溫度的水中 30 分鐘，若觀察到氣泡，此燃料匣洩漏試驗失敗，參見圖 F.2 和圖 F.3。

#### E.7.2.2 從燃料匣及/或燃料管理系統的氫氣洩漏測量和測量程序

- (a) 關於含有 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料之燃料匣，氫氣洩漏的測量必須應做以下的每一項型式試驗，使用液體洩漏偵測器(發泡式)溶液或其他相當的方法於燃料匣可能洩漏的位置，參見圖 F.2 和圖 F.3。
- (b) 若燃料匣為由製造商可重充填型(自動或由經訓練的技術人員)，試驗之前必須充填燃料至額定容量。若燃料匣是不可重新充填型，其應考慮完成型式試驗的條件。燃料匣應在試驗室溫度下試驗洩漏，應不可有任一點的洩漏在燃料匣上。
- (c) 關於具有燃料管理系統的微型燃料電池發電系統或發電單元，前含有的氫氣高於環境溫度，氫氣洩漏的測量應接著每一項型式試驗之後，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液或其他相當的方法於燃料管理系統可能的洩漏未置檢查。燃料管理系統應在試驗室溫度下試驗洩漏，應不可有任一點的洩漏在燃料管理系統上。
- (d) 關於燃料匣含有 4.3 類(水反應性)硼化氫和燃料管理系統含有氫，此二者不容許氫氣洩漏。氫氣洩漏使用液體洩漏偵測器(發泡式)溶液除非不可有氣泡被發

現為可接受。

備考：關於含有 4.3 類(水反應性)硼化氫的燃料匣之「不可有洩漏」標準，已被選入聯合國「Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulation」第 15 版中 UN3479 之 339 特別條款：燃料電池匣含氫於金屬氫化物。

#### F.7.2.3 自微型燃料電池發電系統和發電單元之氫氣損失測量和測量程序

關於微型燃料電池發電系統或發電單元，接著每一項型式試驗的完成，微型燃料電池發電系統或發電單元應依照圖F.4試驗氫氣損失，如下：

- (a) 執行氫氣損失試驗依照 F.7.3.12，除了微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應關機。氫點源試驗依照 F.7.3.13 為不適用，氫氣損失應低於 0.0032g/h，參見表 F.7。
- (b) 執行氫排放試驗依照 F.7.3.12 於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在開機[DEVICE-ON]時試驗氫排放，不論微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元是否操作。氫排放應低於 0.8g/h 且氫氣洩漏自任一單獨的洩漏點應低於 0.016g/h，參見表 F.7。

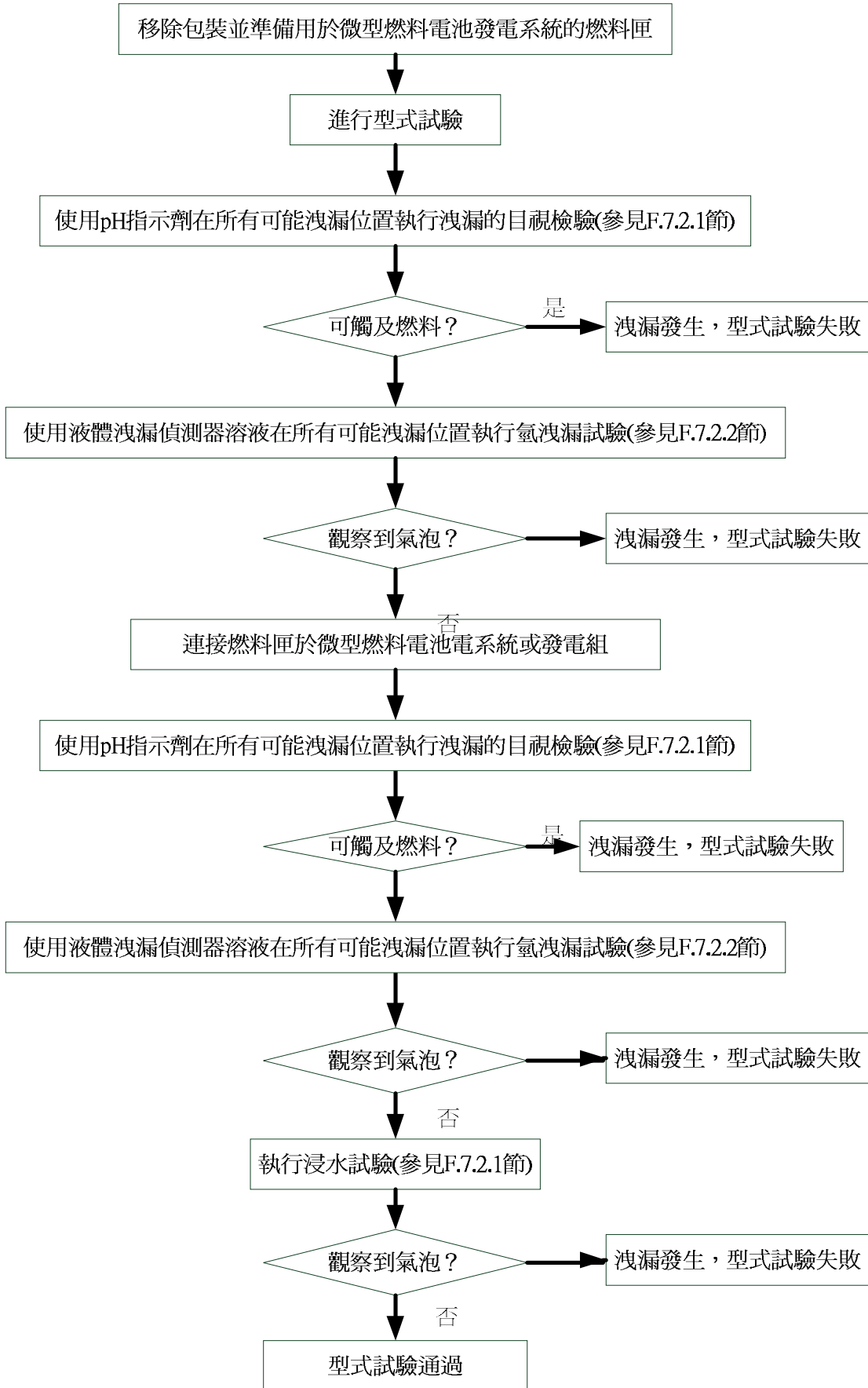


圖 F.2 — 燃料匣對於振動、墜落、壓縮負載之洩漏試驗流程圖—取代圖 2

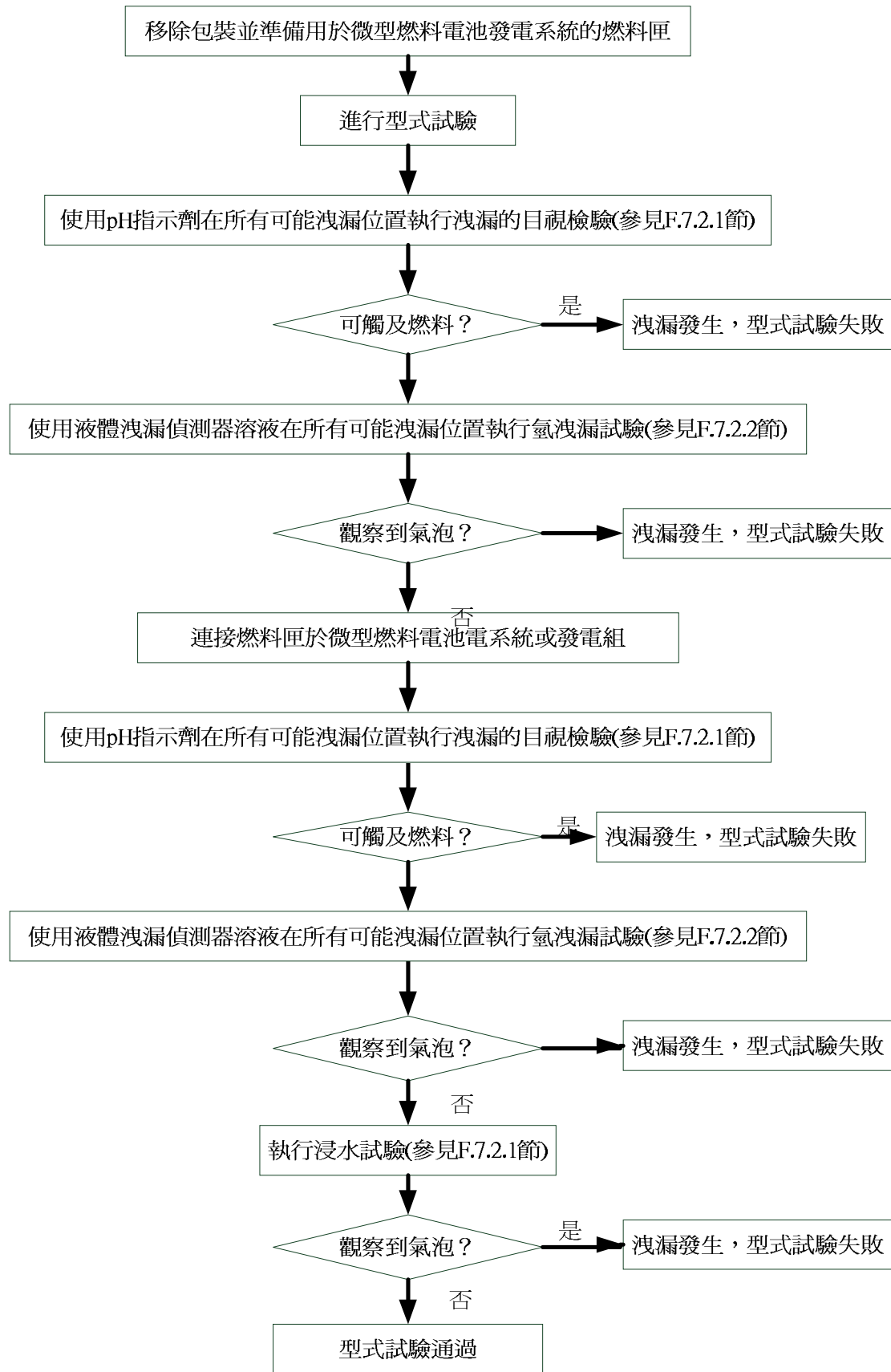


圖 F.3 燃料匣對於溫度循環試驗和高溫暴露試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖

—取代圖 3

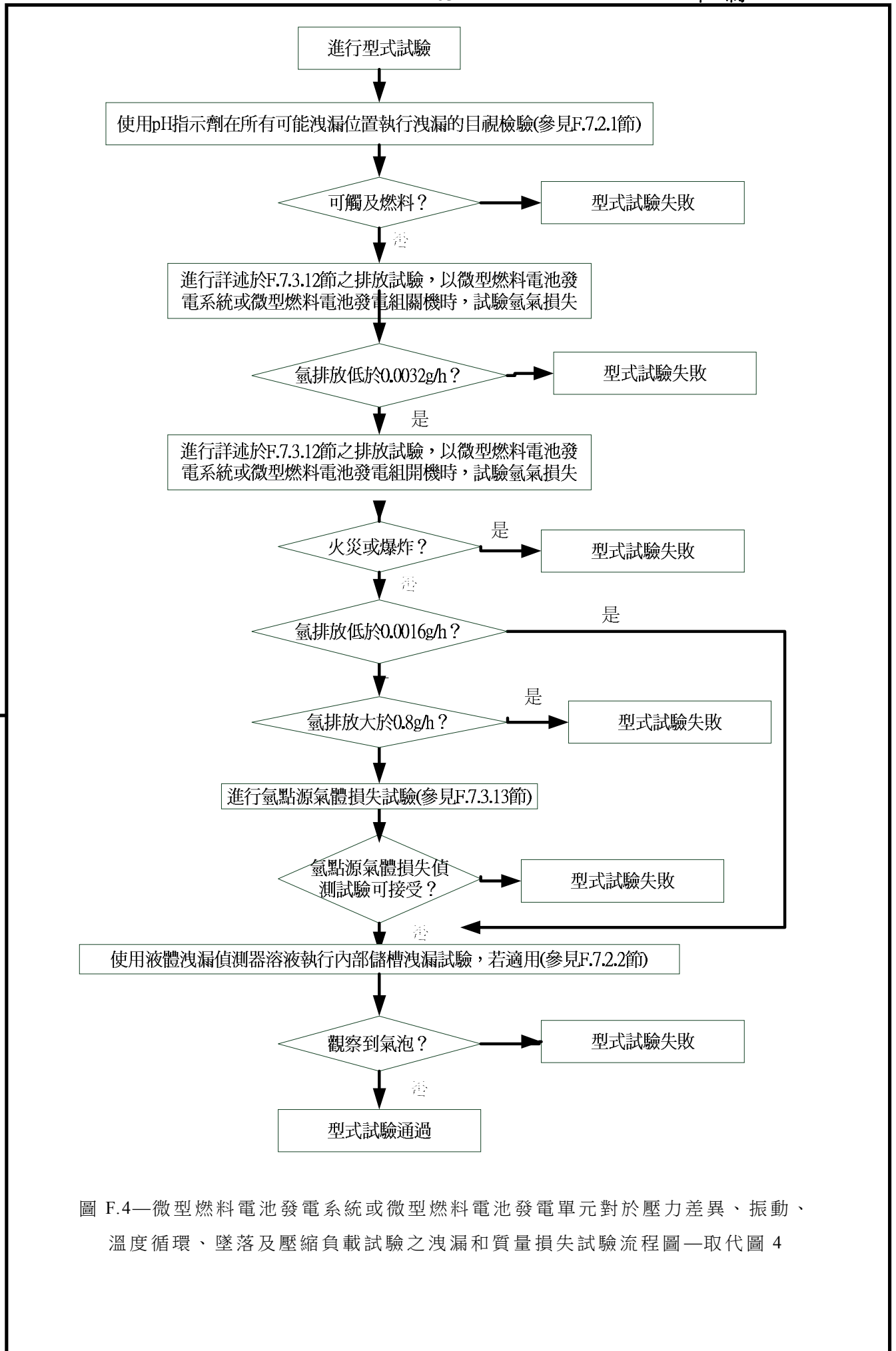


圖 F.4—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於壓力差異、振動、溫度循環、墜落及壓縮負載試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 4

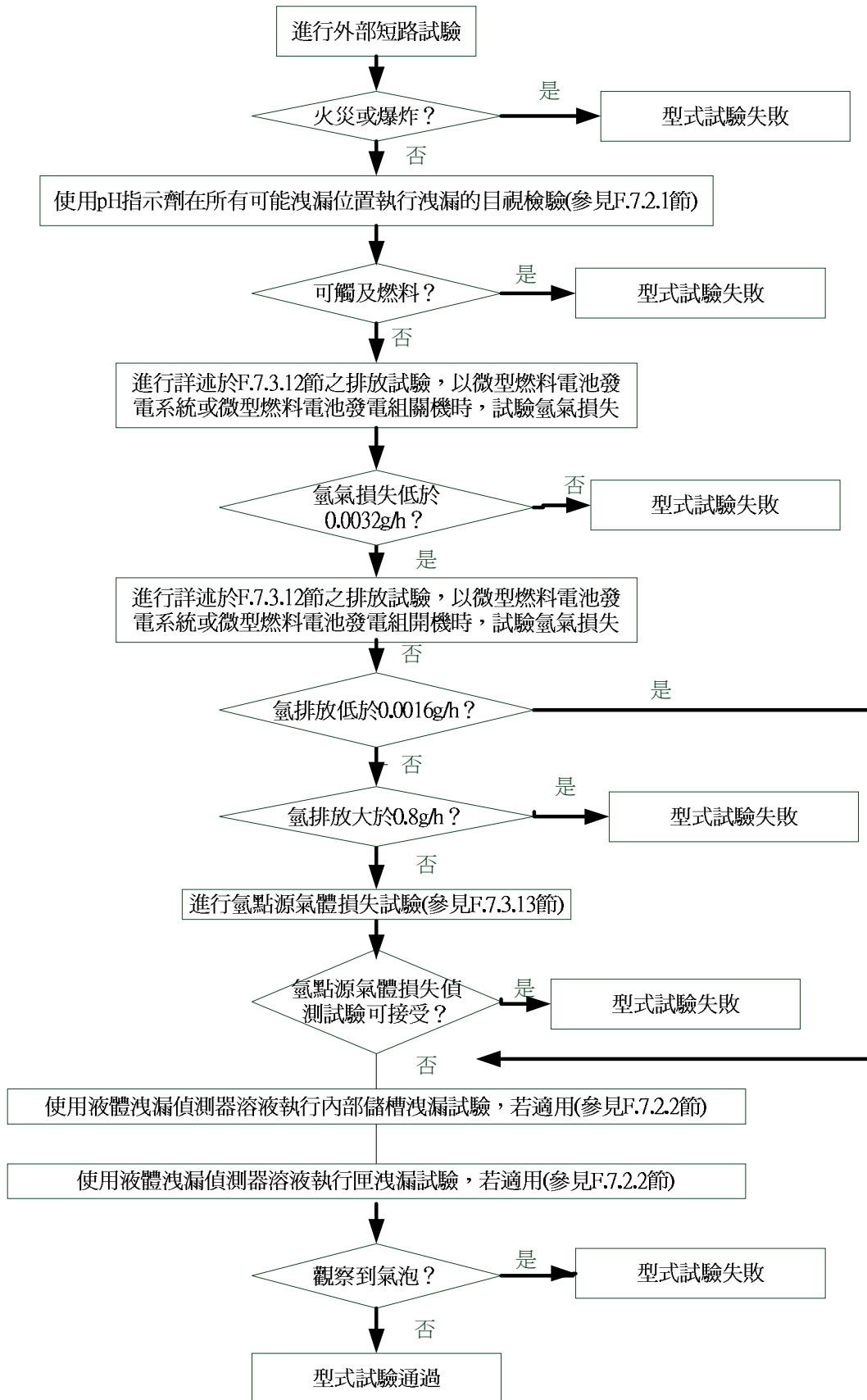
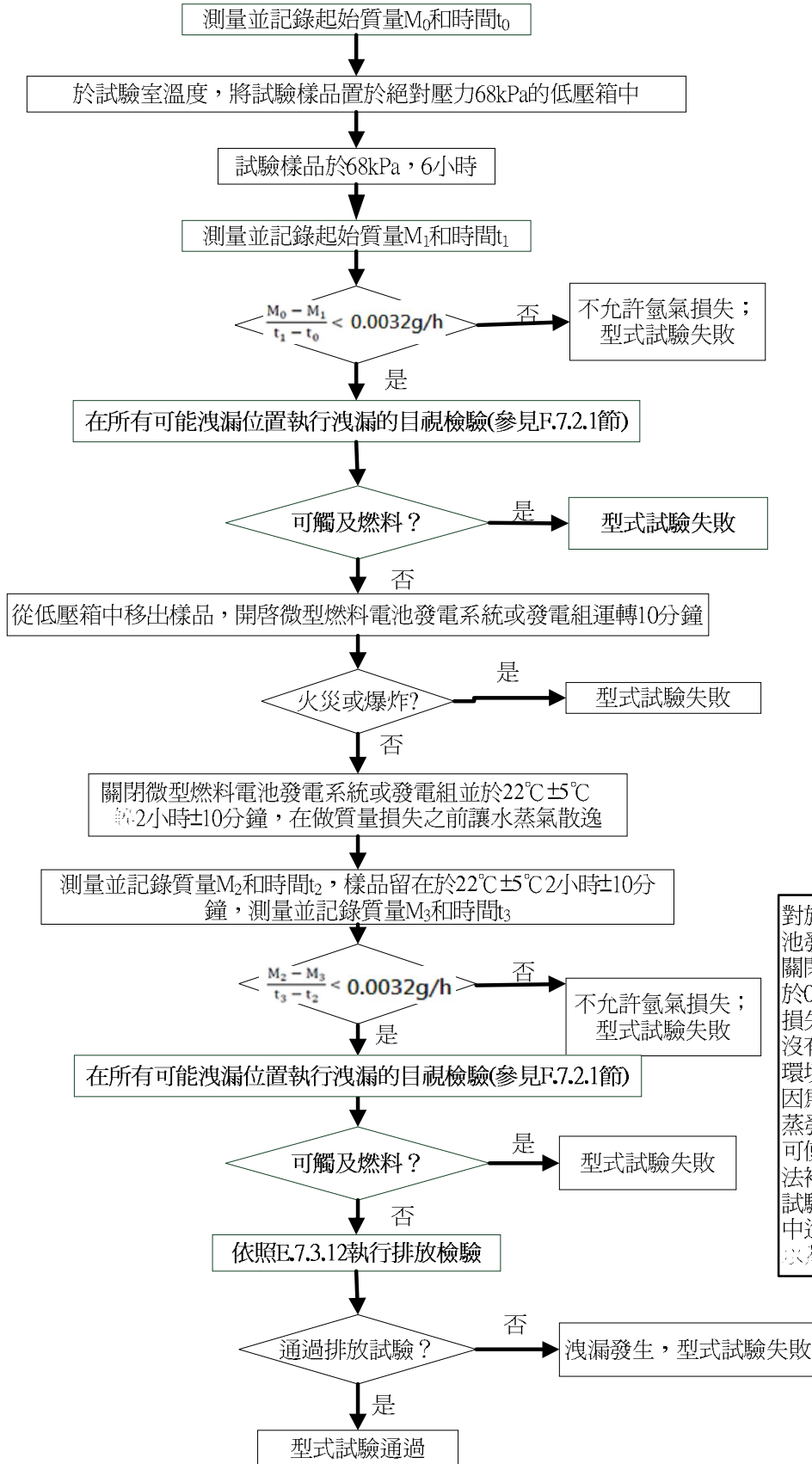


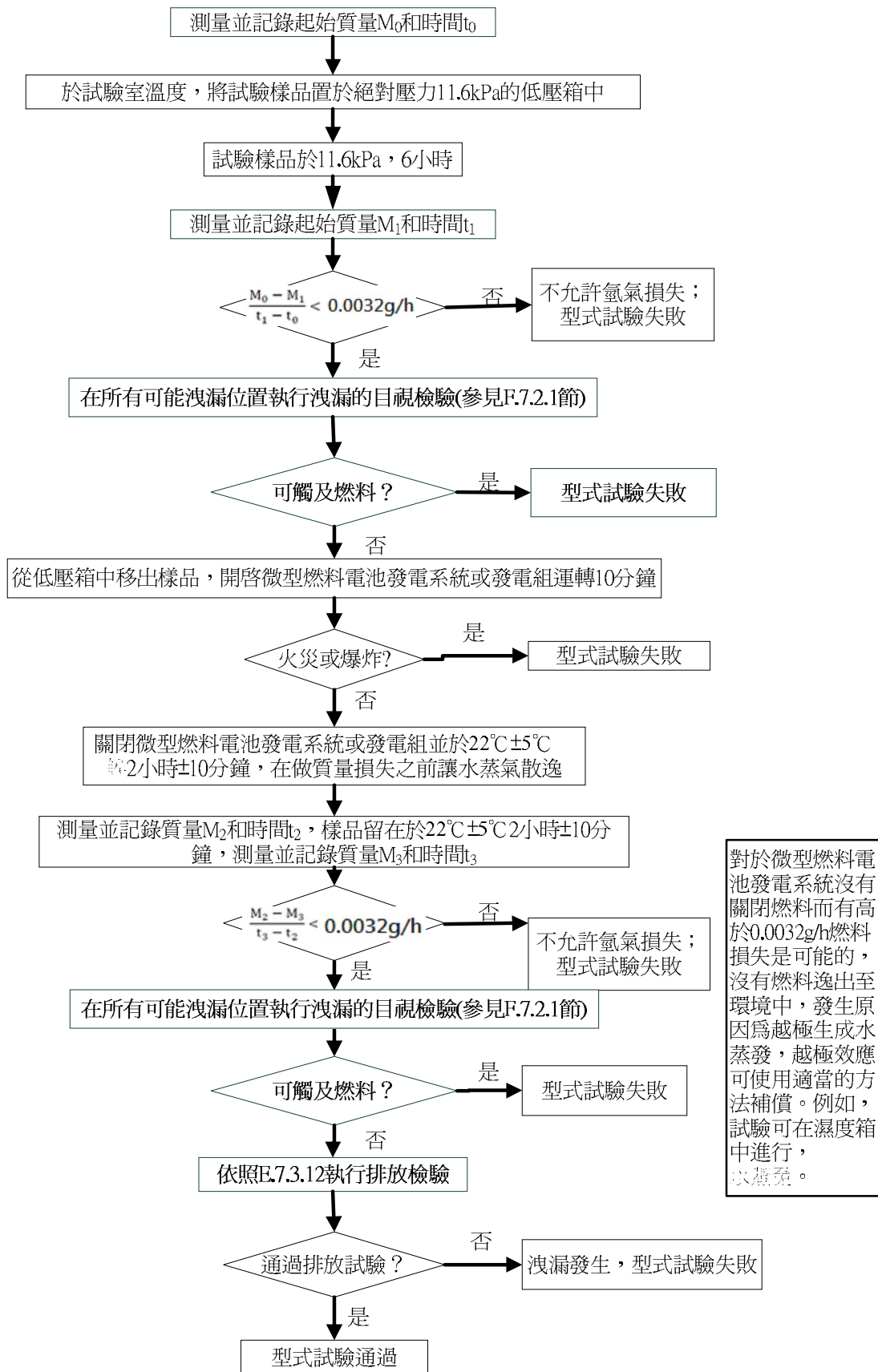
圖 F.5—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於外部短路試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 5





對於微型燃料電池發電系統沒有關閉燃料而有高於0.0032g/h燃料損失是可能的，沒有燃料逸出至環境中，發生原因為越極生成水蒸發，越極效應可使用適當的方法補償。例如，試驗可在濕度箱中進行，以盡量。

圖 F.6—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 68kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 6



對於微型燃料電池發電系統沒有關閉燃料而有高於0.0032g/h燃料損失是可能的，沒有燃料逸出至環境中，發生原因為越極生成水蒸發，越極效應可使用適當的方法補償。例如，試驗可在濕度箱中進行，以避開。

圖 F.7—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 11.6kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 7

### F.7.3 型式試驗

#### F.7.3.1 壓力差異試驗

##### F.7.3.1.1 概述

F.7.3.1 取代 7.3.1。

部分的試驗檢查 4.12.1.2 的符合性，以確認不可洩漏自燃料匣內部壓力為 95 Pa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力，不可有論何者較大，視兩者限制的壓力條件何者較大，對於試驗提供兩個選項。

- (a) 若 95 kPa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力大於燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力，F.7.3.1.2 或 F.7.3.1.3 任一都可用於確認符合 4.12.1.2。
- (b) 若燃料匣於 55 °C 時的 2 倍表壓力大於 95 kPa 內部表壓力加 22 °C 時的工作壓力，F.7.3.1.2 必須用於確認符合 F.4.12.1.2。

##### F.7.3.1.2 燃料匣內部壓力試驗

- (a) 試驗樣品：一個未經使用的燃料匣或用過的燃料匣和一個燃料匣閥門。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：

關於內部加壓試驗，燃料匣本體和燃料匣閥門應分別試驗。

- (1) 使用適當的液體媒介如礦物油，加壓燃料匣本體至內部壓力為 95 kPa 之表壓力加上正常工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。
  - (2) 壓力升高速率不可超過 60 kPa/s。
  - (3) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
  - (4) 使用適當的液體媒介如礦物油，加壓關閉的燃料匣閥門至 95 kPa 之表壓力加上燃料匣在 22 °C 之正常工作壓力或燃料匣於 55 °C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。
  - (5) 壓力升高速率不可超過 60 kPa/s。
  - (6) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
- (d) 合格準則：不可有可觸及的液體試驗媒介洩漏且於試驗過程中不可有突然的壓降。洩漏應以目視檢查，倒置燃料匣和燃料匣閥門於指示紙上，以此方法使閥門孔向下朝試紙並尋找洩漏的記號。若有任何可觸及的液體被發現，則試驗失敗。

備考：4.3 類(水反應性)硼化氫燃料會與水發生化學反應，因此，水或含水物質不能用為流體試驗媒介。4.3 類(水反應性)硼化氫燃料有潛在除水之外的物質反應，因此，特別的 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料之化學反應性和安定性應試驗，用於指導適合的液體試驗媒介的選擇。

**F.7.3.1.3 燃料匣外部低壓試驗**

- (a) 試驗樣品：未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- 依照圖F.14執行本試驗，圖F.14為新圖。
- (1) 記錄試驗樣品的起始質量 $M_0$ 和開始的時間 $t_0$ ，置放樣品在真空箱中且真空箱的壓力應減少至低於正常大氣壓力的95 kPa。
  - (2) 維持真空30分鐘
  - (3) 從真空箱中移出樣品並記錄最終的質量 $M_1$ 和時間 $t_1$ ，確認氫氣損失並以目視檢驗和pH指示劑檢查4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏及F7.2.1敘述的浸水試驗。
  - (4) 連接燃料匣和微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統，使用F.7.2. 2的液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏。燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，參見圖F.14。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失且不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料或液體燃料成分的洩漏，參見圖F.14。氫氣損失應滿足F.7.2.3的要求(低於0.0032 g/h)。對於燃料匣，氫氣洩漏應滿足F7.2.2的不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F7.2.1以目視和pH指示劑及浸水試驗試驗檢驗洩漏。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

**F.7.3.1.4 微型燃料電池發電系統或發電單元壓力偏差試驗****F.7.3.1.4.1 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元68 kPa低外部壓力試驗**

本試驗要求對所有的4.3類(水反應性)硼化氫微型燃料電池發電系統和4.3類(水反應性)硼化氫微型燃料電池發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 依照圖F.6執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、68kPa絕對壓力的低外部壓力下6小時，洩漏應依以圖F.6敘述的程序為基礎進行測量。
  - (3) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照F.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣損

失，4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，參見圖F. 6。若出現燃料匣，則自微型燃料電池發電系統分離。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照F.7.2.1以目視檢驗。氫氣損失應以圖F.6的質量損失測量來確認。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，未過F7.3.12的限制，則排放試驗為可接受的結果。

#### **F.7.3.1.4.2 微型燃料電池發電系統或發電單元11.6kPa低外部壓力試驗**

本試驗要求對所有的4.3類(水反應性)硼化氫微型燃料電池發電系統和4.3類(水反應性)硼化氫微型燃料電池發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖F.7執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、11.6 kPa絕對壓力的低外部壓力下1小時，洩漏應依圖F.7敘述的程序為基礎進行測量。
  - (3) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗依照F.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒、不可爆炸，不可有氫氣損失，4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，參見圖F. 7。若出現燃料匣，則自微型燃料電池發電系統分離。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照F.7.2.1以目視檢驗。氫氣損失應以圖F.7的質量損失測量來確認。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過F7.3.12的限制為可接受的排放試驗結果。

### E.7.3.2 振動試驗

F.7.3.2取代7.3.2。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個使用於F.7.3.1依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或用於F.7.3.1之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬正常運輸振動的效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 燃料匣依照圖F.2和微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元依照圖F.4執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應穩固地栓牢在振動機臺上，不使樣品變形，以此方式傳送振動。
  - (3) 振動應為正弦波，對數掃描在15分鐘內，介於7Hz和200 Hz之間並從側向回到7 Hz。
  - (4) 每3個互相垂直安置在試驗樣品座上，應重複12次，總計3小時。
  - (5) 對數掃描頻率如下：自7Hz峰值加速度 $1g_n$ 開始並維持至達到18Hz，然後振幅維持0.8 mm(總供飄移1.6 mm)，頻率增加直到峰值加速度為 $8g_n$ 出現(約50Hz)。峰值加速度為 $8g_n$ 之後維持，直到頻率增加直至200 Hz。
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗依照F.7.3.12執行。
  - (7) 燃料匣使用F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於F.7.2.1的浸水試驗。
  - (8) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於F.7.2.1的浸水試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照F.7.2.1以目視地使用pH指示劑和浸水試驗測定。氫氣洩漏應滿足燃料匣在F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過F.7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

### F.7.3.3 溫度循環試驗

以F.7.3.3取代7.3.3。

- (a) 試驗樣品：一個使用於F.7.3.2的燃料匣、一個用過的燃料匣使用於F.7.3.2、一個使用於F.7.3.2依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或用於F.7.3.2之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬低溫和高溫暴露效應和極致溫度變化效應。
- (c) 試驗程序：
- (1) 對於燃料匣依照圖F.3且微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖F.4執行這些試驗。
  - (2) 對於燃料匣，應測試兩個燃料匣方向：閥門朝上和閥門朝下；對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元僅一個方向需要測試。
  - (3) 使用的溫度輪廓參見圖F.8。
  - (4) 試驗樣品置於溫度控制試驗箱中，從試驗室溫度開始，在1小時±5分鐘時間內升溫至 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，並維持至少4小時。
  - (5) 在1小時±5分鐘時間內，降低試驗箱的溫度至 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘於。然後，在2小時±5分鐘時間內降低試驗箱的溫度至 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持在至少4小時。
  - (6) 在1小時±5分鐘時間內，升高試驗箱的溫度至 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘於。
  - (7) 做2次上述的程序。
  - (8) 維持1小時於 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之後，洩漏和燃料蒸氣損失應以圖F.3關於燃料匣和圖F.4關於微型燃料電池發電系統或發電單元敘述的程序為測量基礎。
  - (9) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元的排放試驗依照F7.3.12執行。
  - (10) 對於燃料匣，連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於F.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑及浸水試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照F.7.2.1以目視地使用pH指示劑和浸水試驗測定。燃料匣應滿足F.7.2.2不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元，排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不可超過F7.3.12的限制，此排放試驗結果是可接受

的。

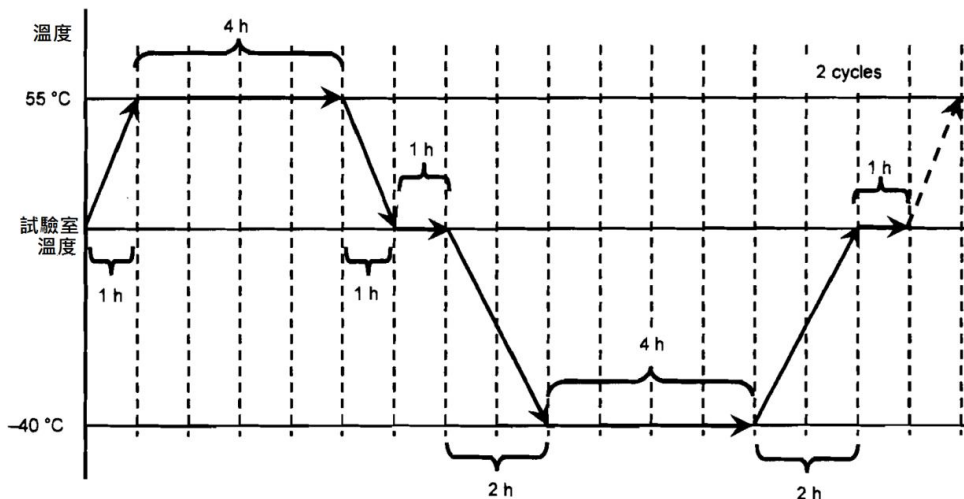


圖 F.8—溫度循環—取代圖 8

#### F.7.3.4 高溫暴露試驗

以 F.7.3.4 取代 7.3.4。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或一個用過的燃料匣、
- (b) 目的：模擬燃料匣遺留在高溫環境下的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 應試驗兩個方向：閥門朝上和閥門朝下。
  - (2) 試驗樣品置放於溫度為  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的溫度控制箱中且容許控制箱的溫度與箱中的樣品回復至  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  並維持溫度至少 4 小時。
  - (3) 移出試驗樣品於試驗室溫度，依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。依照 F.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑試驗及浸水試驗檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，的。
  - (4) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元，依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於 F.7.2.1 的目視檢驗和 pH 指示劑。參見圖 F.3。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3 類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用 pH 指示劑檢查及之浸水試驗確認。氫氣洩漏應滿足燃料匣在 F.7.2.2 氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。



### F.7.3.5 墜落試驗

以E.7.3.5取代7.3.5。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬不注意的墜落效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 對於燃料匣依照圖F.2且微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖F.4執行這些試驗。試驗樣品應從預定的高度墜落在由至少13 mm厚度的硬木並固定於兩層每層18 mm至20 mm的合板上構成的水平表面，所有的都被支撐在水泥或相當的不可有彈性地板上。
  - (2) 墜落的高度應為：
    - (i) 1200 mm ± 10 mm：對微型燃料電池發電單元及/或發電系統
    - (ii) 1500mm ± 10 mm：對超過200毫升的燃料匣
    - (iii) 1800mm±10mm：對達到200毫升的燃料匣
  - (3) 對於燃料匣的試驗，墜落試驗應以同一樣品之四個方向進行。
  - (4) 對微型燃料電池發電單元及/或發電系統，一個對微型燃料電池發電系統或發電單元可以使用於四個墜落方向或一個以上的微型燃料電池發電系統或發電單元用於隨後的墜落，由製造商自行斟酌。
  - (5) 所有的試驗，墜落方向應為：
    - (i) 閥門朝上
    - (ii) 閥門朝下
    - (iii) 兩個其他完全垂直的方向
  - (6) 關於燃料匣，使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於F.7.2.1的浸水試驗。
  - (7) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元，使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於F.7.2.1的浸水試驗。
  - (8) 對於微型燃料電池發電系統或發電單元的試驗，排放試驗依照7.3.12執行，參見圖F.4。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用pH指示劑及規定在F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序之浸水試驗確認。氫氣洩漏應滿足燃料匣在F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不

可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不可超過F7.3.12的限制，此排放試驗結果是可接受的。若微型燃料電池發電系統或發電單元持續操作，由FMEA規定的保護電路為安全系統的一部分，應能持續完全地作用，應不可有暴露的危險性零件。

#### F.7.3.6 壓縮負載試驗

以F.7.3.6取代7.3.6。

##### F.7.3.6.1 微型燃料電池發電系統或發電單元

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬微型燃料電池發電單元或發電系統因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 微型燃料電池發電系統或發電單元試驗樣品應置於約254mm (10英吋)長、101.6 mm(4英吋)寬及12.7 mm(0.5英吋) 厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加 $245\text{ N} \pm 9.8\text{ N}$ 壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於12.7 mm/min (0.5inch/min)增加。
  - (3) 壓縮力量 $245\text{ N} \pm 9.8\text{ N}$ 應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 試驗應以三個完全垂直方向進行做為規則，若樣品本身不可有法直立，則不需試驗該方向。
  - (5) 接著壓縮負載試驗之後，依照F.7.3.12執行排放試驗，參見圖F. 4。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用pH指示劑及規定在F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序之浸水試驗確認。氫氣洩漏應滿足燃料匣在F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。排放試驗應滿足F.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不可超過F7.3.12的限制，此排放試驗結果是可接受的。

#### F.7.3.6.2 燃料匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 燃料匣樣品應置於約254mm (10英吋)長、101.6mm(4英吋)寬及12.7mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加981N±9.8N壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於12.7mm/min(0.5inch/min)增加。
  - (3) 壓縮力量981N±9.8N應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 當意外墜落時，燃料匣方向的選擇應以有可能穩定靜止的位置做為根據(例如，對於靜止的表面，那些方向的重心最低)。稜柱形的燃料匣僅試驗一個表面是可接受的，其完全地立方和彎曲表面的柱狀燃料匣之長軸長度大於2倍的直徑。檢查氫氣洩漏，使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於F.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。
  - (5) 關於燃料匣，使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於F.7.2.1的浸水試驗。
  - (6) 連接燃料匣與微型燃料電池發電系統或發電單元，氫氣洩漏使用敘述於F.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於F.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑。參見圖F. 2。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用pH指示劑及規定在F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序之浸水試驗確認。氫氣洩漏應滿足燃料匣在F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

#### F.7.3.7 外部短路試驗

以F.7.3.7取代7.3.7。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬外部短路的效應。
- (c) 試驗程序：

- (1) 外部短路試驗應分別對開啟開機和關閉[DEVICE OFF]的微型燃料電池發電系統或發電單元測試。
- (2) 每個樣品的短路應以具最大0.1Ω電阻負載的電線連接微型燃料電池發電系統和發電單元的正負極端點至少5分鐘。
- (3) 外部短路試驗之後，依照F.7.3.12執行排放試驗，圖F.5。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用pH指示劑及規定在F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序之浸水試驗確認確認。關於燃料匣之F.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或發電單元。外部表面於外部短路試驗期間和之後不可超過示於表2的溫度。排放應滿足F.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作但排放未超過F.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。  
備考：外部短路試驗可使用同一樣品，連續對表面、組件和廢氣溫度試驗。

#### F.7.3.9 長期貯存試驗

涵蓋於本附錄F之微型燃料電池發電系統、發電和燃料匣，以F.7.3.9取代7.3.9。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 料匣依照圖F.9執行這些試驗。
  - (2) 記錄起始質量 $M_0$ 和時間 $t_0$ ，並將樣品置於 $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 的試驗箱中，相對濕度至少為60%。
  - (3) 溫度試驗箱應配備排風和能夠正確測量氫濃度的測量儀器，試驗箱的結構類似圖F.10。
  - (4) 排風流速和試驗箱中有興趣的氫濃度，應連續監測並記錄，參見表F.7。於試驗期間，任一時刻試驗箱中的氫濃度不可超過25%LFL。
  - (5) 樣品應保持在 $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 、相對濕度至少為60%的試驗箱中持續28天。
  - (6) 28天結束後，自試驗箱中移出燃料匣並記錄燃料匣自試驗箱移出的時間 $t_1$ ，容許燃料匣在室溫下穩定並記錄最終的質量 $M_1$ 。氫氣損失的計算如下且不超過0.0032g/h。

$$\frac{M_0 - M_1}{t_1 - t_0} < 0.0032\text{ g/h}$$

- (7) 依照F.7.2.1執行燃料匣之燃料、燃料副產物、電解質和液體燃料洩

漏試驗，使用目視檢驗和pH指示劑及浸水試驗。

(8) 連接燃料匣與微型燃料電池發電單元或發電系統，檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於F.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑及浸水試驗，參見圖F.9。

(d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有不容許的氫氣損失，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑及浸水試驗確認且試驗程序在F.7.2.1。氫氣洩漏對於燃料匣應滿足E.7.2.2氫氣洩漏測量和試驗程序之不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。在溫度試驗箱中的氫氣濃度，於試驗期間的任何時候都不可超過25%LFL。自燃料匣的氫氣損失於試驗期間的任何時候都不可超過0.0032g/h。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。

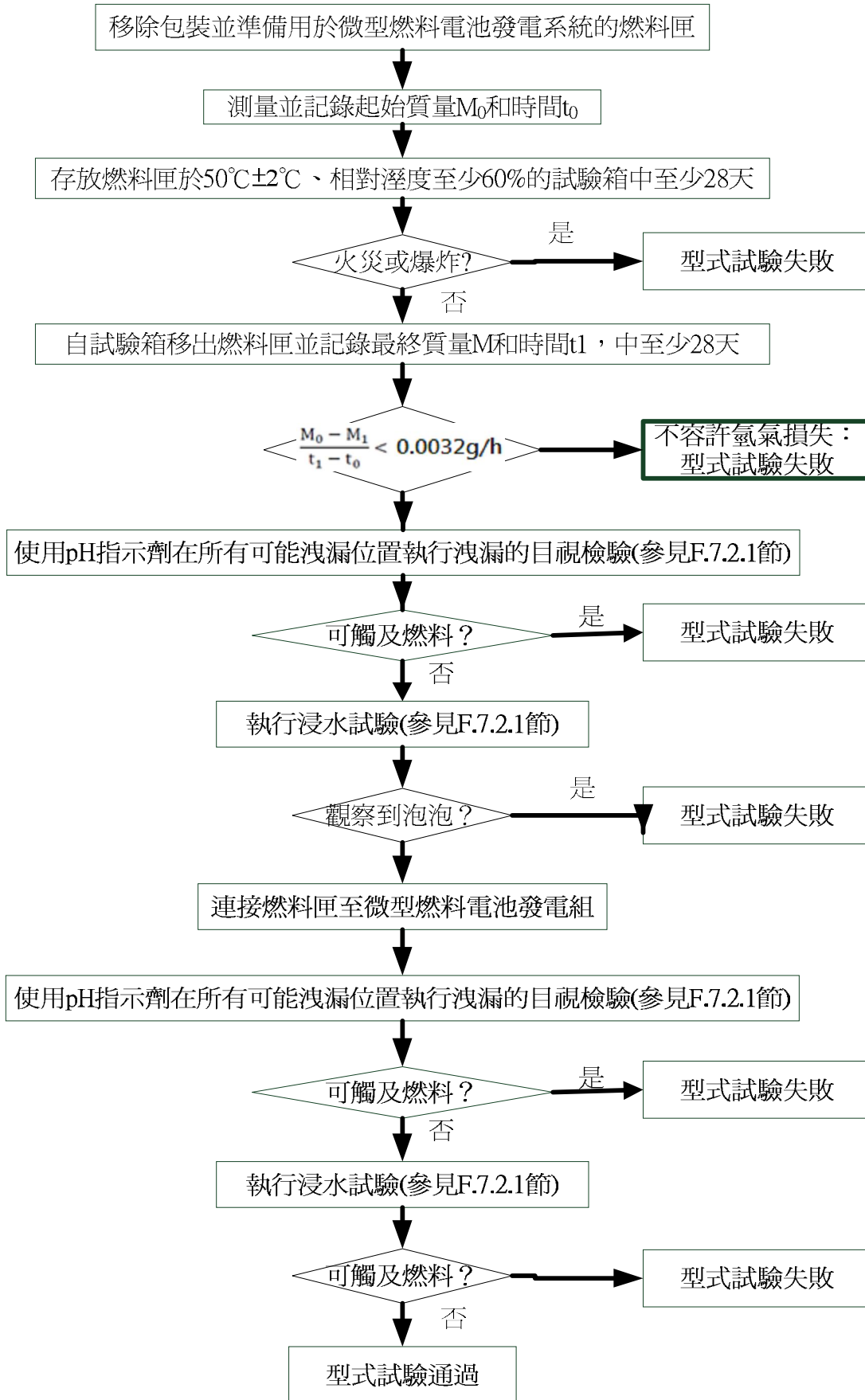


圖 F.9—燃料匣長期貯存試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖

**F.7.3.10 高溫連接試驗**

以F.7.3.10取代7.3.10。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣與一個微型燃料電池發電單元或適當的試驗夾具與一個微型燃料電池發電單元閥門。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元外型之代表性結構。
- (b) 目的：模擬在升高溫度時連接和不連接燃料匣至微型燃料電池發電單元或發電單元閥門的影響並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 置放燃料匣試驗樣品於 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 溫度控制試驗箱中並持續至少4小時。
  - (2) 發電單元或試驗夾具與發電單元閥門保持在試驗室溫度。
  - (3) 從試驗箱移出試驗樣品並於5分鐘之內，連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門。
  - (4) 檢查連接的洩漏，燃料、燃料副產物、電解質和液體燃料成分洩漏試驗，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑及浸水試驗執行。執行燃料匣之氫氣洩漏試驗，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)。
  - (5) 分離燃料匣，燃料、燃料副產物、電解質和液體燃料成分洩漏試驗，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑及浸水試驗執行。執行燃料匣之氫氣洩漏試驗，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。若使用正常施力，燃料匣不可有法連接，且不可有洩漏、不可有著火且不可有爆炸發生，此為可接受的。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視地使用pH指示劑及浸水試驗確認且試驗程序在F.7.2.1。關於燃料匣之F.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視地檢查，以確認微型燃料電池發電系統/發電單元不可有擾動。

**F.7.3.11 連接循環試驗**

涵蓋於本附錄F之微型燃料電池發電系統、發電單元和燃料匣，以F.7.3.11取代7.3.11。

**E.7.3.11.1 燃料匣**

E.7.3.11.1.1內匣、外匣或附加匣

- (a) 試驗樣品：未使用或用過的的插入匣、外部匣或附加匣和依照製造商給的說明書提供燃料於微型燃料電池發電單元或適合的試驗

夾具跟微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。

- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查連接處的洩漏。應滿足氫氣洩不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照 F.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足 F.7.2.1 不可有洩漏被發現。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少 1 分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (4) 分離燃料匣並依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查分離處的氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照 F.7.2.1 以目視檢驗和 pH 指示劑檢查，應滿足 F.7.2.1 不可有洩漏的標準。
  - (5) 重複 2 次連接和分離，總計 3 次的連接和分離以上。
  - (6) 依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 F.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (7) 燃料匣的連接和分離 3 次，總計 7 次的連接和分離。
  - (8) 依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 F.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (9) 燃料匣的連接和分離 3 次，總計 10 次的連接和分離。
  - (10) 依照 F.7.2.2 使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照 F.7.2.1 以目視檢驗 pH 指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少 1 分鐘。
  - (12) 微型燃料電池發電單元關機或停止模擬燃料流動。



- (13) 分離燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。應滿足F.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足F.7.2.1不可有洩漏的標準。
- (14) 接著連接循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照F.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒、不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏、不可有不容許氫氣損失或排放。燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。關於燃料匣，氫氣洩漏應滿足F.7.2.2氫氣洩漏測量程序不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡)。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，規定的洩漏測量應以目視使用pH指示劑確認且試驗程序在F.7.2.1。氫氣損失應滿足F.7.2.3的要求，排放必須滿足F.7.3.12關於操作和不可有操作系統的合格準則。

#### F.7.3.11.1.2 附屬匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的附屬燃料匣和一個未使用的微型燃料電池發電單元或一個適當的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門，依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的效應，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查連接處的氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的在連接處的洩漏，使用規定於F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足F.7.2.1不可有洩漏被發現。啟動或模擬燃料流動。
  - (2) 分離燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。應滿足F.7.2.2不可有氫氣洩漏的標準。4.3

類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查，應滿足規定於F.7.2.1不可有洩漏的標準。

- (3) 重複2次連接和分離，總計3次的連接和分離以上。
  - (4) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足E.7.2.1不可有洩漏的標準。
  - (5) 燃料匣的連接和分離4次，總計7次的連接和分離。
  - (6) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足E.7.2.1不可有洩漏的標準。
  - (7) 燃料匣的連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
  - (8) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足E.7.2.1不可有洩漏的標準。
  - (9) 連接燃料匣微型燃料電池發電系統或燃料匣微型燃料電池發電單元閥門並啟動或模擬燃料流動。
  - (10) 分離燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗pH指示劑檢查。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於F.7.2.1不可有洩漏的標準。
  - (11) 重複步驟1至10，每11個循環為一組，總計55個循環，美依循環間隔1小時。
  - (12) 接著連接循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電系統或發電單元，依照F.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、

電解質或液體燃料成分的洩漏、不可有不容許氫氣損失或排放。燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。燃料匣氫氣洩漏應滿足F.7.2.2不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡)。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應依照F.7.2.1以目視檢驗和使用pH指示劑確認。氫氣損失應滿足F.7.2.3的要求，排放必須滿足F.7.3.12關於操作和不操作系統的合格準則。

#### F.7.3.11.2 微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：至少2個未使用的燃料匣和另外98個燃料匣或適合的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門及依照製造商給的說明書提供燃料之微型燃料電池發電單元。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響並確保啟動使用和之後微型燃料電池發電單元連接處適度的老化，兩者不可洩漏。檢驗第一個燃料匣(#1)和最後的燃料匣(#100)，其他980個循環僅老化微型燃料電池發電單元。雖然微型燃料電池發電單元使用附屬匣，其應依照以下模擬附屬匣和微型燃料電池發電單元之間燃料流動的程序試驗。
- (c) 試驗程序：
- (1) 連接首個燃料匣於微型燃料電池發電單元或發電單元閥門，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽試驗，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動。
  - (4) 分離首個燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
  - (5) 重複2次連接和分離，總計3次的連接和分離。
  - (6) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質

或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。

- (7) 首個燃料匣連接和分離4次，總計7次的連接和分離。
- (8) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (9) 對於總計10的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少3次。
- (10) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (11) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (12) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
- (13) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
- (14) 分離首個燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (15) 為老化微型燃料電池發電單元燃料匣連接處，執行以下步驟：
  - (i) 使用其他燃料匣或適當的夾具和燃料匣閥門，循環微型燃料電池發電單元燃料匣連接處共980次連接和分離。
  - (ii) 每組50次連接和分離之後，模擬燃料流動。
  - (iii) 依照F.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足F.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於F.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。若洩漏被發現，則試驗失敗。
  - (iv) 遵循本老化試驗，試驗最後未使用的燃料匣。

- (16) 連接最後未使用的燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (17) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。
- (18) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動。
- (19) 分離燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (20) 重複2次連接和分離，總計3的連接和分離。
- (21) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (22) 最終的燃料匣連接和分離4次，總計7次的連接和分離。
- (23) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (24) 最終的燃料匣連接和分離3次，總計10次的連接和分離。
- (25) 依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (26) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元，依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (27) 操作微型燃料電池發電單元或模擬其他燃料流動至少1分鐘。

- (28) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬燃料流動。
- (29) 分離燃料匣並依照F.7.2.2使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用，應滿足不可有氫氣洩漏的標準。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，依照F.7.2.1以目視檢驗和pH指示劑檢查，應滿足不可有洩漏的標準。
- (30) 接著連接循環試驗之後，連接燃料匣至微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，依照F.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏、不可有不容許的氫氣損失和排放。燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。燃料匣應依照F.7.2.2測量氫氣洩漏，滿足不可有氫氣洩漏的要求。4.3類(水反應性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依照F.7.2.1以目視使用pH指示劑確認。氫氣損失需滿足F.7.2.3的要求。排放必須滿足F.7.3.12之系統操作和不操作的合格準則。

### F.7.3.12 排放試驗

關於4.3類(水反應性)硼化氫微型燃料電池發電系統或發電單元依照附錄F試驗，本F.7.3.12取代7.3.12，包括表F.7取代7.3.12的表7，圖F.10取代圖10但與圖10完全相同。氫排放為各別地評估，氫排放的試驗程序詳述於圖F.12，其作為依照附錄F做試驗時的附圖。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範填充燃料之微型燃料電池發電單元或發電單元與用過的燃料匣。
- (b) 目的：在正常操作條件下，間接硼化氫發電的微型燃料電池發電系統可能有排放，排放可能為水或氫的組合，兩者皆為已知的不可有毒性。間接硼化氫微型燃料電池發電系統不會正常釋出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物。然而，有一種微乎其微的可能性，間接硼化氫微型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，在不正常的環境下會釋放出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物。因為這些可能性的存在，對於型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，釋放出CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物的限制加入本附錄且列於表F.7。

不可有操作的間接硼化氫微型燃料電池發電系統存在氫排放的可能性，氫排放試驗因此應執行微型燃料電池發電系統關機為增加的試驗。於關機的氫排放應低於容許的0.0032g/h限制，以避免危害的暴露。

微型燃料電池發電系統排放水蒸氣且在一定條件下水蒸氣會凝結。若凝結時的pH介於3.5pH至10.5pH之間，凝結不被認為是排放或洩漏。

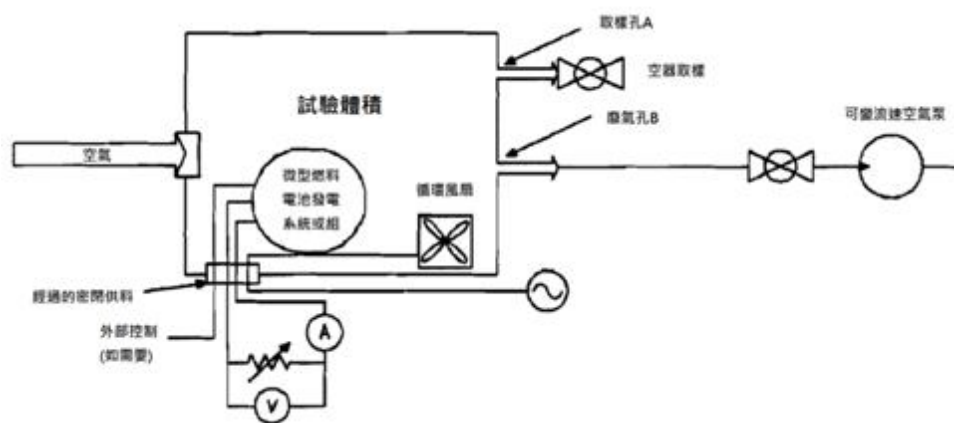


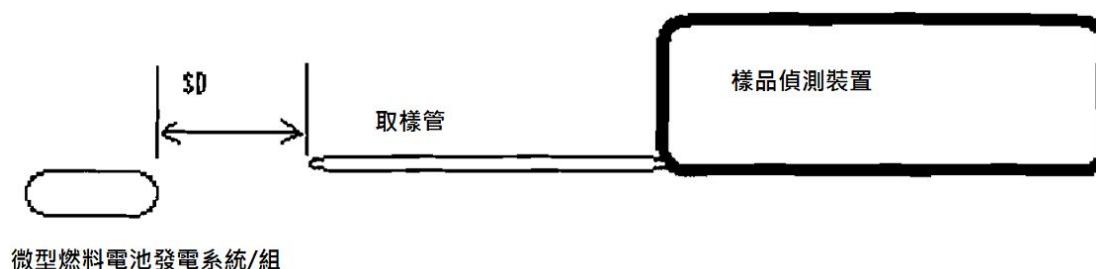
圖 F.10—操作排放速率試驗的裝置—取代圖 10

- (c) 試驗裝置：操作排放速率試驗的裝置範例如圖F.10所示，依照本附錄F試驗的所有微型燃料電池發電系統或發電單元之排放速率試驗結構示於圖F.10。依照本附錄F試驗的微型燃料電池發電系統或發電單元都需要依照F.7.3.12 (d)(1)做氫排放速率試驗。

分析氫排放應使用質譜儀、氣相層析儀或其他經校正的適合儀器，以測量氫濃度並收集於圖F.10的取樣孔A。然而，容許使用的其他儀器，

提供的性能要相當於上述的儀器。

微型燃料電池發電系統或發電單元規劃用於緊密接近於消費者口部或鼻子(如微型燃料電池發電系統或發電單元用於手機電源、手持遊戲機等)，增加的試驗依照F.7.3.12(d)(1)和F.7.3.12(d)(2)要求，確認鄰近使用者口部或鼻子之濃度保持在適當的限制之內。排放濃度試驗應在大的開放室內進行，使用不同的排放濃度試驗裝置，操作排放濃度試驗裝置的範例如圖F.11所示。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。



圖F.11 操作排放濃度試驗裝置—取代圖11

排放氣體可能為毒性物質組成，如CO<sub>2</sub>、CO和甲醛，其為微型燃料電池發電系統或發電單元潛在性的排放氣體。

以配備燃燒離子化偵測器的氣相色層分析儀(GC/FID)或質譜儀(GC/MS)分析這些有機物，應使用固定於試驗箱之取樣孔A的吸附管吸收排放的氣體吸收排放氣體於或經過圖F.10之取樣孔A直接進入分析儀。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器。

經校正的零至1%質量濃度氫範圍的氫偵測器，可用於測量氫濃度。

CO和CO<sub>2</sub>氣體濃度，可藉非色散紅外線吸收分析儀測量，這些分析儀器應符合ISO 16000-3、ISO 16000-6和ISO 16017-1。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器，使用上述的標準。

- (d) 試驗程序：氫排放試驗為各別評估，氫排放試驗的程序詳述於圖F.13，其作為依照附錄F做試驗時的附圖。排放速率取樣試驗應執行微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE -ON]時，如下：

- (1) 對於所有的微型燃料電池發電系統和發電單元—包含規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子和不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子兩者，以下的排放速率取樣試驗應該執行在微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE -ON]時，如下：

- (i) 在圖F.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或發電



單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開機 [DEVICE-ON] 的位置。

- (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
- (iii) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖F.10所示。
- (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (v) 藉如圖F.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (vi) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表F.7。
- (vii) 由每項組成之最大穩定濃度乘上經過系統之同時的總空氣流量，計算化學品化合物被排放的排放速率。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的樣品流速或測量至試驗箱之入口流速。詳見如下：

$$ER = ( F_P + F_S ) \times C \quad , \quad \text{或}$$

其中

ER 排放速率，g/h

$F_P$  可變流量空氣泵之流速， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

$F_S$  取樣速率， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

- (viii) 最大測得開機 [DEVICE -ON] 的排放速率和表F.7相比較，若排放速率不低於表F.7限制的排放速率，則微型燃料電池發電系統或發電單元的試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見F.7.3.12(e)(1)(i)和F.7.3.12(e)(2)(i)的合格準則。
- (ix) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

- (2) 對於微型燃料電池發電系統和發電單元規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子，以下的排放濃度取樣試驗應該執行在微型燃料電池發電系統或發電單元在開機 [DEVICE -ON] 時，如下：

- (i) 微型燃料電池發電系統或發電單元應在大的開放室做排放速率試驗，本試驗的用意在於近似並測量在靜止空氣中接近人之口或鼻的預期排放濃度，模型或模擬可用於改善試驗的正確性。試驗前應取樣室內的空氣，以確保正確性並避免不符合結果的錯誤。小心以確保室內或取樣系統的材料不會對排放貢獻(意即汙染)於試驗。試驗前，建議系統檢查，確認微型燃料電池發電系統或發電單元不受汙染，以避免不符合結果的錯誤。室內空氣的變化應保持最低相當於正常住家或商業設計(例如，每小時空氣變化小於1)。注意取樣區不要受到外來氣流的擾動。
- (ii) 微型燃料電池發電系統或發電單元在大的開放室內以額定功率操作，而排放濃度的取樣使用示於圖F.11之操作的排放濃度試驗裝置。若微型燃料電池發電系統或發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開啟開機的位置。
- (iii) 室內的空氣變化，應保持最少相對於正常住宅或商業之設計(例如，每小時空氣改變少於1)。注意，不能以外來氣流擾動取樣區域。
- (iv) 從微型燃料電池發電系統或發電單元之氣體排放濃度的取樣，應使用示於圖F.11之操作的排放濃度試驗裝置。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。
- (v) 對於緊密接近排放濃度測量的取樣速率，應每分鐘5升，其代表成人的呼吸速率。
- (vi) 容許樣品流速穩定。
- (vii) 取樣並記錄微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，其發生於消費者呼吸區的代表性距離。
- (viii) 記錄有興趣化學品的化合物的濃度，參見表F.7。
- (ix) 最大測得的排放濃度和表F.7相比較，若排放濃度不低於表F.7限制的排放濃度，則微型燃料電池發電系統或發電單元為試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見F.7.3.12(e)(2)(ii)的合格準則。
- (x) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元作及供電設備的正常操(換言之，單依燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測

量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

- (3) 根據完整的依照表F.7之兩種開機[DEVICE-ON]排放測量，開機[DEVICE-ON]的氫排放評估如下：
- (i) 在圖F.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或發電單元填滿燃料且電源開關在開機[DEVICE-ON]的位置。
  - (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
  - (iii) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖E.10所示。
  - (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
  - (v) 藉如圖F.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
  - (vi) 記錄氫的濃度
  - (vii) 計算被釋出氫的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：  

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$
，或  
 其中  
 ER 排放速率，g/h  
 $F_p$  可變流量空氣泵之流速， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)  
 $F_s$  取樣速率， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)  
 C 濃度，g/l
  - (viii) 最大測得開機[DEVICE-ON]的排放速率和表F.7相比較。
  - (ix) 備考：此為穩定濃度測量。
  - (x) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間

應連續測量。

(4) 根據完成的開機[DEVICE-ON]氫排放測量、關機氫排放測量，評估如下：

- (i) 在圖F.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或發電單元於額定功率10分鐘或直到10%燃料匣的燃料容量被耗用掉，不可有論何項較低。
- (ii) 在圖F.10所示之小試驗箱內，切換微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元為關機模式，並測量微型燃料電池發電系統或發電單元在關機時的排放速率。
- (iii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
- (iv) 來自微型燃料電池發電系統或發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖F.10所示。
- (v) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (vi) 由如圖F.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (vii) 記錄氫的濃度
- (viii) 計算被釋出氫的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$

其中

ER 排放速率，g/h

$F_p$  可變流量空氣泵之流速， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

$F_s$  取樣速率， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

C 濃度，g/l

- (ix) 最大測得關機[DEVICE -OFF]的排放速率和表F.7相比較。
- (x) 備考：此為穩定濃度測量。
- (xi) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間

應連續測量。

(5) 評估氫排放速率如下：

- (i) 關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量低於0.0032g/h且低於開機[DEVICE-ON]的容許值0.016g/h，微型燃料電池發電系統或發電單元通過試驗且不可有做其他試驗的需要。
- (ii) 關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量不低於容許的0.0032g/h且不低於開機[DEVICE-ON]的總容許值0.8g/h，微型燃料電池發電系統或發電單元試驗失敗且不可有做其他試驗的需要。
- (iii) 若關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量低於0.0032g/h且低於開機[DEVICE-ON]的總容許值0.08g/h，但不低於0.016g/h，接著以F.7.3.13氫點源氣體損失偵測試驗確認不可有單獨氫源超過0.016g/h。

(e) 合格準則：

- (1) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子：
  - (i) 關於表F.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照F.7.3.12 d)1) [DEVICE-ON]和F.7.3.12d)2) [DEVICE -OFF]分別試驗時，應低於表E.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
- (2) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子：
  - (i) 關於表E.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照F.7.3.12 d)1) [DEVICE-ON]和F.7.3.12d)2) [DEVICE -OFF]分別試驗時，應低於表F.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
  - (ii) 關於微型燃料電池發電系統和發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子，除了滿足上述的排放數速率限制之外，對於表F.7中每一有興趣成份之最大排放速率，依照F.7.3.12 d)3) [DEVICE-ON]和E.7.3.12d)4) [DEVICE -OFF]分別試驗，應低於表F.7中的排放濃度限制值。若微型燃料電池發電系統或發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
- (3) 氫排放為個別評估，氫排放試驗程序詳述於圖F.12，其作為依照附錄F試驗時的附圖。依照表F.7之 [DEVICE-ON]和[DEVICE -OFF]兩項完成氫排放測量，氫排放的評估如下：

- (i) 不可有操作系統的合格準則：氫排放速率於[DEVICE -OFF]應低於0.0032g/h。
- (ii) 操作系統的合格準則：若總氫排放速率於[DEVICE -ON]低於0.016g/h，則微型燃料電池發電系統或發電單元通過排放試驗且不可有做其他試驗的要求。若總氫排放速率於[DEVICE -ON]不低於0.8g/h，則微型燃料電池發電系統或發電單元試驗失敗且不可有做其他試驗的要求。若氫排放速率於[DEVICE -ON]低於0.8g/h，但高於0.016g/h，必須依照F.7.3.13執行氫點源氣體損失偵測試驗，可接受的結果為任一單點洩漏不可以超過0.016g/h氫氣洩漏。

備考1：容許的易燃性氫排放水準不支持固定燃燒為3ml/min (2001年DOE計畫回顧事項；NREL/CP-570-30535；M.R. Swain和M.N. Swain，法規和標準，2001年，美國)。不可有易燃性氫排放限制依據的標準，氫排放不能聚集超過參考體積25%LFL。

備考2：氫被定義為簡單的窒息性氣體，但此風險是存在的；氧的水準必須在正常大氣壓下低於18%。氫相關的易燃性風險發生於氫在空氣中的濃度大於4%，而窒息性風險發生於氫在空氣中的濃度大於12%，所以，用易燃性的限制定義氫排放的限制。

備考3：二氧化碳、一氧化碳和重組的甲醇蒸氣排放水準的限制，依據為毒性和腐蝕性(僅重組的甲醇)對人的影響，氫排放水準的限制依據為受限的空間中生成易燃性氣體的風險和潛在固定的氫燃燒風險。

表 E.7 排放限制—替代表 7

排放	[DEVICE -ON] 濃度限制 <sup>a</sup> 對於 DEVICE -ON 試驗條件為依據的 TWA 值	[DEVICE -ON] 容許排放速率 於 10M <sup>3</sup> ACH 容積 <sup>b</sup>
水	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制
氫	0.8 g/m <sup>3</sup>	0.8 g/h(總) 0.016 g/h(自單點洩漏)
甲醛 <sup>d</sup>	0.000 1 g/m <sup>3</sup> <sup>b</sup>	0.000 6 g/h
CO	0.029 g/ m <sup>3</sup>	0.290 g/h
CO <sub>2</sub>	9 g/m <sup>3</sup>	60 g/h <sup>c</sup>
揮發性有機物 <sup>e</sup>	0.000 1 g/m <sup>3</sup>	0.000 6 g/h

表 F.7 取代表 7。

(a)對於 CO 和 CO<sub>2</sub> 的濃度限制，在表中為 mg/ m<sup>3</sup>，相當於 TWA 和 STEL 的暴露值。

(b)[DEVICE -ON]排放速率限制的根據為 10m<sup>3</sup> ACH，擇定參考體積和空氣每小時的變化(ACH)之積，因為其包含微型燃料電池發電系統將被使用之合理地可預見環境。小車的內部空間和每個人在商業飛機中最小體積為 1m<sup>3</sup>，最小的 ACH 在飛機旅客為 10 且在車中設定的最低排風為 10ACH。家庭和辦公室有的 ACH 水準為 0.5，但

每個人的體積超過 20 m<sup>3</sup>，所以，結果為 10 是保守。

(c) 坐著的成人 CO<sub>2</sub> 排放速率為 30 g/h，燃料電池加上成人排放速率的限制，使得 CO<sub>2</sub> 不會達到 WHO 之 8 小時的限制 9 g/m<sup>3</sup>。在環境為 10m<sup>3</sup> ACH，由燃料電池的貢獻為 60 g/h。

(d) WHO 指南的限制為 0.000 1 m<sup>3</sup>，背景值為 0.000 03 m<sup>3</sup>，限制不能推背景值高於指南的限制。

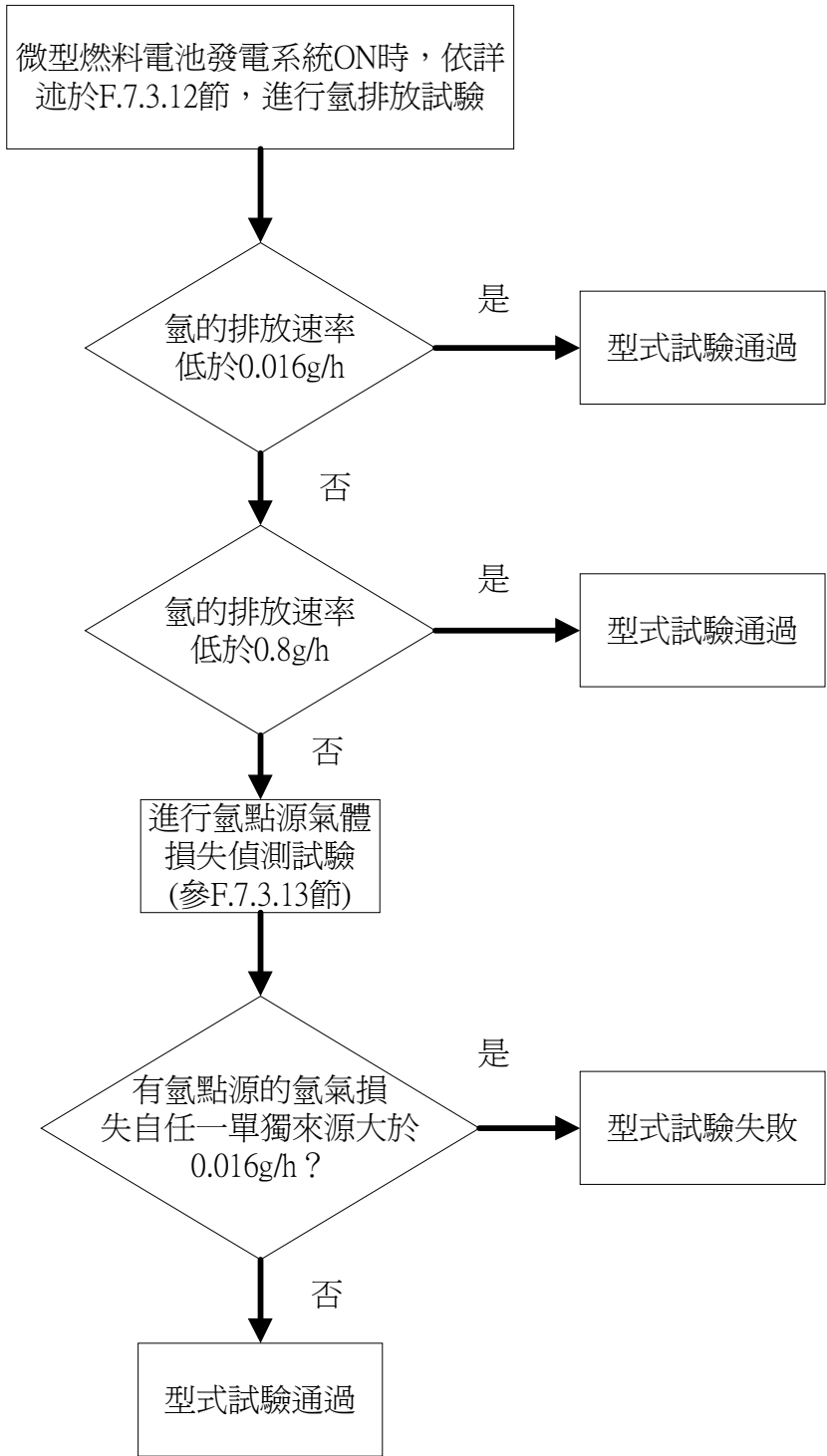


圖 F.13—操作微型燃料電池的氫排放試驗程序



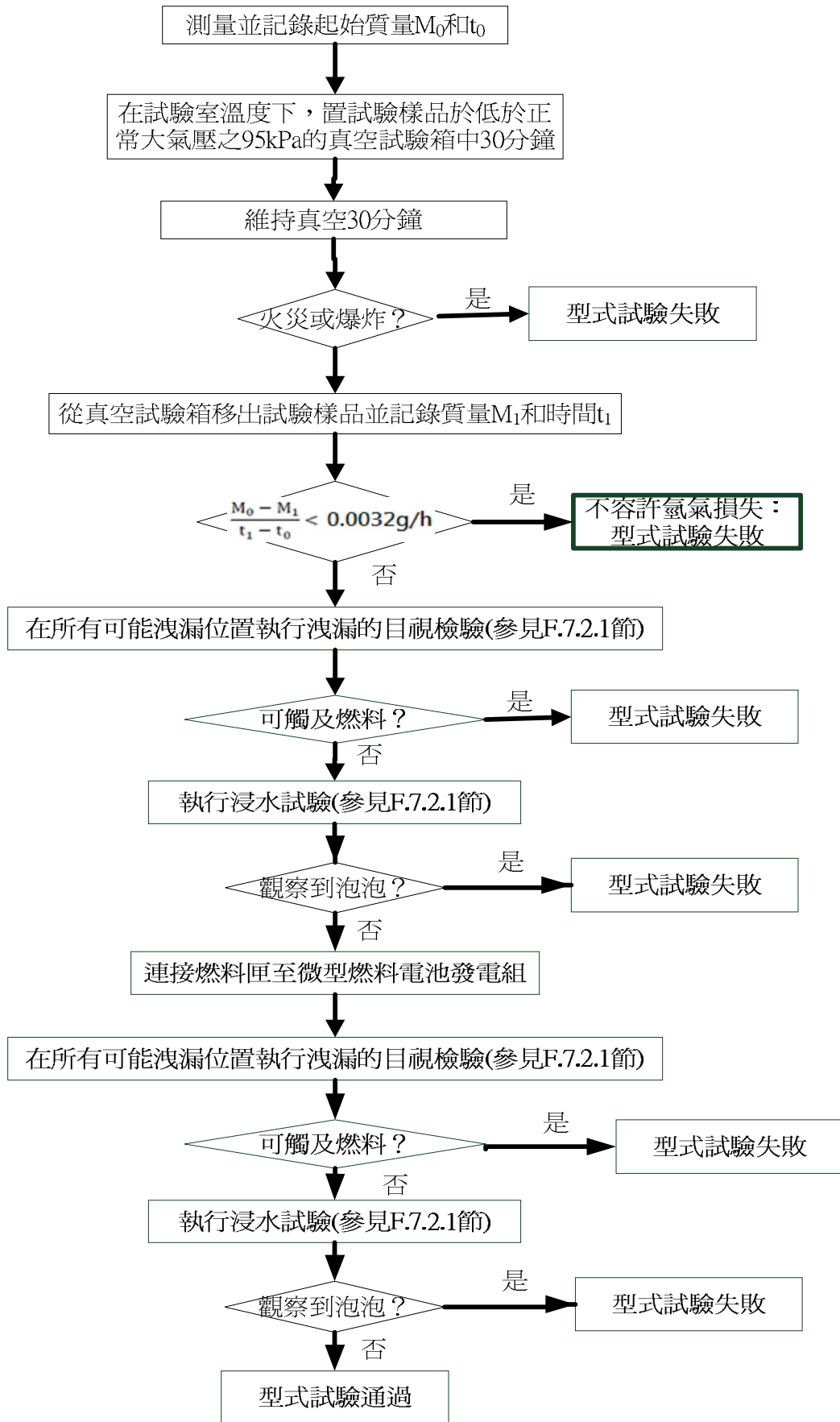


圖 F.14—燃料匣低外部壓力試驗的洩漏試驗流程圖

**F.7.3.13 氫點源氣體損失偵測試驗**

氫排放試驗的程序詳述於圖F.13，其作為依照附錄F試驗時的附圖，本節為第7章增加的要求。

若F.7.3.12 d)5)iii)要求呈現4.3類(水反應性)硼化氫燃料電池發電系統和4.3類(水反應性)硼化氫燃料電池發電單元需符合表F.7，應使用本節。若總氫排放速率來自4.3類(水反應性)硼化氫燃料電池發電系統或發電單元在DEVICE-ON時低於0.8g/h，但高於0.016 g/h，本節要求滿足F.7.3.12e)3)ii)的合格準則。

- (a) 試驗樣品：依照製造商規範填充燃料至微型燃料電池發電單元或發電系統跟燃料匣。
- (b) 目的：於操作條件下(欲操作的條件)的微型燃料電池發電系統或發電單元，由4.3類(水反應性)硼化氫釋出的氫為燃料，氫的排放應維持低於表F.7的規定值。氫點源氣體損失偵測試驗應執行，以確認不可單獨源來自微型燃料電池發電系統或發電單元，在所有情況下會支應燃燒，此符合性不可有法由氫排放試驗明確的確認。維持這些限制以確保除了不允許易燃物的濃度聚集在參考容積內，不可來自試樣之氫的氣體損失支持燃燒，並確保操作環境下供應足夠的氧維持。
- (c) 試驗設備：微型燃料電池發電系統或發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫偵測器可以為質譜儀、手持式氫偵測器或其他對於從點源測量少量氫的儀器，至少正確如上述之適合儀器，如果不是更多的話。氫偵測器應調整至25%LFL氫的偵測等級，上述氫偵測器的反應時間一般都慢，通常反應時間約需數秒，所以高掃掠速度可能引起氫濃度低估，重要的是掃掠速度應低至足以正確地測量氫濃度。
- (d) 試驗程序：
  - (1) 在整個氫點源氣體損失偵測試驗持續時間內，微型燃料電池發電系統或發電單元應保持在開機(DEVICE- ON)。
  - (2) 試驗實施的空間不可大量的空氣移除，微型燃料電池發電系統或發電單元之上10公分測得風速不可超過0.02m/s，氫擴散測量的局部濃度在本試驗中是易受風影響的，希望在試驗空間中任一點的風速儘可能接近零。試驗在一個密閉的空間如手套箱或相當的空間，為達到要求的可用方法。
  - (3) 微型燃料電池發電系統或發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫偵測器可以為質譜儀、手持式氫偵測器或其他對於從點源測量少量氫的儀器至少正確如上述之適合儀器，如果不是更多的話。氫偵測器應調整至25%LFL氫的偵測等級。
  - (4) 氫偵測器的感測器應掃過微型燃料電池發電系統或發電單元表面

3mm 之距離之內微型燃料電池發電系統或發電單元的垂直表面，連續線性的掃掠，不能離開微型燃料電池發電系統或發電單元表面 8mm，微型燃料電池發電系統或發電單元整個表面以此模式掃掠。

- (5) 完成此掃掠的有效方法，應裝上感測器支架，以確保微型燃料電池發電系統或發電單元在全部的時間於 3mm 的空間，用筆或其他標記器物裝在支架上，能夠確認掃掠面積並確保掃掠距離之間不超過 8mm。
  - (6) 感測器應總是直接面朝下，且微型燃料電池發電系統或發電單元在其下移動，使得表面直接在感測器之下一直維持水平。
  - (7) 若不可有任一點發現其氫濃度為 25%LFL 或更大，則本試驗完成且微型燃料電池發電系統或發電單元可被認為通過試驗。
  - (8) 當有些點掃過後顯示大範圍的 25%LFL 或大於起始線性掃掠，記錄測得的濃度值，將協助確認開始點的第二次螺旋掃描，點源被假定其局部最大值存在於分佈測得的濃度值中。
  - (9) 若有任一點偵測的氫濃度為 25%LFL 或大於，第二次試驗應執行確認排放自任一獨立源不會超過 0.016%的純氫。
  - (10) 第二次試驗執行時感測器的高度調整至微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm。
  - (11) 接著做的螺旋掃描，於起始線性掃描期間偵測到發生 25%LFL 或大於之點為起點。螺旋掃描於掃描之間應有 1mm 空間且螺旋的距離至少為半徑 4mm 的距離，並遠的足以偵測最大程度之特別地氫源。
  - (12) 若於微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm 螺旋掃描，偵測最大氫濃度為 25%LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或發電單元之試驗失敗。若螺旋掃描未測得氫濃度為 25%LFL 或大於，微型燃料電池發電系統或發電單元可被認為通過試驗。
- (e) 合格準則：如螺旋掃描試驗結果顯示，不可有氫氣體損失自任一獨立源大於 0.016g/h，未顯示首次試驗期間之氫為 25%LFL 或大於，或未顯示微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm 二次試驗期間之氫為 25% LFL。若螺旋掃描於微型燃料電池發電系統或發電單元之上 6.5mm，測得氫濃度為 25%LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或發電單元之試驗失敗，參見表 F.7。

## 附錄 G

## (規範)

## 硼化氫微型燃料電池發電系統：8類(腐蝕性)化合物於直接硼化氫燃料電池

## G.1 目的

## G.1.2 涵蓋本附錄之燃料和技術

附錄 G 涵蓋直接使用 8 類(腐蝕性)硼化氫化合物燃料之微型燃料電池發電系統、發電單元及燃料匣。

圖 G.1 取代圖 1，顯示於使用本附錄之直接硼化氫微型燃料電池發電系統區塊圖。

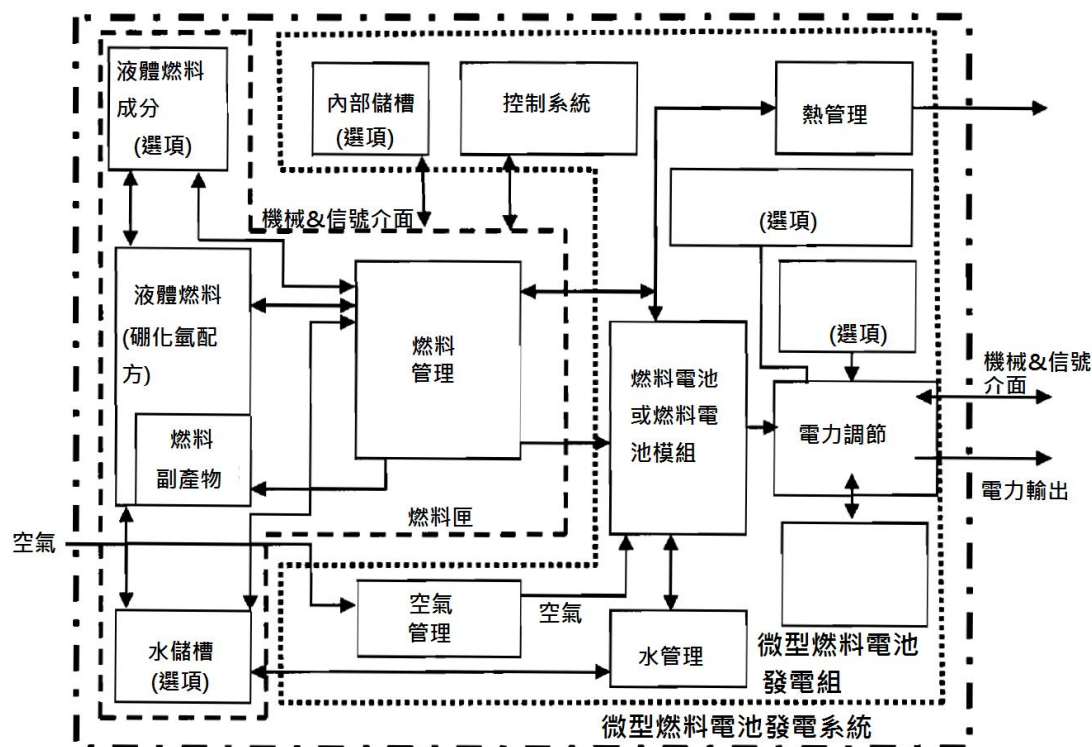


圖 G.1—直接硼化氫微型燃料電池發電系統區塊圖—取代圖 1

## G.1.3 安全的相當水準

本節取代 1.3。

- (a) 本標準的要求不意於限制創新，製造商可以考量燃料、材料、設計或結構，不用依本標準特別地處理，這些替代性應進行評估其能力，以得到本標準前述之相當的安全水準。
- (b) 了解全部的微型燃料電池電力系統、電力組及燃料匣應符合使用國家及地區的要求，包括但不限制，這些為有關的運輸、兒童防止和儲存。
- (c) 以下為甲醇和直接硼化氫微型燃料電池發電系統之間類似的部分，提供以強化了解為何直接硼化氫需要模仿甲醇之最小的變化。
  - (1) 微型燃料電池發電系統零件間之類似性(參見圖 1 和圖 G.1)。
  - (2) 兩種型式的微型燃料電池發電系統使用液體燃料且兩種微型燃料電池發電系統關於不可有洩漏有「不觸及液體」的標準。

- (3) 兩種型式的微型燃料電池發電系統可能有類似的氣體排放組件，如此對於測量和排放分析將有類似的標準，且對於排放風險水準將可做相同的考量。
- (4) 甲醛和甲酸甲酯排放在甲醇微型燃料電池發電系統中可見到，但不會出現在直接硼化氫微型燃料電池發電系統。
- (5) 當硼化氫鈉或硼化氫鉀在不可有負載的燃料電池中接觸分解觸媒，有可能會氫排放。適當功能化非操作的微型燃料電池發電系統將有失效安全機制，以防止燃料流向觸媒。失效模式和影響分析及相關的試驗，將確保保護防止這類失效模式並確保相關紓解設計的存在。
- (6) 即使微型燃料電池發電系統關機，氫可能由直接硼化氫燃料匣和微型燃料電池發電系統產生，應執行微型燃料電池發電系統關機的排放試驗為增加的試驗。
- (7) 氫和水可能排放自操作的[DEVICE-ON]微型燃料電池發電系統。
- (8) 硼化氫鈉或硼化氫鉀燃料為不易燃，所以警示說明對於有關產品之燃料易燃性，不適用於直接硼化氫微型燃料電池發電系統產品。

## G.2 引用文件

除了規定於第 2 章的引用文件之外，以下的參考文件對於應用於本文件為必需的。

對於有日期的文件，僅適用該引用版次；對於不可日期的文件，適用最新版次的文件(包含任何的修訂)。

ISO 16111 : 2008, Transportable gas storage devices—Hydrogen absorbing in reversible metal hydride

## G.3 用詞和定義

本附錄 G 中，以下的用語和定義取代那些第 3 章中關於微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之相對的用語和定義，所有用語和條件在第 3 章中未在這特別提到也適用。

### G.3.5 燃料(fuel)

8 類(腐蝕性)配方的硼化氫化合物直接用於微型燃料電池發電系統以產生電力。

### G.3.7 直接硼化氫微型燃料電池發電系統(direct borohydride micro fuel cell power system)

微型燃料電池發電系統，其硼化氫化合物液體配方於微型燃料電池發電系統之燃料電池的陽極化學反應以產生電力。

### G.3.8 腐蝕性液體燃料(liquid fuel, corrosive)

分類為第 8 類的材料：第 15 版的 UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulation 中的腐蝕性物質。

硼化氫化合物液體配方做為直接硼化氫微型燃料電池發電系統的燃料。

### G.3.11 洩漏(leakage)

於微型燃料電池發電系統或燃料匣外部，可觸及燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分；氫氣洩漏或不允許的氫氣損失。

除了第 3 章所給予的之外，涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣需要增加的用詞和定義如下。

**G.3.37 硼化氫化合物(borohydride compounds)**

硼化氫鈉或硼化氫鉀或兩者的混合物。

**G.3.38 液體燃料成分(liquid fuel component)**

8 類(腐蝕性)或不可有危險性的水溶液，用於燃料處理次系統中產生氫。

**G.3.39 電解質(electrolyte)**

腐蝕性(鹼性)化合物溶液或燃料電池內用於完成電路的離子導電性薄膜。

**G.3.40 燃料副產物(fuel byproducts)**

由燃料產生氫及/或電力之後，生成的 8 類(腐蝕性)或不可有危險性的化合物。

**G.3.41 不允許的氫氣損失(impermissible hydrogen gas loss)**

氫氣脫離不可有操作的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元大於或等於 0.0032g/h。

**G.3.42 可觸及的燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分(accessible fuel, fuel byproducts, electrolyte or liquid fuel components)**

於正常使用、合理地可預見的誤用和消費者運輸中，消費者可以身體接觸燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分。

**G.3.43 腐蝕性 8 類(class 8, corrosive)**

分類為第 8 類的材料：第 15 版的 UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulation 中的腐蝕性物質。

**G.3.44 不可有危險性(non-hazardous)**

材料非第 15 版的 UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulation 建議的危險性商品運輸管理模型第 15 版中的主題。

**G.3.45 鹼金屬氫氧化物(alkali metal hydroxide)**

用於 8 類(腐蝕性)中的鈉、鉀和鋰氫氧化物固體或液體配方。

**G.3.46 用過的燃料匣(used fuel cartridge)**

燃料匣已經被放入操作，使得至少 45%初始燃料已被使用且微型燃料電池發電系統的操作已停止至少 1 小時。

**G.3.47 氫氣洩漏(hydrogen leakage)**

氫氣離開燃料阻隔系統，包括燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽(參見 G.7.2.2)。

**G.4 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的材料和結構****G.4.4 材料的選擇**

這些要求取代 4.4 的相關要求。

以下 G.4.4 的這些要求適用涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣。

**G.4.4.1 微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元預期暴露於超過製造商定義的產品壽命範圍之不可有數環境條件，如振動、衝擊、變化的濕度等級和腐蝕環境，材料用於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元必須承受這些環境條件。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於維持特定環境條件，超越本標準說明的試驗要求，必須執行接著的增加試驗，以確認在那些環境條件下的**

安全。

**G.4.4.2** 金屬和非金屬材料用於製造微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的零組件，最特別的，零組件會直接或間接暴露於潮溼、燃料及/或形成之氣體或液體副產物，以及所有的零件和材料用於密封或相同的連接如焊接耗材，必須對所有的物性、化性和熱條件合宜，其為正常運輸和正常使用之下於製造商定義的產品壽命範圍和所有的試驗條件為合理地而可預見。最特別的，零組件的設計應保留其正常使用下的機械性能穩定性。

- 零組件應足以抗拒流體含有的化學和物理反應及環境的剝蝕。
- 安全操作所需之化學和物理性質不應顯著的在製造商所定義的產品壽命範圍之內被影響，特別地，當擇定材料和製造方法時，由於認為應利用材料的抗腐蝕和磨耗、導電性、衝擊強度、抗老化、溫度變化的影響、當材料放置在一起時產生影響(如電流腐蝕)及紫外光輻射的影響。
- 侵蝕、磨耗、腐蝕或其他化學作用可能會發生，應採取足夠的測量：
  - 藉適當的設計如增加厚度或藉適當的保護如使用內襯、支撐材料或表面塗裝、採取認為的正常使用，影響最小化；
  - 允許受影響最大的零件更換；
  - 參照手冊中的第 6 章，吸引注意型式和檢驗頻率及對於連續使用安全性需要的維護測量，必須適當的備考明零件受到磨耗和更換的標準。
- 含有燃料的零件如管線系統，如定義於 ISO 16111 之 5.2 應利用材料氫暴露的適宜性。ISO 16111 之附錄 A 有詳細關於氫維護的材料相容性。

**G.4.4.3** 彈性材料如墊圈和管路會觸及燃料，應能承受接觸那些燃料引起的劣化且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應取決於 ISO 188。

**G.4.4.4** 接觸燃料的聚合物當觸及這些燃料時應抗劣化且應適用於正常使用期間其所曝露的溫度。符合性應取決於 ISO 175。

**G.4.4.5** 暴露於氫的管路系統，應使用適合氫暴露的材料，如 ISO 16111 定義。

#### **G.4.7 系統的材料和結構**

於 G.4.7 的這些要求適用涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣，這些要求取代第 4.7 之相關的要求。

**G.4.7.1** 儲存於微型燃料電池發電單元中最大容量的液體燃料或液體燃料成分不應超過 1 公升。

**G.4.7.2** 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應設計使爆炸不會發生，即使燃料洩漏自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元內部。此種方法的設計標準(例如，要求排氣速率)應由微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的製造商提供。不可有論方法是由微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的製造商或微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之發電裝置的製造商提供。

**G.4.7.3** 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元內部的組件或材料，應該構

想或做成如減輕著火和點火的蔓延材料。易燃性材料在電力、燃料和氧化劑供應終止之後，確認著火不再維持，這可以透過選擇的材料依照 IEC 60695-1-1 和 IEC 60695-11-10 滿足 FV-0、FV-1 或 FV-2 來證明。

**G.4.7.4** 微型燃料電池組薄膜不要求做易燃性速率。

**G.4.7.5** 其他微型燃料電池組之內的材料，其組成低於 30%總微型燃料電池組質量，可視為受限制的量且允許不要易燃性速率。

#### **G.4.12 燃料供應結構**

##### **G.4.12.1 燃料匣結構**

這些要求取代第 4.12.1 之相關的要求。燃料匣必須符合以下的要求。

這些要求應用於涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統和發電單元。

**G.4.12.1.1** 在溫度 -40°C 至 +70°C 範圍內應不可有來自燃料匣的洩漏，符合性應依照 7.3.3 和 7.3.4 型式試驗確認。

**G.4.12.1.2** 內部壓力為 95kPa 加 22°C 時的正常工作壓力或燃料匣在 55°C 時的 2 倍表壓，不可有論何者較大，應不可有來自燃料匣的洩漏。依照 7.3.1 的型式試驗確認符合性。

**G.4.12.1.3** 不可有論液體燃料或液體燃料成分，容許在燃料匣中的最大數量為 1 升。

**G.4.12.1.4** 在正常使用時，合理地可預見誤用和由消費者將帶有燃料匣之微型燃料電池發電單元進行消費者運輸，應該優先提供過程中防止燃料洩漏和連接之後或轉移燃料至微型燃料電池發電單元的方法，以 7.3.11 確認符合性。

**G.4.12.1.5** 燃料匣在使用環境下應抗腐蝕。

**G.4.12.1.6** 燃料匣應提供安裝於微型燃料電池發電系統防止誤連接而導致燃料洩漏的方法，以 7.3.11 連接循環試驗檢查符合性。

**G.4.12.1.7** 提供給燃料匣之燃料供應連接器，在正常使用、合理地可預見誤用和消費者運輸時，應有未連接於微型燃料電池發電單元之防止燃料洩漏的結構，以 7.3.5 墜落試驗和 7.3.11 循環連接試驗檢查符合性。

**G.4.12.1.8** 在案件中提供壓力釋放閥或類似的方法，此壓力釋放閥應滿足每一項型式試驗的性能要求，此閥應通過所有的型式試驗而不可有洩漏。

**G.4.12.1.9** 燃料匣的連接結構不容許燃料洩漏。

**G.4.12.1.10** 燃料匣包含燃料匣與微型燃料電池發電單元之介面、包含閥門，應有足以承受正常使用和由振動、熱、壓力、墜落或其他受到的機械性衝擊所發生之合理的可預見誤用之構造，符合性確認試驗如下：

- G.7.3.1 壓力差異試驗
- G.7.3.2 振動試驗
- G.7.3.3 溫度循環試驗
- G.7.3.4 高溫曝露試驗
- G.7.3.5 墜落試驗
- G.7.3.6 壓縮負載試驗
- G.7.3.9 長期貯存試驗



- G.7.3.10 高溫連接試驗

- G.7.3.11 連接循環試驗

**G.4.12.1.11** 燃料匣閥門應能按照規劃操作，不可有需使用工具或過度的力量連接和分離。

#### **G.4.12.2 燃料匣填充要求**

本節取代 4.12.2 的相關要求。

這些要求應用於涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統和發電單元。

燃料匣的設計和燃料填充量應容許燃料膨脹而不可有燃料匣的洩漏，雖然燃料匣單獨於 70°C 的溫度且燃料匣被限制在微型燃料電池發電系統或相容的試驗夾具。

**G.6 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之操作說明書和警示**  
這些標示取代 6.2 的標示要求。

#### **G.6.1 燃料匣最低的標示要求**

如同最少量，以下應標示於燃料匣上：

- (a) 內容物為腐蝕性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 遠離孩童。
- (d) 不可暴露於溫度超過 50°C 或火源。
- (e) 不可暴露於酸、氧化劑、酒精或家用清潔產品。
- (f) 使用時遵循操作說明書。
- (g) 萬一食入或吸入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (h) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (i) 燃料的成分和量。
- (j) 燃料匣上表示的文字和標示符合 IEC 62282-6-100 的要求。

萬一燃料匣中的內容物可能為易燃性，上述 a) 的標示要求應更改為如下：

- (a) 內容物為易燃性、腐蝕性和毒性，不可拆解。

#### **G.6.2 微型燃料電池發電系統最低的標示要求**

除了如同最少量之外，以下的表示也將標示於微型燃料電池發電系統上：

- (a) 內容物為腐蝕性和毒性，不可拆解。
- (b) 避免接觸內容物。
- (c) 遠離孩童。
- (d) 不可暴露於溫度超過 50°C 或火源。
- (e) 不可暴露於酸、氧化劑、酒精或家用清潔產品。
- (f) 使用時遵循操作說明書。
- (g) 萬一食入燃料或接觸眼睛，應迅速就醫。
- (h) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (i) 燃料的成分。
- (j) 內部儲槽的最大燃料容量，若適用。

(k) 微型燃料電池發電系統上表示的文字和標示符合IEC 62282-6-100的要求。

(l) 電力輸出(電壓、電流、額定功率)。

萬一燃料匣的內容物為易燃性，上述a)的標示要求應變更如下：

(a) 內容物為易燃性、腐蝕性和毒性，不可拆解。

## G.7 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之型式試驗

### G.7.1 概述

於本附錄G中的微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的試驗使用產自8級(腐蝕性)硼化氫化合物的氫為燃料，以G.7.1取代7.1。

(a) 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣的型式試驗，應提供這些微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣在正常使用時的安全。

(b) 表G.5列出必須執行的型式試驗，表G.5取代表5。

(c) 除了本節在其他地方規定之明顯地不同之處外，試驗室的條件規定於表G.6，表G.6取代表6。

(d) 每項試驗執行之前，微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及/或燃料匣，應在 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 標準試驗室溫度下調節至少3小時。

(e) 警告：如果不夠謹慎小心，這些型式試驗使用的程序可能導致傷害。試驗僅能由使用足夠保護且經過考核和有經驗之技術員執行。

試驗參照	試驗項目	試驗樣品
G.7.3.1	壓力偏差試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.2	振動試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.3	溫度循環試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.4	高溫暴露試驗	燃料匣 用過的燃料匣
G.7.3.5	墜落試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.6	壓縮負載試驗	燃料匣 用過的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.7	外部短路試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
7.3.8	表面、組件和排氣溫度試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元

		元
G.7.3.9	長期貯存試驗	燃料匣 用過的燃料匣
G.7.3.10	高溫連接試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
G.7.3.11	連接循環試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 用過的燃料匣和微型燃料電池發電單元
G.7.3.12	排放試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
G.7.3.13	氫點源氣體損失偵測試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
<p>表G.5取代表5</p> <p>試驗樣品：樣品數至少6個燃料匣，不論未使用或用過，如上述規定的個別試驗，或每個型式試驗至少3個微型燃料電池發電系統或發電單元。</p> <p>試驗順序：試驗G.7.3.2和G.7.3.3應以相同的燃料匣連續執行測試。試驗G.7.3.1、G.7.3.2和G.7.3.3應以相同的微型燃料電池發電系統或發電單元連續執行測試。</p> <p>樣品再使用：燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元如果不會干擾個別的試驗，在製造商斟酌下可以再使用。</p>		

表G.5 型式試驗列表—取代表5

表G.6 試驗室的標準條件—取代表6

項目	條件
試驗室溫度	試驗室溫度為室溫(標準溫度條件：22°C ±5°C)
試驗室空氣： 僅用於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元	試驗室空氣中的二氧化碳含量不可超過0.2%，一氧化碳含量不可超過0.002%。 試驗室空氣中的含氧量至少18%，不可超過21%。 試驗室空氣中的含氫量不可超過0.008%。
表G.6取代表6。	

### G.7.2 洩漏、氫氣洩漏及氫氣損失測量和測量程序

於本附錄中的微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的試驗時使用產自8類(腐蝕性)硼化氫化合物的氫為燃料，以G.7.2取代7.2。

- (a) 洩漏測量主要依照示於圖G.2至圖G.5適用之程序執行，這些圖和程序取代7.2相關的圖。
- (b) 符合不可有「洩漏」、不可有「氫氣洩漏」和不可有「不允的氫氣損失」的要求，對所有規定於G.7.3之型式試驗，應以G.7.2.1洩漏測量程序、G.7.2.2氫氣洩漏測量程序和G.7.3.11氫氣損失測量結合G.3.11定義的「洩漏」、G.3.47定義的「氫氣洩漏」和G.3.41定義的「不允的氫氣損失」確認，除有其他規定外。

#### G.7.2.1 洩漏試驗和測量程序

- (a) 關於含有8類(腐蝕性)硼化氫燃料之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏測

量，應依照每一項型式試驗做，由執行目視檢驗所有可能的洩漏位置。任何的燃料滴、燃料副產物、電解質或液體燃料成分及/或白色結晶位於微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的燃料的外部則表示有洩漏。若結晶為可觸及，微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的燃料的洩漏試驗失敗。作為增加的工具 pH 試紙，貼於微型燃料電池發電系統可能的洩漏區域，應用來協助洩漏目視檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料以發現洩漏。此為附錄 G 對於 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分增加的要求，任何存在的物質之 pH 低於 3.5 或大於 10.5 則為洩漏的跡象，參見圖 G.2 和 G.3。關於操作試驗，反應物空氣進入微型燃料電池發電系統或排放孔，不能被 pH 試紙堵塞。

- (b) 關於燃料匣含有固體、腐蝕性硼化氫燃料，每一型式試驗之後將執行浸水試驗，整個燃料匣含有的固體硼化氫燃料至少沒入 1 公尺深試驗室溫度的水中 30 分鐘。若官遲到氣泡，則燃料匣的洩漏試驗失敗，參見圖 G.2 和圖 G.3。

#### G.7.2.2 從燃料匣的氫氣洩漏測量和測量程序

- (a) 關於含有 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料之燃料匣，氫氣洩漏的測量將接著每一項型式試驗之後做，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液或其他相當的方法於燃料匣可能洩漏的位置檢查。
- (b) 若燃料匣為製造商(自動或由訓練過的技術員)可重新充填型式，試驗之前必須充填置額定容量。若燃料匣為不可重新充填型式，應考量其完成形式試驗的條件。燃料匣將於試驗室溫度下做洩漏試驗，在燃料匣上應不可有任一點有洩漏。
- (c) 關於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元具有的內部儲槽，若適用，燃料管理系統含有的氫氣高於環境壓力，氫氣洩漏的測量將將接著每一項型式試驗之後，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液或其他相當的方法，在燃料管理系統和內部儲槽所有可能洩漏的區域檢查，若適用。燃料管理系統和內部儲槽若適宜，將於試驗室溫度下做洩漏測試。在燃料管理系統和內部儲槽應不可有任一點有洩漏，若適用。
- (d) 對於含有 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料之燃料匣和含有氫之燃料管理系統和內部儲槽，此二者容許不可有氫氣洩漏。氫氣洩漏的測試以液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查，只有不可有氣泡被發現是可接受的。

備考：燃料匣含有 8 類(腐蝕性)硼化氫之「不可有洩漏」標準，已被選入於第 15 版「United Nations Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations」之 UN3479 的特別條款 339：Fuel Cell Cartridge containing hydrogen in metal hydride。

#### G.7.2.3 自微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元之氫氣損失測量和測量程序

關於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，接著每一項完成的型式試驗，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應依照圖 G.4 測試氫氣損失，如下：

- (a) 執行氫排放試驗依照 G.7.3.12，除了微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應關機。氫點源試驗依照 G.7.3.13 為不適用，氫氣損失應低於 0.0032g/h。
- (b) 執行氫排放試驗依照 G.7.3.12，於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在開機[DEVICE-ON]時試驗氫排放，不論微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元是否操作，氫排放應低於 0.8g/h。
- (c) 若氫排放試驗依照 G.7.3.12，於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在開機[DEVICE-ON]時，在 G.7.3.12e)3)ii)步驟大於 0.016g/h，依照 G.7.3.13 執行氫點源氣體損失試驗。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元依照 G.7.3.13 的氫點源氣體損失試驗失敗，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的型式試驗失敗且不可有需做其他試驗。
- (d) 執行燃料管理系統和內部儲槽的洩漏試驗，若適用，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查，如果燃料管理系統或內部儲槽含有氫則使用，容許不可有洩漏自燃料管理系統和內部儲槽，若適用。
- (e) 自操作系統的總氫排放應低於 0.8g/h 且自任一單點的氫氣洩漏應低於 0.016g/h，參見表 G.7。
- (f) 自不可有操作系統的總氫損失應低於 0.0032g/h，參見表 G.7。

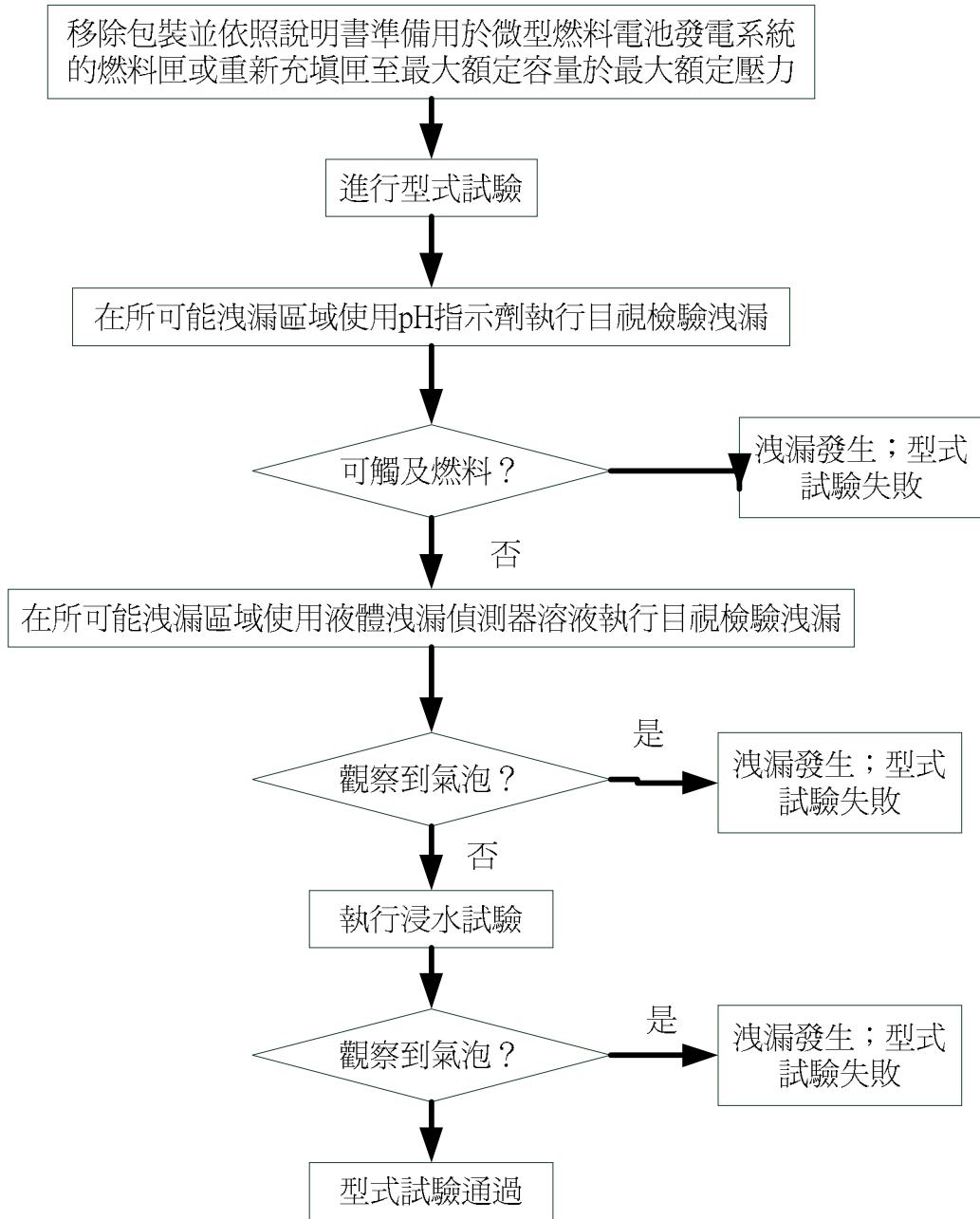


圖 G.2—燃料匣對於振動、墜落、壓縮負載之洩漏試驗流程圖—取代圖 2

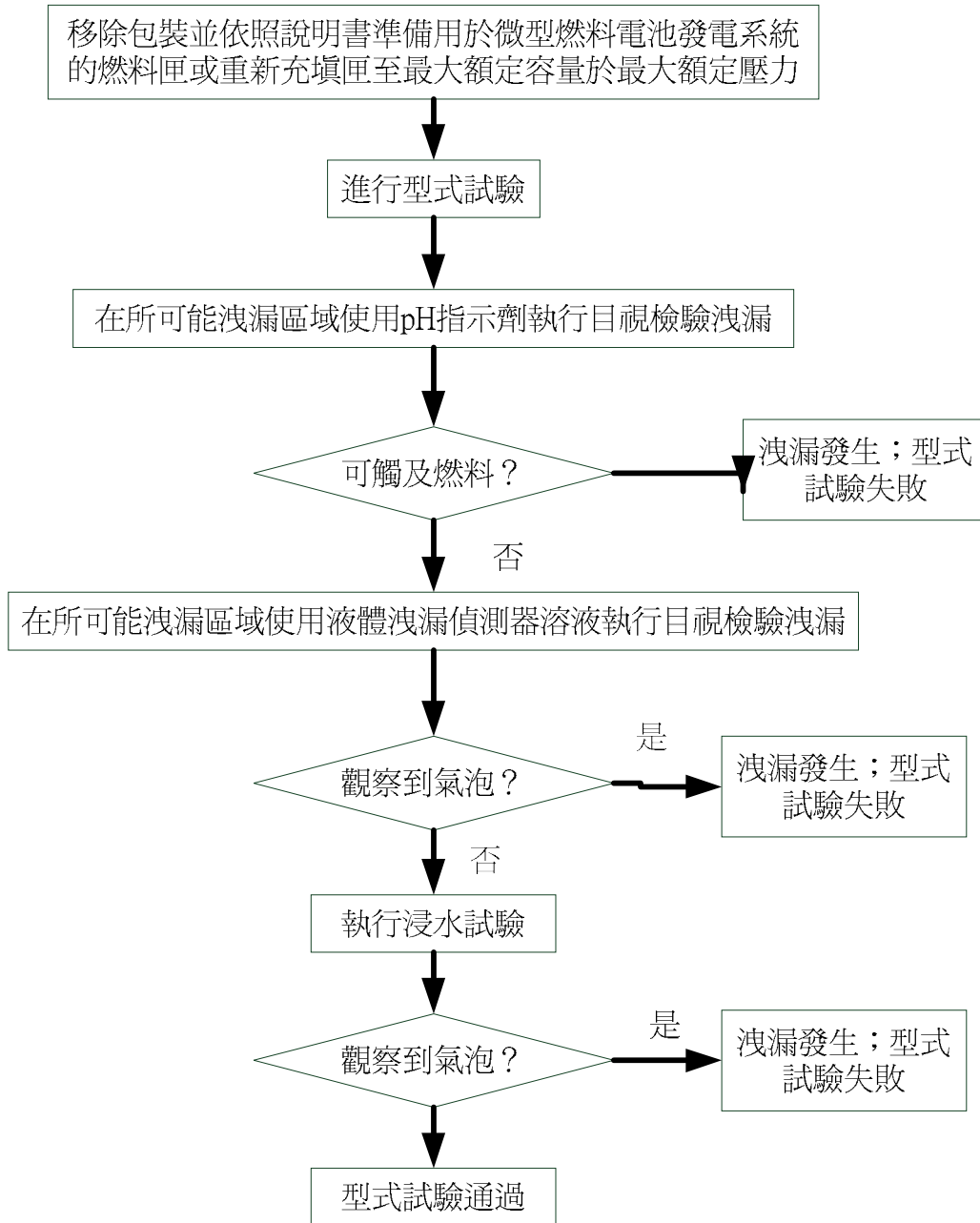


圖 G.3 燃料匣對於溫度循環試驗和高溫暴露試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖

—取代圖 3

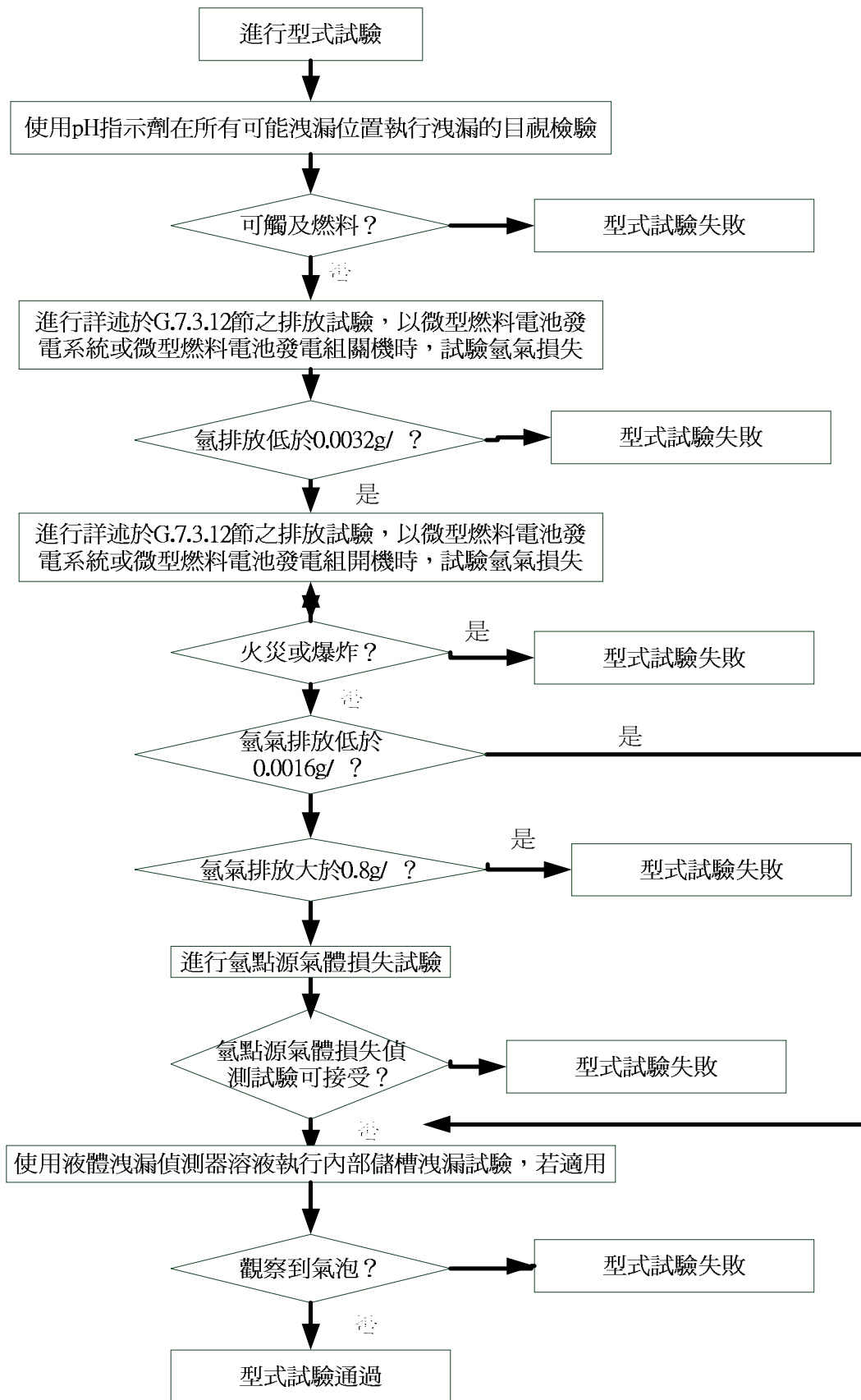


圖 G.4—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於壓力差異、振動、溫度循環、墜落及壓縮負載試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖

—取代圖 4



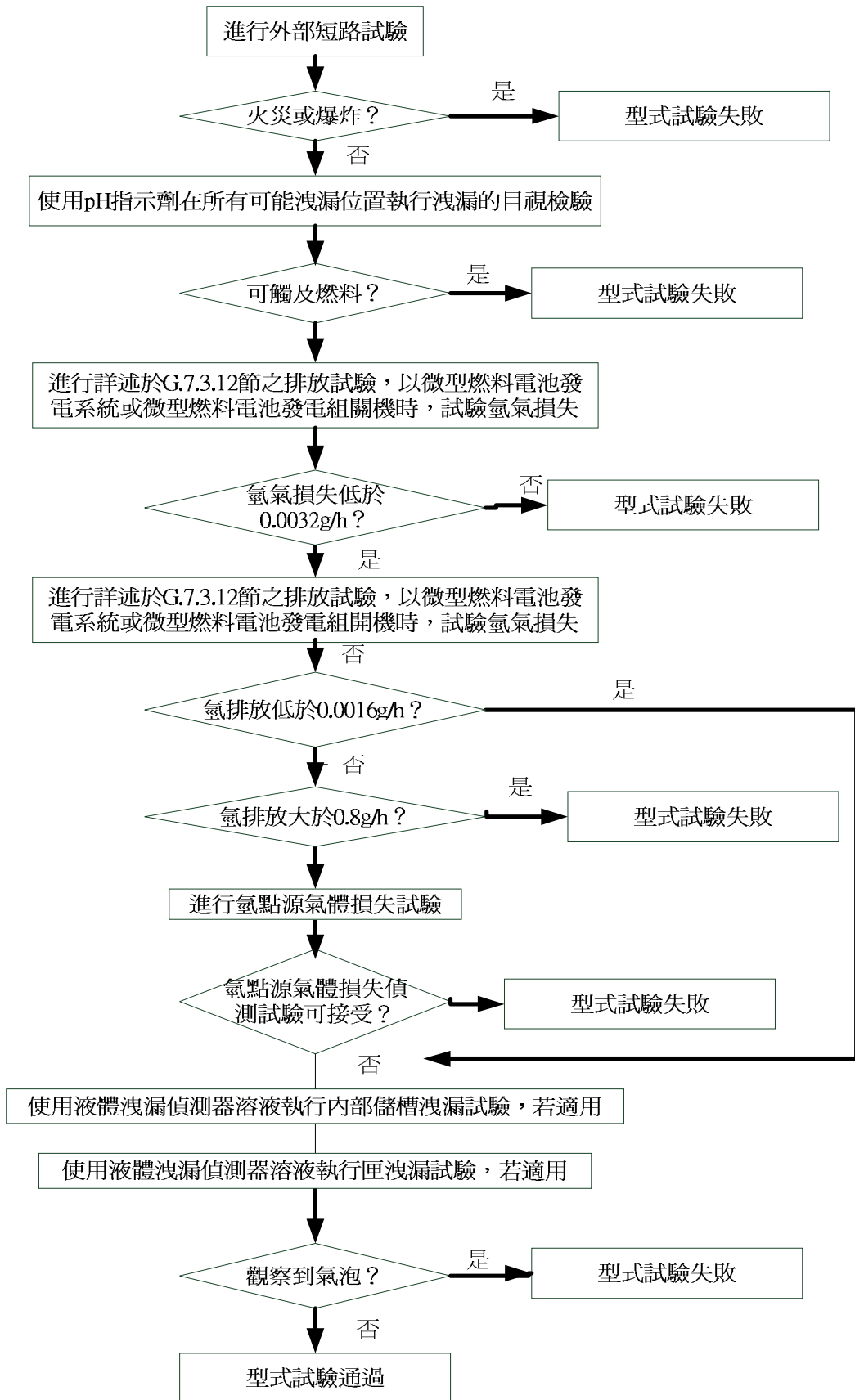
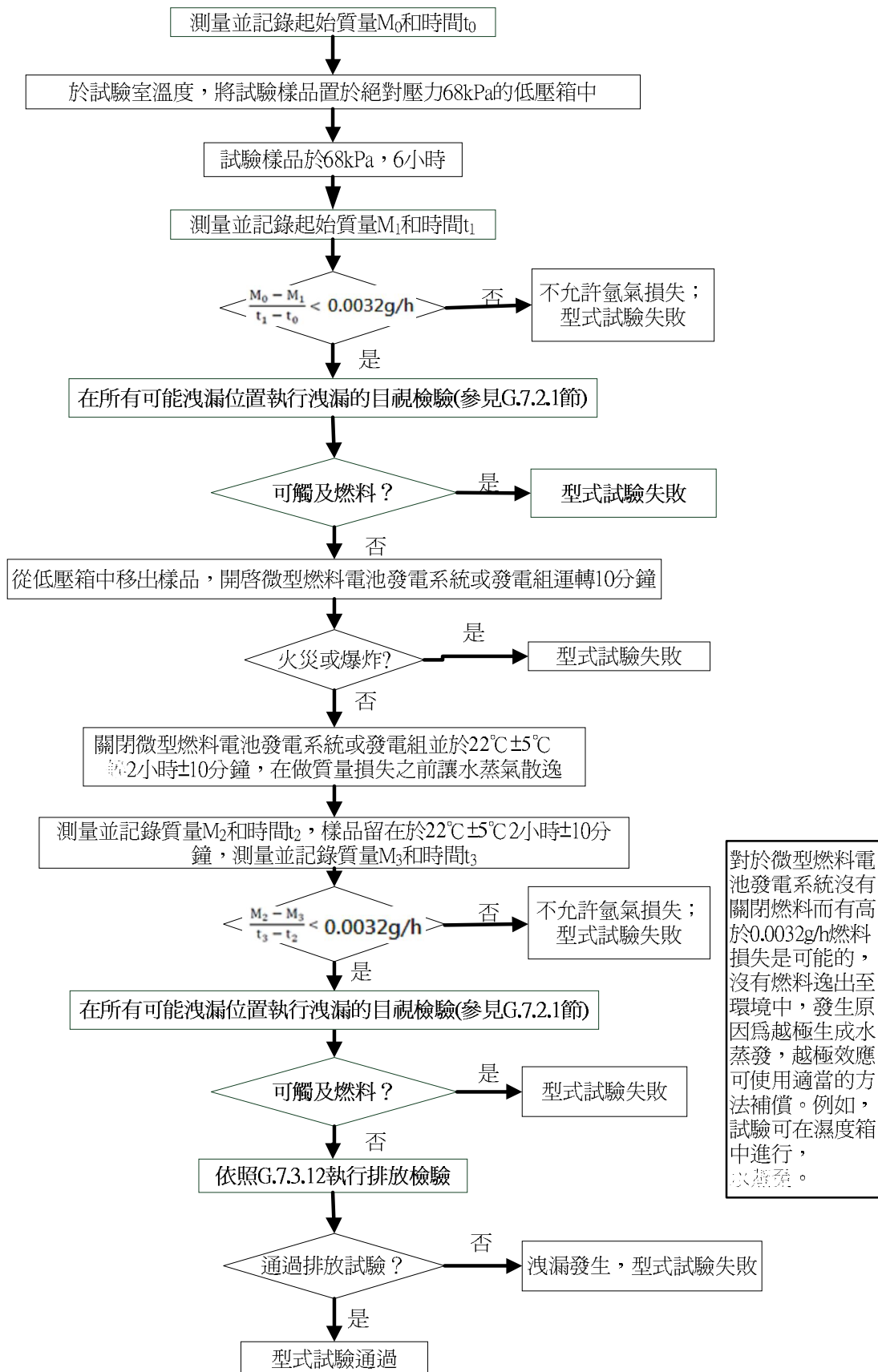
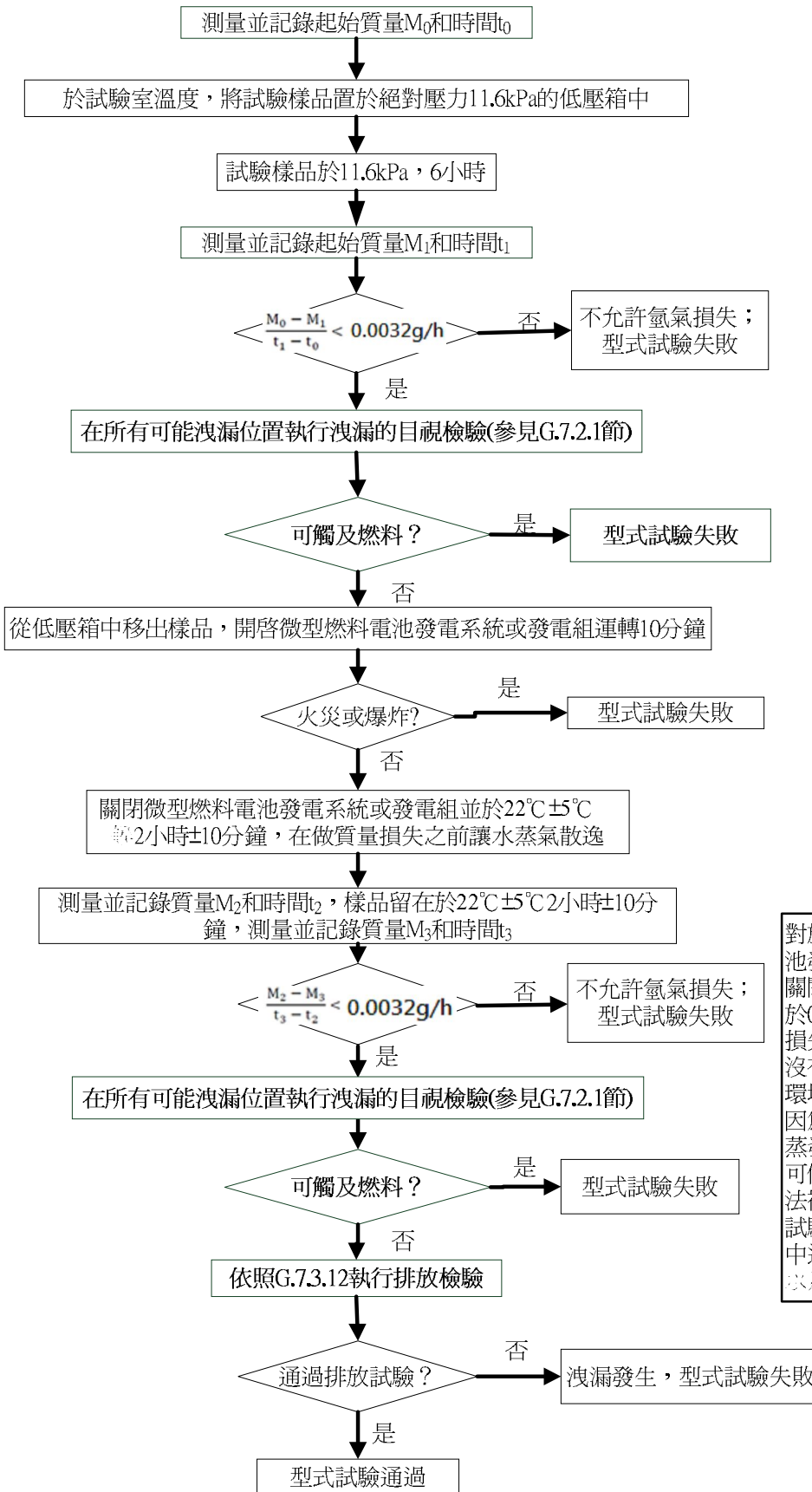


圖 G.5—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於外部短路試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 5



對於微型燃料電池發電系統沒有關閉燃料而有高於0.0032g/h燃料損失是可能的，沒有燃料逸出至環境中，發生原因為越極生成水蒸發，越極效應可使用適當的方法補償。例如，試驗可在濕度箱中進行，以避免。

圖 F.6—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 68kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 6



對於微型燃料電池發電系統沒有關閉燃料而有高於0.0032g/h燃料損失是可能的，沒有燃料逸出至環境中，發生原因為越極生成水蒸發，越極效應可使用適當的方法補償。例如，試驗可在濕度箱中進行，以避免。

圖 G.7—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 11.6kPa 低外部壓力試驗

之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 7

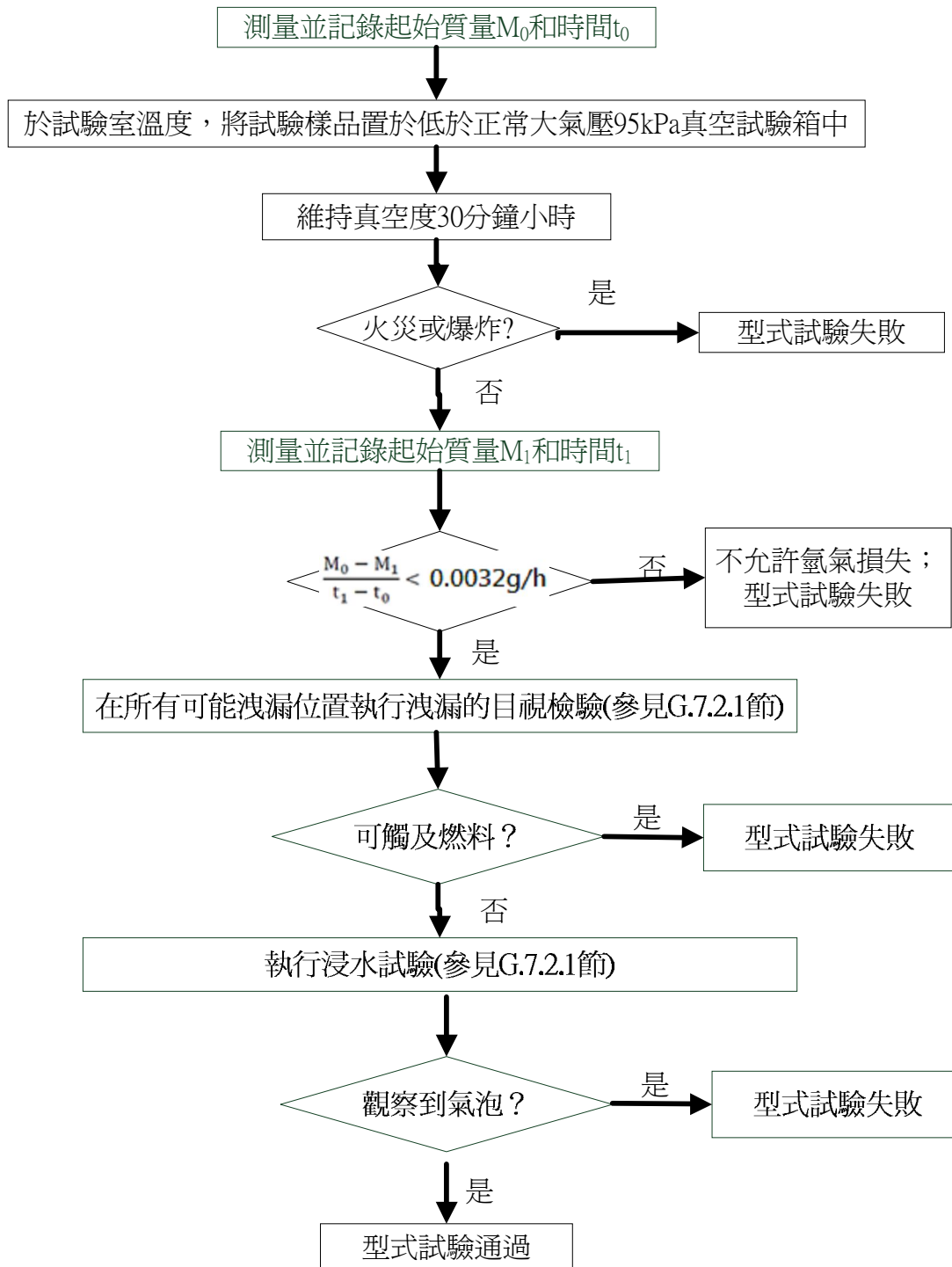


圖 13.G 燃料匣低外部壓力試驗之洩漏試驗流程圖

### G.7.3 型式試驗

#### G.7.3.1 壓力差異試驗

##### G.7.3.1.1 概述

G.7.3.1 取代 7.3.1。

部分的試驗檢查 4.12.1.2 的符合性，以確認不可洩漏自燃料匣內部壓力為 95kPa 內部表壓力加 22°C 時的工作壓力或燃料匣於 55°C 時的 2 倍表壓力，不可有論何者較大，視兩者限制的壓力條件何者較大，對於試驗提供兩個

選項。

- (a) 若 95kPa 內部表壓力加 22°C 時的工作壓力大於燃料匣於 55°C 時的 2 倍表壓力，G.7.3.1.2 或 G.7.3.1.3 節任一都可用於確認符合 4.12.1.2。
- (b) 若燃料匣於 55°C 時的 2 倍表壓力大於 95kPa 內部表壓力加 22°C 時的工作壓力，G.7.3.1.2 必須用於確認符合 4.12.1.2。

#### **G.7.3.1.2 燃料匣內部壓力試驗**

- (a) 試驗樣品：一個未經使用的燃料匣或用過的燃料匣和一個燃料匣閥門。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：

關於內部加壓試驗，燃料匣本體和燃料匣閥門應分別試驗。

- (1) 使用適當的液體媒介如礦物油，加壓燃料匣本體至內部壓力為 95kPa 之表壓力加上正常工作壓力或燃料匣於 55°C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。
  - (2) 壓力升高速率不可超過 60kPa/s。
  - (3) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
  - (4) 使用適當的液體媒介如礦物油，加壓關閉的燃料匣閥門至 95kPa 之表壓力加上燃料匣在 22°C 之正常工作壓力或燃料匣於 55°C 時的兩倍表壓力，不可有論哪個較大。
  - (5) 壓力升高速率不可超過 60kPa/s。
  - (6) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
- (d) 合格準則：不可有可觸及的液體試驗媒介洩漏且於試驗過程中不可有突然的壓降。洩漏應以目視檢查，倒置燃料匣和燃料匣閥門於指示紙上，以此方法使閥門孔向下朝試紙並尋找洩漏的記號。若有任何可觸及的液體被發現，則試驗失敗。

備考：4.3 類(水反應性)硼化氫燃料會與水發生化學反應，因此，水或含水物質不能用為流體試驗媒介。4.3 類(水反應性)硼化氫燃料有潛在除水之外的物質反應，因此，特別的 4.3 類(水反應性)硼化氫燃料之化學反應性和安定性應試驗，用於指導適合的液體試驗媒介的選擇。

#### **G.7.3.1.3 燃料匣外部低壓試驗**

- (a) 試驗樣品：未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖 G.13 執行本試驗。
  - (2) 置放樣品在真空箱中且真空箱的壓力應減少至低於正常大氣壓力的 95kPa。
  - (3) 維持真空 30 分鐘
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失且不可有 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料或液體燃料成分的洩漏，參見圖 G.2。氫氣損失應滿足 G.7.2.3 的要求(低於

0.0032g/h)。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，以目視檢驗和pH指示劑確認。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

#### **G.7.3.1.4 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元壓力偏差試驗**

##### **G.7.3.1.4.1 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元68kPa低外部壓力試驗**

本試驗要求對所有的8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電系統和8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖G.6執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、68kPa絕對壓力的低外部壓力下6小時，洩漏應依以圖G.6敘述的程序為基礎進行測量。
  - (3) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照G.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失，8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，參見圖G.6。若出現燃料匣，則自微型燃料電池發電系統移開。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以規定在G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序目視檢驗。氫氣損失將由示於圖G.7的質量損失測量來確認。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，排放試驗應滿足G.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過G7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

##### **G.7.3.1.4.2 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元11.6kPa低外部壓力試驗**

本試驗要求對所有的8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電系統和8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電單元都要做試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖G.7執行試驗。

- (2) 試驗樣品應存放於試驗室溫度、11.6kPa絕對壓力的低外部壓力下1小時，洩漏應依圖G.7敘述的程序為基礎進行測量。
- (3) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照G.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失，8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，參見圖G.7。若出現燃料匣，則自微型燃料電池發電系統/發電單元移開。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依規定在G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑測試。氫氣損失應以示於圖G.7的質量損失測量來確認。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，排放試驗應滿足G.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過G7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

#### G.7.3.2 振動試驗

對涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、組發電及燃料匣，以G.7.3.2取代7.3.2。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個使用於G.7.3.1依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或用於G.7.3.1之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬正常運輸振動的效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 燃料匣依照圖G.2和微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖G.4執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應穩固地栓牢在振動機臺上，不使樣品變形，以此方式傳送振動。
  - (3) 振動應為正弦波，對數掃描在15分鐘內，介於7Hz和200Hz之間並從側向回到7Hz。
  - (4) 試驗樣品每3個互相垂直安置在試驗樣品座上，應重複12個循環，總計3小時。
  - (5) 對數掃描頻率如下：自7Hz峰值加速度1gn開始並維持至達到18Hz，然後振幅維持0.8mm(總供飄移1.6mm)，頻率增加直到峰值加速度為8gn出現(約50Hz)。峰值加速度為8gn之後維持，直到頻率增加直至200Hz。
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照G.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電

解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視地使用pH指示劑確認。燃料匣和內部儲槽之氫氣洩漏應滿足燃料匣在G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏(不可有氣泡形成)的要求，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，排放試驗應滿足G.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過G7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

### G.7.3.3 溫度循環試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.3取代7.3.3。

- (a) 試驗樣品：一個使用於G.7.3.2的燃料匣、一個用過的燃料匣使用於G.7.3.2、一個使用於G.7.3.2依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或用於G.7.3.2之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬低溫和高溫暴露效應和極致溫度變化效應。
- (c) 試驗程序：
- (1) 對於燃料匣依照圖G.3且微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖G.4執行這些試驗。
  - (2) 對於燃料匣，應測試兩個燃料匣方向：閥門朝上和閥門朝下；對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元僅一個方向需要測試。
  - (3) 使用的溫度輪廓參見圖G.8。
  - (4) 試驗樣品置於溫度控制試驗箱中，從試驗室溫度開始，在1小時±5分鐘時間內升溫至 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，並維持 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 至少4小時。
  - (5) 在1小時±5分鐘時間內，降低試驗箱的溫度至 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘於 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。然後，在2小時±5分鐘時間內降低試驗箱的溫度至 $-40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持在 $-40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 至少4小時。
  - (6) 在1小時±5分鐘時間內，升高試驗箱的溫度至 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時±5分鐘於 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
  - (7) 做2次上述的程序。
  - (8) 維持1小時於 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 之後，洩漏和燃料蒸氣損失應以圖G.3關於燃料匣和圖G.4關於微型燃料電池發電系統或發電單元敘述的程序為測量基礎。
  - (9) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照G.7.3.12執行。



(10) 對於內部儲槽，依照G.7.2.1執行氫氣洩漏測量測試，若適用。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於燃料匣和內部儲槽依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，排放應滿足G.7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電系統/發電單元不操作卻排放，不超過G.7.3.12的限制，為此排放試驗可接受的結果。

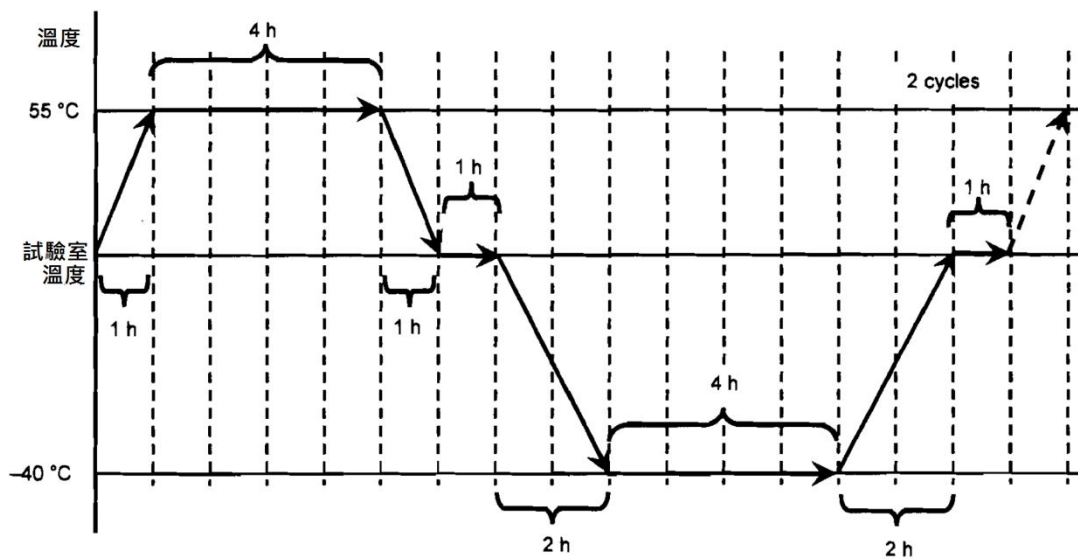


圖 G.8—溫度循環—取代圖 8

#### G.7.3.4 高溫暴露試驗

涵蓋於本附錄E之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.4取代7.3.4。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或一個用過的燃料匣、
- (b) 目的：模擬燃料匣遺留在高溫環境下的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 應測試兩個方向：閥門朝上和閥門朝下。
  - (2) 試驗樣品置放於溫度為 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的溫度控制箱中且容許控制箱的溫度與箱中的樣品回復至 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 並維持溫度至少4小時。
  - (3) 移出試驗樣品於試驗室溫度，使用敘述於E.7.2.2的液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。檢查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用敘述於E.7.2.1的目視檢驗和pH指示劑試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質

或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於G.7.2.2之燃料匣和內部儲槽氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。

#### G.7.3.5 墜落試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.5取代7.3.5。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個用過的燃料匣、一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b)目的：模擬不注意的墜落效應並確保不可洩漏。
- (c)試驗程序：
- (1) 試驗樣品應從預定的高度墜落在由至少13mm厚度的硬木並固定於兩層每層18mm至20mm的合板上構成的水平表面，所有的都被支撐在水泥或相當的不可有彈性地板上。
  - (2) 墜落的高度應為：
    - (i) 1200mm±10mm：對微型燃料電池發電單元及/或微型燃料電池發電系統
    - (ii) 1500mm±10mm：若燃料匣的固體燃料超過200克或液體燃料超過200毫升。
    - (iii) 1800mm±10mm：若燃料匣的固體燃料達到200克或液體燃料達到200毫升
  - (3) 對於燃料匣的試驗，墜落試驗應以同一樣品之四個方向進行。
  - (4) 對微型燃料電池發電單元及/或微型燃料電池發電系統，一個對微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元可以使用於四個墜落方向或一個以上的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於隨後的墜落，由製造商自行斟酌。
  - (5) 所有的試驗，墜落方向應為：
    - (i) 閥門朝上
    - (ii) 閥門朝下
    - (iii) 兩個其他完全垂直的方向
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗，依照G.7.3.12執行。
  - (7) 對於內部儲槽，依照G.7.2.1執行氫氣洩漏測量測試，若適用。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣損失，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指

示劑確認。關於燃料匣和內部儲槽之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。排放應滿足G.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作但排放未超過G.7.3.12的限制，則排放試驗為可接受的。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元持續操作，由FMEA規定的保護電路為安全系統的一部分，應能持續完全地作用，應不可有危險性零件的暴露。

#### G.7.3.6 壓縮負載試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.6取代7.3.6。

##### G.7.3.6.1 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統和未經使用燃料匣。
- (b) 目的：模擬微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元試驗樣品應置於約254mm (10英吋)長、101.6mm(4英吋)寬及12.7mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加 $245\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於 $12.7\text{mm}/\text{min}$ ( $0.5\text{inch}/\text{min}$ )增加。
  - (3) 壓縮力量 $245\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 試驗應以三個完全垂直方向進行做為規則，若樣品本身不可有法直立，則不需試驗該方向。
  - (5) 接著壓縮負載試驗之後，依照G.7.3.12執行排放試驗。
  - (6) 對於內部儲槽，依照G.7.2.1執行氫氣洩漏測量測試，若適用。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於燃料匣和內部儲槽之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照

相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。排放應滿足G.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作但排放未超過G.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。

#### G.7.3.6.2 燃料匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 燃料匣樣品應置於約254mm (10英吋)長、101.6mm(4英吋)寬及12.7mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加981N±9.8N壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於12.7mm/min(0.5inch/min)增加。
  - (3) 壓縮力量981N±9.8N應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 燃料匣方向的選擇應以有可能穩定靜止的位置做為根據(例如，對於靜止的表面，那些方向的重心最低)。稜柱形的燃料匣僅試驗一個表面是可接受的，其完全地立方和彎曲表面的柱狀燃料匣之長軸長度大於2倍的直徑。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於燃料匣於GE.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

#### G.7.3.7 外部短路試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.7取代7.3.7。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b)目的：模擬外部短路的效應。
- (c)試驗程序：
  - (1) 外部短路試驗應分別對開機和關機[DEVICE OFF]的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元測試。
  - (2) 每個樣品的短路應以具最大0.1Ω電阻負載的電線連接微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元的正負極端點至少5分鐘。

(3) 外部短路試驗之後，依照圖G.7.3.12執行排放試驗。

(4) 對於內部儲槽，依照G.7.2.1執行氫氣洩漏測量測試，若適用。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於燃料匣和內部儲槽之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。

外部表面於外部短路試驗期間和之後不可超過示於表2的溫度。

排放應滿足G.7.3.12的合格準則，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作但排放未超過G.7.3.12的限制，則排放試驗是可接受的。

備考：外部短路試驗可使用同一樣品，連續對表面、組件和廢氣溫度試驗。

#### G.7.3.9 長期貯存試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.9取代7.3.9。

(a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣。

(b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。

(c) 試驗程序：

(1) 燃料匣依照圖G.9執行這些試驗。

(2) 記錄起始質量 $M_0$ 和時間 $t_0$ ，並將樣品置於 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相對濕度至少為60%的試驗箱中。

(3) 溫度試驗箱應配備排風和能夠正確測量氫濃度的測量儀器，試驗箱的結構類似圖G.10。

(4) 排風流速和試驗箱中有興趣的氫濃度，應連續監測並記錄，參見表G.7。於試驗期間，任一時刻試驗箱中的氫濃度不可超過25%LFL。

(5) 樣品應保持在 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相對濕度至少為60%的試驗箱中持續28天。

(6) 28天結束後，自試驗箱中移出燃料匣並記錄燃料匣自試驗箱移出的時間 $t_1$ ，容許燃料匣在室溫下穩定並記錄最終的質量 $M_1$ 。氫氣損失的計算如下且不超過 $0.0032\text{g/h}$ 。

$$\frac{M_0 - M_1}{t_1 - t_0} < 0.0032\text{g/h}$$

(7) 執行燃料匣之燃料、燃料副產物、電解質和液體燃料洩漏試驗，使用目視檢驗和pH指示劑及依照G.7.2.1之浸水試驗，參見圖G.9。

(8) 連接燃料匣與微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統，檢

查燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視檢驗和pH指示劑及敘述於G.7.2. 1的浸水試驗，參見圖G. 9。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑確認。關於燃料匣之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。在試驗箱中的氫濃度，於試驗期間的任何時候都不可超過25%LFL。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。

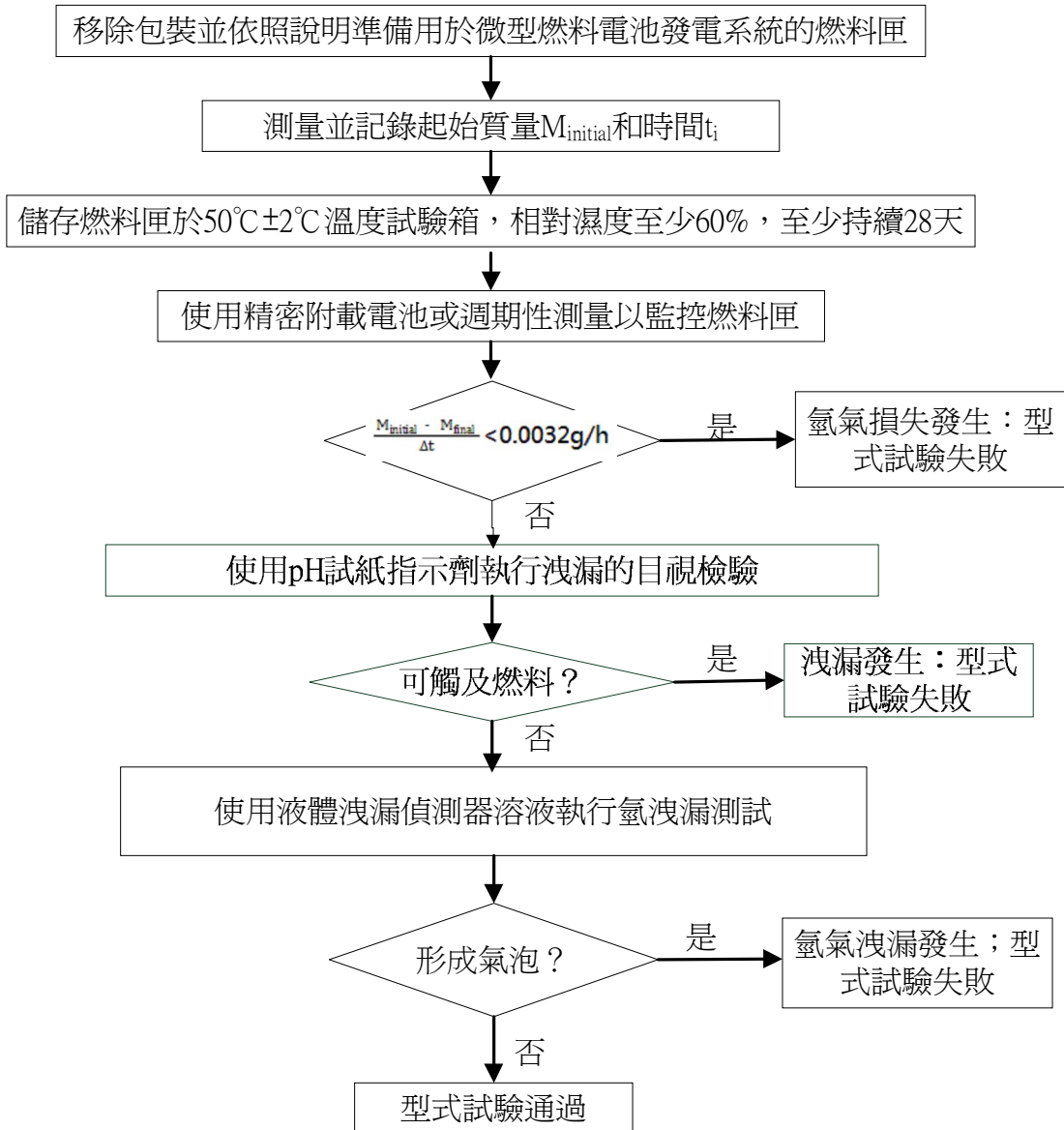


圖 G.9—燃料匣長期貯存試驗的氫氣洩漏和質量損失流程圖—取代圖 9

### G.7.3.10 高溫連接試驗

涵蓋於本附錄 G 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以 G.7.3.10 取代 7.3.10。

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或用過的燃料匣與一個微型燃料電池發電單元或適當的試驗夾具與一個微型燃料電池發電單元閥門。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元外型之代表性結構。
- (b) 目的：模擬在升高溫度時連接和不連接燃料匣至微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門的影響並確保不可有洩漏、不可有著火、不可有爆炸。
- (c) 試驗程序：
- (1) 置放燃料匣試驗樣品於 50°C ± 2°C 溫度控制試驗箱中並持續至少 4 小

時。

- (2) 微型燃料電池發電單元或試驗夾具與微型燃料電池發電單元閥門保持在試驗室溫度。
  - (3) 從試驗箱移出試驗樣品，且從試驗箱移出後5分鐘之內，連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門。
  - (4) 檢查連接處的洩漏。
  - (5) 分離燃料匣並檢查洩漏。
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗，依照G.7.3.12執行排放測試。
  - (7) 對於內部儲槽，依照G.7.2.1執行氫氣洩漏測量測試，若適用。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏。若使用正常的施力而燃料匣不可有法連接且不可有洩漏、不可有著火和不可有爆炸發生，這是可接受的。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應以目視使用pH指示劑和規定於G.7.2.1洩漏測量和試驗程序之進水試驗確認。關於燃料匣和內部儲槽之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。

#### G.7.3.11 連接循環試驗

涵蓋於本附錄G之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，以G.7.3.11取代7.3.11。

##### G.7.3.11.1 燃料匣

###### G.7.3.11.1.1 內匣、外匣或附加匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用或用過的的插入匣、外部匣或附加匣和依照製造商給的說明書提供燃料於微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單



元閥門，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查連接處的洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏在連接處的檢查，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現。

- (2) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
- (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
- (4) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足規定於G.7.2.2洩漏試驗和測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏檢查，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。
- (5) 總計3個連接和分離，重複兩次以上。
- (6) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏的檢查，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
- (7) 對於總計7的連接和分離，燃料匣的連接分離至少4次。
- (8) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏的檢查，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
- (9) 對於總計10的連接和分離，燃料匣的連接分離至少3次。
- (10) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃

料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏的檢查，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。

- (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
- (12) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬。
- (13) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏在連接處的檢查，使用目視檢驗pH指示劑。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，不可有不容許的氫氣損失或排放。燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。關於燃料匣之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視和pH指示劑測試。氫氣損失應滿足G.7.2.3的要求。對於操作和不可有操作系統的排放，應滿足G.7.3.12的合格準則。

#### E.7.3.11.1.2 附屬匣

- (a) 試驗樣品：未使用或用過的附屬匣和依照製造商給的說明書提供燃料於微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書提供燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查連接處的洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏

- 測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。啟動或模擬燃料流動。
- (2) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於E.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。
  - (3) 總計3個連接和分離，重複兩次以上。
  - (4) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
  - (5) 對於總計7的連接和分離，燃料匣的連接分離至少4次。
  - (6) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現的標準。
  - (7) 對於總計10的連接和分離，燃料匣的連接分離至少3次。
  - (8) 依照E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡型)溶液檢查氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足E.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分

的洩漏應滿足G.7.2.1洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現的標準。

- (9) 對於總計10的連接和分離，燃料匣的連接分離至少3次。
- (10) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的氫氣洩漏。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏在分離處，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。
- (11) 對於總計55個循環，重複步驟1至10，每11個循環為一組，等候1小時。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，不可有不容許的氫氣損失或排放。燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。關於燃料匣之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用目視和pH指示劑測試。氫氣損失應滿足G.7.2.3的要求。對於操作和不可有操作系統的排放，應滿足G.7.3.12的合格準則。

### G.7.3.11.3 微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：至少2個未使用的燃料匣和另外98個燃料匣或適合的試驗夾具跟微型燃料電池發電單元閥門及依照製造商給的說明書提供燃料之微型燃料電池發電單元。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響並確保啟動使用和之後微型燃料電池發電單元連接處適度的老化，兩者不可洩漏。  
 檢驗第一個燃料匣(#1)和最後的燃料匣(#100)，其他980個循環僅老化微型燃料電池發電單元。  
 雖然微型燃料電池發電單元使用附屬匣，其應依照以下模擬附屬匣和微型燃料電池發電單元之間燃料流動的程序試驗。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接首個燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測

- 器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於E.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現的標準。
- (2) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (4) 分離首個燃料匣並依照E.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。
  - (5) 總計3個連接和分離，重複兩次以上。
  - (6) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
  - (7) 對於總計7的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少4次。
  - (8) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
  - (9) 對於總計10的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少3次。
  - (10) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢

查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。

- (11) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現的標準。
- (12) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
- (13) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
- (14) 分離首個燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏被發現的標準。
- (15) 為老化微型燃料電池發電單元燃料匣連接處，執行以下步驟：
  - (i) 使用其他燃料匣或適當的夾具和燃料匣閥門，循環微型燃料電池發電單元燃料匣連接處共980次連接和分離。
  - (ii) 每組50次連接和分離之後，模擬燃料流動。
  - (iii) 不需要倒置微型燃料電池發電單元或燃料匣，但是，若洩漏被發現，則試驗失敗。
  - (iv) 接著本老化試驗，試驗最後未使用的燃料匣。
- (16) 連接最後未使用的燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、

- 電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現。
- (17) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (18) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (19) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。
  - (20) 對於總計3的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少2次。
  - (21) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
  - (22) 對於總計7的連接和分離，最終的燃料匣的連接分離至少4次。
  - (23) 依照G.7.2.2節氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣、燃料管理系統和內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。
  - (24) 對於總計10的連接和分離，最終的燃料匣的連接分離至少3次。
  - (25) 依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽之氫氣洩漏，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料

成分的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1不可有洩漏被發現的標準。

- (26) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元，依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在連接處的洩漏，使用規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏應滿足G.7.2.1洩漏試驗和測量程序，不可有洩漏被發現。
- (27) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
- (28) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
- (29) 分離燃料匣並依照G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，使用液體洩漏偵測器(發泡)溶液檢查分離處的燃料匣和燃料管理系統的內部儲槽，若適用。氫氣洩漏應滿足G.7.2.2氫氣洩漏測量程序之不可有氫氣洩漏被發現的標準。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分在分離處的洩漏，使用規定於G.7.2.1節的洩漏試驗和測量程序，以目視檢驗和pH指示劑檢查。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，應滿足規定於G.7.2.1洩漏試驗和測量程序之不可有洩漏的標準。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸，不可有氫氣洩漏，不可有8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏、不可有氫氣損失或排放。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查。關於燃料匣和內部儲槽之G.7.2.2氫氣洩漏測量程序，氫氣洩漏應滿足不可有氫氣洩漏的要求(不可有氣泡形成)，若適用。8類(腐蝕性)硼化氫燃料、燃料副產物、電解質或液體燃料成分的洩漏，依規定於G.7.2.1的洩漏試驗和測量程序，以目視使用pH指示劑測試。氫氣損失應滿足G.7.2.3的要求。系通的操作和不可有操作應滿足G.7.2.3的排放的合格準則。

### G.7.3.12 排放試驗

關於8類(腐蝕性)硼化氫微型燃料電池發電系統或發電單元依照附錄G試驗，本G.7.3.12取代7.3.12，包括表G.7取代7.3.12的表7，圖G.10取代圖10但與圖10完全相同。氫排放為個別地評估，氫排放的試驗程序詳述於圖G.12，



其作為依照附錄 G 做試驗時的附圖。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範填充燃料之微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元與用過的燃料匣。
- (b) 目的：在正常操作條件下，間接硼化氫微型燃料電池發電系統可能有排放，排放可能為水或氫的組合，兩者皆為已知的不可有無毒性。間接硼化氫微型燃料電池發電系統不會正常釋出 CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物。然而，有一種微乎其微的可能性，間接硼化氫微型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，在不正常的環境下會釋放出 CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物。因為這些可能性的存在，對於型燃料電池發電系統使用的燃料或液體燃料成分含有的有機添加物，釋放出 CO、CO<sub>2</sub>、甲醛、或其他揮發性有機化合物的限制加入本附錄且列於表 G.7。

微型燃料電池發電系統排放水蒸氣且在一定條件下水蒸氣會凝結。若凝結時的 pH 介於 3.5pH 至 10.5pH 之間，凝結不被認為是排放或洩漏。

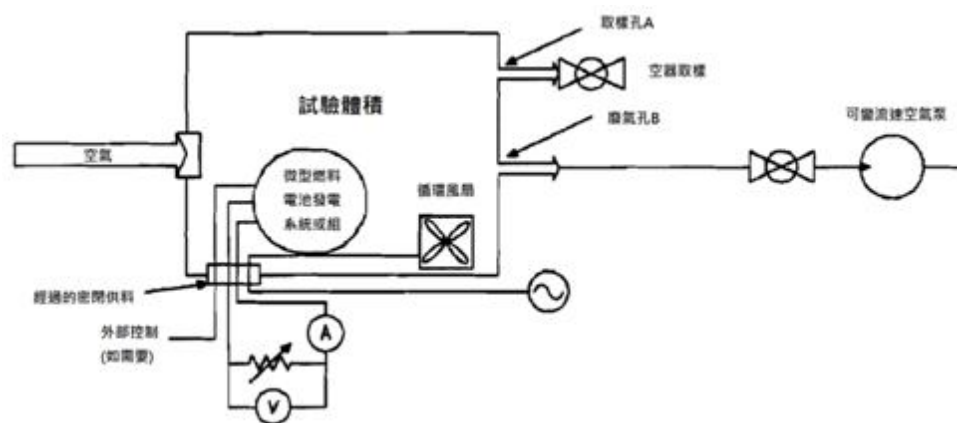


圖 G.10—操作排放速率試驗的裝置—取代圖 10

- (c) 試驗裝置：操作排放速率試驗的裝置範例如圖 G.10 所示，依照本附錄 G 試驗的所有微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之排放速率試驗結構示於圖 G.10。依照本附錄 G 試驗的所有型式之微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元都需要依照 G.7.3.12 d)1) 做排放速率試驗。

分析氫排放應使用質譜儀、氣相層析儀或其他經校正的適合儀器，以測量氫濃度並收集於圖 G.10 的取樣孔 A。然而，容許使用的其他儀器，提供的性能要相當於上述的儀器。

關於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元規劃用於緊密接近於消費者口部或鼻子(如微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於手機電源、手持遊戲機等)，增加依照 G.7.3.12 d)3) 和 G.7.3.12 d)4) 要求的試驗，確認鄰近使用者口部或鼻子之濃度保持在適當的限制之內。排放濃度試驗應在大的開放室內進行，使用不同的排放濃度試驗裝置，操作排放濃度試驗裝置的範例如圖 G.11 所示。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表

消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。

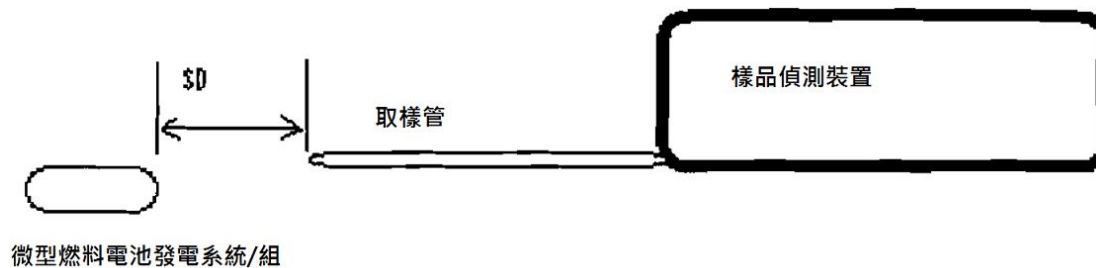


圖 E.11 操作排放濃度試驗裝置—取代圖 11

排放氣體可能為有毒性的有機物質組成，如CO<sub>2</sub>、CO和甲醛，其為微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元潛在性的排放氣體。

以配備燃燒離子化偵測器的氣相色層分析儀(GC/FID)或質譜儀(GC/MS)分析這些有機物，應使用固定於試驗箱之取樣孔A的吸附管吸收排放的氣體或經過圖G.10之取樣孔A直接進入分析儀。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器。

經校正的零至1%質量濃度氫範圍的氫偵測器，可用於測量氫濃度。

CO和CO<sub>2</sub>氣體濃度，可藉非色散紅外線吸收分析儀測量，這些分析儀器應符合ISO 16000-3、ISO 16000-6和ISO 16017-1。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器，使用上述的標準。

(d) 試驗程序：

氫排放試驗為個別評估，氫排放試驗的程序詳述於圖G.12，其作為依照附錄G做試驗時的附圖。

排放速率取樣試驗應執行微型燃料電池發電系統或發電單元在開機

[DEVICE -ON]和微型燃料電池發電系統或發電單元在關機兩項，如下：

- (1) 對於所有的微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元—包含規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子和不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子兩者，以下的排放速率取樣試驗應該執行在微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE -ON]時，如下：
  - (i) 在圖G.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元填滿燃料且電源開關在開機開機的位置。
  - (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。

- (iii) 來自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖G.10所示。
- (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (v) 由如圖G.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (vi) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表G.7。
- (vii) 由每項組成之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量，計算有興趣化合物被排放的排放速率。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的樣品流速或測量至試驗箱之入口流速。詳見如下：

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$

其中

ER 排放速率，g/h

F<sub>p</sub> 可變流量空氣泵之流速，l/h

F<sub>s</sub> 取樣速率，l/h

C 濃度，l/h

- (viii) 最大測得開機[DEVICE -ON]的排放速率和表G.7相比較，若排放速率不低於表G.7限制的排放速率，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見G.7.3.12 e)1)i)和G.7.3.12e)2)i)。
  - (ix) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。
- (2) 對於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子，以下的排放濃度取樣試驗應該執行在微型燃料電池發電系統或發電單元在開機[DEVICE -ON]時，如下：
- (i) 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應在大的開放室做排放速率試驗，本試驗的用意在於近似並測量在靜止空氣中接近人之口或鼻的預期排放濃度，模型或模擬

可用於改善試驗的正確性。試驗前應取樣室內的空氣，以確保正確性並避免不符合結果的錯誤。小心以確保室內或取樣系統的材料不會對排放貢獻(意即汙染)於試驗。試驗前，建議檢查系統，確認微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不受汙染，以避免不符合結果的錯誤。室內空氣的變化應保持最低相當於正常住家或商業設計(例如，每小時空氣變化小於1)。注意取樣區不要受到外來氣流的擾動。

- (ii) 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在大的開放室內以額定功率操作，而排放濃度的取樣使用示於圖G.11之操作的排放濃度試驗裝置。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元填滿燃料且電源開關在開機開機的位置。
- (iii) 室內的空氣變化，應保持最少相對於正常住宅或商業之設計(例如，每小時空氣改變少於1)。注意，不能以外來氣流擾動取樣區域。
- (iv) 從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之氣體排放濃度的取樣，應使用示於圖G.11之操作的排放濃度試驗裝置。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。
- (v) 對於緊密接近排放濃度測量的取樣速率，應每分鐘5公升，其代表成人的呼吸速率。
- (vi) 容許樣品流速穩定。
- (vii) 取樣並記錄微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體排放，其發生於消費者呼吸區的代表性距離。
- (viii) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表G.7。
- (ix) 最大測得的排放濃度和表G.7相比較，若排放濃度不低於表G.7限制的排放濃度，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元為試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見G.7.3.12 e)2)ii)合格準則。
- (x) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元作及供電設備的正常操(換言之，單依燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

- (3) 依照表G.7之完整的排放測量，兩種開機開機和關機[DEVICE OFF]，開機開機的氫排放評估如下：
- (i) 在圖G.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元填滿燃料且電源開關在開機[DEVICE-ON]的位置。
  - (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
  - (iii) 來自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體氫排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖G.10所示。
  - (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
  - (v) 由如圖G.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
  - (vi) 記錄氫的濃度
  - (vii) 計算被釋出氫的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：
 
$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$
 其中  
 ER 排放速率，g/h  
 F<sub>p</sub> 可變流量空氣泵之流速，l/h  
 F<sub>s</sub> 取樣速率，l/h  
 C 濃度，g/l
  - (viii) 最大測得開機[DEVICE -ON]的排放速率和表E.7相比較。  
備考：此為穩定濃度測量。
  - (ix) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料

匣的持續時間應連續測量。

- (4) 根據完成的開機[DEVICE-ON]氫排放測量、關機氫排放測量，評估如下：
- (i) 在圖G.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元於額定功率10分鐘或直到10%燃料匣的燃料容量被耗用掉，不可有論何項較低。
  - (ii) 在圖G.10所示之小試驗箱內，切換微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元為關機模式，並測量微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在關機時的排放速率。
  - (iii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
  - (iv) 來自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖G.10所示。
  - (v) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
  - (vi) 由如圖G.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。
  - (vii) 記錄氫的濃度
  - (viii) 計算被釋出氫的排放速率，由氫之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的取樣流速。詳見如下：
 
$$ER = ( F_p + F_s ) \times C$$
 ，或  
 其中  
 ER 排放速率，g/h  
 F<sub>p</sub> 可變流量空氣泵之流速，l/h  
 F<sub>s</sub> 取樣速率，l/h  
 C 濃度，g/l
  - (ix) 最大測得關機[DEVICE -OFF]的排放速率和表G.7相比較。
  - (x) 備考：此為穩定濃度測量。
  - (xi) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元及供電設備的正常操作(換言之，單一燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時

測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

- (5) 評估氫排放速率如下：
- (i) 關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量低於0.0032g/h且低於開機[DEVICE-ON]的容許值0.016g/h，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元通過試驗且不可有做其他試驗的需要。
  - (ii) 關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量不低於0.0032g/h且不低於開機[DEVICE-ON]的總容許值0.8g/h，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元試驗失敗且不可有做其他試驗的需要。
  - (iii) 若關機[DEVICE -OFF]的氫排放速率測量低於0.0032g/h且低於開機[DEVICE-ON]的總容許值0.08g/h，但不低於0.016g/h，接著以E.7.3.13氫點源氣體損失偵測試驗確認不可有單獨氫源超過0.016g/h。
- (e) 合格準則：
- (1) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子：
    - (i) 關於表G.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照G.7.3.12 d)1) [DEVICE-ON]和G.7.3.12d)2) [DEVICE -OFF]分別試驗時，應低於表G.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
  - (2) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子：
    - (i) 關於表G.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照G.7.3.12 d)1) [DEVICE-ON]和G.7.3.12d)2) [DEVICE -OFF]分別試驗時，應低於表G.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
- (f) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子，除了滿足上述的排放數速率限制之外，對於表G.7中每一有興趣成份之最大排放速率，依照G.7.3.12 d)3) [DEVICE-ON]和G.7.3.12 d)4) [DEVICE -OFF]分別試驗，應低於表G.7中的排放濃度限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。
- (1) 氫排放為個別評估，氫排放試驗程序詳述於圖G.12，其作為依照附錄G試驗時的附圖。依照表G.7之 [DEVICE-ON]和[DEVICE

-OFF]兩項完成氫排放測量，氫排放的評估如下：

(i) 不可有操作系統的合格準則：氫排放速率於[DEVICE -OFF]應低於0.0032g/h。

(g) 操作系統的合格準則：若總氫排放速率於[DEVICE-ON]低於0.016g/h，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元通過排放試驗且不可有做其他試驗的要求。若總氫排放速率於[DEVICE-ON]不低於0.8g/h，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元試驗失敗且不可有做其他試驗的要求。若氫排放速率於[DEVICE-ON]低於0.8g/h，但高於0.016g/h，必須依照G.7.3.13執行氫點源氣體損失偵測試驗，可接受的結果為任一單點洩漏不可以超過0.016g/h氫氣洩漏。

備考1：容許的易燃性氫排放水準不支持固定燃燒為3ml/min (2001年 DOE計畫回顧事項；NREL/CP-570-30535；M.R. Swain和M.N. Swain，法規和標準，2001年，美國)。不可有易燃性氫排放限制依據的標準，氫排放不能聚集超過參考體積25%LFL。

備考2：氫被定義為簡單的窒息性氣體，但此風險是存在的；氧的水準必須在正常大氣壓下低於18%。氫相關的易燃性風險發生於氫在空氣中的濃度大於4%，而窒息性風險發生於氫在空氣中的濃度大於12%，所以，用易燃性的限制定義氫排放的限制。

備考3：二氧化碳、一氧化碳和重組的甲醇蒸氣排放水準的限制，依據為毒性和腐蝕性(僅重組的甲醇)對人的影響，氫排放水準的限制依據為受限的空間中生成易燃性氣體的風險和潛在固定的氫燃燒風險。

表 G.7 排放限制—替代表 7

排放	[DEVICE -ON] 濃度限制 <sup>a</sup>	[DEVICE -ON] 排放速率限制 於 10M <sup>3</sup> ACH 容積 <sup>b</sup>
水	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制	pH 介於 3.5 和 10.5 之間不限制
氫	0.8 g/m <sup>3</sup>	0.8 g/h(總) 0.016 g/h(自單點洩漏)
甲醛	0.000 1 g/m <sup>3</sup> <sup>b</sup>	0.000 6 g/h
CO	0.029 g/ m <sup>3</sup>	0.290 g/h
CO <sub>2</sub>	9 g/m <sup>3</sup>	60 g/h <sup>c</sup>
揮發性有機物	0.000 1 g/m <sup>3</sup>	0.000 6 g/h

表 G.7 取代表 7。

(a)對於 CO 和 CO<sub>2</sub> 的濃度限制，在表中為 mg/ m<sup>3</sup>，相當於 TWA 和 STEL 的暴露值。

(b) [DEVICE-ON]排放速率限制的根據為 10m<sup>3</sup> ACH，擇定參考體積和空氣每小時的變化(ACH)之積，因為其包含微型燃料電池發電系統將被使用之合理地可預見環境。小車的內部空間和每個人在商業飛機中最小體積為 1m<sup>3</sup>，最小的 ACH 在飛機旅客為 10 且在車中設定的最低排風為 10ACH。家庭和辦公室有的 ACH 水準為 0.5，但每個人的體積超過 20 m<sup>3</sup>，所以，結果為 10 是保守。

(c)坐著的成人 CO<sub>2</sub> 排放速率為 30 g/h，燃料電池加上成人排放速率的限制，使得 CO<sub>2</sub> 不會達到 WHO 之 8 小時的限制 9 g/m<sup>3</sup>。在環境為 10m<sup>3</sup> ACH，由燃料電池的貢獻為 60 g/h。

(d) WHO 指南的限制為 0.000 1 m<sup>3</sup>，背景值為 0.000 03 m<sup>3</sup>，限制不能推背景值高



於指南的限制。

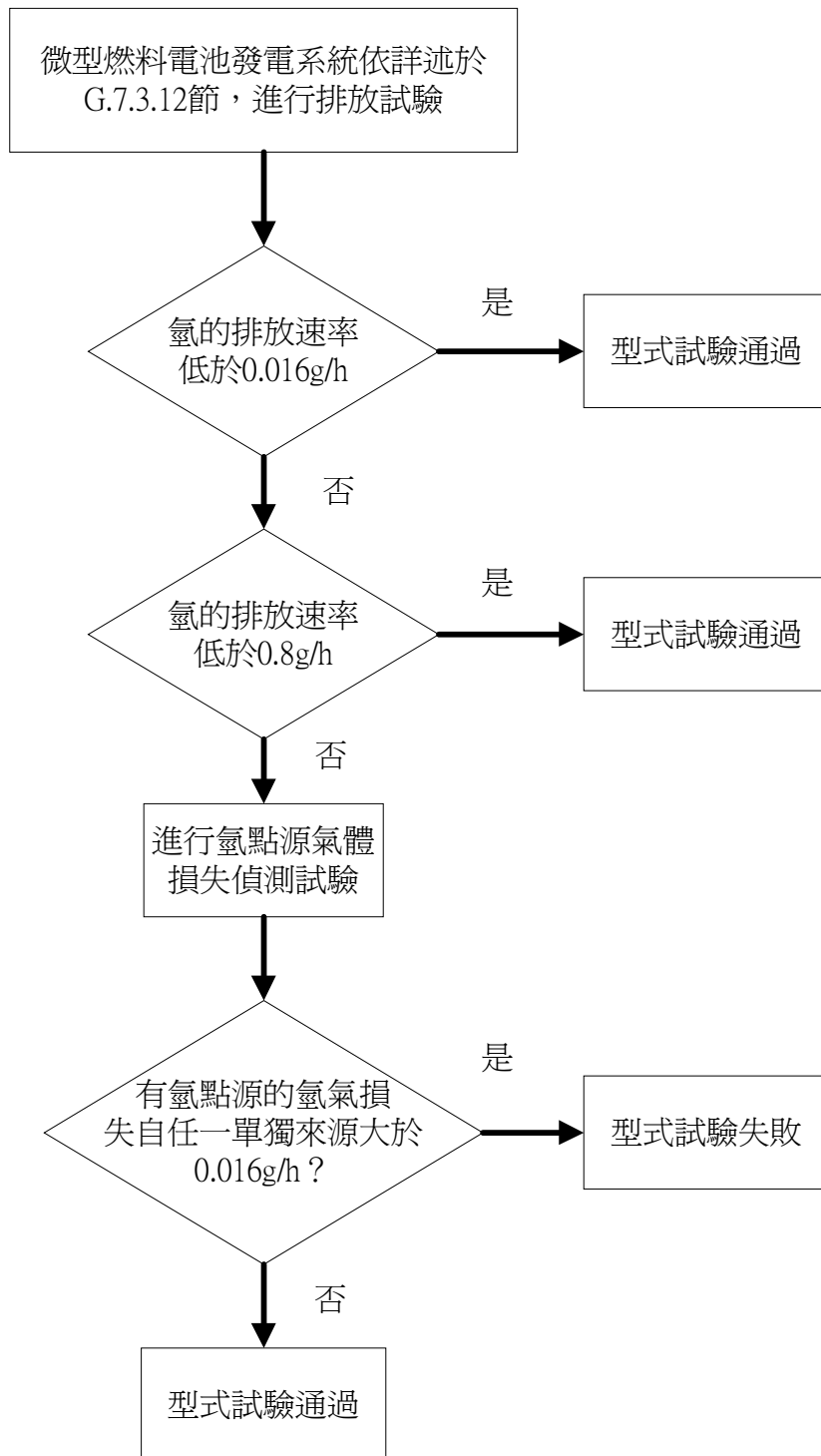


圖 G.12—微型燃料電池操作時的氫排放試驗程序

**G.7.3.13 氫點源氣體損失偵測試驗**

氫排放試驗的程序詳述於圖G.12，其作為依照附錄G試驗時增加的附圖。若 G.7.3.12 e)3)iii)要求呈現 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料電池發電系統和 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料電池發電單元需符合表 G.7，應使用本節。若總氫排放速率來自操作的 8 類(腐蝕性)硼化氫燃料電池發電系統或發電單元在 DEVICE-ON 時低於 0.8g/h，但高於 0.016 g/h，本節被要求執行，以滿足 G.7.3.12 e)3)ii)的合格準則。本節為第 7 章增加的要求。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範填充燃料之微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統和未用過的燃料匣。

- (b) 目的：於操作條件下(欲操作的條件)的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，其充填 8 類(腐蝕性)硼化氫為燃料，氫的排放應維持低於表 G.7 的規定值。應執行氫點源氣體損失偵測試驗，以確認不可單獨源來自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，在所有情況下會支應燃燒，此符合性不可有法由氫排放試驗明確的確認。維持這些限制以確保除了不允許易燃物的濃度聚集在參考容積內，不可來自試樣之氫的氣體損失支持燃燒，並確保操作環境下供應足夠的氧維持。
- (c) 試驗設備：微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫偵測器可以為質譜儀、手持式氫偵測器或其他對於從點源測量少量氫的儀器至少正確如上述之適合儀器，如果不是更多的話。氫偵測器應調整至 25%LFL 氫的偵測等級，上述氫偵測器的反應時間一般都慢，通常反應時間約需數秒，所以高掃掠速度可能引起氫濃度低估，重要的是掃掠速度應低至足以正確地測量氫濃度。
- (d) 試驗程序：
- (1) 在整個氫點源氣體損失偵測試驗持續時間內，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應保持在開機(DEVICE- ON)。
  - (2) 試驗實施的空間不可大量的空氣移除，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之上 10 公分測得風速不可超過 0.02m/s，氫擴散測量的局部濃度在本試驗中是易受風影響的，希望在試驗空間中任一點的風速儘可能接近零。試驗在一個密閉的空間如手套箱或相當的空間，為達到要求的可用方法。
  - (3) 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的表面應以點源氫偵測器系統地掃過，氫偵測器可以為質譜儀、手持式氫偵測器或其他對於從點源測量少量氫的儀器至少正確如上述之適合儀器，如果不是更多的話。氫偵測器應調整至 25%LFL 氫的偵測等級。
  - (4) 氫偵測器的感測器應掃過微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元表面 3mm 之距離之內微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的垂直表面，連續線性的掃掠，不能離開微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元表面 8mm，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元整個表面以此模式掃掠。
  - (5) 完成此掃掠的有效方法，應裝上感測器支架，以確保微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在全部的時間於 3mm 的空間，用筆或其他標記器物裝在支架上，能夠確認掃掠面積並確保掃掠距離之間不超過 8mm。
  - (6) 感測器應總是直接面朝下，且微型燃料電池發電系統或微型燃料

電池發電單元在其下移動，使得表面直接在感測器之下一直維持水平。

- (7) 若不可有任一點發現其氫濃度為 25%LFL 或更大，則本試驗完成且微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元可被認為通過試驗。
  - (8) 當有些點掃過後顯示大範圍的 25%LFL 或大於起始線性掃掠，記錄測得的濃度值，將協助確認開始點的第二次螺旋掃描，點源被假定其局部最大值存在於分佈測得的濃度值中。
  - (9) 若有任一點偵測的氫濃度為 25%LFL 或大於，第二次試驗應執行確認排放自任一獨立源不會超過 0.016%的純氫。
  - (10) 第二次試驗執行時感測器的高度調整至微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之上 6.5mm。
  - (11) 接著做的螺旋掃描，於起始線性掃描期間偵測到發生 25%LFL 或大於之點為起點。螺旋掃描於掃描之間應有 1mm 空間且螺旋的距離至少為半徑 4mm 的距離，並遠的足以偵測最大程度之特別地氫源。
  - (12) 若於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之上 6.5mm 螺旋掃描，偵測最大氫濃度為 25%LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之試驗失敗。若螺旋掃描未測得氫濃度為 25%LFL 或大於，微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元可被認為通過試驗。
- (e) 合格準則：如螺旋掃描試驗結果顯示，不可有氫氣體損失自任一獨立源大於 0.016g/h，未顯示首次試驗期間之氫為 25%LFL 或大於，或未顯示微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之上 6.5mm 二次試驗期間之氫為 25% LFL。若螺旋掃描於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之上 6.5mm，測得氫濃度為 25%LFL 或大於，此微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之試驗失敗，參見表 G.7。

## 附錄 H

## (規範)

## 丁烷固態樣化物微型燃料電池發電系統

## H.1 目地

## H.1.2 涵蓋的燃料和技術

附錄 H 包含使用丁烷和丁烷/丙烷混合物為燃料之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣，組成質量中至少 75% 為丁烷。

圖 H.1 取代圖 1，除適用於本附錄之丁烷固態樣化物微型燃料電池發電系統區塊圖。

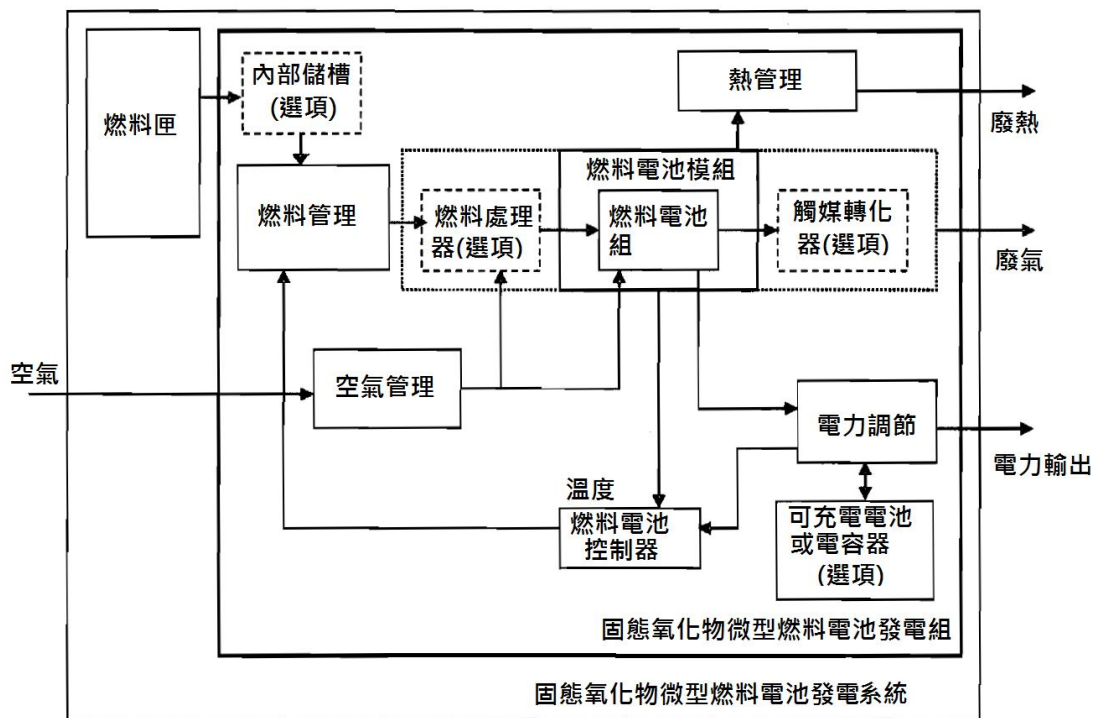


圖 H.1 丁烷固態樣化物微型燃料電池發電系統區塊圖—取代圖 1

## H.3 用詞和定義

本附錄 H 中，以下的用語和定義取代那些第 3 章中關於微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之相對的用語和定義，所有用語和條件在第 3 章中未在這特別提到也適用。

## H.3.5 燃料(fuel)

丁烷和丁烷/丙烷為混合物組成質量中至少 75% 為丁烷。

## H.3.7 危險性液體燃料(hazardous liquid fuel)

不適用於本附錄 H。

## H.3.11 洩漏(leakage)

不容許的洩漏，如 H.3.37 定義。

## H.3.18 不可有可觸及液體(no accessible liquid)

不適用於本附錄 H。

## H.3.19 不可有燃料蒸氣損失(no fuel vapor loss)

不可有不容許的洩漏，如 H.3.37 定義。

### H.3.26 廢棄物匣(waste cartridge)

不適用於本附錄 H。

### H.3.27 廢水匣(waste cartridge)

不適用於本附錄 H。

除了第 3 章所給予的之外，涵蓋於本附錄 H 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣需要增加的用詞和定義如下。

### H.3.37 不容許的洩漏(impermissible leakage)

自不可有操作的微型燃料電池發電系統或燃料匣釋出的燃料超過 0.045g/h。

另外，不可有不容許的洩漏的意味燃料匣的氣密性由本附錄敘述的水槽試驗確認。對於微型燃料電池發電系統也意味符合本附錄規定之排放試驗限制。

## H.4 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的材料和結構

### H.4.1 概述

這些要求適用涵蓋於本附錄 H 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣。這些要求取代 4.1 的相關要求。

- (a) 符合 H.4 章的要求，應由安全 FMEA 檢視之中及/或 H.7 章之中的型式試驗確認。
- (b) 微型燃料電池發電單元當與燃料匣耦合時，應設計並製造以避免洩漏、著火或爆炸之可信賴的風險，由微型燃料電池發電系統本身或氣體、蒸氣、液體或其他物質產生或用於微型燃料電池發電系統引起。
- (c) 防止微型燃料電池發電系統之內的著火或爆炸危險，製造商應消除燃料出現範圍之內的點火源(或能夠潛在性的釋出)。
- (d) 易燃性、毒性或腐蝕性物質應保持在密閉的限制系統中，如燃料管線之內、儲槽中、燃料匣或類似箱殼。

### H.4.2 失效模式和影響分析(FMEA)/危險分析

這些要求適用涵蓋於本附錄 H 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣。這些要求取代 4.2 的相關要求。

**H.4.2.1** 失效模式和影響分析(FMEA)或相當的可靠度分析，應由製造商建立，以辨認錯誤而能夠有安全相關的結果和做為減氫那些的特色設計。分析包括失效可能導致的洩漏。應該考量非使用者可重複充填燃料匣之重複充填有關的失效，如預期由製造商或經訓練的技術員實施。

**H.4.2.2** 可以在以下的參考資訊中找到指南：IEC 61025 和 IEC 60812。

**H.4.2.3** 確保自微型燃料電池發電系統的任何排放不會導致傷害或危險於正常使用、可預見的誤用及消費者運輸之中影響使用者，為製造商的責任。

**H.4.2.4** FMEA 應包含微型燃料電池發電系統和燃料匣暴露於火源中的考量。

### H.4.12 燃料供應結構

#### H.4.12.1 燃料匣結構

這些要求適用涵蓋於本附錄 H 之微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發

電單元及燃料匣。這些要求取代 4.12.1 的相關要求。

燃料匣應符合以下的要求：

- H.4.12.1.1** 在溫度 -40°C 至 +70°C 範圍內應不可有來自燃料匣的洩漏，符合性應依照 H.7.3.3 和 H.7.3.4 式試驗確認。
- H.4.12.1.2** 內部壓力為燃料匣於 55°C 的 2 倍表壓時，應不可有來自燃料匣的洩漏。依照 H.7.3.1 的型式試驗確認符合性。
- H.4.12.1.3** 燃料匣中的最大燃料容積為 1 公升。
- H.4.12.1.4** 在正常使用時，合理地可預見誤用和由消費者將帶有燃料匣之微型燃料電池發電單元進行消費者運輸，應該優先提供過程中防止燃料洩漏和連接之後或轉移燃料至微型燃料電池發電單元的方法，由以 H.7.3.11 的連接循環試驗檢查符合性。
- H.4.12.1.5** 燃料匣在使用環境下應抗腐蝕。
- H.4.12.1.6** 燃料匣應提供安裝於微型燃料電池發電系統防止誤連接而導致燃料洩漏的方法，以 7.3.11 連接循環試驗檢查符合性。
- H.4.12.1.7** 提供給燃料匣之燃料供應連接器，在正常使用、合理地可預見誤用和消費者運輸時，應有未連接於微型燃料電池發電單元之防止燃料洩漏的結構，以 H.7.3.5 墜落試驗和 H.7.3.11 循環連接試驗檢查符合性。
- H.4.12.1.8** 在案件中提供壓力釋放閥或類似的方法，此壓力釋放閥應滿足每一項型式試驗的性能要求，此閥應通過所有的型式試驗而不可有洩漏。
- H.4.12.1.9** 燃料匣的連接結構不容許燃料洩漏。
- H.4.12.1.10** 燃料匣包含燃料匣與微型燃料電池發電單元之介面、包含閥門，應有足以承受正常使用和由振動、熱、壓力、墜落或其他受到的機械性衝擊所發生之合理的可預見誤用之構造，符合性確認試驗如下：
- H.7.3.1 壓力差異試驗
  - H.7.3.2 振動試驗
  - H.7.3.3 溫度循環試驗
  - H.7.3.4 高溫曝露試驗
  - H.7.3.5 墜落試驗
  - H.7.3.6 壓縮負載試驗
  - H.7.3.9 長期貯存試驗
  - H.7.3.10 高溫連接試驗
  - H.7.3.11 連接循環試驗
- H.4.12.1.11** 燃料匣閥門應能按照規劃操作，不可有需使用工具或過度的力量連接和分離。
- H.4.12.1.12** 燃料匣含有超過 120 毫升的燃料時，要設計並提供燃料釋出的控制，萬一暴露於火源中，此可伴隨熱感應或壓力感應特性，這可以完整地結合燃料匣，使得經過部分的燃料匣有弱點設計，能夠排出示當的壓力或溫度。
- H.4.12.1.13** 燃料匣超過 200 毫升時，應依照 H.7.3.15 做燃燒試驗。

#### H.4.12.2 燃料匣填充要求

這些要求適用涵蓋於本附錄 H 之微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元。這些要求取代 4.12.2 的相關要求。

燃料匣應符合以下的要求。

燃料匣的設計和燃料填充量應容許燃料膨脹而不可有燃料匣的洩漏，雖然燃料匣單獨於 70°C 的溫度且燃料匣被限制在微型燃料電池發電系統或相容的試驗夾具。

### H.6 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之操作說明書和警示

#### H.6.2 燃料匣的最低標示要求

這些標示取代 6.2 的標示要求。

如同最少量，以下應標示於燃料匣上：

- (a) 內容物為易燃性，不可拆解。
- (b) 遠離孩童。
- (c) 不可暴露於溫度超過 50°C 或火源。
- (d) 使用時遵循操作說明書。
- (e) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (f) 燃料的成分和量。
- (g) 燃料匣上表示的文字和標示符合 IEC 62282-6-100 的要求。

#### H.6.3 微型燃料電池發電系統最低的標示要求

這些標示取代 6.3 的標示要求。

除了如同最少量之外，以下的表示也將標示於微型燃料電池發電系統上：

- (i) 內容物為易燃性，不可拆解。
- (ii) 不可暴露於溫度超過 50°C 或火源。
- (iii) 使用時遵循操作說明書。
- (iv) 商標及/或製造商名稱、設計的型式和製造商的聯絡方式。
- (v) 燃料的成分。
- (vi) 內部儲槽的最大燃料容量，若適用。
- (vii) 微型燃料電池發電系統上表示的文字和標示符合 IEC 62282-6-100 的要求。
- (viii) 電力輸出(電壓、電流、額定功率)。

### H.7 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣之型式試驗

#### H.7.1 概述

關於本附錄 H，以第 H.7 章取代第 7 章，當微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及燃料匣的試驗使用丁烷和丁烷/丙烷混合物為燃料時。

- (a) 微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣的型式試驗，應提供這些微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元和燃料匣在正常使用時的安全。
- (b) 表 H.5 列出必須執行的型式試驗，表 H.5 取代表 5。



- (c) 除了本節在其他地方規定之明顯地不同之處外，試驗室的條件規定於表 H.6，表 H. 6 取代表 6。
- (d) 每項試驗執行之前，微型燃料電池發電系統、微型燃料電池發電單元及/或燃料匣，應在  $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  標準試驗室溫度下調節至少 3 小時。
- (e) 警告：如果不夠謹慎小心，這些型式試驗使用的程序可能導致傷害。試驗僅能由使用足夠保護且經過考核和有經驗之技術員執行。

表H.5 型式試驗列表—取代表5

試驗參照	試驗項目	試驗樣品
H.7.3.1	壓力偏差試驗	燃料匣 燃料匣閥門 微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.2	振動試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.3	溫度循環試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.4	高溫暴露試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣
H.7.3.5	墜落試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.6	壓縮負載試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣 微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.7	外部短路試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.8	表面、組件和排氣溫度試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.9	長期貯存試驗	燃料匣 部分充填的燃料匣
H.7.3.10	高溫連接試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元 部分充填的燃料匣和微型燃料電池發電單元
H.7.3.11	連接循環試驗	燃料匣和微型燃料電池發電單元
H.7.3.12	排放試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.13	氫點源氣體損失偵測試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
H.7.3.14	高溫操作試驗	微型燃料電池發電系統或發電單元
(a) 試驗樣品：樣品數至少6個燃料匣，不論未使用或用過，如上述規定的個別試驗，或每個型式試驗至少3個微型燃料電池發電系統或發電單元。		
(b) 試驗順序：試驗H.7.3.2和H.7.3.3應以相同的燃料匣連續執行測試。試驗H.7.3.1、H.7.3.2和H.7.3.3應以相同的微型燃料電池發電系統或發電單元連續執行測試。		
(c) 樣品再使用：燃料匣和微型燃料電池發電系統或發電單元如果不會干擾個別的試驗，在製造商斟酌下可以再使用。		

表H.6 試驗室的標準條件—取代表6

項目	條件
試驗室溫度	試驗室溫度為室溫(標準溫度條件：22°C ±5°C)
試驗室空氣： 僅用於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元	試驗室空氣中的二氧化碳含量不可超過0.2%，一氧化碳含量不可超過0.002%。 試驗室空氣中的含氧量至少18%，不可超過21%。

### H.7.2 燃料的洩漏測量和測量程序

丁烷或丁烷/丙烷混合燃料的洩漏測量，主要是分別地依照示於圖 H.2 至圖 H.7 及圖 H.9 的程序執行。任何的除外匯在不同章節備考明。

若燃料匣的製造材料會吸收或釋出濕氣，期會影響質量損失測量的正確性，可以選擇一個空燃料匣隨著試驗的燃料匣附屬於型式試驗，並將任何空燃料匣重量的變化用於修正試驗的燃料匣之測量。

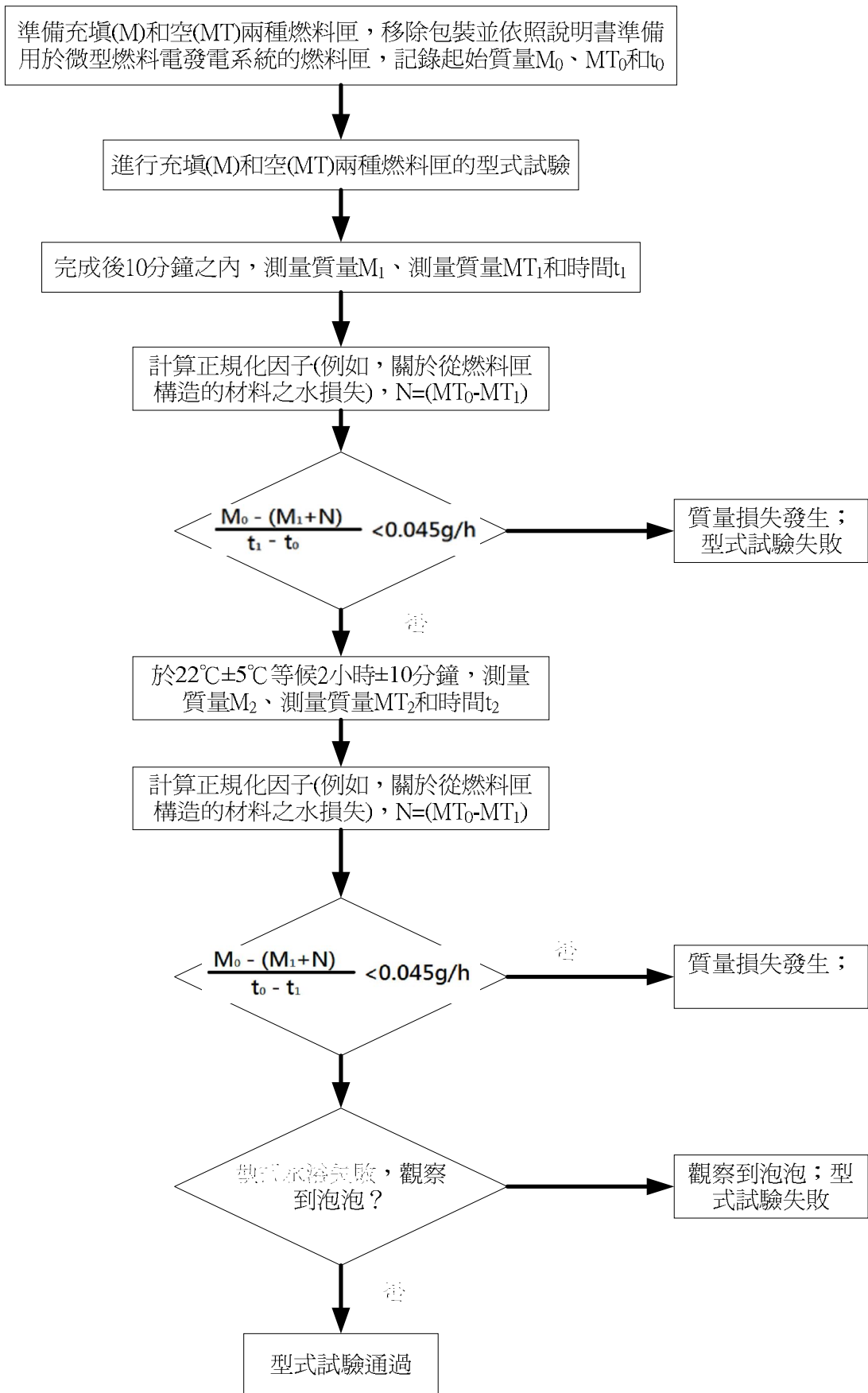


圖 H.2—燃料匣對於振動、墜落、壓縮負載之洩漏試驗流程圖—取代圖 2

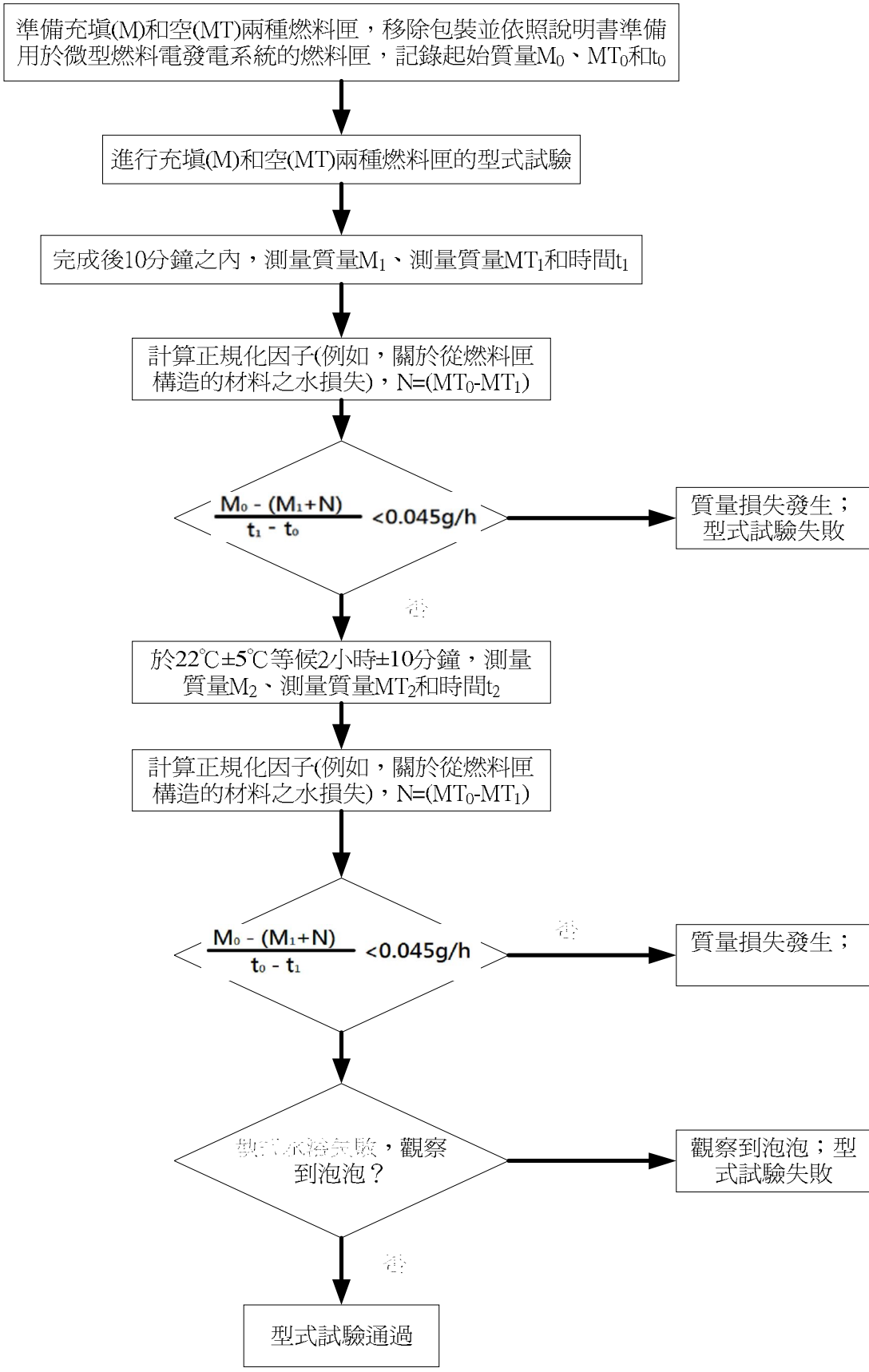


圖 H.3 燃料匣對於溫度循環試驗和高溫暴露試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖

—取代圖 3

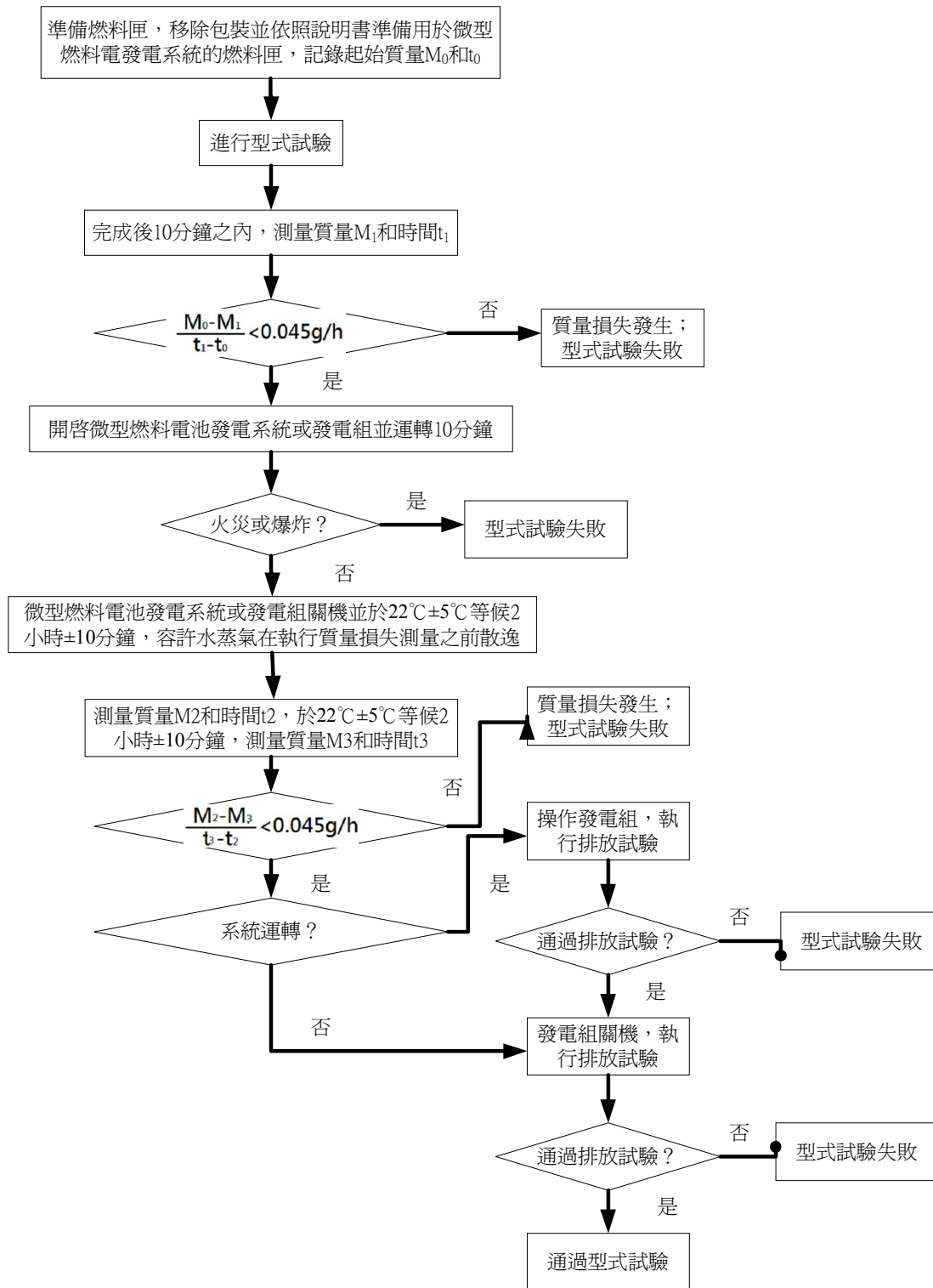


圖 H.4—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於壓力差異、振動、溫度循環、墜落及壓縮負載試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 4

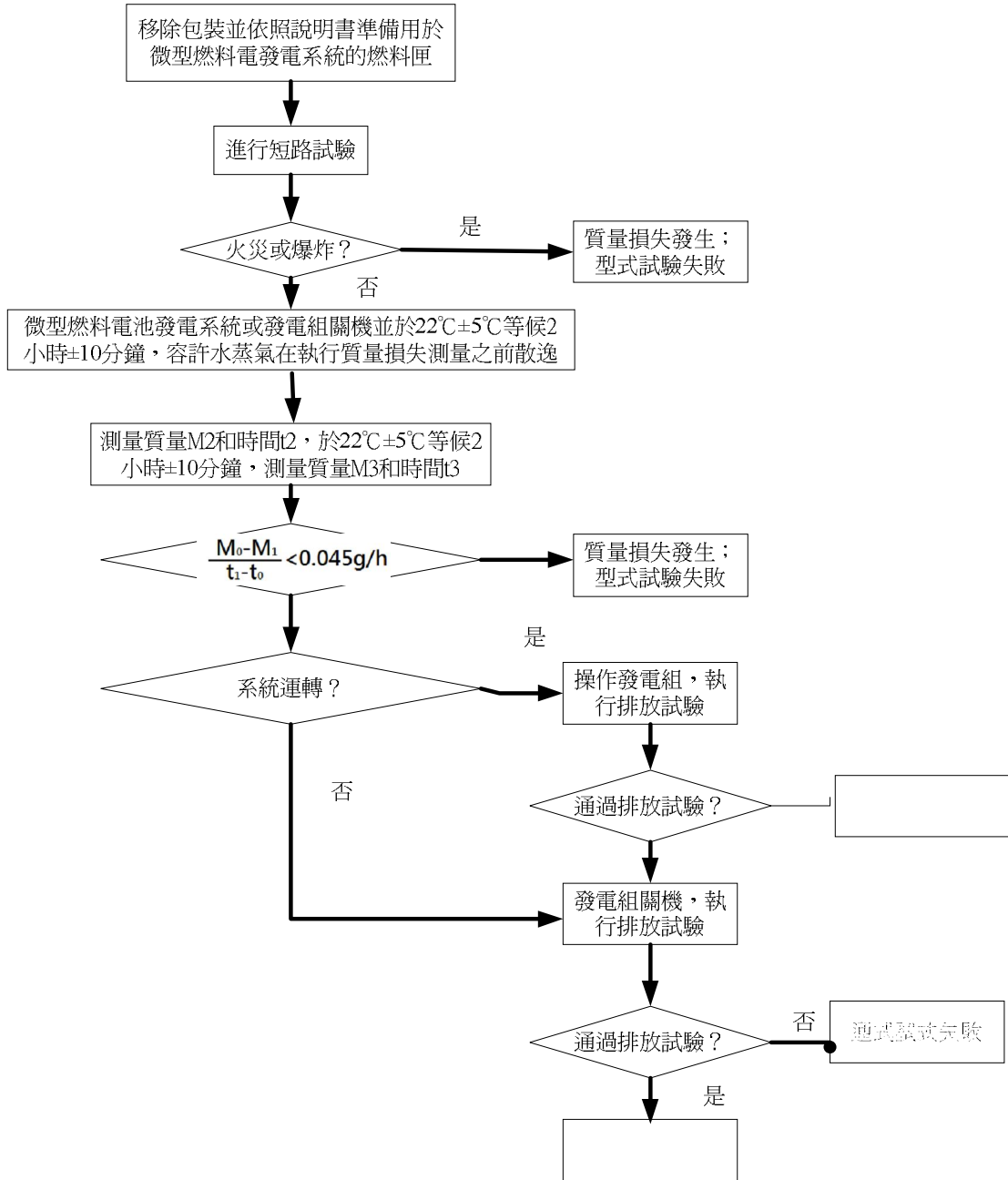


圖 H.5—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於外部短路試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 5

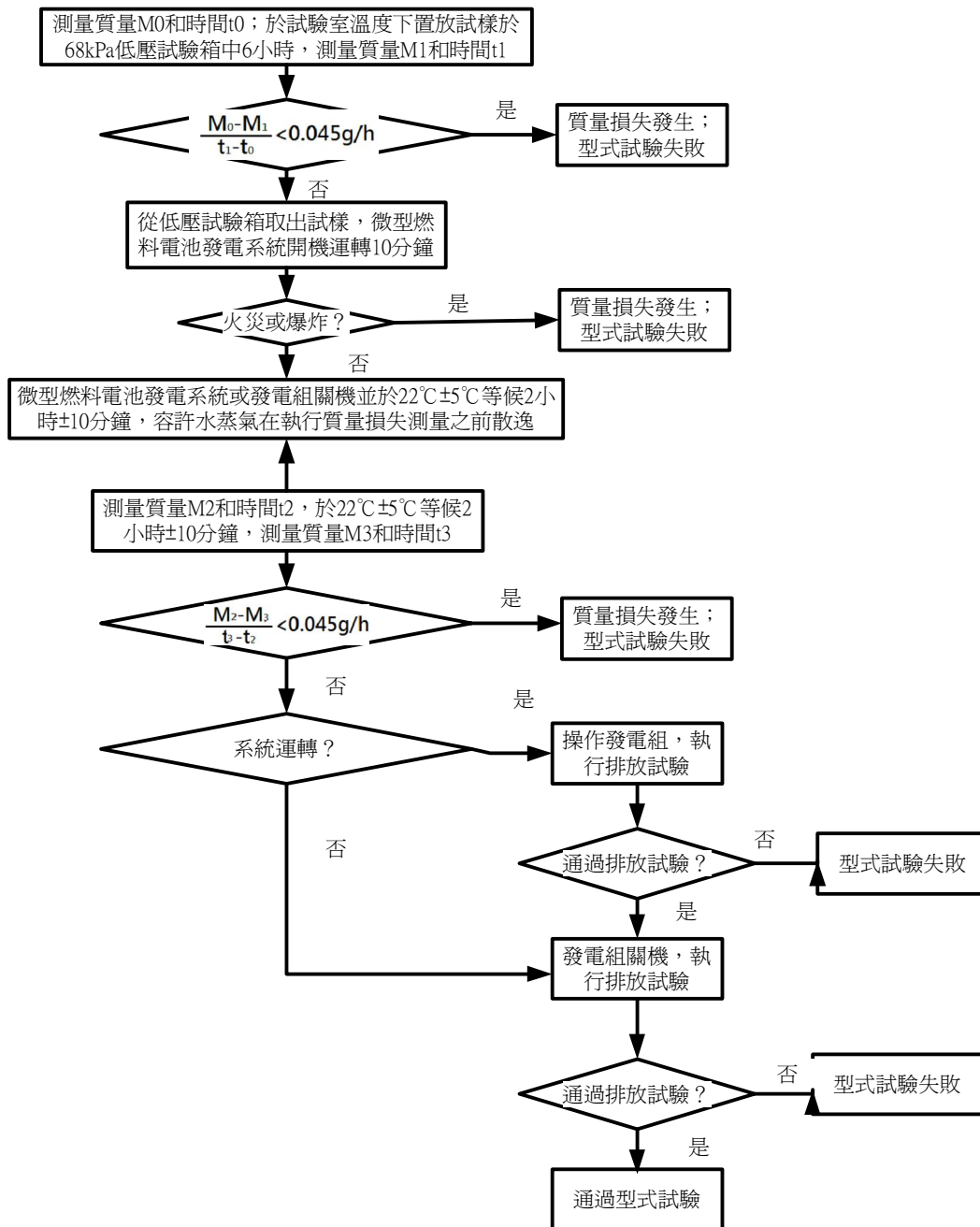


圖 H.6—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 68kPa 低外部壓力試驗之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 6



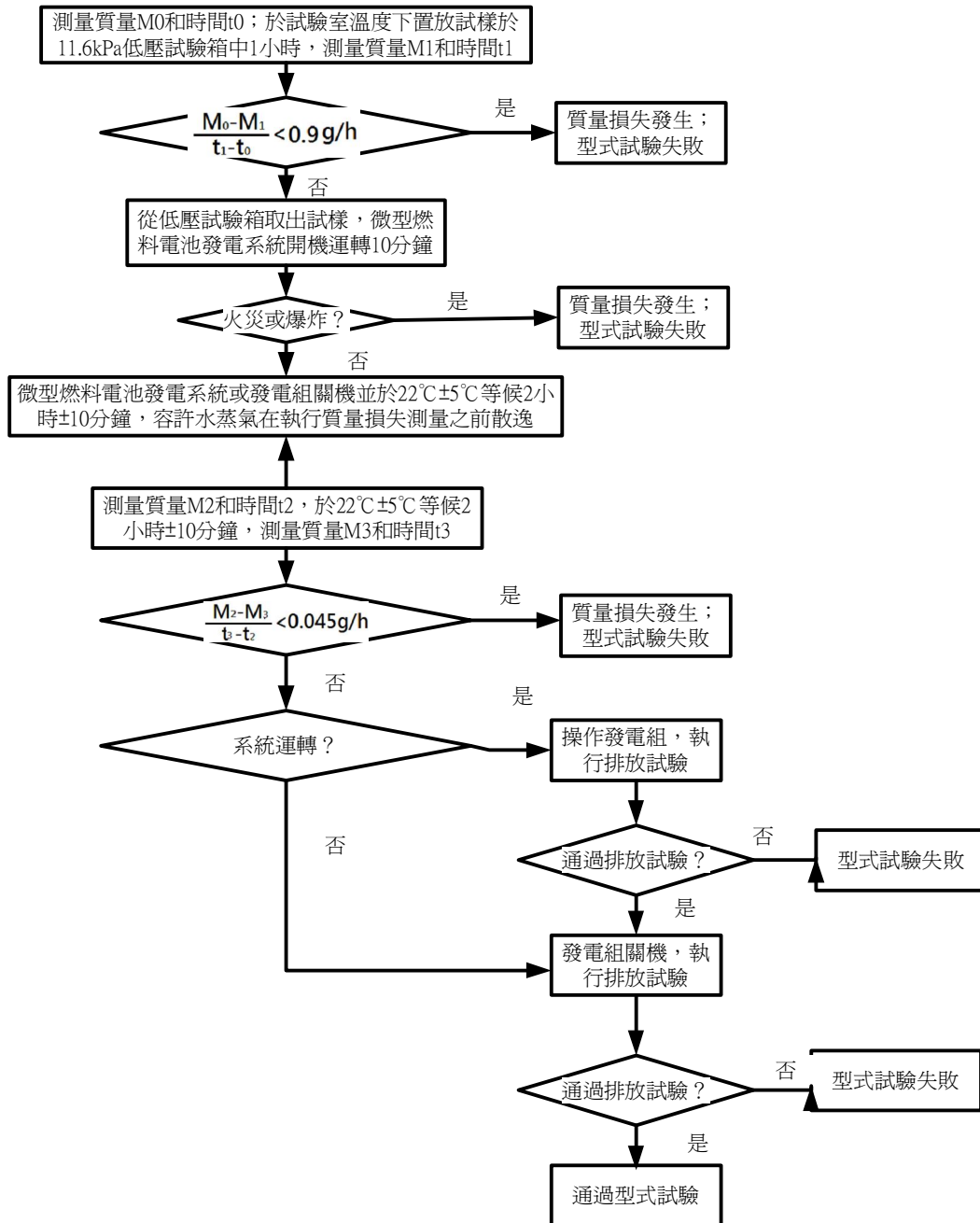


圖 H.7—微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元對於 11.6kPa 低外部壓力試驗

之洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖 7

**H.7.3 型式試驗****H.7.3.1 壓力差異試驗****H.7.3.1.1 概述**

部分的試驗檢查 H.4.12.1.2 的符合性，以確認不可洩漏自燃料匣內部壓力為 95kPa 內部表壓力加 22°C 時的工作壓力或燃料匣於 55°C 時的 2 倍表壓力。

**H.7.3.1.2 燃料匣內部加壓試驗**

可以使用 H.7.3.1.2.1(選項 1)、H.7.3.1.2.2(選項 2)或 H.7.3.1.2.3(選項 3)。

**H.7.3.1.2.1 選項 1—質量流動測量**

- (a) 試驗樣品：一個燃料匣本體和一個燃料匣閥門。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：

關於內部加壓試驗質量流動測量，燃料匣本體和燃料匣閥門要分別試驗。

- (1) 使用適當的液體媒介如丁烷、空氣、氮或類似的氣體，加壓至燃料於 55°C 時的兩倍蒸氣壓力，適合測量不容許洩漏速率的流動感測器應安置在加壓媒介的管線上，壓力升高速率不可超過 60kPa/s。
- (2) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
- (3) 使用適當的液體媒介如丁烷、空氣、氮或類似的氣體，加壓至燃料於 55°C 時的兩倍蒸氣壓力，適合測量不容許洩漏速率的流動感測器應安置在加壓媒介的管線上，壓力升高速率不可超過 60kPa/s。
- (4) 在試驗室溫度下維持最高壓力 30 分鐘。
- (5) 若使用替代的參考氣體作為加壓流體媒介，測量的洩漏速率應正規化為等於丁烷洩漏速率。

參見如下：

$$LR_{Beq} = D_B \times FR_{RG} \times \frac{V_{RG}}{V_B}$$

其中

$LR_{Beq}$  丁烷當量洩漏速率，g/h

$D_B$  在標準試驗室條件的丁烷氣體密度，g/m<sup>3</sup>

$FR_{RG}$  參考氣體的流速，m<sup>3</sup>/h

$V_{RG}$  參考氣體的黏度

$V_B$  丁烷氣體的黏度

- (d) 合格準則：不可有不容許的洩漏或突然的壓力損失。質量損失應低於或相當於 0.045g/h 的丁烷。

**H.7.3.1.2.2 選項 2—質量排放速率測量**

- (a) 試驗樣品：一個燃料匣本體和一個燃料匣閥門。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：

關於內部加壓試驗質量流動測量，燃料匣本體和燃料匣閥門必須要加壓，但可以分別或同時試驗。

- (1) 置放燃料匣本體和燃料匣閥門於示於圖 H.10 的小試驗箱之內。
- (2) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
- (3) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (4) 使用適當的參考媒介如氮、氫、二氧化碳或其他可偵測的氣體加壓燃料匣本體和燃料匣閥門，至壓力為燃料於 55°C 時的兩倍蒸氣壓力，壓力升高速率不可超過 60kPa/s。
- (5) 在試驗室溫度下維持壓力 30 分鐘。
- (6) 經過示於圖 H.10 之取樣孔 A 取樣並記錄試驗箱中的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔 A 或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (7) 記錄參考氣體媒介的濃度並計算排放速率。

$$ER = (F_P + F_S) \times C \quad , \quad \text{或}$$

$$ER = (F_i) \times C$$

其中

ER 排放速率，g/h

F<sub>P</sub> 可變流量空氣泵之流速，l/h

F<sub>S</sub> 取樣速率，l/h

F<sub>i</sub> 試驗箱入口的空氣流速，l/h

C 濃度，l/h

- (8) 使用參考氣體和丁烷之密度和黏度，計算丁烷的質量當量洩漏速率。

$$ER_{Beq} = ER_{RG} \times \frac{D_B}{D_{RG}} \times \frac{V_{RG}}{V_B}$$

其中

ER<sub>Beq</sub> 丁烷當量排放速率，g/h

ERRG 參考氣體的排放速率，g/h

DB 在標準試驗室條件的丁烷氣體密度，g/m<sup>3</sup>

DRRG 參考氣體在標準試驗室條件的氣體密度，g/m<sup>3</sup>

VRG 參考氣體的黏度

VB 丁烷氣體的黏度

- (d) 合格準則：不可有不容許的洩漏或突然的壓力損失。質量損失應低於或相當於 0.045g/h 的丁烷。

**H.7.3.1.2.3 選項 3—浸水試驗**

- (a) 試驗樣品：一個燃料匣本體和一個燃料匣閥門。
- (b) 目的：模擬燃料匣內部高壓力並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：

關於內部加壓試驗質量流動測量，燃料匣本體和燃料匣閥門要分別試驗。

- (1) 使用適當的液體媒介如丁烷、空氣、氮或類似的氣體，加壓燃料匣本體內部壓力至燃料於55°C時的兩倍蒸氣壓力，壓力升高速率不可超過60kPa/s。
- (2) 在試驗室溫度下維持最高壓力30分鐘。
- (3) 維持當時的壓力，放置燃料匣本體於室溫的水槽中以確認燃料匣本體的氣密性。
- (4) 使用適當的液體媒介如丁烷、空氣、氮或類似的氣體，加壓密閉的燃料匣閥門至壓力為燃料於55°C時的兩倍蒸氣壓力，壓力升高速率不可超過60kPa/s。
- (5) 在試驗室溫度下維持最高壓力30分鐘。
- (6) 維持當時的壓力，放置燃料匣閥門於室溫的水槽中以確認燃料匣閥門的氣密性。
- (d) 合格準則：不可有不容許的洩漏或突然的壓力損失。質量損失應低於或相當於 0.045g/h 的丁烷。

**H.7.3.1.3 燃料匣低外部壓力試驗**

本節的本體不適用於本附錄 H，如附錄 H 中燃料的兩倍蒸氣壓力總是超過 95kPa 的表壓加正常匣在 22°C 時的工作壓力，做本試驗不適宜如改變燃料下內部加壓試驗。

**H.7.3.1.4 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元壓力偏差試驗****H.7.3.1.4.1 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元 68kPa 低外部壓力試驗**

本試驗要求所有試驗的微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元依照本附錄 H 試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範提供燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖 H.6 執行本試驗。
  - (2) 試驗樣品置於低壓試驗箱中且壓力減少至 68kPa。
  - (3) 容許試驗樣品於試驗室溫度下維持在 68kPa 經 6 小時。
  - (4) 回復低壓試驗箱的壓力至大氣壓並從試驗箱中取出試驗樣品。
  - (5) 根據敘述於圖 H.6 的程序測量洩漏。
  - (6) 根據 H.7.3.12 執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可有著火或燃燒、在任何時間不可有爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏應根據圖 H.6 的敘述之程序測量洩漏，且應低於 0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外

線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

#### **H.7.3.1.4.2 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元 11.6kPa 低外部壓力試驗**

本試驗要求所有試驗的微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元依照本附錄H試驗。

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範提供燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬高內部壓力或低外部壓力效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 依照圖H.7執行本試驗。
  - (2) 試驗樣品置於低壓試驗箱中且壓力減少至11kPa。
  - (3) 容許試驗樣品於試驗室溫度下維持在11kPa經6小時。
  - (4) 回復低壓試驗箱的壓力至大氣壓並從試驗箱中取出試驗樣品。
  - (5) 根據敘述於圖H.7的程序測量洩漏。
  - (6) 根據H.7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可有著火或燃燒、在任何時間不可有爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏應根據圖H.7的敘述之程序測量洩漏，且在11kPa應低於0.9g/h，而其餘的試驗仍應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

#### **H.7.3.2 振動試驗**

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個部份充填的燃料匣、一個使用於H.7.3.1依照製造商的規範充填燃料之微型燃料電池發電單元或用於H.7.3.1之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬正常運輸振動的效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：

- (1) 燃料匣依照圖H.2和微型燃料電池發電系統或發電單元依照圖H.4執行試驗。
  - (2) 試驗樣品應穩固地栓牢在振動機臺上，不使樣品變形，以此方式傳送振動。
  - (3) 振動應為正弦波，對數掃描在15分鐘內，介於7Hz和200Hz之間並從側向回到7Hz。
  - (4) 試驗樣品每3個互相垂直安置在試驗樣品座上，應重複12個循環，總計3小時。
  - (5) 對數掃描頻率如下：自7Hz峰值加速度1gn開始並維持至達到18Hz，然後振幅維持0.8mm(總供飄移1.6mm)，頻率增加直到峰值加速度為8gn出現(約50Hz)。峰值加速度為8gn之後維持，直到頻率增加直至200Hz。
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照H.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏和燃料蒸氣損失的測量，燃料匣根據圖H.2和微型燃料電池發電系統或發電單元根據圖H.4，洩漏應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

### H.7.3.3 溫度循環試驗

- (a) 試驗樣品：一個使用於H.7.3.2的燃料匣、一個用於H.7.3.2部分填滿的燃料匣使、一個使用於H.7.3.2依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或用於H.7.3.2之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬低溫和高溫暴露效應和極致溫度變化效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 對於燃料匣依照圖H.3且微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元依照圖H.4執行這些試驗。
  - (2) 對於燃料匣，應測試兩個燃料匣方向：閥門朝上和閥門朝下；對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元僅一個方向需要測試。
  - (3) 使用的溫度輪廓參見圖H.8。
  - (4) 試驗樣品置於溫度控制試驗箱中，從試驗室溫度開始，在1小時±5

- 分鐘時間內升溫至 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，並維持 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 至少4小時。
- (5) 在1小時 $\pm$ 5分鐘時間內，降低試驗箱的溫度至 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時 $\pm$ 5分鐘於 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。然後，在2小時 $\pm$ 5分鐘時間內降低試驗箱的溫度至 $-40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持在 $-40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 至少4小時。
  - (6) 在1小時 $\pm$ 5分鐘時間內，升高試驗箱的溫度至 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 並維持1小時 $\pm$ 5分鐘於 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
  - (7) 做2次上述的程序。
  - (8) 完成第2個循環之後，根據圖H.3(關於燃料匣)和圖H.4(關於微型燃料電池發電系統或發電單元)敘述的程序測量洩漏和燃料蒸氣損失。。
  - (9) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試驗依照H.7.3.12執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏和燃料蒸氣損失的測量，燃料匣根據圖H.3和微型燃料電池發電系統或發電單元根據圖H.4，洩漏應低於 $0.045\text{g/h}$ 。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其 $55^{\circ}\text{C}$ 時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

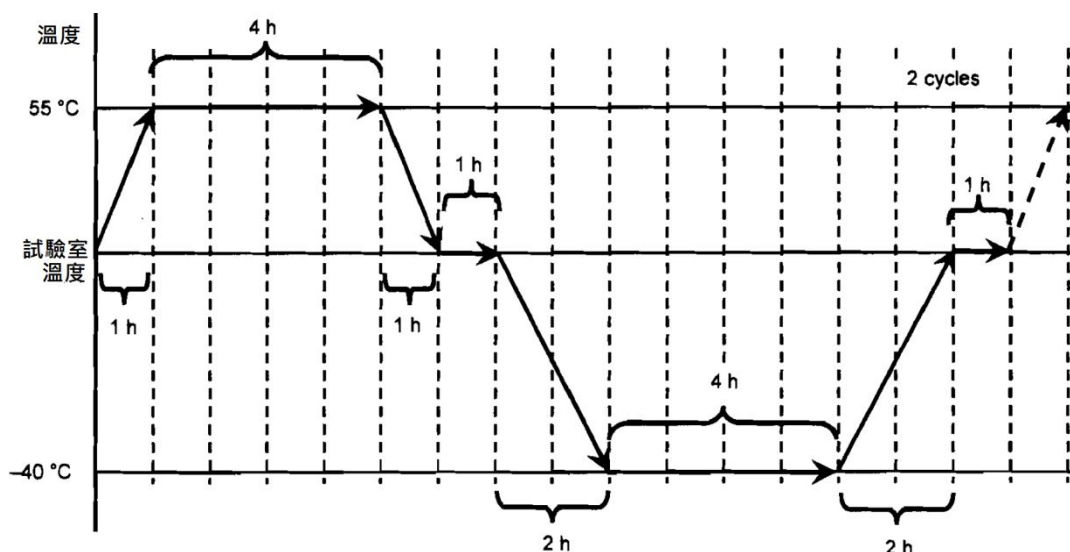


圖 H.8—溫度循環—取代圖 8

#### H.7.3.4 高溫暴露試驗

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或一個部份充填的燃料匣、
- (b) 目的：模擬燃料匣遺留在高溫環境下的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 應測試兩個方向：閥門朝上和閥門朝下。
  - (2) 試驗樣品置放於溫度為 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的溫度控制箱中且容許控制箱的溫度與箱中的樣品回復至 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 並維持溫度至少4小時。
  - (3) 移出試驗樣品置於試驗室溫度下。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.3和且應低於 $0.045\text{g/h}$ 。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動燃料電池匣。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其 $55^{\circ}\text{C}$ 時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

#### H.7.3.5 墜落試驗

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣、一個部份充填的燃料匣、一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬不注意的墜落效應並確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 試驗樣品應從預定的高度墜落在由至少13mm厚度的硬木並固定於兩層每層18mm至20mm的合板上構成的水平表面，所有的都被支撐在水泥或相當的不可有彈性地板上。
  - (2) 墜落的高度應為：
    - (i)  $1200\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ：對微型燃料電池發電單元及/或微型燃料電池發電系統
    - (ii)  $1500\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ：若燃料匣超過200毫升。
    - (iii)  $1800\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ：若燃料匣的達到200毫升
  - (3) 對於燃料匣的試驗，墜落試驗應以同一樣品之四個方向進行。
  - (4) 對微型燃料電池發電單元及/或微型燃料電池發電系統，一個對微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元可以使用於四個墜落方向或一個以上的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於隨後的墜落，由製造商自行斟酌。
  - (5) 所有的試驗，墜落方向應為：
    - (i) 閥門朝上
    - (ii) 閥門朝下
    - (iii) 兩個其他完全垂直的方向
  - (6) 對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的排放試



驗，依照H.7.3.12執行。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏和燃料蒸氣損失的測量，燃料匣根據圖H.3和微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元根據圖H.4，洩漏應低於0.045g/h。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元持續操作，由FMEA規定的保護電路為安全系統的一部分，應能持續完全地作用，應不可有危險性零件的暴露。

#### H.7.3.6 壓縮負載試驗

##### H.7.3.6.1 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範充填燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
- (1) 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元試驗樣品應置於約254mm(10英吋)長、101.6mm(4英吋)寬及12.7mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加 $245\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於 $12.7\text{mm}/\text{min}$ ( $0.5\text{inch}/\text{min}$ )增加。
  - (3) 壓縮力量 $245\text{N} \pm 9.8\text{N}$ 應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 試驗應以三個完全垂直方向進行做為規則，若樣品本身不可有法直立，則不需試驗該方向。
  - (5) 接著壓縮負載試驗之後，依照H7.3.12執行排放試驗。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏和燃料蒸氣損失的測量，燃料匣根據圖H.3和微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元根據圖H.4，洩漏應低於0.045g/h。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視

檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。

#### H.7.3.6.2 燃料匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或部分充填的燃料匣。
- (b) 目的：模擬燃料匣因為遭遇被置放一些重物，合理地力量效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 燃料匣樣品應置於約254mm (10英吋)長、101.6mm(4英吋)寬及12.7mm(0.5英吋)厚的兩個平硬木塊之間，配備適當的力量施加器，能夠施加981N±9.8N壓縮力量於樣品。
  - (2) 用於樣品的壓縮力量應逐漸以速率低於或等於12.7mm/min(0.5inch/min)增加。
  - (3) 壓縮力量981N±9.8N應施加於不動的樣品5秒鐘。
  - (4) 當意外墜落時，燃料匣方向的選擇應以有可能穩定靜止的位置做為根據(例如，對於靜止的表面，那些方向的重心最低)。稜柱形的燃料匣僅試驗一個表面是可接受的，其完全地立方和彎曲表面的柱狀燃料匣之長軸長度大於2倍的直徑。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.2敘述的程序且應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55℃時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

#### H.7.3.7 外部短路試驗

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商的規範提供燃料於微型燃料電池發電單元或具有未經使用燃料匣之微型燃料電池發電系統。
- (b) 目的：模擬外部短路的效應。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 外部短路試驗應分別對開機開機和關閉[DEVICE OFF]的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元測試。
  - (2) 每個樣品的短路應以具最大0.1Ω電阻負載的電線連接微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元的正負極端點至少5分鐘。
  - (3) 外部短路試驗之後，依照H.7.3.12執行排放試驗。

- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.5敘述的程序且應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。執行微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元和微型燃料電池發電單元的開機(ON)和關機(OFF)兩項的排放試驗，排放應滿足H.7.3.12的接收標準。若微型燃料電池發電單元不操作卻排放，不超過H7.3.12的限制為排放試驗可接受的結果。短路試驗期間和之後的外部表面溫度不可超過表2的規定。備考：外部短路試驗可使用同一樣品，連續對表面、組件和廢氣溫度試驗。

### H.7.3.9 長期貯存試驗

#### H.7.3.9.1 概述

可以使用H.7.3.9.1.2(選項1)、H.7.3.9.1.3(選項2)或H.7.3.9.1.4(選項3)其中之一。

##### H.7.3.9.1.2 選項1—連續重量測量

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或部分充填的燃料匣。
- (b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序(參見圖H.9)：
  - (1) 使用附載電池(連續式電子感應裝置)設計並校正用於50°C溫度試驗箱內。
  - (2) 負載電池置放於50°C ± 2°C的試驗箱中，置放燃料匣於負載電池上，使得全部的重量作用於負載電池上，也可以使用夾具控制燃料匣的位置，以確保全部的重量作用於負載電池。
  - (3) 連接數字讀出裝置於負載電池並以手動或自動收集資料。應收集具高信賴度的資料，以保證蒸氣損失不會超過0.045g/h。
  - (4) 測量並記錄起始質量M<sub>initial</sub>和時間t<sub>i</sub>。
  - (5) 樣品應保存於50°C ± 2°C試驗箱中至少28天。
  - (6) 若燃料匣在試驗終了時，仍然有液體燃料於試驗樣品中，計算燃料蒸氣損失，將質量損失除以試驗樣品在試驗箱中的小時數。完成試驗後的5分鐘內，測量並記錄質量M<sub>final</sub>和記錄時間t<sub>f</sub>。若平均質量損失率低於0.045g/h，於是試驗樣品通過燃料蒸氣損失試驗。

$$\text{燃料蒸氣損失} = \frac{M_{\text{initial}} - M_{\text{final}}}{\Delta t}$$

- (i)
- (ii)  $\Delta t = t_f - t_i = 28 \text{天} \times 24 \text{小時/天} = 672 \text{小時}$
- (iii) M<sub>initial</sub> = 燃料匣起始質量
- (iv) M<sub>final</sub> = 燃料匣最終質量
- (7) 若燃料匣在試驗終了前已經空了，燃料損失率的計算應以最終量測點所經過的時間(Δt<sub>last</sub>)為根據，且取燃料匣變空之前的最後測量點之最終質量(M<sub>last</sub>)，若燃料蒸氣損失率低於0.045g/h，則試驗通過。

$$\text{燃料蒸氣損失} = \frac{M_{\text{initial}} - M_{\text{last}}}{\Delta t_{\text{last}}}$$

- (i)
- (ii)  $\Delta t_{\text{last}}$  : 介於試驗開始的起始重量測量和液體燃料依然保留於燃料匣之最後測量之間經歷的時間。
- (iii)  $M_{\text{initial}}$  = 燃料匣起始質量
- (iv)  $M_{\text{last}}$  = 液體燃料依然保留於燃料匣之最後測量的重量
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.9敘述的程序且應低於0.045g/h。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

#### H.7.3.9.1.3 選項2

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或部分充填的燃料匣。
- (b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序(參見圖H.9)：
- (1) 測量並記錄起始質量  $M_{\text{initial}}$  和時間  $t_i$ 。
  - (2) 置放燃料匣於  $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  的試驗箱中，重量測量應收集高信賴度資料，以確定最少每三天的燃料蒸氣損失低於0.045g/h。
  - (3) 對測量從試驗箱移出試驗樣品的時間，不應包括試驗樣品在試驗的時間(28天)，應加上每次試驗樣品從試驗箱移出的使試驗的樣品到達試驗溫度( $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) 的時間。若質量損失會被影響，試驗樣品僅能於試驗室溫度下穩定。
  - (4) 若燃料匣在試驗終了時，仍然有液體燃料於試驗樣品中，計算燃料蒸氣損失，將質量損失除以試驗樣品在試驗箱中的小時數。完成試驗後的5分鐘內，測量並記錄質量  $M_{\text{final}}$  和記錄時間  $t_f$ 。若平均質量損失率低於0.045g/h，於是試驗樣品通過燃料蒸氣損失試驗。

$$\text{燃料蒸氣損失} = \frac{M_{\text{initial}} - M_{\text{final}}}{\Delta t}$$

- (i)
- (ii)  $\Delta t = t_f - t_i = 28 \text{天} \times 24 \text{小時/天} = 672 \text{小時}$
- (iii)  $M_{\text{initial}}$  = 燃料匣起始質量
- (iv)  $M_{\text{final}}$  = 燃料匣最終質量
- (5) 若燃料匣在試驗終了前已經空了，燃料損失率的計算應以最終量測點所經過的時間( $\Delta t_{\text{last}}$ )為依據，且燃料匣變空之前的最後測量點之最終質量( $M_{\text{last}}$ )，若燃料蒸氣損失率低於0.045g/h，則試驗通

過。

$$\text{燃料蒸氣損失} = \frac{M_{\text{initial}} - M_{\text{last}}}{\Delta t_{\text{last}}}$$

- (i)
  - (ii)  $\Delta t_{\text{last}}$  : 介於試驗開始取的起始重量測量和液體燃料依然保留於燃料匣之最後測量之間經歷的時間
  - (iii)  $M_{\text{initial}}$  = 燃料匣起始質量
  - (iv)  $M_{\text{last}}$  = 液體燃料依然保留於燃料匣之最後測量的重量
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.9敘述的程序且應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

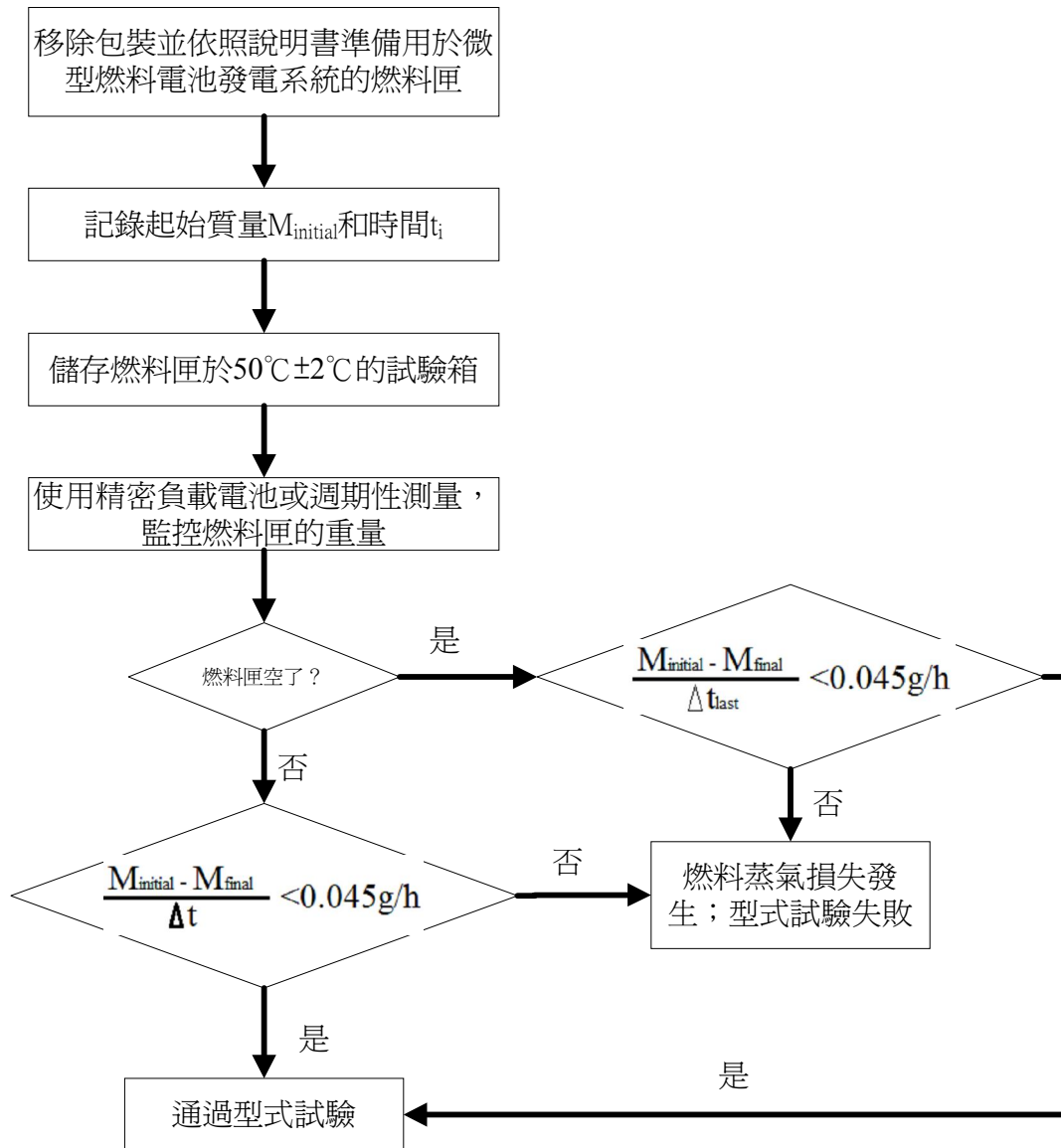
#### H.7.3.9.1.4 選項3—一次重量測量

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或部分充填的燃料匣。
- (b) 目的：模擬在升高溫度下長期貯存的效應並確保不可有洩漏。
- (c) 試驗程序(參見圖H.9)：
  - (1) 量並記錄起始質量  $M_{\text{initial}}$  和時間  $t_i$ 。
  - (2) 燃料匣放置於  $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  的試驗箱中，經過28天後，燃料匣從試驗箱移出做測量。若質量損失會被影響，試驗樣品應於試驗室溫度下穩定，然後執行重量測量。
  - (3) 若燃料匣在試驗終了時，仍然有液體燃料於試驗樣品中，計算燃料蒸氣損失，將質量損失除以試驗樣品在試驗箱中的小時數。完成試驗後的5分鐘內，測量並記錄質量  $M_{\text{final}}$  和記錄時間  $t_f$ 。若平均質量損失率低於0.045g/h，於是試驗樣品通過燃料蒸氣損失試驗。

$$\text{燃料蒸氣損失} = \frac{M_{\text{initial}} - M_{\text{final}}}{\Delta t}$$

- (i)
  - (ii)  $\Delta t = t_f - t_i = 28 \text{天} \times 24 \text{小時/天} = 672 \text{小時}$
  - (iii)  $M_{\text{initial}}$  = 燃料匣起始質量
  - (iv)  $M_{\text{final}}$  = 燃料匣最終質量
- (4) 若燃料匣在28天後空了，則型式試驗應依照H.7.3.9.2選項1或H.7.3.9.3選項2執行。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒，在任何時間不可爆炸且不可有不容許的洩漏。洩漏的測量根據圖H.9敘述的程序且應低於0.045g/h。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其

他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。



圖H.9—長期貯存試驗之燃料匣洩漏和質量損失試驗流程圖—取代圖9

#### H.7.3.10 高溫連接試驗

- (a) 試驗樣品：一個未使用的燃料匣或部份充填的燃料匣及一個依照製造商說明書充填燃料之微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具和依照製造商說明書充填燃料之微型燃料電池發電單元閥門。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元或微型燃料電

池發電單元閥門跟燃料匣在升高溫度時，確保不可洩漏、不可有著火、不可有爆炸。

- (c) 試驗程序：
- (1) 置放燃料匣試驗樣品於 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 控制溫度的試驗箱中至少4小時。
  - (2) 微型燃料電池發電單元或試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門維持在試驗室溫度。若微型燃料電池發電單元或試驗夾具有內部儲槽，其必須於與試驗樣品連接之前填充燃料，以防止填充的量成為洩漏測量的誤差。
  - (3) 從試驗箱移出試驗樣品，且從試驗箱移出後5分鐘之內，連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門。
  - (4) 分離燃料匣並秤重，最大可接受的燃料匣損失為0.045公克。
- (d) 合格準則：在任何時間不可著火或燃燒且在任何時間不可爆炸。若使用正常施力，燃料匣不能連接且不可有洩漏、不可有著火及不可有爆炸發生，此為可接受的。洩漏應由連接循環前後之質量差來確認，質量損失應低於0.045公克。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其 $55^{\circ}\text{C}$ 時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

### H.7.3.11 連接循環試驗

#### H.7.3.11.1 燃料匣

##### H.7.3.11.1.1 插入匣、外部匣或附加匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的插入匣、外部匣或附加匣和依照製造商給的說明書填充燃料之微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書填充燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏。
- (c) 試驗程序：
- (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門並檢查連接上的洩漏。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (4) 分離燃料匣並測量燃料匣的質量。

- (5) 連接和分離燃料匣總計3次的連接和分離。
  - (6) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (7) 對於總計7的連接和分離，燃料匣的連接分離至少4次。
  - (8) 燃料匣秤重並記錄質量。
  - (9) 對於總計10的連接和分離，燃料匣的連接分離至少3次。
  - (10) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (12) 關閉微型燃料電池發電單元或停止模擬。
  - (13) 分離燃料匣並接受燃料匣的浸水試驗以檢查洩漏。
- (d) 合格準則：不可有洩漏、不可有著火或燃燒且不可有爆炸。洩漏應由連接循環前後之質量差異來確認，3個連接循環以上應低於0.9公克。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

#### 7.3.11.1.2 附屬匣

- (a) 試驗樣品：一個未使用的附屬燃料匣和未使用的微型燃料電池發電單元或適合的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門並依照製造商給的說明書填充燃料。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響，確保不可洩漏
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門並檢查連接上的洩漏。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (4) 分離燃料匣並測量燃料匣的質量。
  - (5) 連接和分離燃料匣總計3次的連接和分離。
  - (6) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。



- (7) 對於總計7的連接和分離，燃料匣的連接分離至少4次。
  - (8) 燃料匣秤重並記錄質量。
  - (9) 對於總計10的連接和分離，燃料匣的連接分離至少3次。
  - (10) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。  
若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (12) 關微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (13) 分離燃料匣並接受燃料匣的浸水試驗以檢查洩漏。
  - (14) 對於總計55的循環，重複4次以上步驟5至13，每11個循環為1組並間隔1小時。
- (d) 合格準則：不可有洩漏、不可有著火或燃燒且不可有爆炸。洩漏應由連接循環前後之質量差異來確認，3個連接循環以上應低於0.9公克。著火和燃燒應應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

#### H.7.3.11.3 微型燃料電池發電單元

- (a) 試驗樣品：至少2個未使用的燃料匣和另外98個燃料匣或適合的試驗夾具和微型燃料電池發電單元閥門及依照製造商給的說明書充填燃料之微型燃料電池發電單元。試驗夾具應有微型燃料電池發電單元幾何形狀的外形構造且應有能力模擬燃料流動。
- (b) 目的：模擬連接和未連接的燃料匣對於微型燃料電池發電單元的影響並確保啟動使用和之後微型燃料電池發電單元連接處適度的老化，兩者不可洩漏。  
檢驗第一個燃料匣(#1)和最後的燃料匣(#100)，其他980個循環僅老化微型燃料電池發電單元。  
雖然微型燃料電池發電單元使用附屬匣，其應依照以下模擬附屬匣和微型燃料電池發電單元之間燃料流動的程序試驗。
- (c) 試驗程序：
  - (1) 連接首個燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門。
  - (2) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (3) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (4) 分離首個燃料匣並測量其質量。
  - (5) 連接和分離燃料匣總計3次的連接和分離。

- (6) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。  
若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (7) 對於總計7的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少4次。
  - (8) 燃料匣秤重並記錄質量。
  - (9) 對於總計10的連接和分離，首個燃料匣的連接分離至少3次。
  - (10) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。  
若累積的質量損失大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (11) 連接燃料匣並操作燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (12) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (13) 為老化微型燃料電池發電單元燃料匣連接處，執行以下步驟：
    - (i) 使用其他燃料匣或適當的夾具和燃料匣閥門，循環微型燃料電池發電單元燃料匣連接處共980次連接和分離。燃料匣或閥門每10或更多的循環可以更換。
    - (ii) 每組50次連接和分離之後，模擬燃料流動。
    - (iii) 於老化試驗過程中不需要檢查質量損失，但是，若洩漏被發現，則試驗失敗。
    - (iv) 接著本老化試驗，最後未使用的燃料匣將被試驗。
  - (14) 連接最後的燃料匣於微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元閥門。
  - (15) 操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (16) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (17) 分離燃料匣並測量其質量。
  - (18) 連接和分離燃料匣總計3次的連接和分離。
  - (19) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。若累積的質量損失等於或大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (20) 對於總計7的連接和分離，最終的燃料匣的連接分離至少4次。
  - (21) 分離燃料匣並測量其質量。
  - (22) 對於總計10的連接和分離，最終的燃料匣的連接分離至少3次。
  - (23) 3次的連接和分離循環期間，秤取燃料匣重量並計算質量損失。若累積的質量損失等於或大於0.9公克，則燃料匣的型式試驗失敗。
  - (24) 連接燃料匣並操作微型燃料電池發電單元或其他模擬燃料流動至少1分鐘。
  - (25) 關閉微型燃料電池發電單元或停止燃料流動之模擬。
  - (26) 分離燃料匣並接受燃料匣的浸水試驗以檢查洩漏。
- (d) 合格準則：不可有洩漏、不可有著火或燃燒且不可有爆炸。洩漏應由連接循環前後之質量差異來確認，3個連接循環以上應低於0.9公克。著火和燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方

法檢查。爆炸應以目視檢查以確認不可擾動微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元。燃料匣應接受浸水試驗且應氣密。水槽的溫度和試驗期間，應使燃料匣達到其55°C時的內部壓力。不可有洩漏或永久性的變形可能發生，除了塑膠匣可能經軟化而變形，倘若其不洩漏。

### H.7.3.12 排放試驗

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範填充燃料之微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電單元和未用過的燃料匣。
- (b) 目的：在正常操作條件下(或欲操作的條件)的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元，排放一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)和有機化合物如丁烷、甲醛及其他列於表H.7的物質，應維持低於規定值。維持這些限制不僅防止不得體的暴露，也確保維持操作環境中足夠氧氣的供應。關機排放試驗的執行僅為保證燃料不可不容許的洩漏。丁烷固態氧化物微型燃料電池發電系統必須操作於溫度，為了產生基本反應的排放，其評估在[DEVICE-ON]排放試驗。

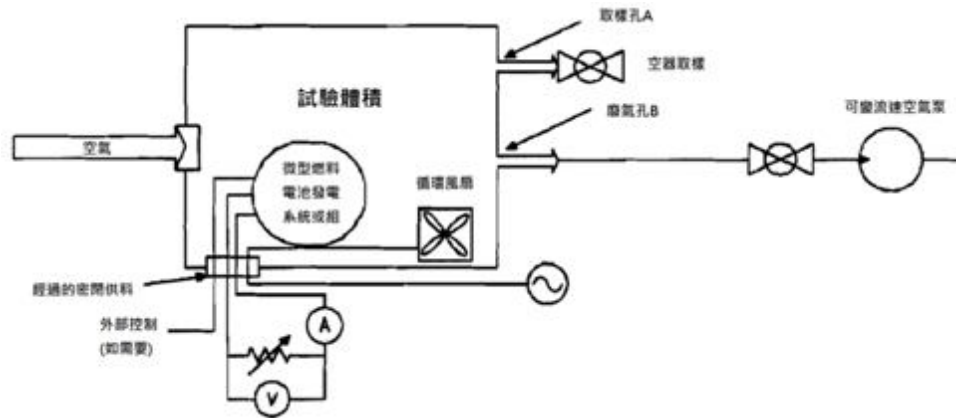
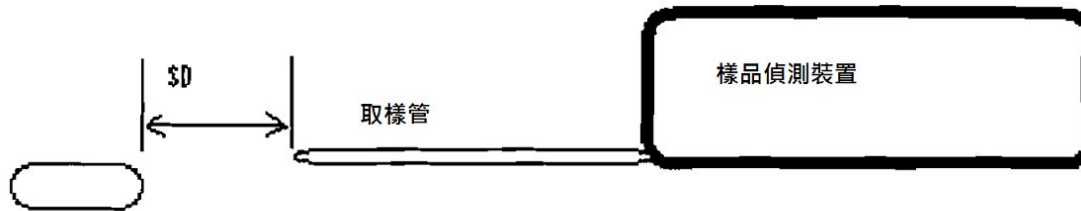


圖 H.10—操作排放速率試驗的裝置—取代圖 10

- (c) 試驗裝置：操作排放速率試驗的裝置範例如圖H.10所示，依照本附錄H試驗的所有微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之排放速率試驗結構示於圖H.10。依照本附錄H試驗的所有型式之微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元都需要依照H.7.3.12 d)1)做排放速率試驗。

關於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元規劃用於緊密接近於消費者口部或鼻子(如微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元用於手機電源、手持遊戲機等)，增加依照H.7.3.12 d)2)要求的試驗，確認鄰近使用者口部或鼻子之濃度保持在適當的限制之內。排放濃度試驗應在大的開放室內進行，使用不同的排放濃度試驗裝置，操作排放濃度試驗裝置的範例如圖H.11所示。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。



微型燃料電池發電系統/組

圖 H.11 操作排放濃度試驗裝置—取代圖 11

排放氣體可能為有毒性的有機物質組成，如甲醇、甲醛、甲酸和甲酸甲酯，其為微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元潛在性的排放氣體。以配備燃燒離子化偵測器的氣相色層分析儀(GC/FID)或和質譜儀(GC/MS)、高效率液體層析系統(HPLC)、可見光吸收光譜儀(VAS)或紫外光可見光吸收光譜儀(UV-VAS)任一用於分析這些有機物，使用固定於試驗箱之取樣孔A的吸附管吸收排放的氣體或經過圖H.10之取樣孔A直接進入分析儀。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能足以正確地確認符合排放的限制。

CO和CO<sub>2</sub>氣體濃度，可藉非色散紅外線吸收分析儀測量，這些分析儀器應符合ISO 16000-3、ISO 16000-6和ISO 16017-1。然而，也允許使用其他儀器，提供的性能要相當於前述的儀器、使用上述的標準。

(d) 試驗程序：

- (1) 對於所有的微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元—包含規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子和不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子兩者，應該執行以下的排放速率取樣試驗。
  - (i) 在圖H.10所示之小型試驗箱內操作微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元於額定功率，若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元因型式試驗而不再操作，排放試驗應執行於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元填滿燃料且電源開關在開機開機的位置。
  - (ii) 應提供乾淨的空氣予小型試驗箱，空氣供應至試驗室驗體積應自己知的純源頭。若未使用瓶裝空氣，應考慮使用空白試驗以確認背景濃度水準，避免不符合結果的錯誤。
  - (iii) 來自微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體排放，應在小型試驗箱的出口取樣，空氣取樣孔A如圖H.10所示。
  - (iv) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
  - (v) 由如圖H.10所示之空氣取樣孔取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔A或測量至試驗箱之入口流速和計算。

- (vi) 記錄對於發電單元開機排放標準有興趣化合物的濃度，參見表 H.7。
- (vii) 發電單元關機，視需要打開和關閉試驗箱。容許微型燃料電池發電單元完成任何的停機循環並切換至完全關機狀態。
- (viii) 容許試驗箱變化流動空氣泵的氣流，穩定循環風扇流動和樣品流速。
- (ix) 經由如圖 H.10 所示之空氣取樣孔 A 取樣並記錄試驗箱的氣體內容物，只要同步測量和記錄流過試驗箱的量。經過試驗箱的流量可以從變化流動空氣泵的流速和經過空氣取樣孔 A 或測量至試驗箱之入口流速和計算。
- (x) 記錄對於發電單元關機排放標準有興趣化合物的濃度，參見表 H.7。
- (xi) 由每項組成之最大穩定濃度乘上經過系統之同時間的總空氣流量，計算有興趣化合物被排放的排放速率。經過系統之總空氣流量，取決於加入的穩態可變流量空氣泵之流速經過系統至同時的樣品流速或測量至試驗箱之入口流速。

備考：流進試驗箱的總空氣等於離開試驗箱的空氣流速和，所以，試驗箱入口的空氣流速等於離開試驗箱的空氣流速加取樣流速，兩個閥門代表經過試驗箱的總空氣流速且可用於計算排放速率。

詳見如下：

$$ER = ( F_p + F_s ) \times C \quad , \text{ 或}$$

$$ER = ( F_i ) \times C$$

其中

$E_R$  排放速率，g/h

$F_p$  可變流量空氣泵之流速， $l_{std}/h$  ( $l_{std}$ ：標準升)

$F_s$  取樣速率， $l_{std}/h$

$F_i$  試驗箱之入口流速， $l_{std}/h$

$C$  濃度，g/  $l_{std}$

- (xii) 最大測得的排放速率和表 H.7 相比較，若排放速率不低於表 H.7 限制的排放速率，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見 H.7.3.12 e)1)i) 和 H.7.3.12 e)2)i)。
- (xiii) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元及供電設備的正常操作（換言之，單一燃料匣操作的價值）。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少 3 小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續 3 小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

(2) 對於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子，應該執行以下增加的排放濃度取樣試驗。試驗僅需要執行發電單元在開機時，如洩漏速率和發電單元關機結合於J.7.3.12 1)之下，且結合的排放限制不能出現人的危險。

- (i) 微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元應在大的開放室做排放速率試驗，本試驗的用意在於近似並測量在靜止空氣中接近人之口或鼻的預期排放濃度，模型或模擬可用於改善試驗的正確性。試驗前應取樣室內的空氣，以確保正確性並避免不符合結果的錯誤。小心以確保室內或取樣系統的材料不會對排放貢獻(意即污染)於試驗。試驗前，建議檢查系統，確認微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不受污染，以避免不符合結果的錯誤。室內空氣的變化應保持最低相當於正常住家或商業設計(例如，每小時空氣變化小於1)。注意取樣區不要受到外來氣流的擾動。
- (ii) 從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元之氣體排放濃度的取樣，應使用示於圖H.11之操作的排放濃度試驗裝置。對於排放濃度試驗，空氣取樣管應延伸至代表消費者呼吸區的微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的間隔距離(SD)(從微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元在使用時至消費者口部或鼻子的距離)做排放濃度限制試驗。
- (iii) 對於緊密接近排放濃度測量的取樣速率，應每分鐘5公升，其代表成人的呼吸速率。
- (iv) 容許樣品流速穩定。
- (v) 取樣並記錄微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元的氣體排放，其發生於消費者呼吸區的代表性距離。
- (vi) 記錄有興趣化合物的濃度，參見表H.7。
- (vii) 最大測得的排放濃度和表H.7相比較，若排放濃度不低於表H.7限制的排放濃度，則微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元為試驗失敗且不要求做其他的試驗，參見H.7.3.12 e)2)ii)合格準則。
- (viii) 排放測量應為超過一定時間的持續時間之平均，其代表微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元作及供電設備的正常操作(換言之，單依燃料匣操作的價值)。試驗不需要連續的測量，提供起始啟動後至少3小時的操作，且在燃料匣終了時測量。若燃料匣不可有法持續3小時，整個燃料匣的持續時間應連續測量。

(e) 合格準則：

(1) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元不規劃用於緊密接近消費者口部或鼻子：

- (i) 關於表H.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照H.7.3.12

d)1)試驗時，應低於表H.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。

(2) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子：

(i) 關於表H.7中每一有興趣成份之最大排放速率，當依照H.7.3.12

d)1)試驗時，應低於表H.7中的排放速率限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。

(ii) 關於微型燃料電池發電系統和微型燃料電池發電單元用於緊密接近消費者口部或鼻子，除了滿足上述的排放數速率限制之外，對於有興趣成份之最大排放濃度，依照H.7.3.12 d)2)試驗，應低於表H.7中的排放濃度限制值。若微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不操作，或於超過限制之前以安全模式停機，此試驗可以接受。

表 G.7 排放限制—替代表 7

	[DEVICE -ON] 濃度限制 <sup>a</sup>	[DEVICE -OFF] 排放速率限制 <sup>c</sup>	[DEVICE -ON] 排放速率限制 <sup>b</sup>
丁烷 <sup>g</sup>	1.9 g/m <sup>3</sup>	0.045 g/h	0.9 g/h
CO	0.029 g/m <sup>3</sup>	N/A	0.290 g/h
CO <sub>2</sub>	9 g/m <sup>3</sup>	N/A	60 g/h
甲酸	0.009 g/m <sup>3</sup>	N/A	0.09 g/h
甲醛 <sup>e</sup>	0.000 1 g/m <sup>3</sup>	N/A	0.000 6 g/h
氫 <sup>f</sup>	N/A	N/A	0.016 g/h
甲酸甲酯	0.245 g/m <sup>3</sup>	N/A	2.45 g/h
NO	0.031 g/m <sup>3</sup>	N/A	0.31 g/h
NO <sub>2</sub>	0.005 7 g/m <sup>3</sup>	N/A	0.57 g/h

(a)本表中濃度限制單位為 g/ m<sup>3</sup>，相當於 TWA 暴露限制表式的 ppmv，如表 H.8 所示。濃度限制不測試裝置關機時，如洩漏速率限制和發電單元關機時 H.7.3.12 1)的分析與結合排放限制不會出現人的呼吸危險。

(b) [DEVICE-ON]排放速率限制的根據為 10m<sup>3</sup> ACH，擇定參考體積和空氣每小時的變化(ACH)之積，因為其包含微型燃料電池發電系統將被使用之合理地可預見環境。小車的內部空間和每個人在商業飛機中最小體積為 1m<sup>3</sup>，最小的 ACH 在飛機旅客為 10 且在車中設定的最低排風為 10ACH。家庭和辦公室有的 ACH 水準為 0.5，但每個人的體積超過 20 m<sup>3</sup>，所以，結果為 10 是保守。

(c)排放試驗的執行僅在保證燃料不可不容許的洩漏。丁烷微型燃料電池發電單元必須在溫度下操作為了產生根據反應的排放，其評估在[DEVICE-ON]的排放試驗。

(d)坐著的成人 CO<sub>2</sub> 排放速率為 30 g/h，燃料電池加上成人排放速率的限制，使得 CO<sub>2</sub> 不會達到 WHO 之 8 小時的限制 9 g/m<sup>3</sup>。在環境為 10m<sup>3</sup> ACH，由燃料電池的貢獻為 60 g/h。

(e)WHO 指南的限制為 0.000 1 m<sup>3</sup>，背景值為 0.000 03 m<sup>3</sup>，限制不能推背景值高於指南的限制。

(f)操作的氫排放速率 0.016g/h 相當於不會支撐燃燒的最高洩漏速率，且低於 0.8g/h 洩漏速率需要達到在 1 立方公尺試驗箱中每小時空氣變化 1 之

25%LFL。

- (g) 操作的丁烷排放速率 0.9g/h 相當於不會支撐燃燒的最高洩漏速率，且低於 1.9g/h 洩漏速率需要達到在 1 立方公尺試驗箱中每小時空氣變化 1 之 800ppm 的 TVL 限制。不可有操作的丁烷洩漏標準已選擇根據微型燃料電池發電系統或發電單元在密閉空間不可排風的情境，選定的空間體積為 0.28 m<sup>3</sup>，大約 10 立方英尺。標準已經規定，丁烷濃度在 24 小時期間不允許發展超過 25%LFL，若有 3 個微型燃料電池發電系統在密閉的空間。

表H.8—職業暴露限制

	TWA 暴露限制 (TWA 時間加權平均超過 8 小時作業)
丁烷	<800 ppmv
CO	<25 ppmv
CO <sub>2</sub>	<5 000ppmv
甲酸	<5 ppmv
甲醛	<0.08 ppmv
氫	N/A
甲酸甲酯	<100 ppmv
NO	<25 ppmv
NO <sub>2</sub>	<3 ppmv

#### H.7.3.13 高溫停機試驗

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統和未使用過的燃料匣。
- (b) 目的：確認微型燃料電池發電單元在合理的時間之內啟動停機的順序，若 SOFC 電池組達到不正常的高溫。若微型燃料電池發電單元其中之一的組件試驗後不可有法正常的操作，不同的發電單元可用來做剩餘組件的試驗。若任何的組件整合為等溫模組，那些組件可以同時做試驗。
- (c) 試驗程序：
- (1) 若微型燃料電池發電單元在額定輸出下操作，使用製造商規定的方法設定 SOFC 電池組溫度高於最大操作溫度 20°C。
  - (2) 確認微型燃料電池發電單元被啟動的停機的順序，任一試驗組件達到或 5 秒之內達到評估溫度設定點優先。
  - (3) 若微型燃料電池發電單元為含有高溫重組器或重組器在 SOFC 電池組中為相同的熱模組，按步驟 5 處理。否則，只要微型燃料電池發電單元在額定輸出下操作，使用製造商規定的方法設定 SOFC 電池組溫度高於最大操作溫度 20°C。
  - (4) 確認微型燃料電池發電單元被啟動的停機的順序，任一試驗組件達到或 5 秒之內達到評估溫度設定點優先。
  - (5) 若微型燃料電池發電單元為未含有高溫觸媒轉化器或觸媒轉化器在 SOFC 電池組中為相同的熱模組，則試驗完成。否則，只要微型燃料電池發電單元在額定輸出下操作，使用製造商規定的方法設定 SOFC 電池組溫度高於最大操作溫度 20°C。
  - (6) 確認微型燃料電池發電單元被啟動的停機的順序，任一試驗組件達到



或5秒之內達到評估溫度設定點優先。

- (d) 合格準則：微型燃料電池發電單元在達到評估溫度設定點之前應啟動停機或達到之後5秒鐘之內。

#### H.7.3.14 高溫操作試驗

- (a) 試驗樣品：一個依照製造商規範充填燃料的微型燃料電池發電單元或微型燃料電池發電系統和未使用過的燃料匣。
- (b) 目的：確認微型燃料電池發電單元的操作安全性，若SOFC電池組的溫度高於最大操作溫度30°C。若微型燃料電池發電單元為含有重組器或觸媒轉化器，這些組件也應測試。若微型燃料電池發電單元其中之一的組件試驗後不可有法正常的操作，不同的發電單元可用來做剩餘組件的試驗。若任何的組件整合為等溫模組，那些組件可以同時做試驗。
- (c) 試驗程序：
- (1)使用製造商規定的方法使H.7.3.13敘述的停機機制不可有能力自動化。
  - (2)微型燃料電池發電單元在升高的溫度下，依製造商規定全負載運轉1小時。微型燃料電池發電單元不要求分離額定負載或正常地功能，如升高溫度的結果。
  - (3)依照H.7.3.12執行發電單元開機和關機的排放試驗。
  - (4)若微型燃料電池發電單元為未含有高溫重組器或在SOFC電池組中為相同的熱模組，按照步驟7處理。否則，使用製造商規定的方法，依使H.7.3.13敘述的停機機制不可有能力自動化，設定重組器溫度高於最大操作溫度30°C。
  - (5)微型燃料電池發電單元在升高的溫度下依製造商規定全負載運轉1小時，微型燃料電池發電單元不要求分離額定負載或正常地功能，如升高溫度的結果。
  - (6)依照H.7.3.12執行發電單元開機和關機的排放試驗。
  - (7)若微型燃料電池發電單元為未含有高溫觸媒轉化器或觸媒轉化器在SOFC電池組中為相同的熱模組，則試驗完成。否則，使用製造商規定的方法使H.7.3.13敘述的停機機制不可有能力自動化，設定觸媒轉化器溫度高於最大操作溫度30°C。
  - (8)微型燃料電池發電單元在升高的溫度下依製造商規定全負載運轉1小時，微型燃料電池發電單元不要求分離額定負載或正常地功能，如升高溫度的結果。
  - (9)依照H.7.3.12執行發電單元開機和關機的排放試驗。
- (d) 合格準則：任何時間不可有著火或燃燒，任何時間不可有爆炸。著火或燃燒應以粗綿布、紅外線照相機或其他適宜的方法檢查。爆炸應以目視檢查，確認對於微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元不可擾動。微型燃

料電池系統或微型燃料電池組應做微型燃料電池發電系統或微型燃料電池發電單元開機和關機的排放試驗並應滿足H. 7.3.12的合格準則。若微型燃料電池發電單元不操作而排放未超過H. 7.3.12的限制，此排放試驗為可接受的。

#### H.7.3.15 著火試驗

- (a) 試驗樣品：未使用過的燃料匣。
- (b) 目的：著火試驗應對所有新設計且丁烷容量超過200毫升的燃料匣執行，試驗系為證明著火保護系統，使得壓力釋放裝置(PRD)及/或完整的熱隔絕會防止規定的著火條件下燃料匣未控制的放氣。任何設計顯著的改變，例如改變直徑、長度或PRD，需要重做或災試驗。除非，製造商可使用資料和工程計算，根據存在的設計之先前著火試驗的結果，表示新設計不需要著火試驗。
- 於著火試驗事件中的燃料匣爆裂時，應小心注意以確保個人的安全性和財產。
- (c) 試驗程序：

- (1) 燃料匣應填充額定容量的丁烷，受測的燃料匣應為具代表性的匣。
- (2) 燃料匣的溫度和壓力應遠端監控並每15秒或更短的時間為間隔做記錄。實施時，應安裝手動閥門以容許燃料匣在試驗設備的事件中之放氣或微型燃料電池發電系統發生故障。

除了讀取溫度和壓力之外，每一項試驗也應記錄以下的資訊，如下：

- (i) 燃料匣製造商；
- (ii) 燃料匣零件或型號；
- (iii) 單獨燃料匣的檢定者；
- (iv) PRD位置和方向；
- (v) 試驗日期；
- (vi) 燃料匣壓力，MPa；
- (vii) 燃料匣方向(垂直、水平或倒置)；
- (viii) 試驗室溫度；
- (ix) 評估風的條件/方向
- (x) 見證者姓名；
- (xi) 壓力釋放裝置活動的時間；及
- (xii) 完成試驗經過的時間。

除外：關於燃料匣的設計，預先排除著火試驗期間的壓力監控，應提供著火試驗期間的壓力監控調整的說明，應提供PRD動作的確認方法且應提高安全性注意以安全的完成著火試驗。

- (3) 著火試驗應執行至少3個燃料匣規劃使用及/或運輸的每一方向，關於燃料匣設計之使用及運輸方向並不可有規定，至少3個燃料匣的著火試驗至少做垂直和水平方向。

燃料匣應接受超過其寬度的熱源，關於燃料匣少於或等於0.30公尺的長度，溫度

指示裝置應安裝於0.05公尺之內的燃料匣表面靠近每一末端位置，但不可接觸到。關於燃料匣大於0.30公尺的長度，溫度指示裝置應安裝於每一末端且一個在中間位置。溫度只是裝置允許插入小的金屬塊中(每邊少於0.025公尺)。

(4) 燃料匣應測試任一直接(大篝火)或間接(煙囪)燃燒衝擊方法，火源應完全地捲入前述的試驗設備，任何的燃料都可以做為火源，提供規律的熱足夠維持規定的試驗溫度至少20分鐘或直到燃料匣放氣為止。燃料的選擇應考慮有關的空氣汙染。著火的安排應記得夠詳細，以確保燃料匣之熱輸入速率的再現性。

(i) 直接燃燒衝擊

供應足夠的燃料以確保燃燒時間至少20分鐘，燃料匣應置放的試驗方向和燃料匣至少高於燃料0.100公尺或足夠大的高度以確保捲入整個燃燒中。應使用金屬遮蔽以防止直接燃燒衝擊燃料匣的閥門、接頭及/或壓力釋放閥。金屬遮蔽不得直接觸及規定的燃燒保護系統(壓力釋放裝置或燃料匣閥門)。

(ii) 間接接燃燒衝擊

燃料匣應置放在試驗裝置上，其設計為容納試驗物本身並提供控制和熱輸入速率的再現性而不可有局部過熱。試驗裝置可以由任何能夠承受試驗環境條件的適宜材料建造。火源應安裝以提供規律的方式予煙囪和試樣。

立即接著點火，著火產生的燃燒整個捲入試驗裝置，至少一個溫度指示裝置的溫度應指示點燃5分鐘之內的溫度至少590°C，一個溫度指示裝置應維持試驗期間的平均溫度至少590°C。

(d) 合格準則：

- (1) 燃料匣的設計被認為通過試驗，對於全部有效的試驗，若以相同的方式滿足任一以下的標準：
  - (i) 內部壓力放出至零的表壓在控制的行為上如燃料匣設計的規劃。
  - (ii) 燃料匣承受20分鐘的火燒而不可有放氣。
- (2) 於試驗期間任何的失效或火燒得不依置或熱源，結果將不可有效且需要重新試驗。任何的放氣過程或外殼、閥門、接頭或管路於試驗期間的失效，其非規劃的保護系統中的一部分，試驗結果應為不可有效且需要重新試驗。

參考資料

- IEC 62282-5-1, Fuel cell technologies - Part 5-1: Portable fuel cell power systems - Safety
- IEC 61025, *Fault tree analysis (TA)*
- IEC 60812, Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
- ISO/TR 15916:2004, *Basic considerations for the safety of hydrogen systems*
- 15th edition of the UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations
- Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials 11th Edition