

PEM燃料電池



製作：鄭富禎

前言

目前石油產量與存量日益減少,石油原油每桶售價居高不下,目前已高達七十美元左右,使得高油價的現象普遍在世界各國產生.

因應對石油的依賴必須尋找替代能源,尤其世界各大汽車製造廠更是積極開發設計,以替代能源為動力減少車輛對石油能源的依賴.

汽車為我們最常使用的交通工具,燃料電池將是各大汽車製造廠,裝在汽車上取代傳統的汽油或柴油車輛.

本篇簡介為介紹目前各大汽車製造廠,廣為使用且積極研發的替代能源,PEM FUEL CELL 質子交換膜燃料電池.

本篇文章所使用圖片皆為原理介紹目的而使用,著作權仍屬原作者.



燃料電池的歷史回顧

- ◆ 燃料電池的起源可以追溯到 19 世紀初歐洲的兩位科學家 C.F. Schonbein 教授與 William R. Grove 爵士。
- ◆ 1839 年 Grove 提出氣體電池實驗, Grove 的氣體電池基本構想是源自水的電解實驗, 水電解過程是用電將水分解成氫氣與氧氣, 反過來, Grove, 認為將氧氣與氫氣反應就有可能逆轉電解過程而產生電。
水電解: $\text{H}_2\text{O} + \text{electric power} \longrightarrow \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$
逆反應: $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{electric power}$
- ◆ 1889 年由 L. Mond 與 C. Langer 兩位化學家首度提出[燃料電池]名詞, 組裝的氣體電池操作電壓為 0.73V, 電流密度為 3.5mA/cm²。
- ◆ 1932 年培根根據 A. Schmid 所提出的多孔結構之氣體擴散電極概念而開發出雙孔電極, 並將 L. Mond 與 C. Langer 所發明的裝置加以改良製作出培根電池, 培根電池實際上就是第一個鹼性燃料電池。

燃料電池現代史

- ◆ 燃料電池的現代史可以從1960年代初期太空科技談起,當時美國航空太空總署[NASA],為了尋找適合作為載人太空船的動力源經過眾多動力源的分析比較之下認為氫氧燃料電池特別適合作為太空船的主要電源此外燃料電池反應所產生的水可供太空人飲用因此NASA便開始資助一系列的燃料電池研究計劃.
- ◆ 這一系列研究的第一項成果就是高分子電解質[Polymer electrolyte]的開發成功.
- ◆ 20世紀初期,飛機製造商普會公司取得培根鹼性燃料電池專利後,便著手進行減重計劃,而開發出比奇異[GE]公司的質子交換膜壽命更長的鹼性燃料電池.
- ◆ 1973年發生石油危機世界各國認知到能源的重要性,在1993年加拿大巴拉德動力系統公司[Ballard Power System],製造出全世界第一輛以質子交換膜燃料電池[PEM Fuel Cell]為動力的汽車.
- ◆

氫燃料電池基本原理

- ◆ 氫氣 + 氧氣 \longrightarrow 電力 + 水
- ◆ 燃料電池是一種能源直接轉換裝置，能將含能的燃料（如氫氣、天燃氣、甲醇、汽油等）及氧化劑（空氣、氧氣）直接經電化學反應方式藉由氫氣結合成水，讓化學能能夠直接轉變為電能。

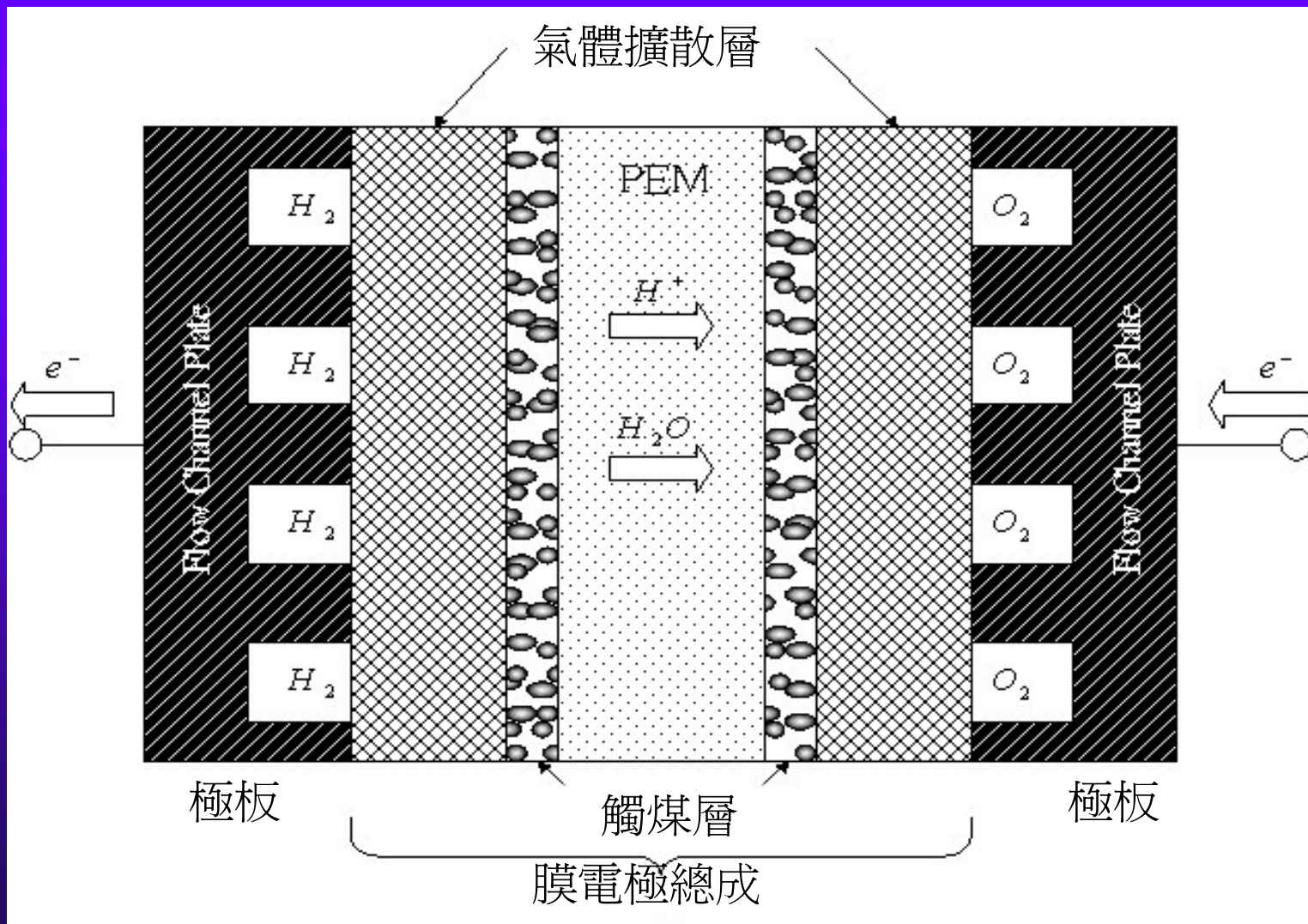
燃料電池的種類

- ◆ 鹼性燃料電池[Alkaline Fuel Cell]
 1. 運轉溫度為攝氏50 ~ 200 度
 2. 氫氧化鉀溶液當電解質
 3. 必須使用純氧氣與純氫氣
- ◆ 質子交換膜燃料電池[Proton Exchange Membrane Fuel Cell]
 1. 運轉溫度為攝氏30 ~ 100 度
 2. 固態且固定式的薄膜[PEM]當電解質
 3. 構造簡單
 4. 必須使用純氫氣
- ◆ 直接甲醇燃料電池
 1. 運轉溫度為攝氏20 ~ 90 度
 2. 構造結構類似於質子交換膜燃料電池
 3. 直接使用甲醇當燃料
 4. 低功率, 低效率
 5. 適合移動電源使用

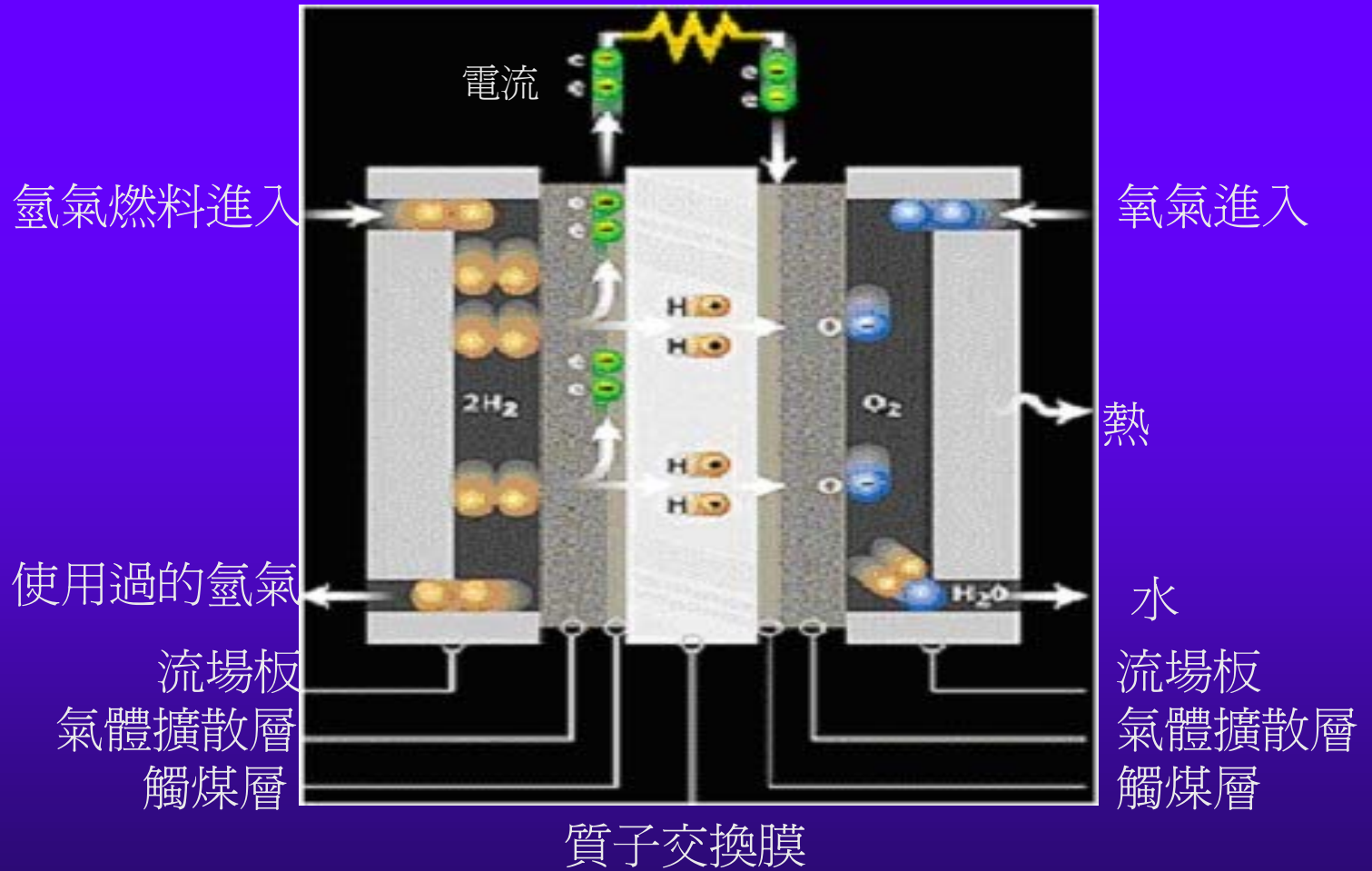
燃料電池的種類

- ◆ 磷酸燃料電池[Phosphoric Acid Fuel Cell]
 1. 運轉溫度為攝氏160 ~ 220度
 2. 磷酸溶液當電解質
 3. 第一個商業量產製造且普遍使用的燃料電池
 4. 製造價格昂貴
 5. 可連續運轉一年或更長的時間僅需少量的保養
- ◆ 熔融碳酸鹽燃料電池[Molten Carbonate Fuel Cell]
 1. 運轉溫度為攝氏 ~ 650度
 2. 能夠直接使用天然氣, 甲烷, 煤氣, 當燃料
 3. 電解質具有高溫且具有腐蝕性
- ◆ 固態氧化物燃料電池[Solid Oxide Fuel Cell]
 1. 運轉溫度為攝氏500 ~ 1000度
 2. 可直接使用天燃氣當燃料
 3. 製造費用昂貴

PEM燃料電池的構造



燃料電池的運轉



PEM燃料電池的膜電極製作

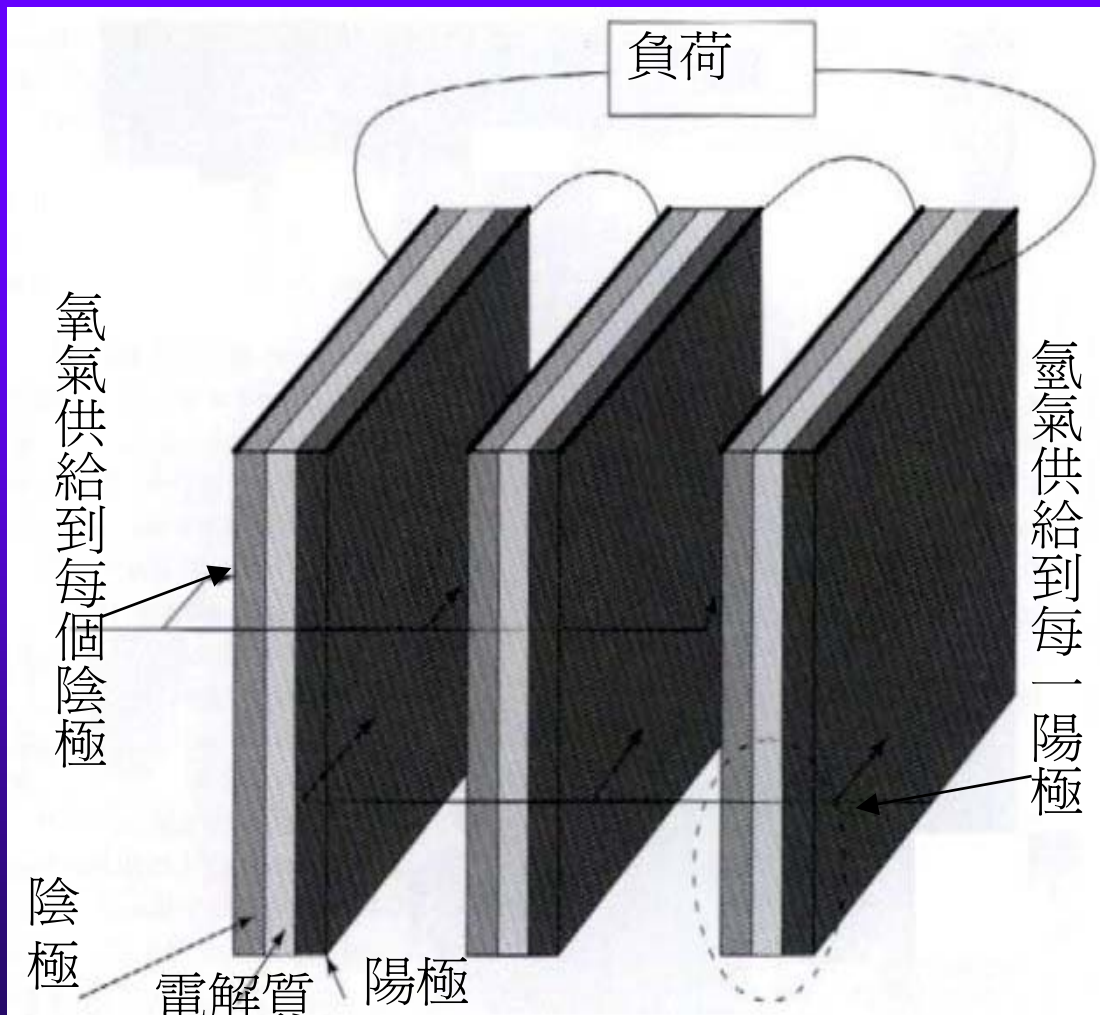
◆ 分離電極法

1. 將Pt /C 固定在碳布或碳紙上.
2. 將PEM浸泡在3%過氧化氫溶液一小時,硫酸溶液一小時最後以去離子水沖洗一小時, 去除殘留的化學物質.
3. 在PEM的兩面鋪上電極然後以攝氏 140度及3~5 bar的壓力熱壓3分鐘.

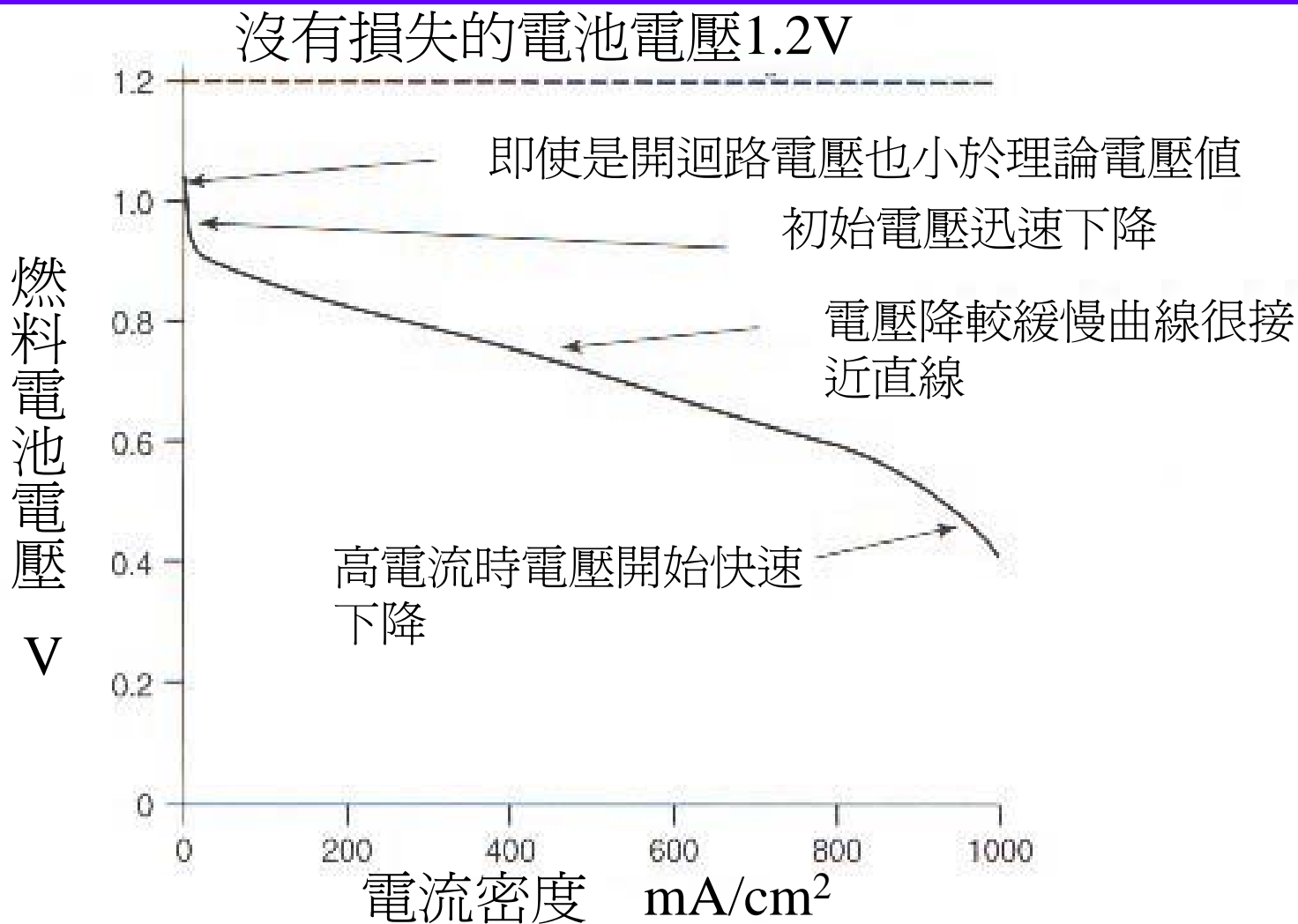
◆ 直接在PEM上建立電極法

- .將一層很薄的墨水噴塗在PEM的兩側,然後用熱烘乾的方式固定.
- 墨水成分= Pt /C + Nafion Solution +PTFE[鐵弗龍]

PEM燃料電池的串聯



燃料電池典型的操作性能曲線



燃料電池的不可逆性

◆ 活化損失

減少活化損失的方法

1. 使用高效率的觸媒:如使用白金.
2. 增加電極作用面積:如使用多孔性電極
3. 增加反應氣體濃度
4. 增加壓力

◆ 燃料穿越與內電流

◆ 歐姆損失

◆ 濃度損失

反應氣體的組成

◆ 純反應氣體

陰極:氧氣

陽極:氫氣

◆ 反應氣體是混合氣

陽極:重組燃料,CH₄ CH₃OH

陰極:空氣

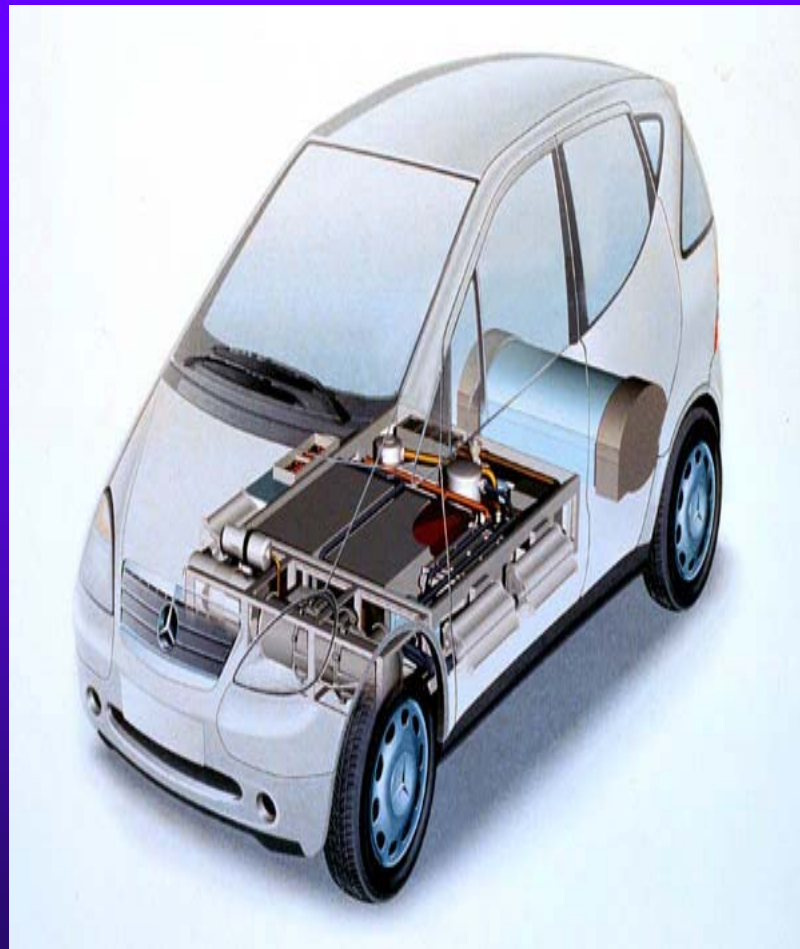
重組過程:CH₄ + H₂O → 3H₂+CO

CO會毒害白金所以濃度必須在5PPM以下.故CO必須執行水-氣變換反應來減少CO

CO +H₂O → H₂+CO₂

燃料電池引擎汽車

- ◆ 朋馳汽車發表以甲醇為動力的燃料電池車NECAR,如圖所示.
- ◆ 此車時速可達到145公里,每加一次燃料可以跑450公里.
- ◆ 目前朋馳已經量產此種車型,改良後的燃料車型稱為NECAR 4.



未來願景

- ◆ 燃料電池的發展對地球環境的保護意義重大,可以大大減緩全球溫室效應,科學家甚至將燃料電池視為拯救地球的最後希望之一.
- ◆ 專家預測,誰能生產出最便宜,最實用的燃料電池車,將會主宰下一世紀的汽車市場.
- ◆ 以PEM燃料電池為例,製造成本相當高,且關鍵技術美國與加拿大,掌握了最尖端的核心技術,且嚴格管制技術輸出,所以期待未來製造成本能有突破,大家都有潔淨動力的車輛開上路.
- ◆ 美國福特汽車公司表示,燃料電池車將是下一世紀,最先進的潛力產品,目前尚需克服的是重量,體積,及成本的問題.