

燃料電池의 最近의 動向

金 俊 容*

— 차 례 —

1. 燃料電池의 原理와 構成
2. 發電과 燃料電池
 - 2-1. 深夜電力과 水素燃料
 - 2-2. 大型電力源 燃料電池
3. 電氣自動車와 燃料電池
- 3-1. 動力源으로 水素燃料의 직접 이용
- 3-2. 鉛蓄電池를 사용한 電氣自動車
- 3-3. 燃料電池를 사용한 電氣自動車
4. 將來性과 問題點

1. 燃料電池의 原理와 構成

燃料電池는 한마디로 燃料의 化學 에너지를 직접 電氣 에너지로 變換하는 장치의 일종이다. 현재의 發電 또는 내연 기관은

화학에너지 → 열에너지 → 기계에너지 → 전기에너지 와 같이 電氣 에너지를 얻고있어 表 1 에서 보다 시의 熱效率은 30~42%, 디젤내연기관에서는 25~35%에 불과하지만 機械 에너지를 거치지 않는 燃料電池는 70~80%나 되고 외부에서 燃料를 공급하여 주는 한 연속 발전을 할 수 있다는 특징이 있다.

表 1. 각종 發電방식의 열효율

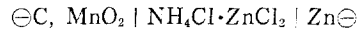
발전 방식	현재열효율	장래의 열효율
연료 전지	50~70%	70~80%
태양 전지	5~15%	15~30%
내연기관 발전기	20~25%	—
디젤기관 발전기	25~35%	—
가스터빈 발전기	15~25%	—
스팀터빈 발전기	30~42%	—
MHD* 발전기	—	0~55%
열 발전기	0~10%	10~20%
여이온 발전기	8~15%	15~45%

* Magnetohydrodynamic (MHD)

燃料電池의 용도에는 두가지 방면이 뚜렷하여 그 하나는 높은 中량효율로 각종 교통기관, 예컨대 자동차, 선박 또는 우주선용 전원등에 적합하다. 또 하나는 높은 에너지 변환효율로 대규모 발전용 전지에 대한 용

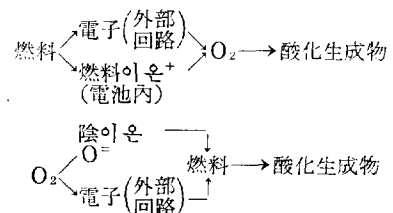
용면이다.

우리가 잘 쓰고 있는 건전지를 예로 들어 전지의 발전기구를 본다면 음극에서는 산화반응이 양극에서는 환원반응이 일어나고 이 때의 化學에너지의 변화가 電氣 에너지로 나타난다. 건전지의 구조는 다음과 같다.



두 전극을 연결하면 방전하여, 음극은 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$ (산화반응), 양극은 $2MnO_2 + H_2O + 2e \rightarrow Mn_2O_3 + 2OH^-$ (환원반응)이 일어나게 되는데 환원제인 연료 및 산화제를 연속적으로 두 전극에 보내주면 전해액을 통하여 방전하게 되므로 전기를 얻는 것과 연료전지로 건전지의 발전기구와는 하등의 변함이 없다.

단지 연료전지는 외부에서 연료 가스를 공급하여 주는 형식의 전지이기 때문에 전기화학적으로 본다면 가스電極으로 구성된 電池라고 보겠다. 燃料의 연소는 산소에 의한 연료의 酸化反應이 되는데, 반대로 酸素로서 본다면 燃料에 의한 환원반응이 된다. 따라서 燃料측을 음극으로 하고 산소측을 양극으로 하여 전지를 구성한다면 燃料電池가 구성된다. 이 두개의 半電池반응은 다음과 같다.



지금 H_2, O_2 가스를 燃料로 하는 燃料電池를 본다면 그림 1과 같다. 炭素 또는 金屬계의 다공성판으로 삼

* 서울工大 應用化學科 敎授

실을 만들어 증실에는 알카리성 전해액을 넣고 外部 회로를 도선으로 연결시키면, 水素極에서는 $H_2 + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$, 酸素극에서는 $O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow HO_2^- + OH^-$, $HO_2^- \rightarrow OH^- + \frac{1}{2}O_2$ 의 반응이 일어난다. 따라서 化學 에너지의 變化는 直接 電氣에너지로 變換된다.

$$\Delta G = -nFE_{rev}$$

ΔG 는 자유에너지의 변화, n 은 전자의 수, E_{rev} 는 가역전지의 기전력을 표시한다. 각종 燃料에 대하여 ΔG° , 연소열 ΔH° , 열효율 $\epsilon^\circ = \Delta G^\circ / \Delta H^\circ$ 및 전지의 기전력을 열역학 데타로 종합하면 다음 표 2와 같다.

이와 같이 연료전지는 보통 일차전지나 이차전지와는 달리 전지반응에 관여되는 물질을 전지 외부로부터 연속적으로 공급하는 방법으로, 원리적으로 보면 연속

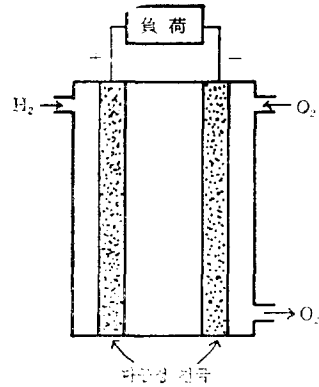


그림 1. 연료 전지의 구성

Table 2. Standard emf E° and Efficiency $\epsilon^\circ = \Delta G^\circ / \Delta H^\circ$ (25°C 1 atm)

Reactions	$\frac{\Delta G^\circ}{\text{mole}}$	$\frac{\Delta H^\circ}{\text{mole}}$	$\epsilon^\circ = \frac{\Delta G^\circ}{\Delta H^\circ}$	E° (EMF)
$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	- 56,690	- 68,320	0.83	1.23
$NH_{3(g)} + \frac{3}{4}O_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_2O_{(l)}$	- 81,090	- 91,190	0.89	1.17
$CH_3OH + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$	-167,910	-173,670	0.197	1.21
$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$	-196,500	-212,793	0.92	1.07
$C_2H_{6(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$	-350,731	-372,824	0.94	1.87
$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$	-503,926	-530,610	0.95	1.09
$C + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	- 94,260	- 94,050	1.00	1.38

적 방전이 가능하지만 전극, 전해액등에서 생기는 분극현상 또는 耐壓性 등에서 실제적으로 전지수명은 짧다. 특히 분극현상의 발생으로 연료전지에서 전류가 흐르면 열효율이 저하된다. 일반적으로 이에 관련되는 분극은 활성화분극, 농도분극, 저항분극으로 가스전극의 성능이 劣化된다. 실제 전지에서 나타나는 전지의 기전력과 전류와의 곡선을 그리면 그림 4에서 보는 바와 같이 이 과전압을 감소 시킴으로써 전지의 열효율을 최대한 증대할 필요가 있다.

최근에는 가스전극의 효율과 Cost 문제에 관한 많은 연구의 성과를 거두게 되어, 다공성 니켈판 대신에 니켈로 도금한 철 Screen에 직접 탄소분말을 붙인 것을 사용하여 그 성능은 수소-공기 연료전지에 있어 연속 50mA/cm², 수소-산소 전지에서는 100mA/cm² 정도로 수명은 3000~4000시간으로 되었다고 보고되어 있다. 또한 가스의 이온화에 중요 역할을 하게 되는 전극의 촉매재로는 고가인白金촉매 대신에 철 Futarocyane의 유기철화합물로 대체함으로써 가능하다¹⁾. 또한 수

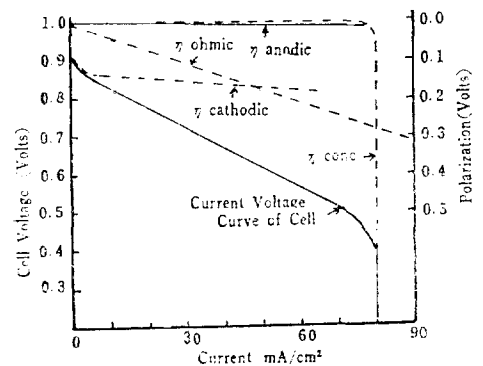


그림 2. 전지 전압 곡선

소와 산소의 반응으로 생기는 물은 전해액으로부터 제거하여야 되기 때문에 전해액의 순환 장치가 필요하게 된다.

실제로 우주선에서 쓰이고 있는 Bacon형²⁾ 연료전지

는 85% KOH, 250°C에서 0.9볼트 250mA/cm²의 성능을 가지고 있으며 가스는 불과 1~2기압에서 동작한다. 그림 5는 Bacon형 연료전지의 구조를 그린 것이며 동작특성은 표 3에서 볼 수 있다.

Table 3. Bacon cell의 動作特性 (200°C, 40 atm)

Current density mA/cm ²	Electric potential V	Efficiency referred to reactional free enthalpy (%)	Efficiency referred to heat of reaction (%)
10	1.02	85	76
100	0.905	75	67
250	0.805	66	59
500	0.677	57	51
675	0.585	48	43

Apollo 또는 L.E.M.(Lunar Excursion Module)용으로 채용된 Bacon형—Pratt and Whitney²⁾ 연료전지는 31개의 전지가 적열로 연결되어 있으며, 열 제거장치, 물 제거장치, 반응물콘트롤장치, 모니터, 운전 콘트롤장치 등은 계의 1/3부분 정도로 합해져 있다.

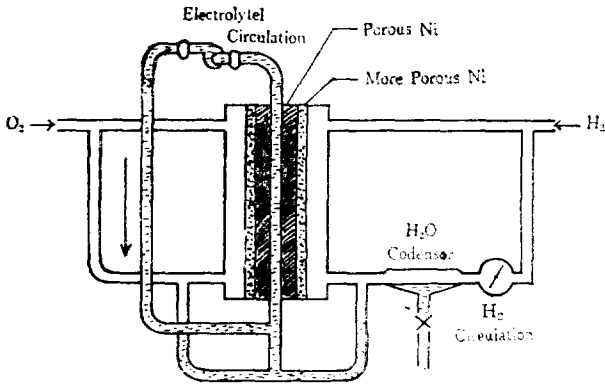


그림 3. Bacon 연료 전지

Apollo용으로는 27~31볼트에서 560~1400watt, 最高로 20.5볼트에서 2,300watt까지의 성능을 가진다.

수소—산소 연료전지로 Allis-Chalmers社의 전지는 Apollo 전원 공급용으로 개발된 것으로 29—볼트 2kw의 31個 전지를 연결시킨 것이다. 陽極 촉매는 파라듐—Ni₂B를 사용하고 있으며 80°C에서 32mA/cm₂의 전류밀도로 약 1,000時間 동안 가동된다.

2. 發電과 燒料電池

미래의 電力은 원자력 발전에 의존될 것은 틀림없는 사실이나 원자력의 개발 속도와 化石燃料의 매장량 및 소비 속도와의 균형에서 생각할 때 化石燃料 에너지의 고도 이용은 대단히 重要한 과제이다.

2-1. 深夜電力과 水素燃料

深夜電力(전발전량의 35~40%)을 이용하여 물을 전기 분해해서, 수소를 만들어 저장한다든가, 또는 직접 수소—산소형 연료전지를 만들어 다시 동력원으로 利用하는 것은 대단히 意義있는 연구 과제이다. 다시 말하면 深夜電力을 저장했다가 각 소비처에 수송되어 직접 또는 다시 電力으로 재생시킨다는 것이다. 물론 여기에는 수소의 저장, 운반등에 문제가 있으나 無限 에너지의 농축과 저장에서 전기에너지를 다른 형태로 저장 利用한다는 면에서 볼 때 연료전지의 利用은 큰 역할을 한다고 볼 수 있다.

지금 석탄, 석유 또는 원자력 발전으로 얻어지는 에너지의 효율적인 이용은 대도시의 대기오염을 감소시키는 것이 되며 이것을 도식화하면 그림 4와 같다.

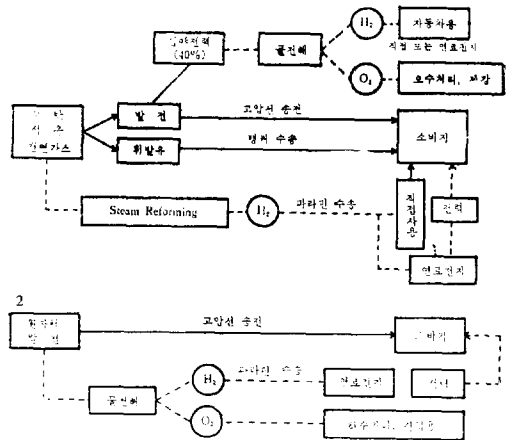


그림 4. 석탄, 석유로부터 효율적으로 이용하는 방법

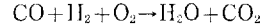
수소는 연소하면 산화되어 물이 되므로 아무리 대량 소비하여도 대기오염에는 하등 관계가 없고 또한 지구의 2/3는 물로 덮여 있어 人間の 생활과 환경의 조화에는 지장이 없다. 수소는 산소와 결합하여 물을 만들 때 막대한 에너지를 발생하므로 수소를 연료로 사용할 수 있는 기술적, 경제적 면이 개발된다면 人類의 장래에 있어서, 대단히 意義있는 에너지원으로 본다. 현재 우리가 쓰고 있는 에너지원인 石油 석탄 대신에 기체수소 또는 액체수소를 動力源으로 직접 또는 간접으로 利用하자는 것이다.

예를 들면 宇宙개발의 계획으로 Apollo 우주선의 추진연료로 쓰이고 있으며 또한 초음속비행기(hypersonic aircraft)의 추진動力으로 장래 개발이 기대된다. 이와 같은 새로운 시대의 요구에 따르는 수소의 생산성 및 경제성에 대하여 과학자들은 신중히 검토를 하고 있는 중이다. 炭化水素로부터 steam reforming하여 얻는 수소를 日産 2,500ton 규모로 한다면 1kg당 17.5

cent⁴⁾가 되고 물의 전기분해로서는 24cent 정도로, 만일 原子力 발전으로 산 전력을 얻게 되면 1kg당 10~20cent 정도로 생산되리라고 추정하고 있다. 이 계산은 액화 수소의 계산이므로 기체수소로서는 약 20% 싸게 얻어진다. 한편 물의 전해로 수소를 만들 때 산소는 부산물로 얻어지게 되어, 下水處理, 제강등에 대량 쓰이게 되므로 水素의 경제성은 밝다고 하겠다.

한편 에너지를 수송하는 방법면에서 본다면 電力의 수송에는 I²R의 손실이 크고 전압을 높이고 전류를 적게 하는 등의 문제가 크지만, 水素는 paraffine과 같이

素는 大氣壓下에서 鐵電極(Fe₂O₃+Fe₃O₄를 含有)으로 供給시키고, 水性가스 燃料은 Fe₂O₃陰極에 供給된다. 電解質로서는 43% Na₂CO₃+27% monazite+tungsten trioxide soda glass 등의 固體를 使用하고 電池의 全反應은



와 같다. 700°C, 0.79 Volt에서 20mA/cm²의 電流를 얻을 程度다.

c) Gorin-Recht 燃料電池⁵⁾

이 燃料電池는 Davtyan燃料電池를 美國에서 Gorin,

Table 4. 融解炭酸鹽燃料電池의 構成

燃 料	酸 化 劑	Anode	Cathode	炭酸 alkali	溫 度	回路電壓	0.7V에서의 電流密度
H ₂ +H ₂ O	O ₂ +CO ₂	Pt	Ag	Li, Na, K	500	1.18	65
CH ₄ +H ₂ O	電氣+CO ₂	Ni	Ag	"	775	0.98	45
H ₂	"	ZnO+Ag	ZnO+Ag	Li, Na	690	1.2	85
Kerosene	"	"	"	"	640	1.05	25
CH ₄	"	"	"	"	585	1.05	15
H ₂ +H ₂ O	O ₂ +CO ₂	Ni	Ag	Li, Na, K	600	1.30	30
CO	O ₂ +CO ₂	不 銹 鋼	Ag	"	610	0.95	10
H ₂	"	Ni	Ag	"	580	1.25	135
CH ₄ +H ₂ O	空氣+CO ₂ +H ₂ O	Pt 膜	Ag	"	600	0.79	10
H ₂	O ₂ +CO ₂	Pt	Ag	"	600	1.40	270

pipe관으로 수송이 가능하여 직접 소비지에 수송하면 전력수송에 비해 1/2~1/3 정도 절약된다.

2-2. 大型電力源 燃料電池

이 목적의 燃料電池는 화력발전과 경쟁이 되는 고로 天然가스, 석탄, 석유, 또는 이것으로 부터 얻어지는 수소, 일산화탄소 등의 炭 燃料가 대상이 된다. 이와 같은 燃料는 상온에서 열효율이 낮고 不活性이기 때문에 고온상태에 동작시키며, 용융염을 사용한다. 다음 표 4에 融解鹽을 사용한 燃料電池의 구성과 電壓을 표시한다.

현재까지 發見 보고된 대형 電力源 전지를 몇 가지 예로 들면 다음과 같다.

a) Ketelaar-Broers 電池⁶⁾

Broers가 Amsterdam 大學의 Ketelaar 教授와 같이 Davtyan 電池를 開發했으며 Li₂O₃, Na₂CO₃ 또는 Li₂CO₃와 K₂CO₃ 등의 混合 融解鹽을 1200°C에서 燒成한 MgO판에 含浸시킨 것을 電解質로서 使用한다. 부피는 約 4mm, 多孔度는 40~50%다.

燃料로서는 都市가스, H₂, CO, 天然가스, CO+H₂O, CH₄+H₂O 등을 使用 550~700°C에서 動作시킨다.

b) Davtyan 燃料電池⁶⁾

Davtyan 燃料電池는 水性가스(50%CO+50%H₂)를 使用한 燃料電池로서 550~900°C에서 動作시킨다. 酸

Recht에 依하여 改良된 것으로 燃素極으로서는 60% Fe₂O₃+20% 鐵粉+20% 粘土, 酸素極으로서는 60% Fe₂O₃+20% Fe₃O₄+20% 粘土로 되어 있다. 電解質은 43% Na₂CO₃+27%은 monazite砂, (3~4% ThO₂, 15~20% CePO₄ 含有)+20% WO₃+10% soda-glass로 서 된 固態電解質을 使用했다. 燃料가스는 發生爐가스를 使用 700°C에서 動作시켰을 때 開路電壓 0.85 Volt, 20mA/cm²의 電流密度, 端子電壓 0.79 Volt를 얻었다고 한다. 電池의 壽命은 約 10~20時間 程度로 燃料極이 CO에 依하여 還元되기 쉬운 것이 결점이다.

이외에 Bacon-Pratt and Whitney⁶⁾社의 H₂-O₂ 연료전지, Allis-Chakmer社⁶⁾, 또는 National Carbon CO¹⁰⁾의 H₂-O₂형 전지들이 개발 연구되어 있다. 이 構造에 關하여서는 지면상 제약으로 생략한다.

이와 같은 고온 연료전지는 火力 발전과 경쟁하려면 적어도 전지전압이 0.7~0.8 volt가 되어야 하며 電流密度는 200mA/cm² 이상이 되고, 장기간 연속 방전하여야 한다.

3. 電氣自動車와 燃料電池

전기자동차의 실용화연구는 도시의 대기오염 문제와 더불어 연구개발하고 있으며 근년에는 시작품도 나와

차츰 실용단계에 있다. 현재로 보면 휘발유車を 개조한 정도에 불과하며 車體의 구조, 전동기, 콘트롤러, 전지등의 종합적인 개발에 적극적인 자세를 보일 뿐이다. 필자는 전기자동차의 主要 부분인 動力系, 콘트롤러등에 관하여서는 전공에서 벗어나는 고로 여기에서는 주로 전기자동차용 전지에 관하여 본다. 현재 City-Car로서 도시용의 소형승용차, 전동식 Golf-Car, 배달용 Car 등의 실용품은 모두 납축전지를 사용하고 있으며 한편으로 실용 단계는 아니나 연료전지를 사용한 전기자동차가 발표되어 금후의 기대가 크다.

3-1. 水素燃料의 直接利用¹⁾

현재의 휘발유용 內燃機關을 개조하여 휘발유 대신 수소를 직접 자동차등에 사용하려는 연구가 최근의 실험에서 어느 정도 실효를 얻고 있다. 수소를 직접 사용하는 내연엔진에서는 녹킹이 문제가 되는데, 공기와 의 비율이 14 : 1의 Compression ratio까지 하면 녹킹하지 않으며 turbine에 사용시는 화학양론적인 혼합비 수소 : 공기 = 2 : 5, 수소 : 산소 = 2 : 1까지는 문제가 없다고 보고되어 있다. 일반의 가열용에 사용할 때는 종래의 연소기를 토대로 사용이 가능할 것이다. 비행기의 연료로서 대규모의 액체수소가 제조되면 먼저 이 방면의 利用이 크게 되겠고 도시에서는 대형 Bus의 운행이 수소 연료전지로 이루어지게 될 것으로 본다. 일반적으로 수소의 안정성은 휘발유 보다는 크고 충돌시에는 증발하게 되어 휘발유와 같이 불이 번질 걱정은 덜할 것이다.

프랑스의 르노 자동차회사와 프랑스 석유 회사는 수소 취진 엔진을 試作했다고 발표하고 있다(로이더通信 조선일보 1973. 12. 21 게재).

3-2. 鉛蓄電池를 사용한 電氣自動車

납축전지는 다른 전지에 비교하여 그 성능의 유통성, 보존성, 신뢰성, 생산성 및 가격면에서 고성능 전지의 개발이 완성되기만 하면 가장 유망하다¹⁾. 현재는 대부분의 전기자동차가 납축전지를 전원전지로 사용하고 있고 日本의 경우에는 96볼트 사용이 40%; 70, 120 볼트 사용이 각각 16% 정도로 보통 40km/시간 정도의 속도로 40~60km 달릴 수 있는 정도이다. 한편 유럽의 각국에서 나온 車들은 6V 225Ah-22로 시속 100km. 거리는 160km까지의 성능을 가졌다고 한다. 다음 차량의 총중량과 電池出力을 본다면 그림5 와 같이 대개 총중량의 1kg당 10wh 정도이며 실제로 25~40%(전체 차의 무게)의 전지를 싣고 있다.

납축전지車 중에는 종래의 휘발유와 전지를 겸용한 Bibridge-Car도 개발되어 있다.

3-3. 燃料電池를 사용한 電氣自動車

Hydrazine을 연료로한 Golf-car는 Allis-Chalmers

社(美國)에서 실용품으로 나와 있다²⁾. 1972年 8月 29日 號 Time紙를 본 독자는 잘 알 것으로 믿는데 Chevrolet Vega라는 이름으로 亞鉛 연료전지를 사용한 전기자동차가 발표되어 환호성을 올렸다는 것이다(그림 6).

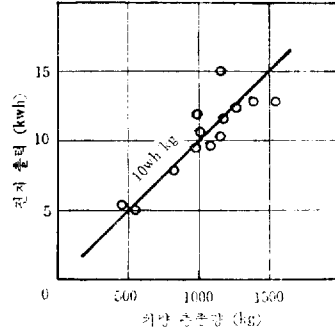


그림 5. 전지출력과 차량 총중량의 관계

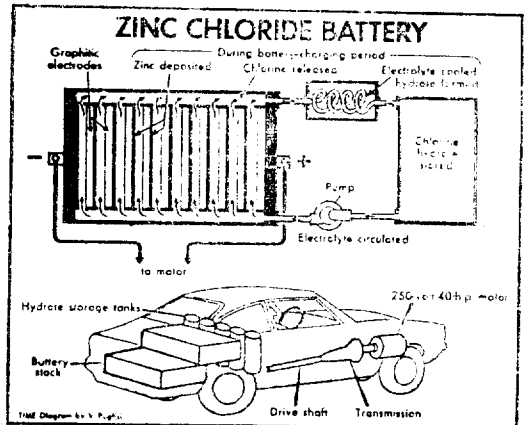
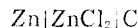


그림 6. 아연 燃料電池(Time 1972년 8월 29일)

Time지의 보도를 보면 이 車는 2,000lbs 정도의 小型車로서 50mile/hr의 속도를 가지고 있으며 연료는 亞鉛과 고체 염소를 사용하는 연료 전지의 일종이다. General Motor's Allison Division에서 현재 이 車의 성능시험 단계에까지 와 있다고 한다.

이 전지의 구성은



으로 전지전압을 계산하여 보면 약 2.12볼트(25°C)가 된다. 염소의 고형화는 타전지의 예로서 염소가스를 상온에서 10-기압하에서 액체화되어 저장되어 순환하여 기화시킴으로서 염소 전극의 작용이 가능하다고 본다. Time지의 보도로는 이에 대한 상세한 점을 알 수 없으나 전해질은 이 전지 반응에서 생성되는 것과 같은 ZnCl_2 로 방전으로 전해질의 조성에 변화가 없고 농도와 전압이 적고 수소-산소 연료전지 보다 열효율이 크다고 보며 충전은 2.2~2.5볼트로 된다. 전지작용의 기

본 단계는 다공성 黑鉛전극에 도입되는 염소가스의 속도와 용해되는 염소의 탄소전극에서의 확산이 되며 분극을 막고 열화를 감소시키는데 있다고 본다.

각종 電池를 사용한 電氣自動車の 에너지 密度와 運行 마일數를 표 5에 표시한다.

표 5. 각종 電池의 에너지 密度와 運行마일數

Battery	Energy density W-hr/Lb	Range (miles)	
		A	B
Lead-acid	10W	40	20
Ni-cd	20W	70	35
Ag-Zn	30W	100	50
Zn-air	50W	160	80
Metal-air	60W	210	180
H ₂ -air	80W	~300	

단, A...most favorable driving condition
B...city traffic condition

G.A. Hofman(호주)의 金屬-空氣燃料電池를 그림 7에 표시한다. 그림에서 본다면 放電에 있어 공기압축기로서 空氣를 다공성 陰極에 공급하여 주면 그림에서 흑점으로 표시된 金屬酸化물이 空氣와 같이 일부 산화물이 산화물 여과 탱크에 순환되고 남은 공기는 vent로 부터 취방된다. 충전시는 液體 전해질 탱크로부터 다시 電池內에 공급되고 金屬과 酸素間에 電氣化學的 反應이 일어나게 된다. 즉 陽極이 燃料極에서는 다시 金屬이 電極面에서 折出되고 酸素는 陰極面으로 부터 떨어져 나가게 되어 남은 酸素는 vent로 부터 취방된다. 이 電池에 대한 상세한 자료는 명시되어 있지 않다.

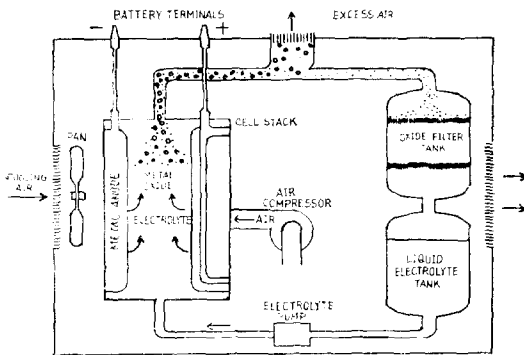


그림 7. Metal-Air 연료전지

4. 將來性과 問題點

우주개발 또는 군용으로로서의 燃料電池 研究는 강력

히 추진되어 고성능 전지가 많이 발표되어 있으나, 民需用 전지의 개발에는 아직 미해결점이 많이 있다.

앞에서 말한 바와 같이 燃料電池는 그 重量 및 容積 효율이 큰 點에서는 自動車와 같은 운수기관의 動力源으로서 기대되나 機械的 部分이 많으면 많을수록 그만큼 不利할 것이다. 그러나 높은 熱效率을 기대할 수 있는고로, 현재와 같이 低效率인 운수기관의 動力源을 改善하여 石油에너지 資源을 有效하게 利用한다는 점에서는 重要한 과제이다.

燃料電池는 심야전력 또는 低密度의 에너지를 저장하여 다시 電力으로 利用할 수 있는 가망성을 줄 뿐만 아니라, 직접 燃料電池의 發電所를 建設하여 發電한다는 것은 더욱 重要한 과제이다. 그것은 可動性 小型電池부터 大型의 發電電池가 가능하다는 점이다. 다만 電池의 大型化에 따르는 壽命의 문제, 原子力 發電方式과의 競爭등이 고려되어야겠다.

燃料電池 한개로부터 얻는 電力은 1V이하의 直流인 이기 때문에 低電壓의 直流을 요구하는 化學工業의 電解工場의 전원으로 整流할 필요없이 모일 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

총설 및 書籍

- ① K.R. Williams, "Introduction to Fuel Cells", Am. Elsevier (1967).
- ② J. O'M Bockris & S. Srinivasan, "Fuel Cell", McGraw-Hill (1969)
- ③ Am. Chem. Soc., "Fuel Cell Systems," (1965)
- ④ G.J. Young, "Fuel Cells," Vol. 1,2, Reinhold pub. Co. (1963)
- ⑤ 小澤, "化學과 工業" 202, 120, 17(1964); 高橋, 日本機械學會誌 Vol. 64, 66(1961); 電氣化學 Vol. 31, p.507 (1963); 機械의 研究, Vol. 17. p.1 (1965); 電氣雜誌 OHM Vol. 50, p.77(1963).
- ⑥ 金俊容, "化學과 工業의 進歩" Vol 7. 283(1967); 大韓化學會誌 Vol. 14, p.101(1970)

文 獻

- 1) 小澤(Union Carbide. Co.) 日本化學會 第26회 春季總會 特別講演要旨 p.49(1972)
- 2) F.T. Bacon, I & E.C., 52, 301(1960); A.M. Adams, F.T. Bacon, and R.G.H. Watson; Chap. 4 in W. Mitchell (ed). "Fuel Cells," Academic Press Inc., N.Y.(1963)
- 3) J. O'M. Bockris & S.Srinivasan "Fuel Cell," p.539

4) N.C. Hallett, NASA Contract Report 73, p.226 (1968); R.L. Costa, P.G. Grimes, Chem. Eng. Progr. 63, 56(1967)

5) G.H. Broers and J.A.A. Ketelaar; *I & EC* 52, 303 (1960)

6) O.K. Davtyan, Bull. Acad. Sci. USSR, Class. Techn., 1, 107; 2, 215 (1946)

7) E. Gorin and H.L. Recht; Chem. Eng. Progress 55, 51 (1959)

8) Reference 3, p.534

9) *ibid.*, p.533.

10) K. Kordes; *I & EC* 52, 296 (1960)

11) 川勝, 自動車技術 Vol 26. 667(1972)

12) J.L. Platner, D. Chere, and P. Hess, Proc. Ann. Power Sources Conf., 19, 32(1965)

公 知 事 項

1973년 7월 20일 韓國科學技術團體總會聯合會의 重化學工業關係 學會長會議에서는 新技術情報을 널리 보급하여 輸出增大에 이바지하라는 大統領 特別指示에 의하여 韓國科學技術情報센터의 月刊紙(技術情報)에 海外技術情報을 掲載키 위한 新技術情報에 대한 原稿를 重化學工業關係學會에서 作成 提供하도록 韓國科學技術情報센터와 協議된 바 있습니다. 이에 本學會 會員 여러분은 이러한 취지에 적극 反應하시어 國內外的 새로운 技術 및 重化學工業所得增大事業技術等 經濟成長을 위한 技術原稿를 作成하시어 每月 20日까지 韓國科學技術情報센터(電話 96-5051~5)로 提出하시기 바랍니다.

大韓電氣學會長白