

수소에너지기술과 재료 개발



안 호 준

(경상대학교 금속재료공학과)

- '81 - '85 연세대학교 금속공학과(학사)
- '85 - '87 한국과학기술원 재료공학과(석사)
- '87 - '91 한국과학기술원 재료공학과(박사)
- '91 - '93 한국전력공사 기술연구원(연구원)
- '93 - 현재 경상대학교 금속재료공학과 조교수



이 규 한

(KIMM 표면기술연구부)

- '84 - '88 한양대학교 재료공학과(학사)
- '89 - '91 한양대학교 재료공학과(석사)
- '91 - 현재 한국기계연구원 선임연구원



강 석 봉

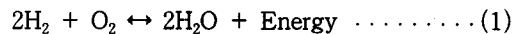
(KIMM 재료기술연구부)

- '72.2 서울대학교 금속공학과(학사)
- '74.7 - '79.2 동국제강, 삼미중합특수강, 한국중공업 근무
- '79.3 - '81.2 한국과학기술원 재료공학과(석사)
- '82.9 - '86.8 한국과학기술원 재료공학과(박사)
- '80.12 - 현재 한국기계연구원 책임연구원

1. 서 론

석유, 석탄, 천연가스등과 같은 화석연료는 현재 사용되는 에너지 수요의 80% 이상을 담당하고 있다. 그러나 현재의 추세로 소모될 경우 50년 이내에 매장량이 고갈될 것이다. 그뿐 아니라 화석연료는 연소시 발생하는 각종 공해물질로 인해 지구 온난화, 오존층 파괴, 더스트 돔(dust dome), 산성비 등 환경문제를 야기시켜 인류의 생존에 위협을 주고 있다. 이와같은 위기를 슬기롭게 극복해 나가기 위해서는 고갈되지 않으며, 깨끗하고 안전한 대체에너지의 개발이 매우 필요하다. 이러한 맥락에서 차세대의 이상적인 대체에너지로서 가장 주목을 받고있는 것이 바로 수소에너지이다.

수소는 물을 분해하면 제조할 수 있고, 수소를 산소와 반응시키면 에너지를 얻은 후 물로 재순환하므로, 공해유발효과가 전혀없다(식 1). 또한 물은 무한한 자원이므로, 물로부터 얻어지는 수소에너지기술의 획득은 곧, 에너지자원의 확보라는 특성을 갖는다.



대체에너지로서의 수소에너지 시스템의 특성은 흔히 3E(Ecological, Energetic, Economical)라 불리는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

① Ecological한 특성 : 수소는 물로부터 얻으므로 자원이 무한하며, 연소 생성물은 다시 물이 되므로 환경적으로 건전하다.

② Energetic한 특성 : 수소에너지는 열 및 전기에너지와 같은 다른 에너지 형태로 쉽게 변환되므로 2차전지, 히트펌프 등으로 응용이 가능하

다. 또한 수소를 연료로 사용할 경우 단위 무게 당 열량이 가솔린이나 천연가스보다 3배이상 높으며, 연소 속도는 10배이상 커서 로켓의 연료로 사용되고 있다.

③ Economical한 특성 : 무한한 물로부터 수소를 저렴하게 생산하고 이를 효과적으로 활용하는 기술이 곧 자원의 확보가 되는 특성을 가지고 있다. 또한 수소생산, 저장 및 수송, 안전성 그리고 활용기술이 체계적으로 확립되면 수소에너지 관련 기술이 에너지 산업뿐만 아니라 주택, 일상용품, 식량생산등의 사회 전부문에 파급되어 현재의 석유경제를 대체하는 수소경제의 시대를 예상할 수 있다.

향후 에너지 수급 전망에 따르면 수소의 생산 단가가 화석연료의 생산 단가보다 낮게되는 시점인 2010년을 전후해서 수소에너지 시대가 도래하리라고 예측하고 있다. 따라서 수소에너지의 실용화가 눈앞에 다가온 지금, 미래의 수소에너지 기술시대에 효과적으로 대처하기위한 연구기반의 조성 및 응용개발에 대한 연구를 수행해야 할 적기라고 판단된다.

2. 국내외 현황

2.1 국외 현황

미국, 일본, 독일, 프랑스등의 선진국을 중심으로 미래의 에너지인 수소에너지의 중요성은 오래전부터 인식되어 왔다. 1973년 9월에 일본에서 수소에너지 연구회(HESS)가 발족되었고, 1974년 3월에 미국에서 국제수소에너지협회(IAHE)가 창립되었으며, 1976년에 제 1회 세계 수소에너지회의(WHEC)가 미국 마이애미에서 개최된 이래 2년마다 열려서 수소에너지 전반에 관한 연구 기반조성과 활발한 학술교류가 이루어지고 있다.

미국에서는 에너지성(DOE) 주도하에 수소에너지 분야에 대한 활발한 연구가 진행되어 왔으며,

미국 과학재단에서 설립한 수소연구소에 5년동안 180만불의 연구비를 지원할 만큼 집중적인 연구 투자를 하는 등 기반기술부터 상용기술까지 광범위하게 연구투자가 이루어지고 있다. 특히 에너지성과 자동차 업계의 Big 3가 1991년 USABC를 공동으로 설립하여 Ovonic Battery Co.와 협약을 맺어 전기자동차용 니켈/수소 전지의 개발연구를 수행하고 있다. 또한 연료전지 및 수소저장 시스템 개발을 위한 수소 프로그램 계획(1993~1997)이 있고, 주정부 차원에서도 수소 자동차 프로젝트에 대한 지원이 이루어지고 있다.

일본에서는 탈석유 에너지 기술을 확립하기 위한 국가 프로젝트인 SUNSHINE 계획의 한분야로 1970년대부터 국가적 차원의 연구가 진행되었다. 1993년부터 통산성 산하 공업기술원에서 에너지 및 환경문제의 기술적인 해결을 목적으로 이제까지 실시해 온 에너지 분야에 대한 모든 계획을 통합하여 새로운 NEW SUNSHINE 계획을 발족시키면서, 수소에너지분야에 대한 연구비를 4배정도 증액하였다. 특히 Matsushita, Hitachi, Toshiba, Sanyo electric Co.등의 기업에서 상호 협조하여 니켈/수소전지를 제작, 시판하고 있다. 또한 1997년에는 대용량의 인산연료전지를 개발하여 지역전원 공급을 목적으로 하는 소규모 발전소를 건립하고 있다.

독일에서도 메르세데스-벤츠등이 이미 1970년대 말에 수소에너지자동차를 개발, 시운전하였다. 또한, 사우디아라비아와 공동으로 HYSOLAR 프로그램을 수행하고 있는데, 그 내용은 표 1과 같이 수소생산공장 건립, 수소엔진, 연료전지에 대한 실용화 연구이다.

2.2 국내 현황

국내에서는 1980년대 후반까지 대체에너지로서의 수소에너지 기술개발에 대한 인식부족으로 인하여 일부 분야를 제외하고는 전반적인 연구 수준은 기초단계에 머물러 있는 실정이다. 1989년

표 1. HYSOLAR project

<p>HYSOLAR Solar Hydrogen Production and Utilization A Joint German-Saudi Arabian Program</p>
<p>HYSOLAR</p> <ul style="list-style-type: none"> ● is aimed to accomplish the scientific and technological prerequisites for solar hydrogen production and utilization ● comprise six tasks <ol style="list-style-type: none"> 1. 100kw photovoltaic-electrolytic demonstration plant-world's first large field experiment for solar hydrogen production(Riyadh) 2. 10kw test and research facility(Stuttgart) 3. 2kw test and research facility(Jeddah) 4. Fundamental research on photoelectrochemistry, advanced alkaline electrolysis and fuel cells 5. System studies and utilization demonstration 6. Education, training and staff exchange

에 표준과학연구원, 한국과학기술원, 한국과학기술연구원에서 광전기화학을 이용한 수소제조를 국책연구개발사업으로 수행한 바 있고, 최근에는 한국수소에너지학회를 중심으로 에너지기술연구소, 한국과학기술연구원 등 연구기관과 한국과학기술원, 서울대학교, 경상대학교 등의 학계에서 수소에너지의 전반에 대한 연구를 진행중이다.

기업에서는 경제성과 실용화전망이 밝은 고성능 2차전지 및 연료전지 분야에 집중적인 투자를 하고 있다. 특히 니켈/수소 2차전지는 전기자동차의 동력원, 휴대용 전자제품의 전원, 우주항공산업의 전원등으로 사용되고, 단일제품으로 시장규모가 매우 크기 때문에 현대자동차, 삼성전

자, 경원산업 등에서 개발에 많은 투자를 하고 있다. 또한 산업자원부(국가에너지 기본계획(1997~2006) : 에너지절약기술개발, 대체에너지 기술개발, 청정에너지기술개발), 과학기술부(선도기술개발사업 : 차세대 자동차, 에너지 첨단소재) 및 환경부(선도기술개발사업 : 자동차 배출가스 저감 기술, 저오염/무공해 공정기술)등에서 수소에너지 관련 분야에 대한 연구를 선정하여 추진하고 있다. 표 2는 산업자원부 대체에너지기술개발사업중 수소에너지와 관련된 사업의 단계별 목표 및 연구내용을 정리한 것이다.

3. 수소에너지 기술개요

수소를 에너지로 활용하기 위해서는 수소의 제조와 정제, 저장 및 수송 그리고 이용기술을 확보하여야 한다.

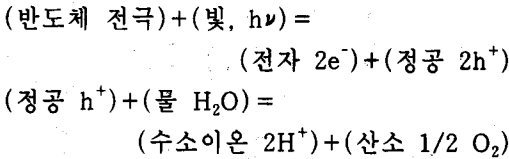
3.1 수소생산기술

현재 수소 생산을 위한 방법으로 석유나 천연가스의 열분해 기술, 화학공정의 부산물로부터의 수소 제조기술 등이 이용되고 있으나, 대체에너지의 개념에서 화석연료를 사용하지 않는 수소의 생산기술은 물로부터 수소를 생산하는 기술이며, 태양광분해법, 열화학싸이클법, 고온열분해법, 전기분해법등이 있다. 태양광분해법은 태양에너지를 이용하여 물을 전기분해하는 방법으로 광전기화학법, 광촉매법, 생물학적 광분해법등이 있다. 특히 TiO₂, CdS등의 광반도체를 이용한 광전기

표 2. 대체에너지기술개발사업 단계별 목표 및 연구내용

종류/단계별	1997~2001	2002~2006
제조 및 생산기술	저가, 고효율 수소제조 공정개발(실험실 규모)	대용량 수소제조 공정 플랜트 개발(파일럿 플랜트 규모)
저장 및 수송기술	고효율 수소 저장기술 개발	수소저장 및 안전성 있는 수송기술 개발
이용기술	수소자동차, 냉·난방기 등 대체 자원으로의 이용기초 기술 개발	수소자동차, 냉·난방기 등 이용 기술 확립 및 실용화

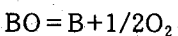
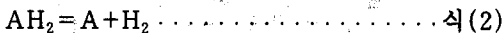
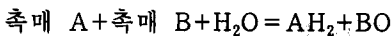
화학분해는 많은 연구가 진행되고 있는데, TiO₂ 등의 광반도체 전극과 Pt 전극으로 구성되어 빛을 반도체전극에 조사하면 광반도체전극이 잠겨 있는 전해질용액의 물이 분해되어 반도체 전극에서는 산소가, Pt 전극에서는 수소가 각각 발생한다. 이 원리는 태양전지와 물의 전기분해를 하나로 한 것과 같은 것이며 다음과 같이 설명된다.



Pt 전극에서 용액중을 이동해간 수소이온과 반도체 전극에서 발생하여 외부회로를 거쳐서 온 전자가 합해져 수소를 발생한다. 광전기화학을 이용한 수소제조는 수소생산 효율향상 및 가시광선 영역에서 작동하는 광반도체 전극의 제조기술이 핵심 기술분야이다.

현재 널리 연구되고 있는 전극은 비정질-Si, 단결정/다결정-Si, CdTe, Valve Metal Oxide (TiO₂ 등), SrTiO₃등이다.

열화학사이클법은 1,000°C 이하의 온도에서 촉매를 이용하여 물의 분해를 단계적인 화학반응으로 나누어 수행하여 수소를 생산하고, 촉매는 원래대로 회수하여 재순환시키는 방법으로, G.A사이클, UT-3사이클등 여러 반응이 연구되고 있다. 예를들면, 식 (2)와 같이 물(H₂O)속에 두가지 촉매 A, B를 넣고 가열하여 열화학반응을 일으키면, 수소화합물(AH₂)와 산화물(BO)가 생성되고 이 수소화합물과 산화물을 따로 꺼내어 수소, 산소 및 촉매 A, B를 분리하는 것이 기본원리이다.



이때 필요한 고온의 열은 태양열, 폐열원등을 이용할 수 있다. 열화학사이클법의 핵심은 효율적으로 작동할 수 있는 촉매제조기술이다.

고온열분해법은 물을 3,000°C 이상으로 가열하여 직접 수소와 산소로 얻는 기술로서, 고온의

열원으로 생각되는 것은 핵융합로, 태양광의 집광등이 고려되고 있다.

전기분해법은 오래전부터 실용화된 기술이나, 가격 경쟁력이 없기 때문에 새로운 방법들이 연구되고 있다. 즉 기존의 액체전해질대신에 고체 전해질을 사용하려는 연구가 많이 있다. 고체 전해질로는 Nafion등 고분자물질을 사용하는 방법과 지르코니아같은 세라믹물질을 사용하는 방법이 있다. (그림 1)

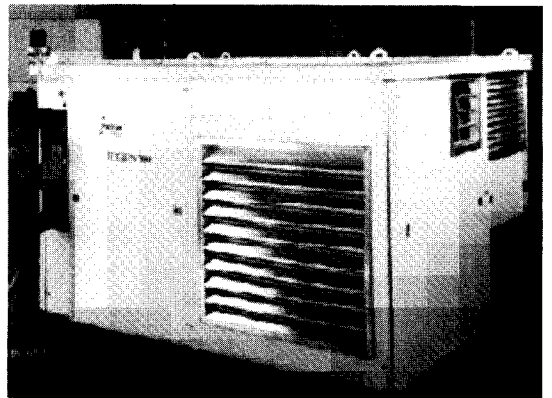


그림 1. Proton exchange membrane을 이용한 수소발생기 (Proton Energy Co.)

현재 사용되고 있는 수소는 석유정제, 화학공업 및 제철공업등의 산업 부산물로 생산되는 탄화수소를 분해하는 공정에서 생산된 것이기 때문에 많은 양의 불순물이 함유되어있어 사용목적에 적합하게 정제를 해주어야 한다. 가스정제 공정으로는 membrane의 선택적 투과성을 이용하는 방법, cryogenic 법, 흡착제를 이용하는 pressure swing adsorption 방법등이 있으며, 최근에는 간단한 조작과 공정으로 고순도의 수소를 얻을 수 있고 에너지 절감등의 장점 때문에 수소저장합금에 의한 수소분리 정제법이 새로운 연구대상으로 부각되고 있다.

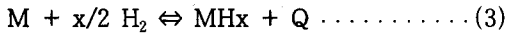
3.2 수소저장기술

수소를 저장하는 방법에는 압축기체저장법, 액

체수소저장법, 수소저장합금이용법, 흡착법등이 있다. 압축기체저장법은 수소를 고압의 기체상태로 저장하는 방법이며, 현재 가장 일반적으로 쓰이는 상용화된 기술이다. 그러나 수소저장법중 저장밀도가 가장 낮다.

액체수소저장법은 수소를 극저온(20K), 고압에서 액화시켜 저장하는 방법이다. 이때 수소를 액화하는데 필요한 에너지는 수소를 압축하는데 필요한 에너지와 액화열의 합으로 나타낼 수 있다. 수소의 액화에는 16,037KJ/KgH₂의 큰 에너지가 필요하며, 저장시에 기화하지 않게 단열성이 큰 극저온 용기를 사용해야 한다.

수소저장합금을 이용하는 방법은 수소저장합금과 수소의 가역반응을 이용하는 것이다.(식 3)



M : 수소저장합금, MH_x : 금속수소화합물, Q : 반응열

온도를 낮추거나 수소압력을 높이면 수소저장합금에 수소가 흡수되고, 반대의 경우에는 수소를 방출하게 되는 반응을 이용하는 것으로, 수소저장밀도가 높고 안전한 것으로 알려져 있다. 수소저장 합금을 이용한 수소저장용기를 제작할 경우 먼저 수소저장용량 및 수소화 반응속도 등의 우수한 특성을 나타내는 수소저장합금을 개발하는 것이 중요하다. 또한 전체 수소저장 시스템에서 반응관의 특성에 의해서도 수소의 흡수 및 방출거동을 제어할 수 있기 때문에 수소 및 열전달 특성이 우수한 반응용기를 제작하는 기술도 필요하다.

흡착법은 흡착능력이 큰 활성화 탄소나 제올라이트 등을 이용하여 수소를 저장하는 방법이다. 활성화 탄소를 예로 들면, 표면적이 2,230m²/g으로 78K 정도의 온도에서 약 9.1wt%의 수소를 저장할 수 있다. 이 분야의 연구는 현재 미국의 Syracuse 대학등에서 연구를 하고 있으나 아직 실험실규모의 시험단계에 있으며, 시작품은

제작된 바 없다. 흡착법을 이용한 수소저장기술은 표면적비가 높은 활성화탄소나 제올라이트등 저장물질의 개발과 수소흡수 및 방출의 최적조건 확립, 저장용기 제작기술등이 주요 기술이다.

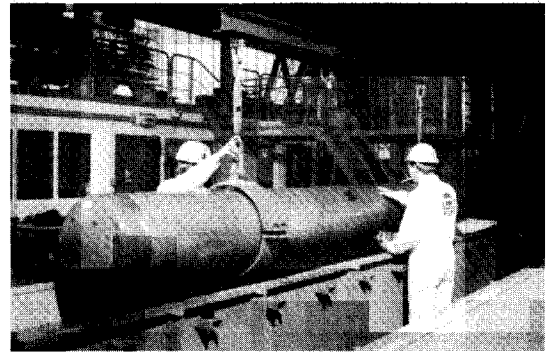


그림 2. 수소저장합금을 이용한 수소저장용기

3.3 수소의 이용기술

수소를 연료로 사용하는 기술은 매우 많은 연구가 진전된 분야이다. 우주선의 연료로 수소를 이용하는 기술은 이미 상용화되었으며, 최근에는 선진 자동차제조회사에서 수소자동차모델을 발표하고 있다(그림 3, 4). 수소는 가연한계가 넓고 점화에너지가 작으며 연소속도가 빨라서 희박 혼합기가 사용되는 저부하 영역에서 열효율이 증대한다. 그러나 실린더 내의 hot spot에 의해 쉽게 착화되므로 농후한 혼합기를 사용하는 고부하 영역에서는 조기착화가 생기기 쉽다. 수소의 빠른 연소속도는 연소의 안정성을 촉진시키지만, 큰 연소음의 발생과 역화의 원인이 된다. 수소연료 엔진에서 가장 큰 문제는 조기착화



그림 3. 수소자동차(BMW)

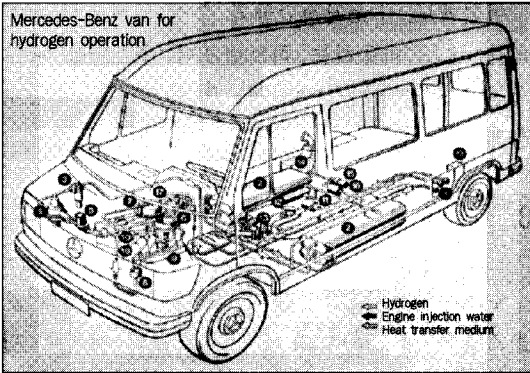


그림 4. 메르세데스-벤츠사의 수소자동차 구조



그림 5. 수소엔진의 연소시험(Mitsubishi Co.)

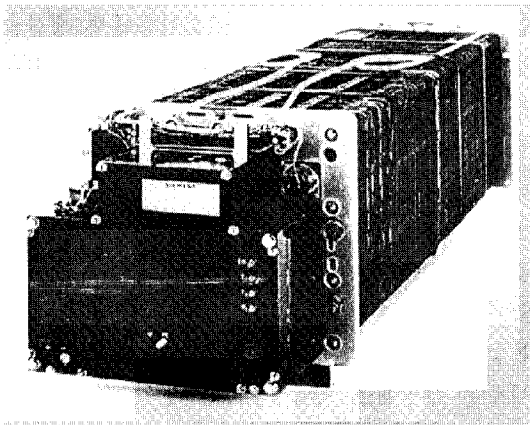


그림 6. 연료전지

및 역화등의 이상연소이다. 그림 5는 수소엔진의 안정성을 향상시키기 위한 연소시험 장면이다. 또한 수소는 밀도가 최소이고 가솔린 기관과 같은 주행거리를 유지하기 위해서는 대용량의 연

표 2. 수소자동차 개발현황

년도	개발기관	연료공급방식	연료저장 system	차량
1970	Musashi Univ. No. 1	1	고압탱크	트럭
1971	Musashi Univ. No. 2	1	LH ₂ 탱크	승용차
1973	Billings Co.	1	.	승용차
	Los Alamos Lab.	1	.	트럭
1974	UCLA	1	.	Jeep
1975	Musashi Univ. No. 3	2	.	승용차
	Benz	2	MH 탱크	버스
	Billings Co.	2	.	승용차
1976	Billings Co.	2	.	버스
1977	Benz	2	.	버스
1978	DFVLR Stuttgart Univ.	2	LH ₂ 탱크	승용차
1979	Los Alamos Lab.	2	.	.
	UCLA	2	.	.
1980	Musashi Univ. No. 4	2	.	.
1981	DFVLR Stuttgart Univ.	1	.	.
	Tokai Univ.	1	MH 탱크	트럭
1982	Musashi Univ. No. 5	3	LH ₂ 탱크	승용차
	Benz	2	MH 탱크	밴
	Kyodo Sanso	2	.	승용차
	HES	2	.	버스, 트럭
	DFVLR BMW	2	LH ₂ 탱크	승용차
1984	Musashi Univ. No. 6	3	.	.
	Benz	2	MH 탱크	미니버스
	Melbourne Univ.	2	.	승용차
1985	Kigiken	2	.	미니 밴
1986	DFVLR BMW	2	LH ₂ 탱크	승용차
	Musashi Univ. No. 7	3	.	트럭
1988	Toyota Shin Nitechu	2	MH 탱크	Pork lift
	USSR Academi	2	.	승용차
1990	Musashi Univ. No. 8	3	LH ₂ 탱크	.
1991	Mazda, HR-X	3	MH 탱크	.

료탱크가 필요하므로 수소연료저장법의 해결 또한 중요한 과제이다. 표 2는 해외의 수소자동차 개발현황을 정리하였다.

또다른 이용기술로는 연료전지의 연료로 수소를 사용하는 기술이다(그림 6). 고체고분자 전해질 연료전지나 알칼리 연료전지등에 사용되는 연료로서 수소를 이용할 수 있으며, 이같은 기술은 전기자동차나 우주선등에 사용되고 있다. 메탄올, 천연가스 등을 개질하여 만든 수소를 공기 중의 산소와 전기화학적으로 반응시켜 전기를

생산하고, 발전과정에서 발생하는 열을 회수하여 에너지 이용효율이 매우 높은 열병합 발전기술에 이용되기도 한다. 연료전지에서 요구되는 핵심기술은 전극제조기술, 전극의 스택화 기술, 시스템화 기술과 주변기술로 연료 개질기술 등이 있다.

수소저장합금을 이용한 여러 응용기술중에 이미 실용화되어 큰 시장을 형성하고 있는 분야는 전지분야이다. Ni/MH 전지기술은 수소저장합금과 수소이온의 가역반응을 이용한 것으로서, Ni/MH용 수소저장합금은 La-Ni계, Mm-Ni계의 AB₅형과 Zr-Ni, Ti-Ni계의 AB₂형이 있다. AB₅형은 이미 상용화 되어있는 합금계로서 제반 전지 작동성능이 비교적 우수하고, 방전용량이 300mAh/g에 이르고 있는 반면, AB₂ 형은 방전용량이 AB₅형에 비해 약 40%가 큰 약 350mAh/g으로 고용량 전지개발에 적합한 것으로 알려져 많은 연구가 진행중에 있다. Ni/MH 2차 전지를 개발하기 위하여 우선 음극을 구성하고있는 MH의 방전용량 및 제반성능 향상을 위한 합금설계가 주된 연구대상이다. 하지만 Ni/MH 전지의 상용화를 위해서는 실험실적으로 설계된 MH 분말에 대한 대량생산 기술이 요구되지만 국내의 기술상태는 매우 취약하다. 그러므로, 합금분말의 양산시 안정된 품질을 보장할 수 있는 재현성있는 대량용해법 및 합금분말 제조방법에 대한 연구가 필요하다. 일반적으로 수소저장합금의 수소화반응특성이 합금제조(용해)방법에 밀접한 관련이 있지만, 실험실적인 아아크 용해로부터 얻은 분말과 VIM(vacuum induction melting)을 통한 대량제조 경우 합금의 수소화 반응특성이 현저히 차이가 나게 된다. 이는 용해조건 및 주조조건에 따라 제조되는 합금의 미세조직, 조성의 균질성 등이 달라지기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 제조된 합금의 분말화 방법도 매우 중요한 연구분야인데, 이는 원하는 크기의 수소저장합금분말을 제조하고자 할 때 합금분말의 회수율에 따라서 그 생산성이 결정되기 때문이다.

이외에도, 수소저장합금과 수소의 반응시 발생하는 열을 이용하는 히트펌프나 수소만을 흡수하는 성질을 이용하여 6N~7N의 고순도 수소로 정제하는 기술등이 연구되고 있다.

3. 수소에너지기술과 관련된 재료개발

수소에너지기술개발을 위해서는 각 분야의 요소기술이 필요하며 특히 재료기술의 개발이 필수적이다. 현재 가장 주목을 받고있는 수소에너지관련 재료기술 중에서 대표적인 몇 가지만을 소개하면 다음과 같다.

3.1 수소저장합금 제조기술

수소저장용으로 개발된 수소저장합금기술은 현재 매우 많은 응용분야를 목표로 연구가 진행되고 있으며, 니켈/수소전지처럼 이미 실용화된 기술도 있다. 니켈/수소전지는 일본의 마쓰시다, 도시바등에서 양산하고 있으며, 생산량이 계속 증가하고 있다. 또한 미국에서는 Ovonic, Duracell등에서 소량 생산하고 있으며, 국내에서는 로켓전기, 삼성전관, LG화학등에서 생산을 준비하고 있다. 현재 많은 연구가 진행되고 있는 분야는 방전용량, 사이클 특성을 향상시키기 위한 것으로서, Ti, Mg, V계 수소저장합금개발, 합금원소치환, 표면개질등에 대한 연구가 진행되고 있으며, 특히 Mg계 합금은 기계적합금화법을 이용하여, 나노구조의 합금을 개발함으로써 특성이 크게 향상된다고 보고되고 있다.(그림 7) 또한 분말제조에 있어서 기존의 용해-분쇄 공정에서 새로운 분말제조 공정을 도입하는 연구도 시도되고 있다. 특히 MH 분말의 용해 및 제조의 대량생산 공정기술에 대한 연구는 그 필요성에 비하여 연구가 미진하다. 수소전지 이외에도 V-Ni 합금막을 이용한 수소의 분리·정제기술, 희토류나 마그네슘계 합금을 이용한 수소저장기술, 열저장기술 및 온도변화에 따른 수소 흡방출시 압

력변화를 이용한 센서나 액추에이터(그림 8) 등에 많은 연구가 진행되고 있다.



그림 7. 기계적 합금화로 제조된 Mg계 수소저장 합금

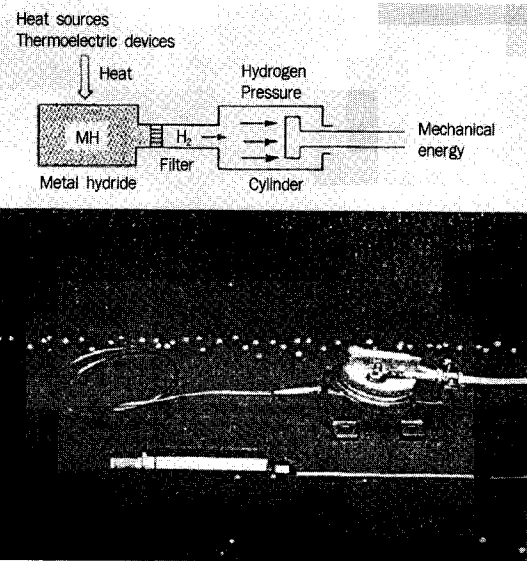


그림 8. 수소를 이용한 액추에이터

3.2 수소제조에 이용되는 촉매재료

광전기화학반응을 이용하는 광분해 수소제조 공정에서 핵심기술은 광촉매 재료이다. 이 분야는 현재 실용화에 이르고 있지는 않지만, 성공시에 매우 큰 파급효과를 지닌 원천기술이다. 광촉

매재료는 모두 반도체에 사용되고 있으며, 대표적인 것으로는 TiO_2 , $SrTiO_3$, $GaAs$, CdS 등이 있다. 수소제조를 위한 광촉매 전극은 용액에서 공정이 이루어지기 때문에 화학적으로 안정해야 하는 것이 필수적이다. 그러므로 주로 산화물 반도체 재료가 주목을 끌고 있다. 이들 재료의 주된 연구테마는 에너지 변환효율의 향상, 가시광선 영역 이용성능 향상이다. 이러한 방안으로 타원소와의 복합화 및 색소증감제를 채용하는 산화물 반도체재료의 개량, 산화와 환원의 매질을 달리하는 2조식 셀개발과 페로프스카이트 등의 신규 촉매의 개발등이 있다. 이 반도체전극은 거의 대부분 박막이나, 벌크형태에 대한 것이 연구되고 있으며, 전기분해에 사용되는 고체 고분자 전해질용 첨가 귀금속 혹은 티타늄메시 촉매등도 매우 활발히 연구되고 있다.

3.3 액체수소저장탱크용 극저온재료 개발

고효율 수소저장방법의 하나가 액체상태로 수소를 저장하는 것이다. 이를 위해서는 적절한 액체수소탱크가 필요하며, 탱크용 극저온재료의 개발이 필요하다. 극저온(20K)과 수소분위기내에서 기계적인 강도를 가지고 용접등 가공성이 우수한 재료를 개발하는 것이 필요하다. 현재는 스테인레스강과 알루미늄합금을 이용한 연구를 수행중에 있다.

4. 결 론

수소는 현재 화학제품의 원료 및 화학공장의 공정가스로 널리 사용되고 있으며, 인류가 당면하고 있는 환경문제 및 화석연료의 가격상승이나 고갈에 대비한 우수한 미래의 대체에너지원이다. 인류가 계속 생존하기 위해서는 수소에너지의 개발은 절실히 필요하며, 미래의 인류는 수소의 생산, 저장, 수송 및 이용기술이 총망라된 새로운 개념의 에너지 시스템인 수소에너지 시

