

電氣自動車用 Battery의 開發 및 應用

The Overview of Battery Development for Electric Vehicles

南 宮 憶,* 趙 源 爽**
E. NamGoong, W. S. Cho



남 궁 역
 • 1957년 2월생
 • 전기자동차용 고성능 Battery 연구개발 및 성능평가
 • 기아자동차㈜ 기술센터 재료연구실



조 원 석
 • 1953년 4월생
 • 자동차용 경합금 재료개발 및 부품응용
 • 정회원, 기아자동차㈜ 기술센터 재료연구실

1. 서 론

세계의 경제규모가 커짐에 따라 에너지의 소비는 기하급수적으로 증가되었고, 그 결과 석유자원의 한계성으로 에너지 문제가 야기되고 있으며, 동시에 오늘날 가장 심각한 문제로 대두되고 있는 지구온의 환경오염을 불러 일으키게 되었다. 특히 대도시에서의 대기오염은 자동차에서 배출되는 배기가스에서 기인한다는 것은 이미 발표된지 오래며, 산성비나 스모그현상 등 공해문제는 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

이에 대한 대책마련을 위해 전 세계적으로 지구촌 녹색화운동을 강력히 추진하고 있다. 작년말 미국에서는 대기정화법을 보다 강화된

형태로 제정·발표, 자동차의 배기가스 규제와 함께 저공해 자동차의 개발을 촉구하고 있다. 특히 CARB(California Air Resources Board)에 제출된 캘리포니아주 법안에 따르면 1998년 이후부터 배기가스가 없는 완전 무공해 자동차(현재로서는 전기자동차)를 의무적으로 포함시키도록 되어있어 앞으로 무공해 자동차를 생산하지 못하는 자동차 Maker는 오는 '98년부터 대미 수출의 길이 막히는 위기에 처하게 된다.¹⁾ 이러한 움직임은 유럽으로도 확산될 전망이어서 세계 자동차업계에서는 과거의 어느 때 보다 사운을 내걸고 무공해 자동차 개발에 심혈을 기울이고 있다.

따라서 본 보고서에서는 금세기말 필연적으로 출현하게될 본격 시판용 전기자동차에 대해 선진 자동차 Maker이 어떻게 대처하고 있으며, 또한 전기자동차의 심장부라 할 수 있는 고성능 Battery 개발에 대한 세계의 움직임은 어떠한지 알아보았다.

2. 전기자동차 개발배경 및 최근 동향

2.1 전기자동차의 개발배경

전기자동차는 가솔린 자동차가 출현되기 훨씬 이전인 1873년 영국의 R. Davidson에 의해 최초로 제작되었으나 1차 세계대전 후 가솔린 자동차의 급속한 진보로 그 자

취를 감추게 되었다. 두번의 석유과동 이후 예상되는 석유자원의 고갈로 대체에너지 개발에 한몫을 차지하기도 하였으나 Battery 자체의 무거운 중량과 짧은 일충전 주행거리 및 빈번한 재충전으로 사용자의 관심을 끌기에는 어려웠으며 실용화에 대한 인식이 상당히 부정적이었다. 그러나 최근 지구촌의 환경문제가 날로 심각해짐에 따라 대책 마련에 비상한 관심을 갖게 되었다. 미국의 EPA (Environmental Protection Agency) 보고에 따르면 전 세계의 스모그 현상과 오존층 파괴 요인의 50% 가량이 자동차 배출가스로부터 비롯된다고 추정, 지난해말 미국에서는 배출가스 규제 강화와 함께 대체연료 사용차량 공급을 의무화시킨 대기정화법이 발표되었다.¹⁾ 특히 캘리포니아의 CARB에 제출된 법안에 따르면 승용차 및 소형 상용차의 HC, CO, NOx 등 배기량을 단계적으로 줄여감과 동시에 (Table 1) 1998년부터 각 자동차 회사는 반드시 총 판매대수의 2%를, 2001년부터는 5%, 2003년부터는 10%를 완전 무공해차로 공급하도록 되어있다(Fig.1). CARB 프로그램은 '94년부터 자동차 배기가스 기준은 NMOG의 경우 판매량별 전체 평균 기준으로 측정할 계획으로 있으며 이를 도식화하면 Fig.1과 같다. 한편 저공해를 판단하기 위해 NMOG 기준치를 설정 CEV (Current Emission Vehicle), TLEV(Transition Low Emission Vehicle), ULEV (Ultra-Low Emission Vehicle) 및 ZEV (Zero Emission Vehicle)의 5가지로 분류하고 있으며 이들의 배기가스 기준은 Table 1과 같다. 따라서 '94년부터 자동차 Maker 들은 이들 5가지 카테고리로 분류된 자동차의 생산 판매를 적절히 조합시켜 NMOG에 대한 기업별 평균치를 만족시켜야 한다. 캘리포니아 주에서는 HC에 대한 총량 규제가 아니고 HC중 스모그 원인이 되고 있는 Oxygenates, Ketones, Ethers, Aldehydes 및 Alcohol과 같은 NMOG를 규제, 총 배출량이 같더라도 NMOG의 배출이 적은 쪽이 저공해성으로 간주하고 있다. 이 NMOG 평균치만 만족시키

면 TLEV, LEV, ULEV의 판매 비율은 관계 없으며 대체연료를 의무화하지도 않고 있다. 그러나 '98년부터 주요 자동차 Maker는 전체 자동차 판매대수 가운데 일정량을 ZEV로 반드시 포함해야 하는 의무조항을 넣고 있다. 이와 같은 규제는 미국내 전역으로 확산될 전망이다어서 향후 북미 자동차 판매에 급제동이 걸리게 된 것도 사실이며, 이의 투자에 따른 이익의 감소를 어떻게 대처해 나가느냐도 회사의 존폐가 좌우될 수도 있다.

Table 1 Emission standards for new passenger cars in California (50,000 miles)

Categories	Exhaust Emissions (g/mile)		
	NMHC/NMOG	CO	NOx
Current	0.39	7.0	0.4
93 MY ~	0.25	3.4	0.4
	(0.31)	(4.2)	
TLEV	0.125	3.4	0.4
	(0.166)	(4.2)	(0.6)
LEV	0.075	3.4	0.2
	(0.090)	(4.2)	(0.3)
ULEV	0.04	1.7	0.2
	(0.055)	(2.1)	(0.3)

주: NMHC: Non Methane Hydro Carbon
 NMOG: Non Methane Organic Gas
 (): 10만 mile 규제

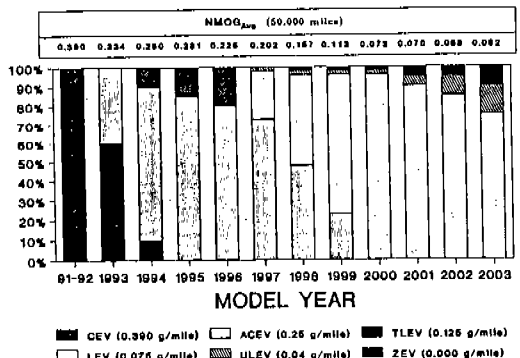


Fig.1 NMOG fleet-averaged standards for new motor vehicles in California, beginning in 1994

2.2 선진자동차 Maker의 전략

전기자동차 개발 보급에 대한 가장 큰 의의는 도심지에서의 배출가스 오염 및 자동차 소음공해를 줄임으로써 조용하고 쾌적한 도시환경을 만들고, 나아가서는 녹색의 지구촌을 만드는 데 있을 것이다. 선진각국 특히 유럽지역에서는 오래 전부터 전기자동차를 제작 활용하여 왔으며, 영국의 경우 새벽 우유배달차는 모두 전기자동차를 이용하고 있고, 프랑스에서도 약 300대 이상의 청소차 등을 대도시인 파리에 배치하여 시범운행을 하고 있다.

미국에서의 전기자동차 개발정책은 Table 2에 나타난 바와 같이 정부, 자동차 Maker 및 관련업계간 긴밀한 협조로 지난 10여년 전부터 추진되어 왔다. 또한 1976년 미국 DOE(Department of Energy)는 “전기자동차 및 Hybrid 자동차 개발” 프로그램을 만들어 (1)전기자동차의 성능과 수명을 좌우하는 고성능 신형전지 및 동력장치의 개발과 (2)실

험실 및 Field에서의 각종 성능평가 Data 확보 및 (3)토출된 문제점들의 단계적 해결을 통하여 가용성(Availability)과 신뢰성(Reliability)이 우수한 전기자동차를 제작하는 것이 그 목적으로 되어있다. Table 3은 미국 3대 자동차 Maker에서 개발 추진 중인 전기자동차 개발 현황을 나타낸 것으로 전지 Maker와 긴밀히 협력하여 전기자동차를 제작, 성능시험 중에 있으며 특히 주목할 만한 사항으로는 작년 처음으로 GM에서 2인승 승용차인 Impact를 선보였고, 그 성능은 한번 충전으로 200km, 최고속도 120km/h까지 달릴 수 있다고 한다.^{2,3,4)}

프랑스의 Peugeot 자동차는 세계적 Battery 전문업체인 Saft France와 고성능 Ni/Cd Battery를 공동개발, 2인승 승용 전기자동차 Peugeot 205와 Minivan Type의 J5에 탑재, 올해 선보였으며 '94년부터 연산 5만대의 양산계획을 갖고 있다. 또한 Renault

Table 2 Electric Vehicle Programme in USA

일 시	전기자동차의 개발정책이력
1976	- DOE에서 전기자동차 개발보급안 마련 - 1987년 CAFE 규제에 전기자동차 도입계획
1981	EPRI 및 TVA에서 전기자동차의 성능시험과 연구개발담당
1983	EVDC, EPRI, TVA, EVDC간 업무분담협의 및 전기자동차 개발 계획 수립
1986	개발된 전기자동차의 demonstration 및 이의 성능보완
1989	- EVDC에서 전기자동차 보급확대 계획수립
1990	- 신 대기정화법 발표, 1998년부터 무공해자동차의 판매 의무화 ('98년 캘리포니아주에서 판매차량의 2%, 2003년에 10% 수준) - GM에서 전기자동차 Impact의 개발성공 및 Demonstration
1991	- EPRI와 Chrysler간 EV-minivan의 공동개발협의, '95년부터 양산계획 - Big 3간 USABC(US Advanced Battery Consortium)구성, 전기자동차용 신형축전지의 공동개발 협의.

Table 3 Status of Electric Vehicle Development In USA

자동차 maker	대상차종	전지 maker	사용전지
GM	G-van (상용) Impact (승용)	Chloride EV사 (영국)	개량형 연전지
Ford	ETX II (상용)	Powerplex사 (캐나다)	Na-S 전지
Chrysler	T115 minivan TE Van (상용)	EPRI (미국 EV 연구기관) Johnson Controls (미국)	Ni-Fe 전지 Gell형 납축전지

공사도 미국 LA시의 전기자동차 1만대 도입 계획에 차량공급 의지를 전달하기도 하였다.

최근 독일 VW사는 Frankfurt Motor Show 에서 소형 전기자동차를 선보였으며 실용화에 대한 연구개발에 박차를 가할 것으로 여겨진다.

일본에서도 금년들어 이에 대한 움직임이 활발히 진행되었으며, 전기자동차의 개발·보급 확대를 위해 적극적인 입장을 보이고 있다. 일본 3대 자동차 Maker 인 도요다, 닛산, 혼다 등도 이미 전기자동차를 개발 성능시험을 마치고 개량작업에 들어갔다. 도요다의 Town Ace Van 이나 Nissan 과 함께 신일본 제철에서 제작한 NAV (Next Generation Advanced Vehicle) 등은 그 대표적 실예이다. 또한 일본의 전기자동차 전문 Maker 인 다이하쓰는 주문생산에서 탈피 올 7월부터 일반판매로 전환하기 위해 내부의 조직확대가 이루어지기도 하였다.

이상과 같이 전기자동차 연구에 소극적인 태도를 취해온 선진 자동차 Maker 들도 갑자기 적극적인 자세로 돌변하게 된 것은 미국 캘리포니아주의 대기정화법이 새로이 발표되었기 때문이며, 세계 자동차 Maker 들이 최근들어 바짝 긴장하게 된것도 이 때문이다.

3. 전기자동차용 Battery 의 개발과 응용

3.1 전기자동차 개발상의 문제점

앞에서 언급한 바와 같이 전기자동차 개발에 있어 가장 난항 중의 하나는 성능좋은 Battery 의 개발이다. 물론 Battery 이외의 주변기술로는 구동장치의 개발이나 System Controller 및 경량화기술 등도 문제가 되고 있지만 이들 기술은 향후 몇년 내에 현재의 기술들을 집약시켜 개선해 나아갈 수 있을 것으로 간주되고 있다. 우리나라의 경우 선진 각국과는 달리 전기자동차의 이런 핵심과제들 모두가 커다란 문제점들로 지적되고 있으며 관련분야의 종합적인 대책이 이루어지지 않는 한 짧은 시간내에 성취하기란 쉽지 않을 것으로 생각된다.

Fig.2 는 미국 EVDC (Electric Vehicle

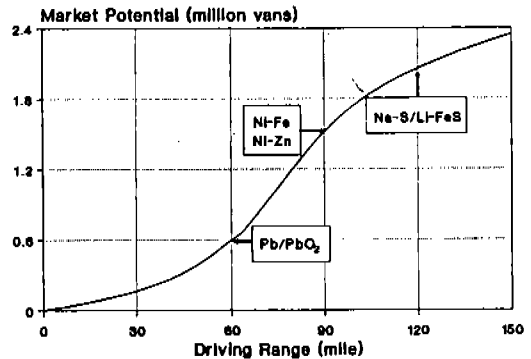


Fig.2 Market Potential of Electric Vehicle with Driving Range³⁾

Development Company)에서 조사한 전기자동차의 주행거리와 상업성의 관계를 나타낸 것이다. 현재 생산되고 있거나 신제품으로 제작된 Battery 를 탑재한 차량의 최대 주행능력을 알아보면 납축전지의 경우 100km, Ni-base 축전지는 약 150km, Na/S나 Li/MeS 와 같은 신형전지는 약 200km의 제한된 거리로 운행할 수 있다. 따라서 Battery 의 System이 결정되면 주행거리는 어느정도 결정되기 때문에 당분간 획기적인 Battery가 출현되기란 기대하기가 어렵다. 반면 어떻게 하면 짧은 시간내에 재충전하여 주행할 수 있는지 여부도 전기자동차의 실용화에 커다란 몫을 차지할 것이다. 또한 전기자동차 개발시 제기되고 있는 Battery 주변장치의 문제점으로 (1)Battery 의 Maintenance, (2)과충/방전 제어 및 감지장치(과충방전시 발생하는 가스폭발 위험성), (3)Battery Module의 적합성(충방전시 전류, 전압의 부적합성으로 수명단축), (4)Battery 내 잔존 전력량을 알려주는 용량계, (5)부적합한 전선연결에 의한 전극의 용해유발 및 전력손실 등이 있다.^{6,7,8)}

이상 나열된 문제점들에 대해 선진각국에서 성능개선을 위한 연구개발이 적극적으로 추진, 자동차 Maker 들은 협력업체와의 긴밀한 협조로 문제점들을 개선, 보완해 나감으로서 우수한 성능의 전기자동차 개발에 열을 올리고 있다. 최근 미국의 Big 3에서는 가장 취약한 Battery 기술육성을 위하여 USABC (US Advanced Battery Consortium)를 구성, Battery 의 공동연구개발에 착수하였다.⁴⁾

USABC는 미국정부와 전력업계에 년 100 만 불 수준의 연구개발비를 1993년까지 지원해 줄 것을 요청, DOE와 EPRI (Electric Power Research Institute)는 이 협의체에 적극적으로 지원할 것으로 보고하고 있다.

3.2 전기자동차용 Battery의 종류와 특성

가솔린 자동차의 핵심기술에 해당되는 엔진 기술과 같이 Battery 기술은 전기자동차의 핵심기술이라 할 수 있으며, 전기자동차의 성능 향상을 위하여 선결되어야 할 중요한 과제가 아닐 수 없다. 전기자동차의 특성으로는 가솔린 자동차에 비해 (1)유해가스가 나오지 않고, (2)소음이 적으며, (3)운전이 용이하고, (4)구조가 간단하여 고장률이 적으며, (5)운전경비가 적게드는 장점이 있다. 그러나 현재 탑재되고 있는 축전지는 무겁고, 일 충전거리가 짧으며, 최고 속도와 가속력이 작은 결점이 있다. 따라서 전기자동차 전원으로서는 갖추어야 할 축전지의 조건으로는 가능한한 가볍고, 에너지 밀도(Wh/kg) 및 출력밀도(W/kg)가 커야한다.

재래형 축전지를 전기자동차용 전원으로 사용하기에는 그 성능이 상당히 떨어지기 때문에 우수한 성능의 신형전지를 개발하기 위해 선진 각국에서는 이의 연구개발에 적극적으로 나서고 있다. 전기자동차가 실용화 되기 위한 전제로는 Battery 가격이 저렴하여야 하므로 우선 주재료인 전극재료가 자원적으로 풍부해야 하고, 폐전지로부터 금속의 회수 및 리사이클이 용이해야 하며, 가능한한 경제성이 좋아야 한다. Table 4는 현재 전기자동차용으로 사용된 주요 Battery의 제 특성을 나타낸 것이다. 재래형 축전지로는 현재

리 사용되고 있는 납축전지, Ni/Cd 전지 등이 있고, 신형 축전지로는 Ni/Zn, Ni/Fe, Zn/Air, Al/Air, Na/S, Li/MeS 등이 있다.

3.2.1 납축전지

납축전지는 전극으로 납을 사용하기 때문에 축전지의 중량이 무겁고, 에너지 밀도는 2차 세계대전 전에는 약 20 Wh/kg 전후였으나, 대전 후는 재료혁명의 영향으로 성능·수명이 크게 진보, 지금도 Battery 산업의 주역 자리를 유지하고 있고, 또 성능향상을 위해 많은 연구를 하고 있다. 현재 전기자동차용 납축전지의 에너지밀도는 약 40 Wh/kg (5 HR)이고, 대전류 방전에 있어서도 비교적 양호한 특성을 보여주고 있다. 영국에서의 우유배달차 전원으로 사용되는 납축전지의 에너지밀도는 25 Wh/kg 전후로 상당히 낮은 편이다. 그러나 영국에서는 일정 궤도용으로만 사용되고 있기 때문에 일일 주행거리가 짧아 이 정도의 에너지밀도로도 충분하며, 오히려 Battery의 수명연장에 초점을 맞추어 4년간의 보증을 유도하고 있어 영국에서의 전기자동차가 경제성이 있는 것은 이 때문이다. 현재 사용되고 있는 Battery 중에서 납축전지는 가장 저렴하여 전기자동차의 전원으로 사용될 경우 엔진차에 비해 저렴한 가격으로 유지할 수 있는 이점을 가지고 있다. 또한 폐전지로부터 납의 회수가 용이한 장점도 있다. 그러나 에너지밀도가 낮은 40 Wh/kg 전후의 Battery를 탑재할 경우 전기자동차의 1충전 주행거리는 Fig.4에 나타난 바와 같이 연속주행에서 약 100km 전후이고, 도시내에서 Go/Stop의 반복으로 인해 이의 약 1/2 또는 그 이하의 주행거리로 감소한다. 물론 이 정도의 주행거리로 용도에 따라서는 실용성이

Table 4 Various Battery Systems for Electric Vehicle Use

전지종류	양극	음극	전해액	전압	작동온도	에너지밀도
납축전지	PbO ₂	Pb	H ₂ SO ₄	2.00	상온	40 Wh/kg
Ni/Cd	NiOOH	Cd	KOH	1.20	상온	80
Ni/Zn	NiOOH	Zn	KOH	1.50	상온	74
Zn/Air	O ₂	Zn	KOH	1.45	상온	150
Na/S	S	Na	β-Al ₂ O ₃	2.08	약 300 °C	300

있으나 광범위한 목적으로 활용하기 위해서는 에너지밀도를 높이지 않으면 안된다. 납축전지의 또하나 단점으로는 방전 후의 충전에 통상 6~8시간의 상당히 긴 시간이 요구된다. 효과적인 충전을 하기 위해서는 저렴하고 신뢰도가 높은 충전기의 제어기구가 개발되어야 하며, 이를 개발하기 위해서는 보다 많은 연구 노력이 필요하다. 향후는 전지의 액보충횟수를 줄이거나, 전지의 밀폐화로 액보충을 없애는 방안, 충·방전량을 알려주는 지시기의 개발, 축전지에 대한 유지관리의 간소화를 위한 성능향상 연구가 추진되어야 할 것이다.

3.2.2 Ni/Cd 축전지

이 축전지의 에너지밀도는 최근의 고성능 전기자동차용 납축전지 보다 오히려 약간 떨어지나, 대전류 방전 특성이 우수하고, 저온에서도 그 특성이 크게 저하하지 않는 특징이 있다. 납축전지에 비해 출력밀도가 크고, 수명이 길며, 단시간 충전이 쉬운 장점이 있다. 그러나 에너지밀도가 납축전지와 거의 같은 정도 밀도로 그 한계성을 많이 갖고 있으면서 가격이 납축전지에 비해 수배로 높고, 자원적으로도 대량 사용시에는 문제가 남아있는 단점이 있다. 다만 이 축전지를 전기자동차의 Hybrid 동력으로서 사용될 경우에는 유망시 되고 있다. 다시 말하면 에너지밀도가 큰 신형축전지와 조합하여 비상주행시의 에너지원으로서 하거나 동판, 가속 등 대출력을 요할 때 이 축전지로부터 출력을 얻어내는 방식이다. 그러나 이러한 방식을 가능하도록 유도하기 위해서는 현재의 Ni/Cd 축전지 자체의 출력밀도를 보다 향상시켜야 하며, 아울러 축전지의 가격을 저하시킬 수 있는 방안도 함께 제시되어야 할 것이다.

3.2.1 Zn/Ni 축전지

Zn/Ni 축전지는 상당히 오래전인 1901년 경 소련인 Mikhailouski 가 특허를 출원한 이후 독일에서는 1930년대에 접어들면서 이를 전기자동차용으로 사용하기 위한 연구개발이 행해졌다.¹⁰⁾ 그러나 1950년대에 이르기까지 실용화된 기록이 없다가 1960년대에 접어들면서 유럽이나 미국에서 성행리에 연구가 진

행되었다. 이 축전지의 특징으로는 (1)에너지 밀도가 45~65 Wh/kg 으로 납축전지 보다 높고, (2)Cost 가 Ni/Cd 축전지 보다 저렴하며, (3)충전량은 방전량의 110%이내에서 충분하고, (4)충전상태나 방전상태에서도 장시간의 보존이 가능하여 보수가 간단하며, (5)내진동성, 내충격성 등이 우수하다.

그러나 에너지밀도가 높더라도, 납축전지와 차이가 적기 때문에 1충전 주행거리를 획기적으로 확장하기에는 현실적으로 어렵고, 아연전극의 수명이 짧다는 단점도 있다. 따라서 미래의 전기자동차 전원으로 이 축전지가 활용되기 위해서는 대폭적인 수명성능 향상을 위한 적극적인 연구개발 노력이 없어서는 안 될 것이다.

3.2.4 Zn/Air 축전지

Zn/Air Battery 는 Na-S 축전지와 함께 많은 관계자로부터 비교적 유망한 Battery System으로 알려진 축전지이다. 본래 이 Battery 는 1차전지인 공기전지나 공기습전지로서 저전류 용도로 사용되었다. 근년에 무한한 공기(산소)를 양극 활물질로 활용하면서, 음극 활물질로는 안전하고도 저렴하면서 전기화학적으로 150Wh/kg 의 높은 에너지밀도를 갖는 아연을 이용하는 방식을 채택, 전기자동차의 전원으로로서 관심이 집중되고 있다. 또한 이 전지는 상온에서 작동되기 때문에 고온전지 보다 취급면에서 유리하다.

3.2.5 Na-S 축전지

Na-S 축전지는 음극반응물질에 용융나트륨, 양극반응물질에 용융유황을 사용, 전해질에는 납축전지의 황산이나 알카리축전지의 KOH 수용액과는 달리, 나트륨이온에 대한 선택적 전도성을 갖고 고체전해질을 이용하는 새로운 아이디어의 고성능 전지이다.

고체전해질은 Glass 혹은 Ceramic 종류로 구성되어 있으며, 그중에서도 특히 β -알루미나(NaAl_3O_7)는 나트륨이온의 전도성이 크기 때문에 현재 개발되고 있는 Na/S의 대부분이 이 β -알루미나를 전해질로 사용하고 있다. 또한 β -알루미나는 전자전도성을 갖고 있지 않기 때문에 음극과 양극을 분리하는

Separator 역할도 한다. 작동온도는 두 전극 반응물질이 용융되는 $350 \pm 50^\circ\text{C}$ 이다.

Na-S 축전지의 우수한 특징으로는 (1)에너지밀도가 상당히 높다. 납축전지의 에너지밀도가 40 Wh/kg 정도인데 대해, 이 축전지는 약 300 Wh/kg 정도 (미국 Ford사)가 기대된다. 이 목표가 실현되면 현재 사용중인 납축전지식 전기자동차의 1충전 주행거리를 한번에 수배로 끌어 올릴 수 있으며 또한 전지를 소형경량화 할 수 있어 여유중량을 Motor 나 제어기기의 대출력으로 전환 가능하며, 전기자동차의 최고속도나 가속력의 향상도 이루어질 수 있다. (2)충전특성이 우수하여 효율이 좋다. 종래의 납축전지나 Ni/Cd 축전지의 충전 필요량은 방전량의 $110 \sim 140\%$ 가 요구되고 있으나, 이 전지는 방전량의 100% 로도 충분하여 충전의 Ah 효율이 우수하다. 따라서 전기자동차의 유지비가 적게 들고, 경제적인 측면에서도 상당히 유리하다. (3)보수가 용이하다. 이 축전지는 충·방전시 가스 발생이 없어 완전 밀폐가 가능하고, 보통 납축전지와 같이 액보충과 같은 유지관리가 필요없고 용이한 장점이 있다. (4)자원적으로 풍부하다. 각종 전지의 주재료로서 지구의 매장량, 연간 생산량 등을 고려하여 볼 때, 나트륨과 유황은 다른 자원에 비해 풍부하고 저렴하며 다량의 전기자동차용 축전지 공급이 가능하리라 판단된다.

문제점으로는 우선 고체 전해질 β -알루미나의 수명, 특히 대전류밀도에서 방전할 경우 수명증대의 노력이 필요하다. 또한 β -알루미나의 저항치를 적게하여 출력의 증대를 도모하고, 더욱이 Na/S 축전지는 약 300°C 이상의 고온에서 사용되기 때문에 예열 및 보온기술을 확립하지 않으면 안된다. 고온도에 의한 부식작용에 내구성이 있는 구성재료의 연구도 소홀히 할 수 없다. 또한 나트륨은 다량의 물과 접촉하면 심한 반응을 수반하기 때문에 전기자동차에 탑재할 경우 특히 비상시의 안전성을 확보할 수 있는 구조가 되어야만 한다.

4. 결 론

이상에서는 전기자동차 개발 보급에 대한 의미와 핵심 기술인 전기자동차용 Battery에 대하여 알아보았으며, Battery에 대해서는 재래형 축전지 및 신형 축전지로 분류, 각각의 전지에 대한 특징, 문제점 및 향후 방향에 대하여 설명하였다.

재래형 축전지 특히 납축전지는 가격이 가장 저렴하고, 운전 Cost를 기존의 가솔린 자동차의 경우 보다 저렴하게 유지할 수 있는 장점이 있지만 에너지 밀도가 최근 40 Wh/kg 로 대폭 증가하였음에도 불구하고 무거운 전지라는 인상이 남아있다. 알카리 축전지 특히 Ni/Cd 축전지는 출력밀도가 상당히 높으나 에너지밀도가 납축전지와 비슷하거나 그 이하이고, 또한 가격은 수배에 이르는 결점이 있다.

신형 축전지 중에서 Zn/Air 축전지는 에너지밀도가 상당히 커 많은 기대가 되지만 아연극의 Rechargeability에 문제가 있기 때문에 방전 말기에 아연극을 기계적으로 교체하는 방식이나 아연을 슬러리 상태로 전해액과 함께 공급하는 연료전지 방식이 제안되고 있다. 또한 장치설비가 복잡하여 Cost가 향상되는 문제점이 있고 실용화단계에 아직 이르지 못했다.

Na/S 축전지는 Zn/Air 축전지에 비해 높은 에너지밀도가 기대되며, 전극의 활물질 가격이 저렴하고 구입이 쉬워 전기자동차용 전원으로 유망시 되고 있다. 그러나 널리 활용되기 위해서는 가열, 보온의 문제, 고온에서의 견딜 수 있는 재료문제, 비상시의 안전 확보 등 극복해야 할 과제가 많고, 대규모적인 노력이 필요하다.

이상의 설명으로부터 근년에 다수의 신형전지가 발표되었으나 전기자동차용으로 활용하기 위해서는 보다 많은 연구가 이루어져야 한다. 미국 Big 3의 경우 Battery연구개발 공동협의체를 만들어 향후 몇년 내에 막대한 연구자금을 투자할 계획으로 있다. 각각의 전지는 각각의 일장일단이 있으므로 전기자동차

용 전원으로 구비조건을 만족하는 전지는 아직 완성되지 못하였지만 한정된 지역 및 용도에 대해서는 현재 사용되고 있는 납축전지를 탑재한 전기자동차로도 충분히 활용될 수 있다는 것이 입증되었다. 따라서 향후에는 도시의 공해대책과 관련하여, 특정용도에 대한 전기자동차 보급조치를 적극적으로 취하고, 신형전지의 개발을 한층 더 강력히 추진할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Fourin 자동차조사월보, No. 61, September, 1990.
2. EVAC, "Proceedings EVS. 9", 11, 1988.
3. EVAC, "Proceedings EVS. 10", 12, 1990.
4. EPRI Journal, April/May (1991) 17.
5. エネルギー-総合工学研究所, 電気自動車に關する海外調査報告書, 1987.
6. 近末賢治, 藤丸豊之, 立石修一, 湯淺時報, No. 66(1989) 9.
7. B. Bates, Proc. Electrochem. Soc., 87(1988) 145.
8. S. C. Choppa, Transactions of the SAEST, 18(1983) 227.
9. M. Hunt, Materials Engineering, July (1990) 31
10. D. Linden, Handbook of Batteries and Fuel Cells, McGraw-Hill Book Company, 1984.