



# 전기자동차용 고성능 전지의 개발 동향

문성인 · 도철훈 · 정의덕 · 김봉서 · 박대욱 · 윤문수

한국전기연구소 전기자동차 개발사업팀

## 1. 서 론

전기자동차(Electric Vehicle : EV)란 내연기관 대신에 축전지에 저장된 전기에너지로 Motor를 작동시켜 동력을 발생시키고, 이를 동력전달장치를 통해 차륜을 회전시켜 주행하는 차량으로 1830년 프랑스에서 처음 개발되었고 19세기 중반에 한때 실용화되어 교통수단으로 사용된 지가 한세기를 넘었다. EV는 무공해, 저소음, 고에너지 효율 등 많은 장점이 있음에도 불구하고 요소기술의 문제점, 소량생산으로 인해 가격이 기존차에 비해 2~3배 비싼 점 등으로 인해 그 보급이 미미하고 현재로서는 주로 우유 배달차, 업무 연락차 등 특수 용도로 사용하고 있다. 그러나 최근 환경오염(대기오염), 에너지 절약 대책의 일환으로 EV개발, 성능향상, 보급추진의 중요성이 증대되고 있고 선진 각국에서 국가적 차원에서 개발을 추진하고 있으며, 특히 1998년부터 미국의

California 주에서는 대기보전법이 발효되어 EV 일정비율 판매('98년 2%)를 의무화하고 있고 점차 그 비율을 증가시킬 계획으로 (2001~2002년 5%, 2003년 이후 10%)있어, 자동차 수출확대와 새로운 시장개척을 위해서는 국내기술에 의한 EV의 개발이 필수적이다. 현재까지의 EV는 내연기관 자동차의 성능에 비해 일충전 주행거리가 짧고 가속, 등판, 최고속도 등의 성능이 뒤떨어지며, 적재량, 객실용량 등이 부족한 점들 때문에 현재까지는 보편·실용화되어 있지 못하다. 이들은 주로 탑재전지 자체의 성능에 관계되는 것으로 일충전 주행거리는 전지의 중량당 에너지밀도에, 적재량이나 승객용량은 체적당 에너지밀도에, 가속·등판 능력 및 최고 속도는 출력밀도에 각각 관련된다.

그러나 현재 주로 사용되고 있는 연속전지와 Ni/Cd 전지는 무겁고 부피가 크며 에너지밀도 및 출력 밀도가 낮아 비약적인 성능 향상은 어렵다. 또한 Pb 및 Cd 등의 중금속 오염물질이 배출

되어 환경오염을 유발시키고 있으며 세계 각국에서 점차 규제를 강화하고 있어 향후 EV에의 적용은 곤란하므로 이러한 문제를 해결할 수 있는 차세대 EV용 고성능 전지의 기술 개발은 필수적 과제라 할 수 있다. 이러한 측면에서 본고에서는 EV용 고성능 전지의 기술개발에 있어서 국내외 기술동향 및 해결해야 할 주요과제 등을 소개하고자 한다.

## 2. 연구개발 동향

### 가. 국내외 연구개발 동향

미국의 자동차 Maker들이 EV개발에 있어서 최대의 핵심 기술은 전지에 있는 것으로 판단하고 EV용 전지 개발을 위해 Big 3(GM, Ford, Chrysler)가 USABC(United States Advanced Battery Consortium)를 결성하여 다양한 종류의 EV용 신형전지 개발에 착수했다. 총 12년간 개발할 계획이며 초기 4년간의 개발 자금은 2억6천2백만불로 정부(DOE)/민간(Big 3)의 부담 비율은 50/50이다. 또 1은 EV용 신형전지 개발 계획을 나타낸 것으로 전지 개발의 목표 성능은 중기와 장기로 나누어 달리 제시하였으며 전지의 종류는 제시(선정)하지 않았다. 현재까지 Ni/MH 전지는 Ovonic사가, Li 2차 전지는 Johnson Controls사 등이 USABC와 계약을 맺고 개발중이다.

한편 일본의 경우는 New Concept Car를 개발하고자 개발 목표와 개발 일정안을 제시한 바 있다. 개발 제1기에는 연축전지 등과 같은 기존 전지에 의한 시작차의 제작, 제2기에는 Na/S 전지 등과 같은 신형전지에 의한 시작차의 제작, 제3기에는 미래형 전지를 탑재하여 상업화할 계획이며, 1992년부터 시작된 New Moonlight Pro-

<표 1> USABC의 EV용 신형전지 개발계획

목 표 성 능	중기 ('90년대말)	장기 (2000~2010)
출력밀도(W/l)	250	600
출력밀도 (W/kg, 80% DOD per 30 sec)	150~200	400
에너지밀도(Wh/l)	135	300
에너지밀도(Wh/kg)	80~100	200
수명(년)	5	10
Cycle 수명(회) (80% DOD)	600	1,000
출력, 용량 저하한계 (차량에 대한 비율)	20%	20%
목표가격 (\$/kWh, 10,000대 생산시)	150 이하	100 이하
동작 주위 온도	-30~60℃	-40~60℃
충전시간	6h이하	3~6h
1시간 연속 방전시의 에너지 소비율(%)	75	75
효율(%)	75	75
자기방전을(%)	15% 이하 (48시간당)	15% 이하 (2개월당)

ject로 10년간 총 연구비 140억을 Li 2차전지에 투입할 계획인 것으로 알려지고 있다. 표 2에 New Moonlight Project의 계획을 나타내었다.

### (2) 국내의 EV용 신형전지 개발 동향

우리나라의 경우 2차전지는 연축전지를 제외하고는 기술개발이 취약하나 최근 전지 업체와 출연연구기관, 대학 등에서 전지개발에 적극적인 의욕을 보이고 있어 앞으로 전망이 밝을 것으로 보인다.

G7 과제중 EV용 고성능 전지 개발현황으로는 한국전기연구소, KIST 등의 정부출연 연구소 및 세방전지, 경원산업, 현대자동차, 기아자동차, (주)서통, 유공 등의 기업체에서 작년말부터 EV용 전지 개발을 시작하였다. 본격적인 연구 수행 실적은 없으나, 향후 EV개발의 필요성 증대와 함

< 표 2 > New Moonlight Project의 계획

연도	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001
연구항목	제1기 (기본연구)				제2기 (성능향상연구)			제3기 (실용성향상 연구)		
1. 고농도 미래형 전지의 연구 [Li 계]	설계, 요소기술 개발, 전지 Cell 시작				Module 제작			조전지 제작·종합시험		
1) 전지시작·이동 기술 연구	조사검토				제 1 차 중 간 평 가			제 2 차 중 간 평 가		
2) 기초기술 연구	기 초				지 원			연 구		
2. 고성능 소형신형 전지의 연구 [Na/S, Zn/Br <sub>2</sub> ]	설계, 전지·조전지 시작 종합시험									
3. Total System의 연구	소요성능, 최적형태, 안전성, 경제성, 도입방법 등의 조사·검토									
4. 평가기술	전지평가 등									

게 급속히 추진될 것으로 전망된다. 국내의 연구 기관을 종합 요약하면 표 3과 같다.

AH, 수명 600~1,000 Cycle의 전지가 개발되어 있다.

### 나. 전지별 연구개발 동향

각 전지별 현재 개발 상황은 다음과 같이 요약할 수 있다.

#### (1) Ni/Zn 전지

EV용으로 실차 탑재 시험중이며 이 전지의 최대 문제점은 Zn극의 Dendrite 성장으로 인해 수명이 짧다는 점이다. 현재는 Dendrite 방지 및 구조 개선으로 장수명화하여 실용화 단계에 도달할 것으로 예측되며 현재까지는 용량 225

#### (2) Ni/MH 전지

가전제품용 소형은 개발되어 이미 실용화되어 있고 현재는 대용량화 연구를 진행중에 있으며 높은 자기방전을 및 저온 방전 특성의 개선에 대해 연구하고 있다. 미국의 USABC에서도 EV용으로 Ovonic사와 개발 협약을 맺고 연구중에 있다.

#### (3) Na/S 전지

EV용으로서 에너지 밀도, 출력밀도, 안전성,

<표 3> 국내외 EV용 신형전지 연구기관

전지의 종류	국내 연구기관	외국의 연구기관		
		일본	미국	유럽 및 기타
Ni/Zn 전지	세방전지 기아자동차 연세대	유아사 전지 일본 전지 산요 전지 후루가와 전지 마쯔시타 전지 도시바	Yardney Westing house Electro -chimica Eagle- Picher Energy Research Co.	Sorapec(프)
Ni/MH 전지	KIST 현대자동차 KAIST	산요전기 마쯔시타 히타치 맥셀 GS-SAFT GIRIO	Ovonic Inco Gates Duracell	Philips
Na/S 전지	유공 기아자동차 연세대 KIMM KATECH	NGK 유아사 전지 GIRIO		ABB(독일) Powerplex (캐나다) Chloride RWE (영국)
Li 2차 전지	한국전기연구 소, 서릉, KAIST	도시바 파나소닉 CREPI Sony Ener- gytec Inc.	EIC EPRI SAFT Johnson Controls Delco Remy	Moli Energy (캐나다) VARTA (독)

수명, 양산성 등 대부분 기술적 문제를 해결하였고, BMW Electro, Jetta, Benz 190 등에 탑재하여 일충전 주행거리 200km를 기록한 바 있으며 현재로는 소량 생산이기 때문에 가격이 비싼 문제점이 있다.

#### (4) Li 2차전지

2000년대의 가장 유망한 전지로 인정되고 있으며 소용량은 시판되고 있으나 대용량은 개발중에

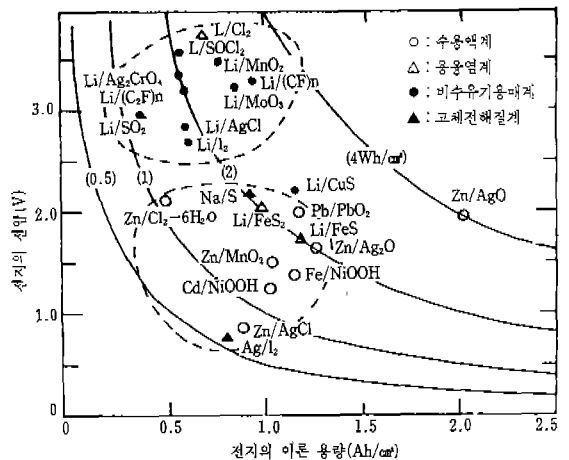
있다. 순수 Li 금속판을 사용하였을 경우 안전성, Li 자원 등에서 문제점이 있으나 Swing System Li 2차전지(Li 이온전지)인 경우는 이들을 해결할 수 있어 현재는 Swing형 Li 2차전지에 대해 관심을 갖고 집중 연구중이다. 특히 일본의 경우는 New Moon light Project로 Li 2차전지를 선정하여 10년간 140억엔을 투입하여 1992년부터 집중 개발하고 있다. 향후 국내에서도 이 전지에 대해서는 집중투자하여 개발할 필요성이 있다고 생각된다.

### 3. G7-EV용 신형전지의 선정

#### 가. EV용 2차전지의 요구성능

EV용 전지개발을 위해 검토되어야 할 요구성능을 요약하면 대체로 다음과 같다.

- 출력밀도 (W/kg)가 높을 것
- 에너지밀도 (Wh/kg, Wh/l)가 높을 것
- 수명이 길 것
- 비용 (kWh당)이 적게 들 것



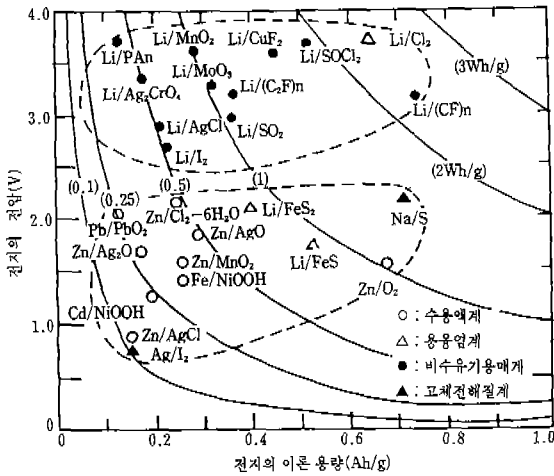
<그림 1> 각종전지의 전압과 이론 용량과의 관계(체적효율)

· 충전 시간이 짧을 것

한편 EV용 2차전지로 사용할 경우, 출력밀도, 에너지 밀도, 충방전 특성, 충방전 효율, 충방전 Cycle수명, 안전성, 보수상의 문제점, 자원적 문

제점, 환경적 문제점, 경제성 등의 조건이 맞아야 하며 특히 EV용 전지로서는 에너지 밀도가 중요하다. 이는 단위체적 혹은 중량당에 대한 전압과 용량의 곱으로 나타낼 수 있으며, 각종 전지들의 체적 및 중량당의 이론 용량과 전압을 그림 1, 2에 나타내었다.

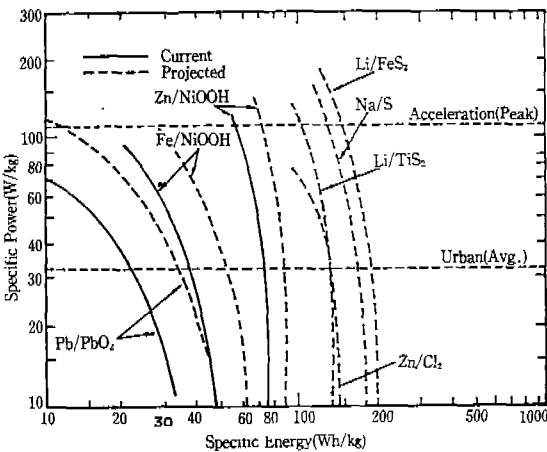
이들 값은 이론치이고 실제 전지에서 값은 아니기 때문에 이론치의 비교만으로는 실제전지의 성능은 우열을 가리기 어려우나 가능성은 크



<그림 2> 각종 전지계의 전압과 이론 용량과의 관계 (중량효율)

<표 4> 각종 전지의 안정성

전 지	안정성의 문제	대 응
철/Nickel 전지	· 과충전시 Gas 발생 (H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )→폭발	· 방폭구조, 기체 재결합 Device
아연/Nickel 전지	· Alkali→극물	· 누액방지구조
철/공기 전지	· 과충전시 Gas 발생 (H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )→폭발	· 방폭구조, 기체재결합 Device
아연/공기 전지	· Alkali→극물 · 충전시에 고전압	· 누액방지구조 · 집합전지의 분할충전
Aluminum/공기전지	· Alkali→극물	· Alumina판 교환시 누액을 방지하는 구조
아연/염소 전지	· 염소·취소→유독 · 염소폭명기 (H <sub>2</sub> +Cl <sub>2</sub> )	· 내식성재료, 밀폐구조 · UV광 조사에 의해 HCL로 하여 전해액으로 환원 · 점촉재결합에 의해 HBr로 하여 전해액으로 환원
Natrium/유황 전지	· Natrium과 유황의 폭발 반응 · 고온	· 반응속도를 구조상(보호막)으로 제한 · 내식성 용기 · 단열
Lithium계 용융염 전지	· 고온	· 단열
연속전지	· 유산→극물 · 과충전시 Gas 발생 (H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )→폭발 · Gas 발생 (AsH <sub>3</sub> , SbH <sub>3</sub> )→유독	· 누액방지구조 · 방폭구조, 촉매전 · 전지설치공간의 개방성



<그림 3> EV용 후보 전지들의 비출력 대 비에너지의 관계

<표 5> 보수 및 취급에 필요한 사항

전 지	사 항
철/Nickel 전지 아연/Nickel 전지	· 보수(연축전지의 수배의 빈도) - 과충전량을 억제함, 밀폐화전지, 발생 Gas 재결합 Device, 일괄자동보수 System. · 온도관리
철/공기 전지	· 보수 · CO <sub>2</sub> 제어장치, Fan 등 보기의 보수
Aluminum/공기 전지	· 보수 및 Al(OH) <sub>3</sub> 제거(매 400 km) · Aluminum판 공급(매 1600km) · Al(OH) <sub>3</sub> 결정화조 및 Fan, Pump 등 보기의 보수
아연/염소 전지 아연/취소 전지	· 냉동기, Pump 등 보기의 보수 · 저온시의 Preheating · 정기적 완전방전(아연의 Dendrite 방지)
Natrium/유황전지 Lithium계 응용염전지	· 열관리(보온 및 과열방지) · Heater 및 System의 보수
연축전지	· 보수

다고 판단된다. 이론치로는 Li계 전지들이 대체로 에너지 밀도가 높음을 알 수 있다.

한편 에너지 밀도는 EV에서의 사용 출력에 따라 변하게 되는데, 이 관계를 그림 3에 나타내었다. 이 그림에서 Na/S(나트륨/유황)전지와 Li계 전지들이 우수한 특성을 보임을 알 수 있다.

또 EV용으로 사용하기 위해서 고려해야 할 안전성에 대해 각 전지를 비교하여 표 4에 나타내었다. 대부분의 전지가 폭발성을 갖고 있으며 유

독가스 및 독극물을 갖고 있다. 이에 따른 대응책이 수립되어 있기 때문에 사용상 큰 문제는 없으나 주의를 요한다.

각종 전지의 보수 및 취급에 관한 사항을 요약하면 표 5와 같다. Fe/Ni, Zn/Ni, Fe/Air, 연축전지는 보수가 필요하고 Na/S, 고온계 Li 전지는 열관리가 필요하다.

현시점에서 EV용으로 사용 가능한 각종 전지들의 장·단점, 이론 및 실제 에너지 밀도, 출력 밀도, 수명, 재료비, 개발 과제 등을 종합비교한 것을 표 6에 나타내었다.

#### 나. EV용 2차전지의 선정 및 개발목표

최근 시작된 G7 과제중의 EV용 고성능 전지기술평가 계획은 궁극적으로 EV에 탑재 할 수 있는 실용가능한 전지 개발이 최종목표이다. 그러나

- 2차전지의 종류가 많으며
- 모든 면에서 우수한 전지는 없고(장점, 단점을 갖고 있음)
- 현재까지의 Data는 일부는 기술포화상태, 일부는 급격한 성능향상이 예측되며
- 전기자동차의 형태에 따라 대상전지도 달라지기 때문에 EV용 전지로서 어느 한 종류를 국한시키는 것은 어려운 일이므로 여러가지 종류의 전지를 채택하여 각 전기자동차마다 사용하고 있다.

EV용 전지로서의 요구조건과 각종 전지의 성

**\*\* 에너지 절약 10% \*\***

〈丑6〉 Outline of Batteries for Possible Use in Electric Vehicles

Type of Battery	Configuration (+) / Electrolyte / (-)	Features		Developmental Situation						Material Cost Comparison (Lead-Acid Battery:100)	Time for Practical Uses	Major R & D Organizations		
		Advantages	Disadvantages	Theoretical Value (Wh/kg)	Required Value (Wh/kg/Wh/l)		Required Power Density		Life (Cycle)				Developmental Target	
					Present	Future	Present	Future	Present					Future
Lead-Acid	Flooded	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Power Density</li> <li>High Reliability</li> <li>Low cost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low Energy Density</li> </ul>	170	40/70	60/100	150/250	200/300	500~1,000	1,000~1,500	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low cost</li> <li>High Energy Density</li> <li>Long life</li> </ul>	100	Under Practical Use	JSB, Matsushita Battery, Yuasa, Shin-Kobe, Furukawa, JCI(US), Exide(US), C&D (US)
	Sealed				400~600	over 1,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low cost</li> <li>Large Sealed type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low cost</li> <li>High charge Efficiency</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low cost</li> <li>Long life of (-) Electrode</li> </ul>					
Ni/Cd	NiOOH/KOH/Cd	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Power Density</li> <li>High Reliability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High cost</li> <li>Low high-temp. Resistance</li> </ul>	240	50/110	60/130				160/350	180/390	over 500	over 1,000	1,300
Ni/Fe	NiOOH/KOH/Fe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low cost</li> <li>of(-) Active Material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low Charge Efficiency</li> <li>Large Self-discharge</li> </ul>	260	50/100	60/100	90/180	120	800~1,000	over 1,000	785	In over 3 years	Matsushita, Furukawa, Eagle Picher(US), WH(US), SAFT(France)	
Ni/Zn	NiOOH/KOH/Zn	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Energy Density</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Short life</li> </ul>	340	70/130	80/150	160/290	190/350	200~300	400~500	630	In over 3 years	JSB, Yuasa ESB(US), ERC(US), Gould(US), GM(US), Yardney(US)	
Ni/Hydride	NiOOH/KOH/MH	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Power Density</li> <li>High Energy Density</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High cost</li> <li>Low high-temp. Resistance</li> </ul>	280	50/175	60/190	160/560	180/580	500	over 1,000	1,530	In over 3 years	JSB, Matsushita, Sanyo, Toshiba Battery	
Al/Air	Air/NaCl (NaOH)/Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Energy Density</li> <li>Low cost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normal Charge Impossible (Negative Plates Required to be Replaced)</li> <li>Low Power Density (High Power Battery Required)</li> </ul>	2,820	106(360) / 109(354)	170	6.5/6.7		500	over 1,000	250	In over 5 years	Alcan(Canada), Lawrence Livermore Nat. Lab.(US), Lawrence Berkeley Lab.(US)	

Type of Battery	Configuration (+) / Electrolyte / (-)	Features		Developmental Situation						Life (Cycle)	Developmental Target	Material Cost Comparison (Lead-Acid Battery: 100)	Time for Practical Uses	Major R & D Organizations
		Advantages	Disadvantages	Theoretical Value (Wh/kg)	Required Value (Wh/kg/Wh/l)	Required Power Density	Present	Future	Present					
Zn/Br	Br <sub>2</sub> /ZnBr <sub>2</sub> /Zn	• High energy density	• Electrolytic Circulating Equipment Required • Serious material corrosion	430	Present: 70 Future: 80	Present: 90 Future: 100	Present: ~700 Future: over 1,000	• Low cost • Improvements in separator characteristics	355	In over 5 years	Toyota, Matsushita, Exxon (US), ERC (US), JCI (US), SEA (Austria), Shellwood (Australia)			
Room Temp. Lithium	Ex: MnO <sub>2</sub> /organic solution/Li	• High voltage output • High energy density	• Short life • Safety • Low power density • High cost	415 (0.5c)	42	100/200	50	• Low cost • Large type • Long life	2,310	In over 5 years	JSR, Sanyo, Matsushita, Fuji (Electrochemical, Toshiba Battery, Bridgestone/Seiko, Hitachi Maxell, Moli Energy (Canada), Sony and many others			
Lithium Ion	Ex: LiCoC <sub>2</sub> /Organic solution/C	• High voltage • High energy density	• High cost • Low power density	766 (0.7c)	115/263	56/125	1,000		2,770					
Na/S	S/ $\beta$ -Alumina/Na	• High energy density • Low cost of active material	• High temp. (350°C) • Low cost of required operation • Safety	780	100/190	150/150	~350	• Low cost • Long life of $\beta$ -alumina	1,600 (including alumina)	In over 5 years	Yuasa, Hitachi, NGD, Beta Power (US), CSPL (UK), ASEA Brown Boveri (Germany), CGE (France)			
Fuel Battery	Ex: O <sub>2</sub> /KOH/H <sub>2</sub> /H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	• High energy conversion efficiency, • Low pollution • Replenishment of active material from outside possible	• High cost	3,660		111 for Space (KOH system)	100h for Space (KOH system) for ground use (H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> system) 50,000h	• Low cost • Long life		In over 5 years	Hitachi, Toshiba, Mitsubishi, Fuji Electric, Sanyo, Intl Fuel Cells (US)			



Type of Battery	Configuration (+) / Electrolyte / (-)	Features		Developmental Situation				Material Cost Comparison (Lead-Acid Battery: 100)	Time for Practical Uses	Major R & D Organizations
		Advantages	Disadvantages	Theoretical Value (Wh/kg)	Required Value (Wh/kg/Wh/l)	Required Power Density	Life (Cycle)			
Solar Battery	Cell Element	• Clean energy	• High cost • Low energy conversion efficiency		Present 3.4/4.8	Future	Present 20years	Future	In over 3 years	Sharp, Sanyo, Solar Power Corp.(US), and many others
Super conductivity	Coil, Thyristor inverter, Superconductive switch	• High inversion efficiency • High response speed	• Cooling equipment required • Heat insulating container required	0.5/2					In over 10 years	Wisconsin Univ. and many other general research institutes
Engine	Air/Gasoline	• High reliability • High energy density	• Noise • Exhaust gas	400/180	540/240		500,000 km			

<표 7> EV 차량의 사양목표치(가정)

사 양	목 표 치
일출전주행거리	300km (40~60km/h 정속운행시)
최고속도	120km/h
가속능력	15sec (0→100km/h)
충전능력	30%
중 량	1,200~1,500kg
전지중량	300~500kg
전방무임면적	1.2㎡
Cd	0.2~0.3
Ri	0.005~0.008

<표 8> G7-고성능 전지별 기술 개발의 최종목표

종류	Ni/Zn전지	Ni/MH전지	Na/S전지	Li2차전지
Module용량 (kWh 단위)	25	25	25	25
Energy밀도 (Wh/kg)	72	73	120	120
출력밀도 (W/kg)	200	186	180	200
Cycle 수명 (회)	600	1,000	1,000	1,000
개발기간(년)	6	6	7	10

<표 9> EV용 신형 전지 선정의 배경

전지의 종류	전지선정의 배경	비 고
Ni/Zn 전지	저온 성능 우수, 상온 작동형, 제조 용이, 기술의 급격한 향상, 고에너지 밀도, 무공해, 고출력 밀도, 양산 적용화 용이	
Bi/MH 전지	고에너지 밀도, 완전밀폐식, 장수명, 무공해 전지, 심방전에 강화	OBC
Na/S 전지	고출력 밀도, 고에너지 밀도, 완전 밀폐식	ABB(현재 EV용 전지로 가장 고성능)
Li 2차전지	고에너지 밀도, 무공해 전지, 소형화 가능, 완전 밀폐식, 상온 작동, 제반 성능 탁월, 유지보수의 필요성이 없음, 향후 EV용 전지로 유망	New Moonlight Project (10년, 140억₩)

<표 10> 선정 제외 전지들의 문제점

전지의 종류	문 제 점
LiAl/FeS전지	고온작동형(400°C), 고가(> \$ 100/kWh), 저에너지 밀도(458Wh/kg 이론치), 저전압(1.33V), 열관리 필요, 누액, 성능의 불균일화. 단수명(불명확)
Ni/Cd전지	고가(Ni, Cd), 환경오염(Cd)
Ni/Fe전지	고가(~ \$ 500/kWh), 저충방전 효율, 과충전시 Gas 발생으로 폭발 위험, 높은 자기방전율(20~40%/월), 밀폐화 곤란, 제조 및 수리의 난이, 보수 빈도 잦음
Zn/Br <sub>2</sub> 전지, Zn/Cl <sub>2</sub> 전지	체적이 큼, 단수명, 저출력 밀도, 유독 Gas, Cl <sub>2</sub> Gas의 폭발성(H <sub>2</sub> +Cl <sub>2</sub> ), 보기(냉동기, Pump 등)필요, 저온시 Pre-heating, 정기적으로 완전 방전 필요
Metal/Air (Al, Zn, Fe)	저출력 밀도, 저충방전 효율, 단수명(<100 Cycle), 고가(커패시터 구매 사용), 보수성이 불리(Fan, Pump 등)

<표 11> 전지별 필요 요소 기술

전지의 종류	개발되어야 할 요소 기술
Ni/Zn전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>장수명화</li> <li>Cost-down</li> <li>보수 및 취급의 간이화</li> <li>밀폐화 기술의 확립</li> </ul>
Ni/MH전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>자기방전율의 저감</li> <li>적은 방전 특성의 개선</li> <li>수소저장합금 전극의 제조기술 개발 (Pressing법, Paste법, Sintering법)</li> <li>전지 설계의 적정화</li> <li>전지 제조 기술 및 공정의 확립</li> </ul>
Na/S전지	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\beta</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 제조 및 양산 기술</li> <li>Cell Container의 Sealing 기술</li> <li>Sulfur Container의 방식 기술</li> <li>Heating/Cooling 제어기술</li> <li>Ni/<math>\beta</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 계면 저항 감소</li> </ul>
Li <sub>2</sub> 차전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>전압 평탄성이 우수한 정극재료 개발</li> <li>경제성 및 안정성 부여를 위한 부극재료 개발 (Swing System : GIC, LGH)</li> <li>Cycle수명 향상(Dendrite 성장 억제)</li> <li>Scale-up(대용량) 기술의 확립</li> <li>출력밀도의 향상</li> <li>신뢰성 및 안전성의 확립</li> </ul>

능을 종합 검토하여 4종류의 신형전지를 다음과 같이 중·장기별로 EV용 고성능 전지를 개발하는 것으로 되어 있다.

-중기 목표 : Ni/Zn 전지, Ni/MH 전지, Na/S 전지 기술 개발

-장기 목표 : Li 2차 전지 개발

한편, 전지의 성능 목표치는 차량의 사양에 따라 달라질 수밖에 없다. 여기서는 G7-EV 기획시 제시된 바 있는 차량의 사양(표 7)을 기초로 하며 이를 만족시키기 위한 전지의 성능으로서는 Module 용량은 모든 전지가 25kWh, 에너지밀도는 50~120Wh/kg, 출력밀도는 110~220W/kg, Cycle 수명은 600~1,000 Cycle이 요구된다.

각 전지별 기술 개발의 최종 목표는 표 8과 같다.

전지선정의 배경 및 선정에서 제외된 전지들의 문제점에 대해 표 9 및 표 10에 각각 요약하였으며, 전지별로 개발되어야 할 요소기술은 표 11에 나타내었다.

#### 4. 결론

EV는 에너지 절약과 환경문제 해결 대책으로 그 보급이 장려되고 있고 보급률 또한 증가될 것이며 2000년대에는 상당 부분 보급될 것으로 전망되며, 미래 교통수단으로 중요한 역할을 담당할 것으로 생각된다. 그러나 아직까지 일충전 주행거리가 짧고 충전 시간이 길며 최고속도 등이 문제가 되고 있다. 이러한 점들은 고성능 2차전지 개발과 함께 고효율 전동기, 고신뢰성 제어장치 및 급속충전장치 등의 개발로 해결이 될 것으로 기대되고 있다.

EV의 성능을 좌우하는 가장 중요한 요인은 전지의 성능이다. 따라서 고성능 신형전지의 개발에 집중적인 지원이 요망된다.