

2차전지 최신기술 및 시장동향

Recent Trends of Secondary Battery Technology and Market Share

이윤철(Y.C. Lee)	정보조사분석팀 책임기술원
이재환(J.H. Lee)	정보조사분석팀 선임연구원
임영이(Y.Y. Lim)	정보조사분석팀 선임연구원
조성선(S.S. Jo)	정보조사분석팀 선임연구원

노트북 PC, 휴대폰, 이동단말 등 첨단 정보통신 기기의 소형화, 경량화, 휴대형화에 기여한 핵심기술로 반도체, LCD 기술과 더불어 전지기술을 빼놓을 수 없다. 아직도 많은 부분에서 개발이 진행되고 있는 전지기술은 특히 국내의 경우, 반도체나 LCD 기술에 비해 상대적으로 연구개발이나 투자가 미흡한 상태로서 고부가가치 장치산업이라는 점과 대량생산이 가능하다는 특성에 비추어 볼 때 향후 전략적으로 중점 육성해야 할 분야라 할 수 있다. 본 고에서는 개인 휴대형 통신기기로부터 자동차 연료전지에 이르기까지 전기·전자 및 정보통신 분야에서 중요한 비중을 차지하고 있는 고성능 2차전지에 대하여 기본적인 기술개요와 특성 및 구성요소, 2차전지의 종류와 최근의 개발동향을 살펴보고 유망 장치산업으로서의 세계시장 현황과 각국의 제조동향에 대하여 조사·정리하였다.

I. 서론

1990년대 들어와 가속화되기 시작한 정보통신 산업의 발달은 휴대폰(cellular phone), 노트북 PC (computer), 휴대형 녹화기(camcorder) 등 이른바 3C로 불리는 휴대형 전자기기의 대량 생산으로 이어지면서 또한 이들 기기의 소형화, 박형화, 경량화 추세도 끊임없이 진전되고 있다. 이는 무엇보다도 반도체, LCD(Liquid Crystal Display) 그리고 2차전지(secondary battery)와 같은 핵심기술의 발전에 의해 가능하게 된 것이다.

이중 반도체나 LCD는 막대한 투자와 개발에 의해 이미 각종 최첨단 정보기기에 광범위하게 적용됨으로써 지구촌 커뮤니케이션의 핵심부품으로 자리 잡고 있는데 반해, 2차전지의 경우는 정보통신 산업에서 차지하는 높은 비중에 비추어 아직도 많은 부분에서 개발해야 할 과제들이 남아 있는 분야이다.

특히 최근 들어 이동전화기를 비롯한 휴대형 통신기기 시장의 폭발적인 수요는 핵심부품인 2차전지 시장의 급속한 확대를 가져오고 있다. 리튬이온, 니켈수소(Ni-MH), 니켈카드뮴(Ni-Cd)으로 대표되는 2차전지 시장은 이들 대부분이 컴퓨터, 휴대폰, 이동단말기 등 첨단 정보통신 기기의 전원으로 사용되고 있기 때문이다.

2차전지의 원천기술은 미국이 보유하고 있으나 생산기술이나 장비는 거의 일본이 독점하고 있는 형편으로서 실제로 일본이 세계 시장의 거의 90% 이상을 차지하고 있다. 이는 2차전지의 중요성을 간파한 일본이 반도체와 버금가는 투자를 이들 분야에 집중함으로써 나타난 결과라 할 수 있다.

본 고에서는 반도체, LCD와 더불어 정보통신 산업에 있어서 중요한 비중을 차지하고 있는 전지기술에 대한 특성과 최신 기술개발 추이, 그리고 최근 급

속히 확대되고 있는 2차전지시장에 대한 국내외, 특히 미국, 일본 등 선진국의 2차전지 산업 및 제조현황을 조사·분석하여 정리하였다. 이를 통해 반도체와 LCD 분야에서 이미 세계수준에 도달한 국내 장치산업 분야 중 새로운 개척부문으로 등장하고 있는 2차전지에 대하여 집중적인 기술개발과 투자확대 및 시장개척의 중요성을 살펴보고자 한다.

II. 2차전지 개요

1. 2차전지의 발전

전기·전자 및 정보통신 산업분야의 급속한 발전과 더불어 최근 수년간 휴대전화와 같은 휴대형 전자기기를 중심으로 고성능화, 경박단소화, 다기능화 추세가 확대되고 있다. 이와 함께 이들 소형 전자기기의 전력을 지원하는 전지의 기능도 고성능화, 고에너지 밀도, 사이클 수명연장, 안전성 강화, 무공해성 등이 요구되고 있다.

2차전지란 사용 후 다시 충전하여 재사용이 가능한 전지로서 니켈카드뮴, 니켈수소, 리튬이온 전지와 같은 고성능 2차전지의 경우 5백 회 이상 충전이 가능하다. 이에 비해 알칼라인 전지와 같이 한번만 사용할 수 있는 전지를 1차전지(primary battery)라고 한다.

처음에는 소비전력이 작은 휴대형 전자기기에 망간건전지나 알칼라인 전지 등과 같은 1차전지가 사용되었으나 코드리스 기기의 편리성과 소비전력이 큰 기기의 포터블화가 가능해짐에 따라 이에 상응하는 전지의 개발도 급속히 진전되었다. 전자회로 등의 개발로 기기의 소비전력은 낮아졌지만 휴대형 기기에 장착되는 전지에 대해서는 높은 에너지 밀도화가 요구됨으로써 1차전지로는 대응할 수 없어 2차전지를 사용하게 되었다. 예를 들어 노트북 PC의 경우, 데스크탑 PC에 못지 않은 고기능화와 액정화면의 대형화로 소비전력이 증가함에 따라 연속 작동시간의 증대 등과 같은 고에너지화가 필연적으로 요구되었다. 또한 휴대전화의 경량화에서 보듯이 가볍

고 장시간 사용할 수 있는 기능의 전지에 대한 요구도 크게 늘어났다.

이같은 2차전지에 대한 기능 개량으로 '80년대에는 주로 니켈카드뮴 소형 2차전지가 중심이 되어 체적 에너지 밀도가 200Wh/dm³까지 개선되었으나 기술적 한계에 이르러 새로운 전지 개발이 필요하게 되었다. 특히 지구환경 보전의 관점에서 납이나 카드뮴과 같은 중금속에 의한 환경오염 문제의 대두와 야간전력을 저장하고 주간전력을 사용함으로써 전력의 부하를 평준화하는 등의 에너지 효율을 높이는 유력한 방법으로 고성능의 새로운 2차전지 개발이 적극 검토되기 시작하였다.

이에 따라 '80년대 후반에 니켈수소 2차전지의 등장에 이어 '90년대 이르러 리튬계 2차전지가 모습을 보였고 '90년대 전반에는 리튬이온 2차전지(Lithium-ion Battery: LIB)라는 신규 2차전지가 시장에 도입되기 시작하였으며, 최근에는 차세대 전지로 주목받고 있는 리튬폴리머 2차전지(Lithium Polymer Battery: LPB)가 상품화되기 시작함으로써 새로운 2차전지 시대를 맞게 되었다.

최근에 들어서는 그 용도도 노트북 PC나 휴대전화 등에 적용하기 위해 에너지 밀도, 부하특성, 저온특성 등 성능향상 요구가 점차 강해지고 있으며, 또한 전기자동차용 전원이나 로드 레벨링용 전지 등 대형 전지로의 가능성도 검토되고 있다.

주요 1, 2차전지의 종류를 <표 1>에 나타냈다.

2. 전지의 원리와 특성

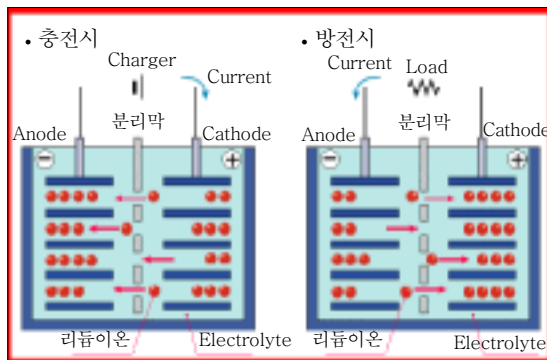
가. 전지의 원리

전지는 기본적으로 어떤 재료의 화학적 에너지를 전기화학적 반응을 통해 전기적 에너지로 변환시키는 장치를 말한다. 전지에는 물리전지와 화학전지가 있으며 일반적으로 전지라 하면 화학전지를 통칭한다. 화학전지는 화합물(산화제)의 산화력과 또한 이와는 다른 화합물(환원제)이 가지는 환원력을 조합하여 그 두 개를 반응시켜 전기에너지 형태의 방출 에너지를 얻는다.

<표 1> 주요 1차 및 2차전지 종류

전지계	구 성			공칭전압[V]	에너지밀도 [Wh/l]
	양극활물질	전해질	음극활물질		
망간전지	MnO ₂	ZnCl ₂ NH ₄ Cl	Zn	1.5	200
알칼리전지	MnO ₂	KOH(ZnO)	Zn	1.5	320
산화은전지	Ag ₂ O	KOH NaOH	Zn	1.55	450
공기전지	O ₂	KOH	Zn	1.4	1,235
불화흑연리튬전지	(CF) _n	LiBF ₄ /γBL	Li	3	400
이산화망간리튬전지	MnO ₂	LiCF ₃ SO ₃ /PC+DME	Li	3	400
소형밀폐납축전지	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Pb	2	75
니켈카드뮴전지	NiOOH	KOH	Cd	1.2	100~200
니켈수소축전지	NiOOH	KOH	MH(H)	1.2	240
바나듐리튬 2차전지	V ₂ O ₅	LiBF ₄ /PC+DME	Li-Al	3	140
리튬 이온 2차전지	LiCoO ₂	LiPF ₆ /EC+DEC	C	4	280

<자료> □規□□□□□料の□□技□, □□, '97.3.

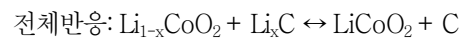
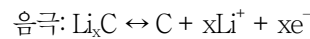
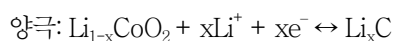


(그림 1) 리튬이온 전지의 충방전 원리

2차전지는 그 에너지 변환이 한 번 사용 후 다시 충전하여 계속 사용이 가능한 재충전식(rechargeable) 전지를 말한다. 다시 말해서 2차전지는 전류의 흐름에 의해 물질이 산화/환원되고, 물질의 산화/환원에 의해서 전기가 생성되는 과정이 반복적으로 이루어질 수 있게 재료를 조합시켜 만든 것이다.

(그림 1)은 리튬 이온 전지의 원리로서 전지가 충전될 때 리튬이온은 분리막을 통해 양극에서 음극으로 이동하며, 이때 충전전류가 흐른다. 반대로 방전될 때 리튬이온은 음극에서 양극으로 이동하며 방전전류가 흐른다.

리튬이온 전지의 충방전 반응은 다음과 같다.



나. 전지의 특성

1) 전지의 전압

전지의 중요한 핵심기능 중 하나는 안정된 전압 방출이다. 전지는 시간이 지날수록 점차 전압이 일정하게 떨어지게 되는데 일정 전압의 유지기간이 길수록 효율성이 높은 전지라 할 수 있다. 전지는 각 응용 분야별로 전압의 높이가 알맞게 조정되어 제조된다. 특히 니켈카드뮴 전지는 상대적으로 안정된 전압하강곡선(sloping voltage)을 가지고 있어 전류의 완전 소모 시에도 2/3 수준은 계속 유지해 주고 있으며 이후에는 거의 제로 수준으로 급강하한다. 안정적인 전압유지가 특징이나 급격한 전압강하 현상때문에 갑자기 전류공급이 중단되는 단점이 있다. 따라서 노트북 PC 등 전원에 민감한 기기들은 소프트웨어적인 처리로 전지의 교체시기를 경고해 주기도 한다.

2) 전지의 충전

2차전지란 충전 가능한 전지를 말한다. 충전이란 전지 내의 기전물질(활물질)을 전지 내에서 전기분해하여 방전반응의 역반응을 진행시켜 원래의 기전

물질로 돌아가게 하는 것으로서 화학적 가역반응이 필요하다. 방전된 전지에 역방향의 전류를 걸어 주면 전류를 만들어낼 때 일어났던 산화-환원 반응의 역반응이 일어나 전지의 내용물을 원래대로 돌려놓는다. 일례로 납 축전지는 과산화납과 금속납을 전극으로, 황산을 전해액으로 사용하는 충전지이다.

3) 전지의 에너지 밀도

전지의 에너지 밀도는 전지의 무게와 부피를 비교해서 측정한다. 에너지 밀도가 높을수록 소형의 전지로도 장시간 사용할 수 있다. 따라서 휴대용 기기의 소비전력 증대는 중량 에너지 밀도가 높은 전지를 필요로 하고 있다. 전기자동차의 경우처럼 한번 충전으로 주행거리를 늘리기 위해서는 중량 에너지 밀도가 높은 전지가 요구된다. 니켈수소 전지나 리튬 2차전지와 같은 하이테크 전지는 이같은 요구에 따라 개발된 것이다

4) 전지의 출력

전지는 전지 내의 내부저항 때문에 커다란 전류를 추출해 낼 때 전지의 전압이 낮아진다. 전지의 출력 이론치는 전지의 기전력 × 전지의 전류로 나타내지만 실제로는 작동시의 전지전압 × 전지에서 나오는 전류이다. 출력밀도로서 이 이론치를 단위중량 또는 단위체적당으로 표시하는 일도 많으나 동일한 크기의 전지를 사용하여 출력치로 나타내는 것도 있다. 노트북 PC의 하드디스크 드라이브를 구동하거나 전기자동차의 급발진 등에는 커다란 출력이 요구된다.

5) 사이클 수명(cycle life)

2차전지를 몇 번이고 충전할 수 있도록 하기 위해서는 전지반응이 가역이 되어야 한다. 즉, 충전시에 흔적을 남기지 않고 원래의 활물질로 돌아가는 것이 바람직하다. 2차전지는 충방전을 되풀이하면 전지의 용량이 줄어든다. 일반적으로 사이클 수명은 초기용량에 대해 일정한 비율로 줄어들었을 때까지의 충방전 횟수로 정의하는데, 이 반복 사이클 수를 전지의 사이클 수명이라 한다.

2차전지의 수명은 일반적으로 충전횟수로 나타

내며, 니켈카드뮴 전지의 경우 약 600~900번까지 충전할 수 있다. 보통 니켈카드뮴 전지의 경우 3년 정도가 제품의 수명으로 볼 수 있고, 니켈수소 전지의 경우는 다소 짧아 2년 정도로 본다.

6) 메모리 효과

Ni계 전지에서는 충방전이 반복되면서 전체의 저장용량이 줄어드는 현상이 생긴다. 이는 자가방전 이외에 메모리 효과(memory effect)라고 하는 것으로서 전지가 완전히 방전되지 않은 상태에서 재충전이 여러 번 연속될 경우, 그 저장용량이 바로 그 충전 전 상태까지로 축소된다. 이처럼 전지가 마치 사용할 수 있는 용량의 한계를 기억하는 것과 같은 현상을 메모리 효과라고 한다. 근래에는 이런 단점을 보완하기 위해 reconditioner를 사용하여 완전히 방전 후 충전시키는 과정을 갖게 만든다. 또는 전지의 자체 진단으로 자동방전 후 충전시키는 방전회로를 추가하거나 충전시 자동으로 방전시킨 후 충전을 받아들이는 전지가 개발되고 있다.

한편, 리튬이온 전지는 메모리 효과 현상이 없기 때문에 사용자가 임의대로, 또는 주변환경에 따라 수시로 충전하여 사용해도 거의 수명에 영향을 미치지 않는 특성을 갖고 있어 Ni계 전지보다 비싼 가격에도 수요가 늘어나고 있는 추세이다.

7) 동작 온도

전지는 온도가 올라갈수록 용량은 증대하지만 사이클 수명은 급격히 떨어진다. 일반적으로 전지의 성능은 25℃ 이상에서 점차 감소하는데, 55℃ 이상이면 급격히 성능이 떨어지게 되고 0℃에서 25℃까지는 아주 조금씩 성능을 나타낸다. 낮은 온도에서는 화학적 반응이 감소되며, 높은 온도에서는 원하지 않는 화학반응이 일어나 에너지 손실이 일어나게 된다. 권장 사용온도는 니켈카드뮴 전지의 경우 +17℃에서 +37℃이며, 니켈수소 전지의 경우에는 0℃에서 32℃이다.

8) 자가방전

충전된 모든 2차전지는 공기 중에서 자체적으로 조금씩 방전한다. 이는 공기중 습도 등으로 인해 화

<표 2> 전지 종류별 성능비교

전지 성능	Ni-Cd	Ni-MH	Primary Alkaline	Secondary Alkaline
Initial Capacity	○	●●	★★★★	●●●
Rated Capacity	★★★★	●●●	●●	○
Self-Discharge	●●	○	★★★★	★★★★
Cycle Life	★★★★	★★★★	○	●●●
Initial Cost*	●●	○	★★★★	●●●
Life-Cycle Cost*	●●●	●●●	○	●●●

• Worst Performance = ○

• Good Performance = ●●●

• Low Performance = ●●

• Best Performance =★★★★

* A better performance ranking means lower costs

<자료> Dataquest, '99. 7.

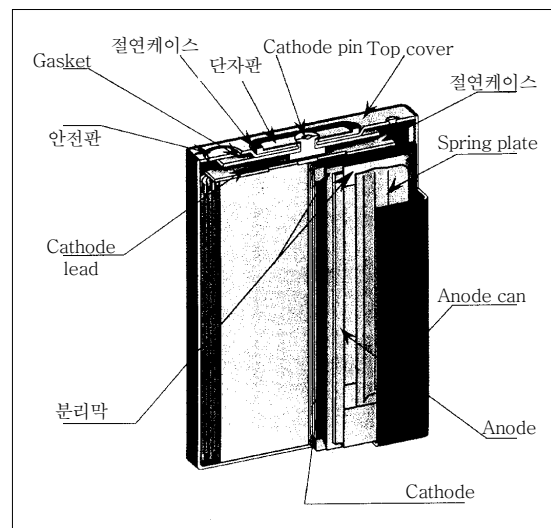
학반응이 일어나 용량이 줄어드는데 이러한 현상을 자가방전(self-discharge)이라 한다. 자가방전이 크면 전지를 장시간 보존할 수 없다. 장기간 운행하지 않은 자동차의 경우 점화용 배터리가 방전되어 버리는 것은 납축전지가 방전중에 전해액이 서서히 반응하는 자가방전에 의해 활물질이 손실되어 버렸기 때문이다.

니켈카드뮴 전지는 대략 1일 1%의 자가방전율을 보이며, 니켈수소 전지는 다소 높아 1일 2~3%에 이른다. 따라서 한 달 이상 방치해 둔 2차전지는 사용하기 전에 다시 충전시켜야 한다. 알칼라인 전지는 일년에 약 5~10%의 자가방전율을 갖고 있다.

<표 2>는 전지 종류별로 측정된 성능 비교표로서 이 중 Initial Capacity는 안정전압 및 지속시간의 총 방출량을 의미하며, Rated Capacity는 어떤 부하 조건 하의 총 방출량을 의미한다. 즉, 무전기 같은 경우 송수신상태, 대기상태 등 전류사용의 변화가 심할 경우의 실제 방출량 성능이다.

3. 전지의 구성

모든 전지는 산화제인 양극 활물질(cathode or positive electrode)과 환원제인 음극 활물질(anode or negative electrode)을 갖고 있다. 이들 사이에는 이온전도에 의해 산화반응과 환원반응을 가능케 하는 전해질(electrolyte)이 담겨있고, 또한 양극과 음극이 직접 접촉하는 것을 막는 분리막(separator)이 있다. 이밖에 이들을 담을 용기(전지관), 전지를 안



(그림 2) 리튬이온 전지의 구조

전하게 작동시키기 위한 안전판이나 안전장치 등으로 구성되어 있다.

고성능 전지의 주요 요건들로는 고전압, 대용량, 고출력, 오랜 사이클 수명, 작은 자가방전율, 광범위한 사용온도, 안전성과 신뢰성, 사용의 용이성 그리고 저렴한 가격 등을 들 수 있다. 이와 같은 조건을 모두 만족시키는 이상적인 전지를 만든다는 것은 어려운 일이나 고성능의 전지를 위해서는 전지의 구성요소마다 뛰어난 특성을 나타낼 필요가 있다.

가. 양극재료

리튬이온 2차전지의 경우 양극에 가장 많이 이용

<표 3> 각종 2차전지의 구성재료

2차전지 종류	양극	전해액	음극	분리막
납축전지	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Pb	폴리에틸렌 부식포 글래스매트
소형밀폐납축전지	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Pb	글래스매트
니켈카드뮴전지	NiOOH	KOH	Cd	폴리아미드 부식포 폴리프로필렌 부식포
니켈수소전지	NiOOH	KOH	MH	폴리아미드 부식포 폴리프로필렌 부식포
리튬이온전지	LiCoO ₂	유기전해액	C	폴리프로필렌 미세다공막
바나듐리튬전지	V ₂ O ₅	유기전해액	Li 합금	폴리프로필렌 미세다공막 폴리프로필렌 부식포
망간리튬전지	MnO ₂	유기전해액	Li 합금	
바나듐니오브리튬전지	V ₂ O ₅	유기전해액	니오브 화합물	

<자료> 高能二次電池の材料の技術動向, '97. 3.

되는 소재로는 방전 에너지가 큰 코발트산 리튬(LiCoO₂)이다. 그러나 한정된 전세계 코발트 매장량(약 840만 톤)으로 인해 가격이 비싸고 가격변동이 심하며, 과충전 방지용 보호회로가 필요하는 등의 과제가 있다. 이를 대체할 재료로서 LiNiO₂나 LiMn₂O₄가 개발되고 있으며, 바나듐(vanadium)도 검토되고 있다.

리튬폴리머 전지의 경우 양극에는 LiCoO₂가 가장 많이 채용되고 있으며, 저렴화 및 고용량화를 실현하기 위해 LiNiO₂, LiMn₂O₄의 채용이 검토되고 있다.

나. 음극재료

리튬이온 전지의 음극에는 탄소재료가 사용되고 있으며, 리튬금속을 새롭게 2차전지용으로 사용하고자 하는 연구도 진행되고 있다. 그 밖의 음극재료에는 리튬을 포함한 합금음극, LiAl 합금, Woods 합금, 미립자 다성분 합금, 합금과 도전성 고분자의 복합전극, 화합물 음극, 도전성 고분자 화합물, 산화물, 질화물 등이 검토되고 있다.

리튬폴리머 전지의 음극에는 카본 그래파이트(carbon graphite)계의 재료가 많이 채용되고 있다.

다. 전해액, 전해질

리튬이온 전지에 이용되는 전해액은 유기용매를 주체로 하는 비수전해액이다. 용매에는 리튬염을 용

해한 이온 도전성을 부여하고, 리튬과의 화학반응을 막기 위해 비프론(pron)성 극성을 가진 것이 사용된다.

리튬이온원이 되는 전해질은 LiPF₆가 주로 채용되고 있으며, 리튬폴리머 전지의 전해액에는 PEO, PAN, AN, PVDF가 사용된다.

라. 분리막

전지의 기전물질은 산화제와 환원제가 있는데, 이들이 직접 접촉하면 자가방전을 일으켜 급격한 반응이 진행되므로 위험하다. 분리막은 양극과 음극 사이에 있으면서 양자의 접촉을 막는다. 물론 분리막도 이온 전도성을 나타내지만 다공성 재료를 사용해서 그 구멍중에 전해액이 침투하여 이온 전도성을 발현시킨다. 2차전지의 분리막 재료로는 현재 납축전지에는 글래스매트 등이, 알칼리 2차전지나 리튬전지에는 폴리머 부식포나 다공성막이 이용되고 있다.

각종 2차전지에 따른 구성재료는 <표 3>과 같다.

III. 2차전지의 종류 및 최신 기술개발 동향

1. 2차전지의 종류

현재 생산 공급되어 실용화되고 있는 대표적인 2차전지로서는 납축전지, 니켈카드뮴 축전지, 니켈수

<표 4> 주요 2차전지의 특징

종류	음극	양극	전해질	작동전압	에너지밀도		특징
Lead-acid	Pb	PbO ₂	H ₂ SO ₄ (수용액)	1.9V	50~100 Wh/l	30~40 Wh/kg	<ul style="list-style-type: none"> 자동차용 SLI 전원으로 제조비용이 저렴하고 넓은 온도조건에서 고출력이 가능함. 무겁고 에너지저장 밀도는 낮다.
Ni-Cd	Cd	NiOOH	KoH (수용액)	1.2V	100~200W h/l	45~65 Wh/kg	<ul style="list-style-type: none"> 철도, 비행기 등 SLI와 산업 군사용으로 사용되며, 밀폐식 개발로 가정용 사용이 급증함. 근래 니켈수소, 리튬전지 등 고성능전지의 등장으로 퇴조함.
Ni-MH	MH	NiOOH	KoH (수용액)	1.2V	200~350 Wh/l	500 Wh/kg	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 저장밀도 향상과 중금속 카드뮴의 제거로 경량화를 실현하였으며, 랩탑 PC, 휴대폰의 주전원이었으나 리튬전지에 의해 퇴조.
Li-Ion	C	LiMo ₂	Li-Salt (유기용액)	3.6V	200~350 Wh/l	90~150 Wh/g	<ul style="list-style-type: none"> '90년대에 등장한 고에너지 밀도와 저중량을 실현하였으나 안전성에 문제가 있어 다양한 보호회로가 필요함. 2차전지의 주력제품임.
Li-Polymer	리튬금속	LiMo ₂	고체고분자 전해질	3.7V			

소화물 축전지 그리고 리튬이온 전지를 들 수 있으며, 차세대 전지로 주목받고 있는 리튬폴리머 전지 등은 몇 종류에 지나지 않는다. 주요 소형 2차전지의 특징은 <표 4>와 같다.

가. 납축전지

대표적인 2차전지의 하나로서 1860년 Plante가 최초로 선을 보인 이래 백 수 십년 동안이나 기술 개량을 거듭하면서 현재의 저렴하고 신뢰성이 높은 전지가 되었다. 주로 자동차용 배터리로 사용되고 있으나 전기자동차 시대에 출현할 신형전지의 등장이 기대되고 있다. 기본적인 원리와 전지소재는 크게 변한 것이 없으나 자동차의 고성능화와 함께 고출력화 및 신뢰성 향상 등에 있어서 최근 20년 간 급속한 기술 진보를 보였다. 전극의 박판화 및 바이폴라화 등 새로운 기술 개발로 에너지 밀도를 높이는 데 주력하고 있다.

대체로 일반용 2차전지 시장에는 경제성으로 인해 납축전지가 아직도 지배적이다. 통신수단의 발달은 소형전지뿐만 아니라 이들의 네트워크 백업용 전원의 수요도 크게 증가시켰고, 대형 컴퓨터의 무정전 전원장치(UPS), 공장 내에서의 운송기계 등의

전원으로도 수요가 크게 늘고 있다.

나. 니켈카드뮴 축전지

니카드 전지라고도 하며, 1890년대에 전기 자동차용으로 Jungner에 의해 개발되었으나 가격이 높고 신뢰성이 없어서 1950년대까지 별로 관심을 끌지 못했다. 그러나 니켈의 소결식 극판이 개발되면서 고율의 방전, 과충방전, 장수명 등 2차전지로서의 특성이 뛰어나 1980년대에 급성장을 보인 휴대용 소형기기의 전원으로써 그 수요가 비약적으로 증가하였다.

납축전지에 비해 고성능, 장수명이며 전동공구, 완구용의 전원으로 널리 보급되었다. 아직도 소형 2차전지의 중심이 되고 있으나 1990년부터 본격적으로 시장에 나온 니켈수소 전지에 밀려 점차 자리를 내주고 있다.

다. 니켈수소 전지

고에너지 밀도의 소형전지로서 니켈카드뮴 전지의 환경문제를 대체하여 1990년대에 급성장한 2차전지이다. 1995년경부터 니켈카드뮴 전지 대신 휴대전화에 채용되기 시작하여 단위 용량당 코스트가

대폭적으로 인하되고 있으며, 600~700Wh 시장 을 점유해 가고 있다.

니켈수소 전지는 전지 전압이 니켈카드뮴 전지와 같은 1.2V이면서도 에너지 밀도는 최고 2배 가까이 크므로 기존의 니켈카드뮴 전지 시장을 쉽게 공략하고 있으며, 또한 최근 전기자동차용 전원으로도 주목받고 있다.

라. 리튬이온 전지

컴퓨터나 휴대전화 등의 고에너지 밀도의 소형전 지로 급성장한 새로운 2차전지이다. 일본의 Sony가 1990년초 2차전지 시장에 내놓은 리튬이온 전지는 공칭 전압이 3.6V이고 에너지 밀도가 니켈카드뮴 전 지에 비해 체적당 2배, 중량당 3배 정도로 높아 휴대 폰과 노트북 PC의 대중화에 한 몫을 하고 있다.

고전압 및 고에너지 밀도와 뛰어난 가역성을 특성 으로 하고 있는 리튬이온 전지는 메모리 효과가 없고, 원재료의 무공해성 등으로 휴대기기의 소형 경량화 에 가장 적합한 전지로 각광받고 있다. 시장 도입후 니켈카드뮴, 니켈수소 전지를 급속히 대체해 나가고 있으나 한편으로는 원재료나 생산장비가 고가이고 액체 전해질 이용에 따른 셀 디자인의 한계성, 안전성 확보를 위한 기술개발의 지속적인 요구 등의 해결과 제가 있다.

마. 리튬폴리머 전지

리튬폴리머 전지는 전극재료가 전도성 폴리머인 전지시스템에 붙여진 이름이나 최근에는 전해질만 폴리머로 대체한 전지시스템도 같은 이름을 붙이고 있다. 따라서 리튬이온 전지 시스템에서 전해질만 전 도성 폴리머로 바꾼 전지는 리튬이온 폴리머 전지 (Lithium Ion Polymer Battery: LIPB)로 부르고 있다.

리튬이온 폴리머 전지는 이온 전도도가 우수한 고분자 전해질을 사용하여 액체 전해질을 사용하는 리튬이온 전지의 단점인 누액 가능성과 폭발 위험성 을 최소화하는 장점이 있다. 아직 세계적으로도 양 산이 되지 않아 이러한 장점들이 실증되지 못하고 있으나 시제품의 성능은 에너지 밀도가 150Wh/kg

에 이르며, 수명도 1,000회 이상으로 수치상으로는 기존의 리튬이온 전지보다 성능면에서도 우수한 것 으로 발표되고 있다. 또한 고체 전해질을 사용하기 때문에 다양한 형태의 전지설계가 가능하고 제조 공 정이 단순화될 것으로 기대되어 생산 가격이 낮아질 수 있다.

일본이 석권하고 있는 리튬이온 전지에 대응하기 위해 미국 등에서 전력을 다하고 있는 분야로서 특 히 전기자동차나 연료전지 등의 분야에 이용할 계획 으로 연구개발이 진행되고 있다.

2. 2차전지의 응용분야

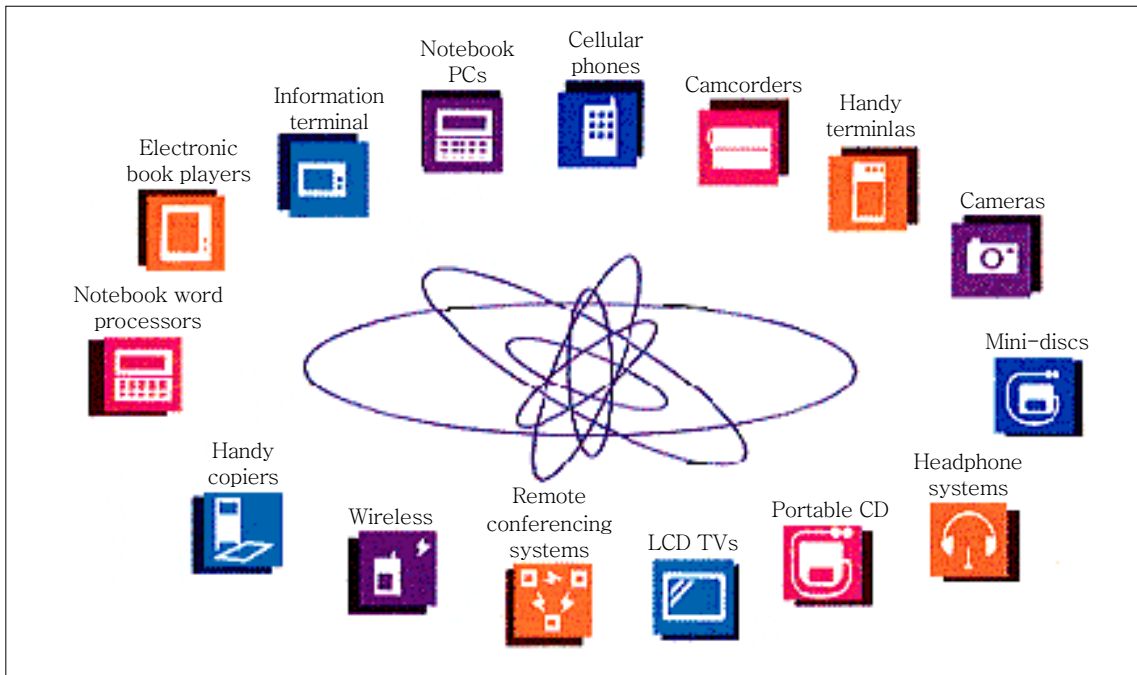
전지산업은 전기자동차, 이동통신뿐만 아니라 항 공 우주산업, 신에너지 기술산업 등 미래 세계를 이 끌어갈 고부가가치 핵심 전략산업으로 부상할 것으 로 예측되고 있다.

2차전지의 응용분야는 크게 2가지로 나눌 수 있 다. 하나는 노트북 PC, 휴대전화, 미니 디스크 플레 이어, 디지털 캠코더, 디지털 사진기, 휴대용 게임기, 휴대용 정보단말기 등 휴대용 정보통신 단말기에 사 용되는 것이다. 다른 하나는 미래 휘발유 자동차를 대체할 전기자동차나 하이브리드 자동차에 사용되 는 것으로서 근래에는 리튬이온 폴리머 전지와 같이 무게가 리튬이온 전지에 비해 1/3로 줄고, 접을 수 도, 말을 수도 있는 전지가 개발되고 있다(그림 3).

향후 2차전지의 응용분야는 급속도로 확대될 것 으로 보이며, 2005년경 전기자동차의 상용화가 이 루어지면 폭발적인 수요가 예상된다. 현재 납축전지 의 경우는 자동차, 오토바이, 각종 동력장치, UPS 등 에서 사용되고 있으며, 2차전지의 사용범위는 거의 모든 분야에서 이미 실생활에 깊이 들어와 있다.

3. 최근의 전지개발 기술

리튬이온 전지 이후의 차세대 2차전지에 대한 세 계 전지업계의 경쟁이 고조되고 있다. 1990년 이전 까지만 해도 전지라고 하면 납축전지나 니켈카드뮴 전지, 알칼라인 전지, 망간 전지 등 휴대용 라디오나



(그림 3) 2차전지의 응용분야

손전등용으로 사용되던 것이 대부분이었다. 그러나 그 이후 등장한 니켈수소 전지와 리튬이온 전지는 노트북 PC, 휴대전화 등과 같은 고성능 휴대기기의 급속한 보급에 따라 전지시장 규모를 키워나가는 데 크게 기여하였으며, 리튬이온 전지는 새로운 2차전지 분야의 대표 주자로 부상하게 되었다.

최근에는 리튬이온 전지의 뒤를 이을 차세대 2차전지 개발에 전세계 전지업체들의 초점이 집중되고 있다. 특히 벤처기업을 중심으로 미국 업체들이 가장 활발한 움직임을 보이고 있고 국내에서도 대기업과 연구기관이 기술협력 등을 통해 새로운 2차전지 개발에 주력하고 있다.

이같은 차세대 2차전지 개발 경쟁은 첫째, 노트북 PC나 휴대전화, 미니디스크 플레이어, 디지털 캠코더(DVC), 휴대형 게임기, 디지털 카메라, 휴대형 정보 단말기와 같은 휴대기기의 사용이 늘어남에 따라 전체 휴대기기 무게에서 높은 비율을 차지하는 전지에 대한 소비자의 소형 경량화 요구가 높아가고 있기 때문이다.

또 하나는 미래에 휘발유 자동차를 대체할 것으

로 예상되는 전기자동차나 하이브리드 자동차를 개발하려는 자동차 업체들의 개발 열기가 높아지고 있다는 점이다. 이같은 차세대 자동차의 상용화 여부는 현재 시판중인 전기자동차의 경우 전지무게가 전체 차량무게의 3분의 1에 달하므로 이를 얼마나 축소시킬 수 있느냐에 달려 있다고 할 수 있다.

현재 포스트 리튬이온 전지의 후보로 거론되고 있는 것은 리튬이온 폴리머 2차전지, 연료 전지, 전기 이중층 콘덴서, 공기 아연 전지 등을 꼽을 수 있다. 이 중 가장 강력한 포스트 리튬이온 전지로 꼽히는 것이 리튬이온 폴리머 2차전지 분야이다.

가. 리튬이온 폴리머 2차전지

리튬이온 폴리머 2차전지는 이온 전도가 우수한 고체 전해질을 사용하므로 액체 전해질을 사용하는 전지의 단점인 누액 가능성과 폭발 위험성이 없다는 것이 가장 큰 장점이다. 에너지 밀도도 kg당 150 Wh로 리튬이온 전지보다 20% 가량 높고 1천 회 이상 재충전하여 사용할 수 있는 등 수명도 기존 2차

<표 5> 2차전지 성능비교

	NiCd	Ni-MH	Li-Ion	Polymer Li-Ion	Zinc-Air	Fuel-Cell
Watt hours per Kilogram	45	70	110	110	150	300~720
Watt Hours per Litter	130	200	270	300	220	250~600
Life Expectancy (Charge /Discharge Cycles)	1,000	1,000	500	500	100	NA
Self-Discharge(Percent)	1*	1*	Less than 10#	Less than 10	1	NA
Ultrafast Charging(Hours)	1	1	3	3 Hours	5 Hours	1 Minute
Voltage(Volts)	1.2	1.2	3.0/3.6	3.6/3.8	1.1	0.2~0.6 per cell

*: Per Day #: Per Month
<자료> Dataquest, '99. 7.

전지에 비해 2배 이상 길다. 또한 고체 전해질을 사용하고 있어 다양한 형태의 전지설계가 가능함은 물론, 자가방전이 월 5% 정도로 적고 메모리 효과도 전혀 없어 리튬이온 전지의 뒤를 이을 차세대 전지로 자리매김하고 있다.

나. 연료전지

전지로만 가는 자동차는 누구나 꿈꾸고 있는 미래의 자동차이다. 환경문제를 거론할 필요도 없이 저소음과 안락성, 경량화 등 자동차의 세대를 바꿀 가치 혁명적인 시스템이다. 이런 자동차의 핵심은 물론 연료전지에 있다.

연료전지는 포스트 리튬이온 전지의 가장 큰 잠재력을 가진 분야이다. 연료전지는 「전지」라기 보다는 「발전기」에 가깝다. 공기와 수소를 연료로 사용하는 연료전지는 이산화탄소 등을 전혀 배출하지 않고 2차전지처럼 충전할 필요가 없는 것이 특징이다. 더욱이 발전 효율이 현행 내연기관의 2~3배에 상당하는 40~60%에 달한다. 이같은 특징에 착안하여 자동차 업체를 중심으로 한 벤처기업들이 연료전지 개발에 박차를 가하고 있다.

다. 전기 이중층 커패시터와 공기 아연전지

전기 이중층 커패시터는 니켈수소 전지나 리튬이온 전지 등에는 없는 특성을 갖고 있다. 이를테면 급속 충전이 가능하고 대전류로 방전할 수 있다는 점 외에도 1만 회 이상의 충방전을 되풀이 해도 특성이

변하지 않는다는 것이다. 이 분야에서는 일본 오카무라 연구소와 파워 시스템의 공동그룹을 비롯해 NEC, 마쓰시타 전기산업, 에르나 등이 최근 신제품을 선보이며 본격적인 2차전지 시장을 형성해 나가고 있다.

또 한 가지 공기아연 전지는 다른 전지에 비해 에너지 밀도가 높은 것이 특징이다. 음극에 아연, 양극에 공기중의 산소를 이용하는 2차전지이다. 체적 에너지 밀도는 1,000Wh/l 에 달한다. 이론적인 체적 에너지 밀도는 2,100Wh/l 나 되며, 리튬이온 전지의 1,570Wh/l 를 능가한다는 평가를 받고 있다. 이미 실용화된 상태지만 지금까지는 보청기나 무선호출기 등의 소형전원으로 사용된 것이 고작이었다. 최근에는 대형화를 통해 휴대기나 전기 자동차용으로 적용하기 위한 시도가 이루어지고 있다.

오는 2000년대 초반에는 어느 정도 상용화될 것으로 예상되는 이들 전지의 시장 영향력이 얼마나 될 수 있는지는 간편성과 효율성, 소형 경량화 정도에 좌우된다고 보고 있다.

IV. 2차전지 산업 및 시장동향

1. 주요국의 2차전지 산업동향

21세기를 선도할 핵심기술로서 정보통신, 우주항공 및 환경기술이 손꼽히는 가운데 이들 분야와 밀접한 관련이 있는 전지기술에 대한 관심이 어느 때보다 높아지고 있다. 유전자 조작, 초재료에 이어 세계 10

대 사업분야의 하나로 부상되고 있는 전지산업은 세계 주요 선진국에서 독점하고 있는 부문으로 기술개발과 시장확보에 치열한 경쟁을 보이고 있다.

현재 전세계 소형 2차전지 시장은 일본이 거의 독점하고 있는 실정으로서 전체 시장에서 차지하는 비율은 니켈카드뮴의 경우 77%, 니켈수소의 경우는 70%, Sony가 세계 최초로 상용시장에 내놓은 리튬이온 전지는 거의 90%에 육박하고 있다. 1차 전지에 강세를 보이고 있는 미국, 독일, 프랑스 등도 이 분야에서 만큼은 약세를 보이고 있다.

2차전지 산업 발전의 핵심요소로는 다음과 같은 특징을 들 수 있다. 첫째는 전지 제조기술로서 2차 전지 생산에는 초박막, 초정밀 공정을 필요로 하며, 부품제조에 있어 고신뢰성을 바탕으로 한 대량 생산이 뒷받침되어야 한다. 이를 위해서는 최첨단의 각종 원재료와 초박막으로 가공한 부품, 그리고 최신의 제조공법이 필요하다. 연구개발부터 생산 공정에 이르기까지 서로 각기 다른 분야의 기초기술과 응용기술이 잘 조화되어야 한다.

둘째는 고부가가치의 대규모 장치산업이라는 점이다. 반도체, LCD와 같이 부가가치가 높은 고도의 기술산업으로서 연구에서부터 생산에 이르기까지 막대한 투자비용, 투자 회수기간의 장기화, 높은 위험부담 등 때문에 쉽사리 뛰어들기 어려운 산업이다. 리튬이온 전지의 경우 시제품 개발까지 R&D 비용은 최소 500억 원, 개발 기간은 5년이 요구되며, 시제품 개발 후 양산까지는 적어도 2년 이상이 소요되므로 월 100만 셀 생산규모의 설비투자비는 최소 1천억~1천 5백억 원 이상 투입되어야 하는 것으로 업계는 보고 있다.

가. 일본의 현황

일본의 리튬이온 전지 생산능력은 최근 놀라울 정도로 급성장하고 있다. 노무라 연구소에 따르면 '95년 초의 총생산 능력이 월 400만 셀 정도에 불과했던 것이 '96년도에 월 1,500만 셀, '97년도에 월 3,100만 셀로 증가하고, '98년도에 월 6,000만 셀을 기점으로 서서히 안정되고 있다. 만 3년 만에

생산 설비가 무려 15배나 커진 것이다. 더욱 주목을 끄는 것은 '96년도 초에는 생산 효율이 30% 정도에 지나지 않았으나 '97년도 말에는 70%까지 상승했다는 점으로 이것은 생산설비의 증가와 함께 생산기술의 향상을 가져와 제품원가가 낮아짐으로써 현재 실제 제품가격이 초기보다 30% 이상 떨어졌다.

나. 구미의 현황

미국의 경우 GM, Ford, Chrysler 등 자동차 3사의 주도 하에 USABC(United State Advanced Battery)를 결성하고 전기 자동차용 니켈수소 전지와 리튬이온 전지를 개발하고 있다. 미국은 이 프로젝트를 위해 '86년부터 12년간 정부와 민간이 10억 달러를 공동 투자하고 있다. 캐나다도 지난 '79년 수립한 대용량 축전지 개발계획이 있으며 독일 및 프랑스도 기술개발에 노력하고 있다.

구미 각국은 소형전지보다는 대형 2차전지 개발을 국가 프로젝트로 수행함으로써 최신 전지개발을 유도하고 여기서 고성능 소형 2차전지의 생산기반 기술을 확대하려는 우회 전략을 쓰고 있는 것 같다. 소형 2차전지에 있어 미국은 차세대 2차전지인 리튬이온 폴리머 전지 개발에 전력을 다하고 있다. Bellcore, Valence, Ultralife, Duracell, Energizer 등 전통적인 전지업체에서 각종 특허를 상호 교환하면서 시장확보에 전력을 다하고 있다.

2. 일본의 전지제조 동향

최신의 2차전지로 주목받고 있는 리튬이온 전지 및 리튬 폴리머 전지에 초점을 맞추어 일본의 제조업체와 재료에 대해 살펴보기로 한다. 리튬이온 전지는 '91년에 Sony가 판매한 것을 시작으로 하여 '95년에 이르러 캠코더 등의 휴대기기에 이용되기 시작하면서 시장이 급속히 확대되었다. 현재는 노트북 PC, 휴대 단말 등 폭넓은 범위에서 사용되고 있다.

일본의 주요 2차전지 생산업체로는 Sony, 산요 전기, 마쓰시타 전기공업, A&T Battery, 일본전지,

일본 모리어나지, 히타치 Mark cell, TDK/ Duracell 등이 있으며 이들이 리튬이온 전지를 공급하는 8대 회사이다. 폴리머 리튬전지 제조업체는 마쓰시타 전지공업이 '99년에 양산체제(30만 개)를 시작했으며, 그 밖에 Sony(20만 개), 히타치 Mark cell(7만 개)이 양산체제에 돌입했다. YUASA나 도시바 전지, 산요 전기도 양산 준비를 정비하고 있는데 현재 8~10개 전지업체가 리튬폴리머 사업에 참여하고 있다.

<표 6>에서 일본의 주요 전지제조 업체 현황을 나타내었다.

3. 미국의 전지제조 동향

2차전지의 원천 기술은 대부분 미국이 소유하고 있으나 현재는 차세대 2차전지인 리튬폴리머 전지 개발에 집중하고 있다. 이는 일본기업이 기존 2차전

<표 6> 일본의 전지제조 업체 현황

전지종류	전지재료		제조업체	
리튬이온	양극	탄산리튬(원료)	혼소(□□)chemical, 닛본(□□)화학공업, 고난(高南)무선, 다이쇼(大□)제약, SQMJapan	
		산화코발트(원료)	세이토(□同)화학공업, Union 미니에르, 이세(□□)화학공업, 다나카(□□)화학 연구소	
		LiCoO ₂	혼소(□□)chemical, 닛본(□□)화학공업, 세이Chemical, 다나카(□□)화학 연구소, 이세(□□)화학공업, 스미토모(□□) 금융광산	
		LiMnO ₄	닛본(□□)중화학공업, 추오(□□)전기 공업	
		Poly 아연	카네보(□□)	
	음극	Hard carbon Coaks 계	닛본(□□)산소, 닛본(□□)Carbon, 미쓰비시화학, 미쓰비시가스화학, S.E.G	
		흑연(등방성 탄소)	오바네(□□)화학공업, 오사카가스, 칸사이(關□) 열화학, 페토카, 닛기소(□機□), 가와사키(□岬)제철, 닛본(□□) Carbon, 쿠라시Chemical	
		메소 폴리 마이크로 비 이즈	오바네(□□)화학공업, 오사카가스, 가와사키(□岬)제철, 닛본(□□)Carbon, 토우요우(東□) 탄소, 쿠라시Chemical, 토우후크(東□) 열화 Carbon	
	분리막	PE (단층계)	아사히카세(□□□□), 토우엔(東□) 타피리스, 헤스키토세라니이즈, 닛토우(□東)전공, 미쓰비시 화학, 미쯔이(□□) 석유화학공업	
		PP (단층계)	헤키스토세라니이즈	
		PE/PP 분산형 다층 3층형	닛토우(□東) 전공 헤키스토 세라니스, 우부(□□) 흥산	
		전해질	비수전해액	후쿠야마(□□)약품공업, 미쯔이(□□)석유 화학공업, 미쓰비시 화학, 미쓰비시 가스화학, E.S.C
	프로필렌 및 에틸렌 carbonate		닛소 유화, 토우아(東□)합성, 신닛본(□□□)이화	
	LiPF ₆		스케라 케미화, 모리타 (□□)화학공업, Central 가스, 칸도우(關東)전화학공업	
	폴리머 리튬	양극	LiMn ₂ O ₄	마쓰시타(□□) 전지공업
			LiCoO ₂	Sony, 히타치(□立) Mark cell, YUASA
LiMn ₂ O ₄			도시바 전지	
LicoO ₂			산요(□□) 전기	
음극		Carbon	마쓰시타(□□) 전지공업	
		Li 금속	Sony	
		Carbon	히타치(□立) Mark cell, YUASA, 도시바 전지, 산요(□□) 전기	
전해액		PVDF-HFP	마쓰시타(□□) 전지공업	
		PAN 계	Sony	
		AN 계	히타치(□立) Mark cell	
		PEO 계	YUASA	
	PVDF-HFP	도시바 전지		
PEO 계	산요(□□) 전기			

<표 7> 미국의 전지제조 업체 현황

제조업체	최신 제조동향
Ultralife	• 폴리머 2차전지는 이미 상용화에 들어가 있으며 주로 노트북 PC의 전원으로 사용됨. 일본 미쓰비시 전기에서 Ultralife사의 폴리머 전지를 탑재하여 폭 1.8cm인 초박형 노트북 PC를 제조
Energy Related Device	• Manhattan Scientific사와 함께 연료전지 개발을 주도
GM, Ford, Chrysler	• USABC을 결성, 전기자동차용 니켈수소 전지와 리튬이온 전지를 개발
Bellcore	• 리튬 폴리머 2차전지 기술을 전세계 19사에 라이선스 제공 • 이중 미국의 Ultralife와 말레이시아의 Shubila사가 각각 상용화에 성공 • 국내의 경우 삼성의 Ultralight 핸드폰에 사용
Valence	• Bellcore사의 기술과 자사의 하이브리드 기술을 합쳐 고유의 기술을 창안했으며 곧 상용화 되어 다양한 응용분야에 적용시킬 계획
Polyplus Battery	• Lithium-Sulfur 기술 소유자이며 제조업체이다. 상용화 실험에 성공, 출시될 예정이며, Sulfur를 음극으로 사용하며 리튬이온 전지보다 경량에 가격이 훨씬 싸다고 한다.
Electric Fuel's Battery	• Zinc-Air 전지업체로 우선 1회용 전지로 개발하여 휴대폰 및 정보통신 기기에 사용할 계획 이고, 현재 알파 테스트중이며 '99년도 하반기에 상용화 • 리튬이온 전지보다 거의 3~4배 이상의 성능으로 거의 한 달간의 휴대폰 사용과 2년 이상의 장기 보관이 가능 • 1차 전지의 석권을 목표로 현재로써는 가장 뛰어난 성능을 가진 에너지 밀도를 갖고 있으며 각각 210Wh/l, 210 Wh/kg의 2.5 온스 무게를 지님.
AER Energy's Battery	• 1차 및 2차전지용 Zinc-Air 전지를 개발하며, Power Slice Prorechargeable 전지는 위성 전 화나 위성 데이터 수신용으로 사용되고 있음.
Electric Fuel	• AER사로부터 라이선스를 얻어 자동차용 전지를 개발 • 기존의 1차전지보다 거의 70% 작은 Zinc-Air 전지를 개발, 이들 기술을 Duracell에 라이선스

지 부문에서 워낙 강세를 보이고 있기 때문이다. 미국에서 상용화되고 있는 리튬폴리머 전지의 주요 제조업체는 Bellcore, Valence, 골드플렉 그리고 Ultralife 등이 있으며, 이외에 LTC(Linear Technology Corp.)도 에너지 밀도가 우수한 제품을 생산하고 있다.

그밖에 전통적으로 1차전지에서 강세를 보이는 듀라셀, 에너지이저도 2차전지 개발에 집중 투자하고 있으며 Kodak, NEXcell, Polystar, Rayovac 등도 2차전지 사업을 추진중이며 조만간 생산에 돌입할 것으로 보인다. 미국의 주요 전지업체 현황은 <표 7>과 같다.

4. 국내 전지제조 동향

현재 국내에서 리튬이온 전지, 리튬폴리머 전지 사업 참여를 공식 선언한 기업은 삼성 전관, LG화학, SKC, ㈜새한, 한일 베일린스 등 5개 회사이며, 여기에 자동차용 연료전지 사업 추진을 모색하고 있는 현대 자동차, 성우 에너지, 한국 타이어를 합치면 줄

잡아 10여 개의 국내 기업이 2차전지 사업에 참여하고 있다.

이들 기업 중 LG화학과 삼성전관은 이미 파일럿 생산 설비를 활용, 샘플용 리튬이온 전지를 생산하고 있으며, 진행중인 대규모 생산라인 구축작업에 이어 본격적인 양산계획을 갖고 있다. <표 8>에 주요 전지업체 현황을 나타내었다.

5. 2차전지 시장동향

전세계 2차전지 시장의 상당부분을 일본이 장악하고 있으며, 2차전지의 수요를 좌우하고 있는 것은 휴대폰과 노트북 PC 등과 같은 휴대형 단말기이다. 최근의 2차전지 시장은 일본업체의 생산능력 증가에 따른 공급과잉 문제, 다양한 사이즈별 모델 요구에 따른 제조업체의 수급조절 문제, 휴대형 전자 기기의 판매시장 변화에 따른 전지메이커 출하량의 급격한 변동 그리고 리튬폴리머 차세대 2차전지에 대한 개발 투자 문제 등과 같은 시장 변동요소에 많은 영향을 받고 있다(<표 9> 참조).

가. 니켈수소 전지 시장

니켈수소 전지는 리튬이온 전지의 등장 이래 침체기에 들어 있다. '95년을 정점으로 하락하다가 한

국을 비롯한 CDMA 휴대폰 수요 증가에 힘입어 '97년에 상승 국면에 접어들었으나 한국의 IMF 상황에 따라 '98년에 다시 마이너스 성장으로 돌아섰다.

니켈수소 전지는 휴대 전화용으로 주로 사용된다. 일본의 휴대전화는 '97년부터 거의 100% 리튬이온으로 전환했지만 아직 일본을 제외한 지역의 휴대폰은 니켈카드뮴이나 니켈수소 전지를 사용하고 있다. 현재 니켈수소의 약 70% 이상이 휴대폰용이고 나머지는 노트북 PC 등 휴대용 정보통신기기에 사용된다.

니켈수소 전지는 연 20% 이상 단가가 하락했다. '94년 말까지는 노트북 PC의 80%를 차지했으나 그 이후는 휴대폰에서 그 물량을 소화해 주고 있다. '95년부터 현재까지 큰 폭의 공급과잉 상태에 있고 이에 따라 앞으로도 계속적인 가격하락이 예상되고 있다. 즉, 수량은 늘지만 매출액은 증가하지 않는 상황이며, 최근 외국의 휴대폰도 리튬이온으로의 이전이 급속화되는 과정이기 때문에 니켈수소의 입지는 계속적으로 줄어들 전망이다.

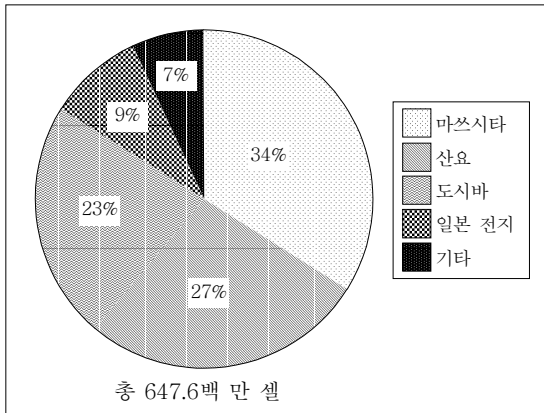
<표 8> 국내 주요 전지업체 현황

업체	주요 현황 및 전략
삼성전관	<ul style="list-style-type: none"> 1998년 말 니켈수소 전지를 본격 생산 2000년경부터 리튬 폴리머 전지 생산 계획
LG화학	<ul style="list-style-type: none"> 300억 원 개발비 투입 1996년 전지팩 조립 라인 설치 1997년 니켈수소 양산 공장 건설(월 1백만 셀) 1999년 월 2백만 셀 규모 리튬이온 전지 공장 건설
새한	<ul style="list-style-type: none"> 1997년 전지팩 사업 리튬이온 폴리머 전지 2000년 양산 목표
SKC	<ul style="list-style-type: none"> 리튬이온 전지 개발중 1999년 리튬이온 폴리머 전지 시제품 출시 목표
한일 베일런스	<ul style="list-style-type: none"> 미국 베일런스사와 한일 시멘트 합작사(1996) 1999년 리튬이온 폴리머 양산 체제 정비
마이어블코리아	<ul style="list-style-type: none"> 리튬폴리머 전지팩 OEM

<표 9> 세계 2차전지 시장수요 전망

구분		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
니켈카드뮴	셀 수(백만 개)	983.2	978.1	907.5	897.2	882.4	873.3	763.1	732.2	707.6
	성장률(%)	-	-1%	-7%	-1%	-1%	-1%	-13%	-4%	-3%
	셀당평균가(\$)	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.8
	총수요(\$M)	1,416	1,311	1,207	1,175	1,147	996	786	615	587
	금액 성장률	-	-7%	-8%	-3%	-3%	-14%	-21%	-22%	-5%
니켈수소	셀 수(백만 개)	193.9	301.4	358.0	580.8	647.6	725.3	834.1	900.8	952.6
	성장률(%)	-	55%	19%	62%	12%	12%	10%	8%	5%
	셀당평균가(\$)	3.4	2.8	2.3	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	0.9
	총수요(\$M)	665	849	812	936	900	928	984	991	933
	금액 성장률	-	28%	-5%	15%	-4%	3%	6%	7%	-6%
리튬이온	셀 수(백만 개)	12.3	29.7	113.8	198.0	288.1	417.6	606.7	867.6	1214.6
	성장률(%)	-	141%	283%	74%	45%	45%	45%	43%	40%
	셀당평균가(\$)	N/A	11.7	11.0	9.3	7.7	7.5	7.2	6.8	6.3
	총수요(\$M)	49	347	1,254	1,850	2,213	3,132	4,386	5,899	7,713
	금액 성장률	-	608%	261%	47%	20%	42%	40%	34	31%
셀 수 총계(백만 개)		2,130	2,507	3,273	3,961	4,260	5,056	6,156	7,505	9,233
금액 수 총계(백만달러)		1,189.4	1,309.2	1,379.4	1,675.2	1,818.1	2,016.2	2,203.9	2,500.6	2,874.8

주 1) 납축전지는 제외함.
 2) 리튬이온은 리튬폴리머 전지 등 리튬이온계 전지를 포함.



(그림 4) 니켈수소 전지의 세계시장 규모('98년)

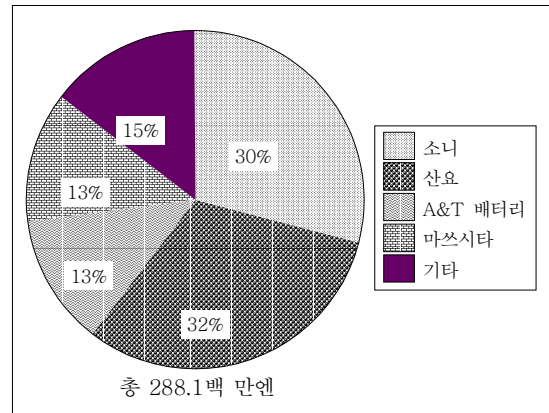
니켈수소 전지시장은 마쓰시타사가 34%의 선두를 차지하고 있고, 산요, 도시바를 포함한 3사가 총 84% 이상을 차지하는 선두그룹을 형성하고 있다. 일부는 공급 포화 상태에 있으며 리튬이온 전지의 등장으로 점점 입지가 좁아질 것으로 보인다. 향후에는 수요 구조가 단가가 높은 각형 셀이나 4/3A 셀로 이동되어 급격한 가격하락은 다소 주춤할 것으로 보인다(그림 4).

나. 리튬이온 전지 시장

리튬이온은 노트북 PC와 GSM, CDMA 등 휴대폰의 증가와 더불어 수요가 계속 확대될 전망이다. 특기할 것은 Sony가 35% 이상의 시장점유율을 지켜왔으나 '98년 들어 산요에 밀리게 되었는데, 주요 이유는 대만의 노트북 PC 메이커의 주고객인 Sony보다 산요가 휴대폰 업체인 노키아와 후지쓰에 더 많은 판매실적을 올렸기 때문이라고 한다.

GSM 단말기가 '97년부터 6Volt에서 3.6Volt계로 이동되고 있는데, 미국의 휴대폰도 전통적인 6Volt에서 디지털 방식의 CDMA(IS-95) 방식의 보급에 따라 리튬이온 전지의 채택 비율이 상승할 것으로 보고 있다. 미국은 현재 90% 이상이 아날로그 AMPS 방식이며, 단말기를 휴대하는 빈도가 적고 차 내에서의 사용이 많기 때문에 경량화나 장시간 사용에 대한 요구가 그다지 크지 않다고 한다.

리튬이온 전지시장 역시 일본업체가 세계 수요량



(그림 5) 리튬이온 전지 시장 분포('98년)

의 98% 이상을 공급하고 있다. 한때는 Sony사가 거의 95% 이상을 공급했으나 지금은 약 30%를 점유하고 있다. Sony, 산요, 마쓰시타, A&T 배터리사가 약 86%를 점유하고 있으며, 총 12~14 여 개사가 참여하고 있다. 미국 회사는 TDK, Duracell 등이 참여하고 있다.

이 분야 시장은 Sony와 산요가 약 30~35% 내외의 시장점유율을 기록하며 1, 2위를 다툴 것으로 보인다(그림 5).

'99년부터는 GSM 단말기로의 리튬이온 전지 채택이 급증할 것으로 보이며, 미국과 한국을 중심으로 한 CDMA 단말기로의 채택도 급증함에 따라 이 분야에서의 공급 경쟁이 치열할 것으로 예상된다. 현재 리튬이온 전지의 약 49%가 노트북 PC에 채택되고 있으며 휴대폰 용으로는 약 42%, 이외는 디지털 카메라, 미니 디스크 플레이어 등에 약 9% 내외가 사용되고 있다.

현재 전세계 소형 2차전지 시장은 일본이 거의 독점하고 있다. 품목에 따라 70~90% 이상을 일본이 차지하고 있다. 마쓰시타, 산요, 도시바, Sony, 히타치 막셀 등 일본의 주요 전지 생산업체들이 세계 2차전지 시장에서 차지하는 비율은 니켈수소, 니켈카드뮴이 70% 이상, 리튬이온은 90% 이상에 이르고 있으며 Sony는 리튬이온 전지에서 독보적인 세계 제 1위의 위치를 고수하고 있다.

전통적으로 1차 전지에서 강세를 보여온 미국,

독일, 프랑스조차 2차전지 분야에서는 맥을 못 추고 있는데, 어떻게 보면 2차전지 시장은 일본이 선도하고 있는 현상이라고 볼 수 있다. 실제로 리튬이온 전지는 '94년에 일본 시장에서 제일 먼저 상용화되기 시작했으나 본격적인 해외 수출은 '98년에 들어서 이루어지고 있다.

V. 결론

고도 정보사회의 일면을 보여주는 각종 정보서비스의 등장과 함께 최첨단 정보통신 기기의 급진전하고 있는 기술변화는 기기용 전원으로 사용되고 있는 전지에 대해서 어느 때보다 그 중요성을 더욱 부각시키고 있다.

본 고에서는 개인 휴대형 통신기기로부터 자동차 연료전지에 이르기까지 전기 전자 및 정보통신 분야에서 중요한 비중을 차지하고 있는 2차전지에 대하여 기본적인 기술개요를 시작으로 2차전지의 특성과 구성요소, 2차전지의 종류와 최근의 개발동향을 살펴보고, 유망 장치산업으로서의 최근의 세계시장 현황과 국내외 주요국들의 전기 제조동향 등을 조사·정리하였다.

지금까지 살펴본 바에 의하면, 다기능 복잡화되고 있는 휴대형 단말기기의 고성능화와 더불어 전지의 성능도 초경량화, 고에너지밀도화, 장수명화, 고신뢰성과 환경친화성 등과 같은 고집약적 기능이 요구되고 있다. 이미 선진 각국에서는 차세대 고성능 2차전지 개발에 막대한 투자를 집중하고 있으며, 새로운 전지시장 확보에 치열한 경쟁양상을 보이고 있다. 또한 상대적으로 뒤떨어져 있는 국내의 전기 개발과 제조현황에 비추어 볼 때 2차전지의 원가 대부분이 재료가 차지하는 비중이 큰 만큼(리튬이온 전지의 재료비율 60~70%) 2차전지 생산기술뿐만 아니라 전지소재의 원천기술 확보의 중요성도 매우 크다고 보여진다.

결론적으로 반도체, LCD와 함께 주요한 장치산

업이자 대량생산이 가능하다는 점에서 유망분야로 대두되고 있는 전지기술에 대해 새로운 차세대 전지 개발을 위한 집중투자와 함께 생산기술이나 제조장비 개발에 노력함으로써 경쟁력 있는 산업으로 육성 발전시키는 한편, 세계 전지시장에서의 시장개척에 한걸음 나아가야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] "Secondary Battery Market in 30 Strategic IT Fields," Gartner Consulting, 1999. 7.
- [2] "Batteries for Wireless Handsets: Do Emerging Technologies Offer a Better Option?," Dataquest, 1998. 10.
- [3] □久見□□, "□□□□의□□と□□," OHM, 1999. 2.
- [4] □堀□ 외, "大□リチウムイオン □□의□□と□來," OHM, 1999. 2.
- [5] □□功 외, "ニッケル・□□□□의□□と□來," OHM, 1999. 2.
- [6] □□□□, "リチウムポリマー □□의□□と□來," OHM, 1999. 2.
- [7] □久見□□ 외, "□規□□□□□□料의□□技□," シ□エムシ□, 1997. 3.
- [8] "高□能□□□□□□料의□□技□動□," 東レリサ□チセンタ□, 1997. 3.
- [9] "전지의 이해와 성능 평가법," LG화학, 전자부품, 1999. 8.
- [10] "최근의 2차전지," 테크월드 기술정보실, 전자부품, 1999. 8.
- [11] "리튬이온 2차전지," 테크월드 기술정보실, 전자부품, 1999. 8.
- [12] 장순호 외, "리튬 고분자 2차전지 기술," 전자부품, 1999. 8.
- [13] 정영수, "차세대 첨단 2차전지 산업의 현황 및 육성방안," 전자부품, 1999. 8.
- [14] 김정택, "Li-ion Polymer 전지(LIPB) 개발현황," '98 전지기술심포지엄, 1998. 12.
- [15] 문성인 외, "리튬이온전지 기술개발," <http://mulli.kps.or.kr/~pht/8-4/08.htm>.
- [16] 장순호 외, "이동통신기기용 2차전지의 기술개발 동향," <http://www.rapa.or.kr/book/publi/prom/1999/99-1-2.htm>.