

2차전지의 기술예측

— 리튬이온전지가 주류, 장래에는 폴리머전지도 실용화 —

2차전지는 '90년대에 들어 니켈수소전지와 리튬이온전지가 실용화되었고, 휴대정보기기에 이용되어 서로 결합하면서 기술혁신이 가속화되고 있다. 21세기를 향해 전지기술을 견인하는 것은 소형에서는 PDA, 대형에서는 전기자동차인데, 2차전지기술은 그 어플리케이션에 의해 가속화 될 것이며, 금후에는 리튬이온 전지가 중핵이 되고 폴리머전지도 일부 실용화 될 것으로 예측된다.

1. 니켈 카드뮴 전지 기술을 진보시킨 포터블 AV

80년대까지는 2차전지라고 하면 자동차·2륜차의 SLI(Start, Light, Ignition)용으로 이용되는 연전지와 라디오 콘트롤·전동공구, 코드레스전화 등의 포터블 기기용에 이용되는 니켈 카드뮴 전지를 가리켰다.

2차전지의 성능은 대표적으로 에너지 밀도에 따라 평가된다. 연

전지는 에너지 밀도가 본래 낮고 성능향상의 여지도 적었으나, 코스트가 낮다고 하는 점을 무기로 SLI용에서는 지금도 여전히 부동의 지위를 유지하고 있다.

한편 니켈카드뮴 전지는 연전지보다 에너지 밀도가 높아 소형·경량이 요구되는 포터블 기기에 적합한 유일한 2차전지였다.

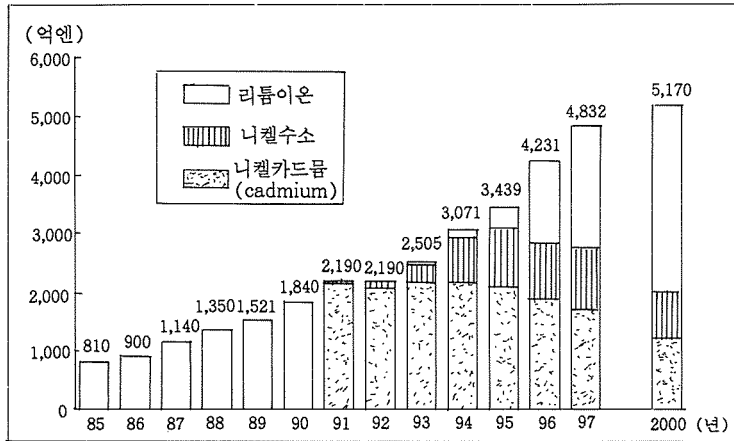
니켈 카드뮴 전지는 주로 정극(正極)에 이용하는 니켈 극판을 개량한 것으로, 용량 up을 도모하거나 대전류방전을 가능케 하며, 급속충전과 플로트 충전에도 대응할 수 있고 고온에서의 사용도 가능하다.

이러한 개량을 촉진한 것은 '80년대에 등장한 포터블 기기였으며, 라디오콘트롤·전동공구용에서는 대전류방전이나 급속충전의 특성이 개량되었다.

트랜시버, 코드레스전화 등 포터블 통신기기, 헤드폰 스테레오, 비디오 무비 등 포터블 AV기기는 니켈 카드뮴 전지에 지속적인 용량 up과 코스트 다운을 요구하였는데, 소니의 워크맨은 휴먼검형의 각형전지의 개발을 가속시켰다.

'80~'90년까지의 10년간 니켈 카드뮴 전지의 에너지 밀도는 약 2배가 되었으며, '92년에는 체적

본고는 일본 노무라 종합 연구소에서 "Electronic Journal"에 게재한 내용을 번역 편집 한 것임을 밝힌다.



[그림 1] 세계의 소형2차전지시장의 추이

에너지 밀도가 200wh/1 가까이 달하게 되었고 시장규모도 2배 이상 팽창하였다.

2. '90년대 전반에는 니켈 수소전지가 주역

'90년대에 들어서면 우선 니켈 카드뮴 전지의 부극(負極)인 카드뮴을 용량밀도가 높은 수소흡장합금으로 바꿔 용량업을 달성한 니켈 수소전지가 실용화되었는데, 전압은 니켈 카드뮴 전지와 호환성있는 1.2V이나 용량은 적어도 20~30% 높다. 그 후에도 니켈 카드뮴 전지에서 배양된 정극(正極)의 용량향상기술과 부극(負極)인 수소흡장합금의 조성개량기술이 조합되어 지속적인 용량업을 달성하고 있으며, '96년에는 체적에너지 밀도 300wh/1이 달성되었다.

이 니켈 수소전지는 '90년대에 들어서 급속히 성장한 노트 PC와

휴대전화가 2대 어플리케이션이 되었는데, 노트 PC는 CPU의 고속화나 액정 패널의 갈라화, 대형화 등에 의해 소비전력이 현저하게 높아지고 있다.

전지구동시간을 유지 또는 향상시키기 위해 니켈수소전지에의 용량업의 요구는 까다롭다. 후술할 리튬이온 전지와와의 경합도 있어 '97년중에는 체적에너지 밀도를 350wh/1로 향상시킨 제품이 투입될 것이다.

한편, 휴대전화는 베이스 밴드부의 원칩화와 저전압화, 램프의 효율향상 등에 의해 저소비전력화가 추진되고 있는데, 용량업은 그다지 요구되고 있지는 않으나 저코스트화의 요구는 강하다.

'95년경부터 휴대전화에서 주류가 되고 있는 니켈 카드뮴 전지를 대체하기 위해 단위용량당 코스트가 대폭적으로 인하되고 있으며, 또 600~700wh의 단3형(單3型) 시장을 니켈 카드뮴 전지와

동등한 용량을 갖는 단4형 니켈 수소전지가 투입되어 잠식해 가고 있다.

3. '90년대 후반은 리튬이온 전지가 급성장

니켈수소전지의 양산이 본격화한 직후에 새로운 전지계인 리튬이온전지가 실용화되었다.

비중이 가볍고 용량밀도가 높은 리튬금속을 재료로 이용하는 것은 2차전지업계의 비원이었으나, 리튬금속은 충방전의 가역성과 안전성 문제로 인해 사용이 어려웠다.

이것을 금속이 아닌 리튬이온으로써 전지반응에 이용한 것이 리튬이온전지로, 정극에 코발트 산화물, 부극에 탄소재를 이용하고, 그 사이를 유기 전해액을 매개로 하며 리튬이온이 왕복하는데, 3.6V라고 하는 높은 평균작동 전압을 얻을 수 있고 메모리 효과가 없다

고 하는 특징이 있다.

'92년부터 '94년경까지는 니켈 수소전지보다 체적에너지밀도가 10~20% 정도 향상했을 뿐으로 고가의 재료이용으로 가격도 높았으며, 또 리튬금속을 사용하고 있지 않다고는 하지만 가연성인 유기 전해액을 사용하고 있는 점, 과충전시에 전해액이 분해해 가스가 발생하는 등 안전성면에서 User는 사용에 신중한 태도를 취하고 있었다.

그러나, '95년경부터 팬티엄을 탑재한 노트북 PC가 등장하자 소비전력의 급증에 의해 니켈수소전지로는 용량부족이 뒀에 따라 User는 조금이라도 용량이 큰 리튬이온전지를 소망하게 되었다.

이 무렵에는 가격도 어느정도 하락하고, 정도가 높은 충전제에 회로나 기타 보호회로 등의 개발도 진행되고 있었으며, 체적에너지 밀도도 '95년시점에서 300wh/1 가까운 성능이 나오고 있어 일약 매력적인 제품이 되게 된 것이다.

이어 '95년 후반부터 '96년까지는 일본의 휴대전화시장이 리튬이온전지 붐을 일으켰는데, 이는 리튬이온전지의 중량에너지 밀도의 높음과 3.6V단 셀 사용이 큰 이점으로 작용한 것이다.

단말이 작고 가벼워진 후에도 휴대전화 메이커는 리튬이온 전지에 의해 더욱 경량화와 박형화를 요구해 그에 대응한 제품이 계속 나오고 있으며, 해외의 휴대전화 메이커로부터는 니켈 수소전지를 대체하기 위한 더 한층의 저코스트화를 요구받고 있어 전지구조의 개량과 생산공정의 수정이 도모되

고 있다.

4. 2000년 이후는 PDA와 전 기자동차가 열쇠

2000년을 앞두고 또 2010년이라고 하는 장기적 안목에서 보면, 포터머기이용으로써는 니켈수소전지보다도 리튬이온전지쪽이 유리하다.

리튬이온전지는 부극인 탄소재를 보다 고용량화 할 수 있는 가능성이 있고, 또 정극의 코발트 산화물을 니켈 산화물로 바꿈으로써 용량 up이 되어 공간산화물로 바꿈으로써 저코스트화가 가능해 보다 고성능이고 저렴한 전지를 만들 수 있다.

체적 에너지 밀도 400wh/1도 사정거리에 들어와 있는데, 당면한 주요 어플리케이션은 노트북 PC와 휴대전화로 니켈 수소전지를 대체해 가면서 진화할 것으로 보인다.

장래 리튬이온전지를 이끌 수 있는 기기는 PDA로, 이것은 현행의 PDA와는 달리 기능적으로는 노트북 PC와 휴대전화가 융합한 기기으로써, 충분한 정보처리능력과 통신능력을 갖추고 또 소형, 경량, 박형, 그리고 저가격이 요구됨에 따라 고성능이고 저가격인 리튬전지가 요구될 것이다.

화제가 되고 있는 포터머전지는 니켈수소전지와 리튬이온전지를 전면적으로 대체할 정도의 가능성은 갖고 있지 않은데, 이는 리튬이온전지를 초과하는 에너지밀도를 갖을 수 없기 때문이다.

포터머전지가 저코스트화의 가

능성은 적지만, 박형화의 가능성과 안전성을 추구해 가는데 있어 포터머 기술은 중요함에 따라 2000년경부터 일부 틈새시장을 점유하고 또 요소기술이 리튬이온전지에 응용될 가능성은 많이 있다.

이제까지 주로 포터블 기기용의 소형 2차전지의 기술트랜드에 대해 서술하였다.

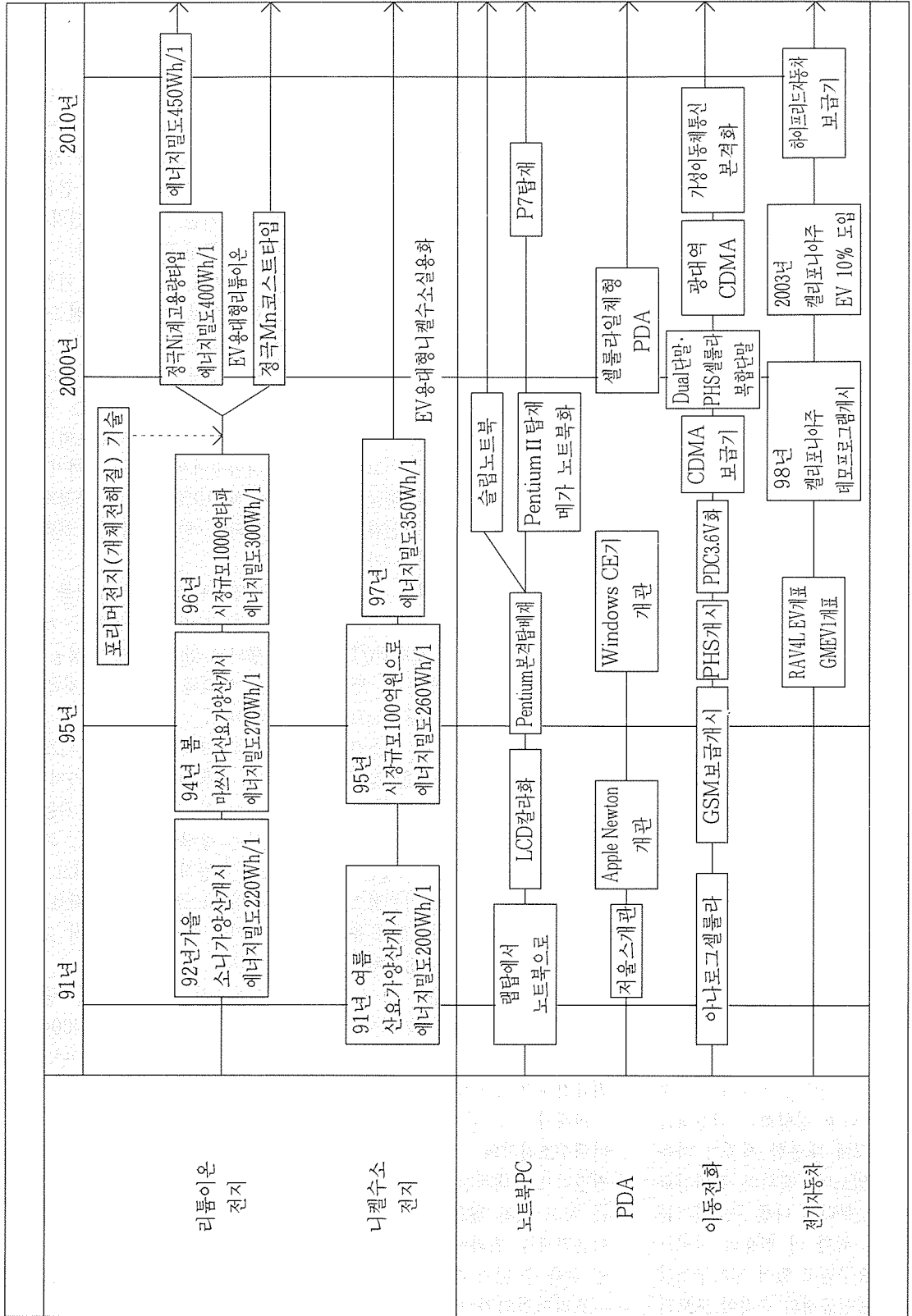
또한 2차전지에 있어 잊어서는 안되는 유망시장으로서는 전기자동차(EV)를 들 수 있으며, 캘리포니아주에서는 2003년까지 전지 자동화 10% 도입이 잠정적으로 결정되어 개발에 박차가 가해지고 있다.

내연기관과 전지·모터를 조합한 하이브리드 자동차도 개발이 진행되고 있는데, 그의 성능과 가격의 열쇠를 쥐고 있는 것은 2차 전지이다.

현재 크기는 연전지, 니켈수소전지, 리튬이온전지의 3가지가 후보로 나와 있으며, 전기자동차용에서는 중량에너지 밀도, 파워밀도가 성능적으로 중요하고 이에 더하며 코스트, 안전성 확보가 포터블기기 이상으로 엄격히 요구되고 있다.

고온특성, 보온특성도 중요한데, 개발상황을 보면, 2000년 전후의 도입기로부터 2010년경까지는 니켈수소전지가 주력이 될 것이라고 말해지고 있어 리튬이온전지의 본격적인 이용은 빨라도 2005년 이후가 될 것으로 보인다.

이렇듯, 이 거대 어플리케이션이 니켈수소전지와 리튬이온전지를 단련시켜 기술혁신의 스피드를 가속해 갈 것은 틀림없다.



[그림 2] 2차전지기술과 어플리케이션의 트렌드