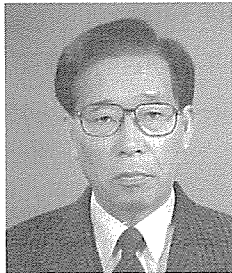


전자제품 고성능화 박차



金祐埴
(경북대 고분자공학과 교수)

일본이 세계시장 점유

전자제품에서 반도체가 인간의 두뇌에 해당하고 디스플레이가 인간의 눈에 해당한다면 2차전지는 인간의 심장에 해당한다. 2차전지의 성능이 전자제품의 소형, 경량, 고출력, 장시간 사용 등 제품의 고성능화에 직결되어 있기 때문이다. 2차전지는 방전과 충전의 반복(화학에너지 \leftrightarrow 전기에너지)이 가능한 화학전지로서 그 원리 및 구조에 따라 연축전지, 니카드전지, 니켈수소전지, 리튬2차전지(리튬이온전지 및 리튬이온고분자전지(Lithium Ion Polymer Battery)) 등으로 분류되며, 휴대용 정보통신기기 외에도 의료용, 군수용에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다.

소형 전자제품에 주종으로 채택되고 있는 리튬이온전지는 1991년 소니에너지텍이 세계 최초로 상용화한 전지로 현재 휴대전화기, 노트북PC, 디지털 캠코더 등에 대부분 급속히 채택되어 널리 쓰이고 있는데 2차전지중 시장점유율이 50% 정도나 되며, 일본이 전세계 시장의 대부분을 점유하고 있다. 이 전지의 등장으로 인해 수소흡장합금을 사용하는 Ni/MH전지는 꽃도 채 피우지 못하고 시장에서 밀려나 버리고 말았다. 이것은 리튬이온전지가 비리튬계 2차전지보다 에너지 밀도와 출력 밀도가 높고 수명이 길기 때문이다.

한편, 최근 휴대폰의 일부 모델에 부분적으로 채택되기 시작한 리튬이온고분자전지는 리튬이온전지의 장점을 유지할 뿐만 아니라 리튬이온전지의 단점을 상당히 보완할 수 있는데, 이 전지의 출현 배경에는 이온전도성 고분자 전해질의 발견이 있다. 이 이온전도성 고분자 전해질은 그 자체로는 이온전도도가 비록 액체 전해질에 비해 낮지만 고체인 관계로 이를 전지에 적용하게 되면, 전지의 안전성이 훨씬 높아지며 정·부극이 고분자 전해질에 의

해 접촉되어 있기 때문에 리튬이온전지에서와 같이 외압에 의해 전극간 거리를 좁히기 위해 무거운 금속캔을 사용하지 않아도 되기 때문에 중량이 상당히 가벼워질 수 있는 장점이 있어 꿈의 차세대 전지로 인식될 정도로 최근 들어 관심이 고조되고 있다. 이에 세계 각국의 정부도 이러한 첨단 리튬이온고분자전지를 에너지기간산업으로 분류하여 국가전략산업으로 지원 육성하고 있으며, 특히 에너지 및 환경문제를 해결하기 위해 전기자동차용 및 전력저장용 등의 목적으로 대용량 리튬이온고분자전지 개발에 적극적이다.

휴대기기용 상당수 채택

재료가 화학반응을 하게되면 전자이동이 수반된다. 이때 재료에 따라서 전기화학적 전위가 다른데, 이같이 상이한 재료간의 전위 차를 기본 원리로 이용하여 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 장치가 전지이며 또 전기에너지가 가역적으로 화학에너지로 바뀔 수 있을 때 2차전지라 하며, 정극(cathode)재료로서 리튬금속산화물을, 전해액으로는 리튬염을 녹인 유기용매를, 부극(anode)재료로서는

세계 각국은 첨단 리튬이온고분자전지를 국가전략산업으로
 지원 육성하고 있으며 특히 에너지 및 환경문제를 해결하기 위해
 대용량 개발에 적극적이다. 우리나라도 정책과제로서 대기업들이 자체 또는
 외국과 공동으로 개발에 열을 올리며 본격적인 출시를 눈앞에 두고 있어
 머지않아 첨단 리튬이온고분자전지 기술의 강국대열에 진입하게 될 전망이다.

리튬 대신 탄소 또는 흑연을 사용할 때 리튬이온전지라고 한다.

리튬이온전지에서 정·부극활물질은 층상구조 혹은 3차원 터널구조와 같은 삽입화합물들로서 Li^+ 이온이 서로 반대로 가역적으로 삽입/탈삽입(inter-calcation/deintercalation)하게 되며, 고전압·고에너지밀도를 갖는 첨단 전지로 현재 휴대기기용 전원의 상당수가 이미 이 전지를 채택하고 있다. 그러나 이 리튬이온전지는 전극활물질 및 전해질의 불안정성과 이로 인한 전지의 안전성 등에 문제점이 있다. 특히 리튬이온전지는 액체 전해질을 사용하기 때문에 전극활물질과의 접촉으로 인한 산화와 환원에 의해 전해액을 구성하고 있는 유기용매의 분해가 진행되고, 이로 인한 기체가 발생하여 전지 내압 증가로 폭발의 위험성이 있으며, 전해액의 누출 문제 등으로 인해 보다 안전한 전해액으로 고분자 전해질을 적용하는 리튬이온고분자전지에 대한 연구개발의 중요성이 강하게 부각되고 있다.

리튬이온고분자전지의 기본구성은 <그림 1>에 나타낸 바와 같이 집전체, 정극, 고체 고분자전해질 및 부극으로

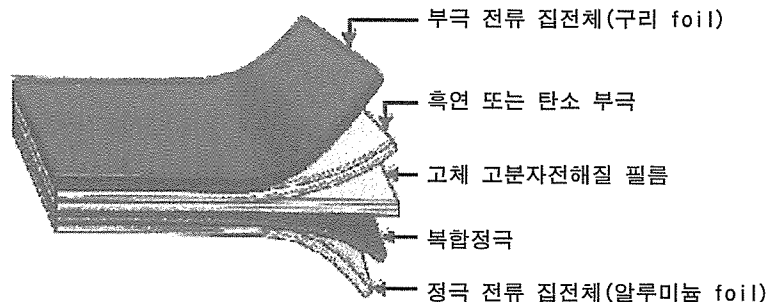
적층되어 있으며 적층 두께는 약 3백 μ m 내외이다.

방전 거의없고 접착성 우수

일반적으로 고분자전해질은 기존의 액체 전해질 및 무기 고체 전해질에 비하여 다음과 같은 장점을 지니고 있다. 이온전도체로서 전자전도도가 무시될 정도로 작고 그로 인한 자기방전이 미미하며 전극과 전해질간의 접착성이 우수하고, 큰 면적의 박막도포가 가능하다. 그리고 고분자전해질은 유연성이 높아 무기 고체 전해질보다 계면 접착성이 우수하며 캐스팅에 의한 제조가 용이하며 높은 에너지밀도를 갖기 때문에 고분자전해질을 사용

하여 대면적의 박막전지를 만들 수가 있다. 또한 가볍고 화학적으로 안정하며 제조공정이 간단한 특성이 있다.

고분자전해질에의 응용을 목적으로 하는 고분자가 가져야 하는 특성은 전하운반체인 염을 해리할 수 있고 분자의 유연성이 우수하여 염의 운반을 원활하게 하는 물질이어야 하는데, 이러한 물질로서 주로 폴리(에틸렌옥사이드) 등을 근간으로 하는 연구가 오랫동안 진행되어 왔다. 가소화된 고분자 전해질은 상온에서 $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{ s/cm}$ 정도의 높은 전도도를 나타내며 이 고분자 전해질은 폴리(에틸렌옥사이드), 폴리아크릴로니트릴, 폴리(비닐리덴플로라이드), 폴리(메틸메타크릴레이트)



<그림 1> 리튬이온고분자전지의 구조

등의 상업용 고분자에 에틸렌카보네이트, 프로필렌카보네이트, 부틸로락톤 등의 높은 유전율을 가진 가소제와 리튬염을 첨가한 시스템이다. 이들 고분자 전해질은 성형성이 우수할 뿐만 아니라 전도도가 높기 때문에 상업적 응용 가능성이 크게 기대되고 있다.

일본에 뒤진 미국 개발 한창

일본은 New Sunshine Project의 일환으로 '분산형 전지전력저장기술(Dispersed Type Battery Energy Storage Technology)'을 확보하기 위해, LIBES(The Lithium Battery Energy Storage Technology Research Association)가 1992년부터 10년간 고성능 리튬2차전지 기술을 개발하고 있다.

리튬2차전지기술 분야에서 일본에 한발 뒤진 미국은 정부 차원에서 리튬이온고분자전지 개발에 열을 올리고 있는데, PNGV(Partnership for Next Generation Vehicle) 프로그램에 의해 1991년에 DOE(Department of Energy)의 지원하에 2004년 Prototype의 Super Car 완성을 목표로 USABC(United State Advanced Battery Consortium)를 결성하여 리튬이온고분자전지의 고용량화 및 전기자동차용 전력저장시스템을 개발하고 있다.

또한 미국의 상무성은 민수기술을 강화시킬 목적으로 1999년부터 개발기간 2~3년의 Advanced Research Program/Advanced Technology Program(ARP/ATP)에 의해 Poly-Plus Battery Company를 주관기관

으로 하여 이동기기용의 소형, 고에너지밀도, 저가, 고안전성의 장수명 리튬고분자전지를 개발하고 있는 중이다. 유럽에서도 EUCAR(European Car Manufactures R&D Organization)가 JOULE 프로그램으로 고성능 리튬이온고분자전지 및 전기자동차용 전지를 개발중이다.

소형 2차전지 급속 성장

50년 남짓한 전지개발 역사를 가지고 있는 우리나라는 1990년 한국전기연구소, (주)서통, (주)로케트전기 등에서 리튬이온전지 개발을 시작한 이래, 현재 (주)LG화학, 삼성SDI(주), 한일베일런스(주), SKC(주), (주)새한 등이 자체 또는 외국과 공동으로 리튬이온전지 및 리튬이온고분자전지를 개발하고 있다. 국책과제로서 정부의 지원도 활발한 편이어서 한국전지연구소의 '차세대 소형 2차전지 기술개발' 프로그램이 전지제조, 핵심 장비 및 소재 기술에 큰 비중을 두고 산학연 공동으로 총 개발기간 5년으로 하여 현재 3년째 진행중에 있다.

우리 한국의 리튬이온고분자전지 기술수준은 세계적인 수준으로 평가될 수 있다. 한일정보통신(주)이 미국의 Valence Technology사와 제휴하여 설립한 한일베일런스(주)가 리튬이온고분자전지의 일종인 미국 Bellcore사의 PLI(Plastic Lithium Ion Battery) 기술로 세계에서 2번째로 양산설비를 구축하고 현재 시험 생산 중에 있다. 뿐만 아니라 PLI 기술을 도입한 삼성SDI(주)도 이달 중으로 리튬이온고분자전지를 출시할 것으로 보인다.

다. 또 오디오나 비디오 테이프에서와 같이 세계 정상 수준의 박막코팅기술을 갖고 있는 SKC(주) 및 (주)새한도 이 기술을 바탕으로 리튬이온고분자전지 기술을 한창 개발 중에 있다. 한편, 변형된 리튬이온고분자전지 기술도 개발되고 있는데, 엔지니어링 전문업체인 (주)코캠이 리튬이온전지를 변형한 리튬이온고분자전지 기술을, 일부 기업의 경우는 겔형 고분자 전해질의 약한 물성을 보완하여 전지제조시 양산성을 향상시킬 목적으로 겔형의 고분자 전해질을 기존의 다공성 격리막에 코팅하여 하이브리드화시키는 것 등을 예로 들 수 있다.

소형 리튬2차전지는 작년 기준으로 세계시장이 45억달러이고 국내시장은 1조원에 달할 정도로 급격히 성장하고 있다. 소형 2차전지중 리튬이온고분자전지는 보다 안전성이 높고 중량이 가벼워 휴대폰의 경량화 경쟁으로 일부 모델에 부분적으로 채택되기 시작한 상황이며 시장성장률이 매우 높아 전체 소형 2차전지에 대해 세계시장 점유율이 2005년경엔 8.6% 정도로 높게 예상된다.

작년 (주)LG화학의 리튬이온전지 출시에 이어, 올해는 삼성SDI(주)의 리튬이온전지 및 리튬이온고분자전지의 출시, 한일베일런스의 리튬이온고분자전지의 본격적인 출시를 눈앞에 두고 있어 우리나라도 이제 곧 첨단 리튬이온고분자전지 기술의 강국대열에 진입하게 될 전망이다. 이 원고 작성에 자료와 도움을 준 한국전기연구소 전지연구그룹장 문성인박사께 감사를 드린다. ㉞