

일렉트릭 하이브리드 자동차와 IT 기술

이정용((주)레오존)

1. 서론

2003년 전기차 프로젝트를 취소했던 GM이 현재 디트로이트에서 열리고 있는 '2007 북미 오토쇼'에서 전기차를 새롭게 선보이고, 앞으로 전기차의 핵심 부품 중 하나인 2차 전지 개발과 관련해 미국 정부의 지원을 공식 요청했다.

과거 전지의 부피와 무거운 무게, 오랜 충전시간 등의 문제로 전기차를 포기했던 GM은 최근 일본, 한국, 중국 등 아시아 국가에서 안전하고 가벼우며 성능이 뛰어난 2차 전지를 양산하는 것에 자극을 받았기 때문이다. GM은 미국 내 새로운 연구센터와 배터리 기술팀을 유치하고 작년 3월부터 전기차(Electronic Vehicle) 프로젝트를 다시 본격적으로 가동, 이번 모터쇼에 전기차 컨셉트를 내놓게 된 것이다.

전기차와 관련해 가장 많은 특허를 보유한 일본은 2차 전지에 있어서도 기본적인 부품 소재 기술에 많은 특허를 가지고 있다. 그 예로 나노 카본 기술과 슈퍼 캐퍼시터와 연관된 원천기술을 보유하고 있다. 한국은 2차 전

지를 만드는 방법과 관련, 주로 응용 분야에서 앞선 기술력을 바탕으로 일본의 재료를 활용해 세계 최초로 단위 셀당 250암페어(Ah) 성능의 폴리머 전지 기술을 보유하고 있다. 중국은 성능에는 조금 차이가 있지만 한중일 3국 중 가장 저렴한 가격대의 폴리머 전지를 양산하고 있어 앞으로 무서운 맹주가 될 것으로 보인다.

2차 전지를 활용해 전기차를 개발하는 업체가 중국에 가장 많이 분포돼 있고, 전기스쿠터의 경우 중국에서는 거의 대중화 단계 수준까지 도달했다. 또 중국의 만향(완향)그룹은 전기차 센터를 오래전부터 운영, 현재 전기 승용차와 전기 버스까지 개발해 앞으로 양산을 대비한 작업을 착실히 진행하고 있다. 일본은 게이오 대학의 시미즈 교수를 중심으로 30여 개의 회사에서 전기차 관련 부품 및 차량을 개발하고 있다.

영화에서나 보던 미래의 전기차를 이제 도로에서 쉽게 볼 수 있는 날이 더욱 가까워지고 있다는 점에서 기쁜 일이지만, 최근 미국과 일본의 자동차 메이커들이 서둘러 전기차를 준비하고 있을 때 국내 자동차 메이커

들은 과도기 모델인 하이브리드카에 몰두하고 있는 점이 아쉬울 따름이다.

II. 전기자동차 개발 배경

- ① 차세대 에너지원 요구 : 인류의 고도성장으로 인한 석유자원의 고갈, 중동에 대한 원유 의존도 증가 등으로 석유자원 이외의 에너지원의 필요성 증가
- ② 환경문제 대두 : 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 방출을 제한하여 지구온난화를 방지하고자 1992년 유엔에서 기후변화협약 체결. 구체적인 이행방안으로 1997년, 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정한 교토의정서 발표
 - a. 미국의 무공해자동차 의무판매규정
 - 미국 캘리포니아주에 판매되는 차의 10%이상 일정량을 무공해 자동차(ZEV)로 판매해야 하는 의무규정 → 2005년부터 적용
 - 의무판매 비율은 2005년 10%에서 2018년 18%까지 점진적으로 변화하며 뉴욕을 포함한 3개주 확대 실시 예정
 - b. 유럽의 이산화탄소 규제
 - 기후협약의 교통 부분에 대한 EU의 전략으로 800-900만톤의 이산화탄소를 줄일수 있도록 연료 효율이 좋은 차의 개발을 촉구하는 규제
 - 2008년 까지 유럽에 신규 판매하는 승용차의 평균 이산화탄소 배출량을 98년의 190g/km에서 26%줄어든 140g/km까

지 낮추기로 결정

⇒ 이러한 배경 하에서 환경친화형 자동차의 개발이 자동차 산업의 생존조건이자 미래의 성장동력으로 부상

III. 전기자동차 관련 국내 법률 환경

국내에서 자동차를 판매하기 위한 법률적 제도는 기본적으로 차량의 제작에 대해서는 건설교통부 『자동차관리법』, 각종 기술개발 및 보급에 대해서는 산업자원부 『환경친화적자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률』, 자동차의 연비 등 에너지 이용에 관하여는 『에너지이용합리화법』, 환경친화성 및 환경 관련 각종 인증에 대해서는 환경부 『대기환경보전법』, 『소음·진동규제법』을 통해 인증되고 있다. 최근 환경부에서는 『수도권 대기환경개선에 관한 특별법』을 제정하여 2005년 1월 1일부터 무·저공해자동차의 판매를 20% 이상으로 규정하는 등 무·저공해 자동차의 보급을 제도화 한다. 환경부와 같은 시기에 산업자원부에서는 2004년 9월 『환경친화적자동차의개발및보급촉진에관한법률』을 제정하여 2005년 4월 23일부터는 무·저공해자동차의 개발 및 보급에 각종 지원 및 제도가 시행될 것이다.

IV. 해외 개발 동향

1990년대 들어 전기자동차는 Zero Emission을 실현하는 차세대 자동차로서 주목받기 시작했으나 수반 되어야 할 배터리 기술과 인

<표 1>

국가	구분	최고속도(Km)	주행거리(Km)	공차중량(Kg)	배터리	배터리중량(Kg)
미국	Commuter Car "Tango" 2인승	120	128	1386	납축 Deep Cycle	480
	GM "Volt" 5인승	180	64	1600	리튬이온	180
	GEM "E2" 2인승	40	48	1338~1452	납축 Deep Cycle	362
캐나다	ZENN "ZENN" 2인승	40	56	773	납축 Deep Cycle	240
일본	Zero EV "Elexceed RS" 1인승	70	60	485	납축 Deep Cycle	180
	Toyota "e-com"	100	100	770	니켈수소	230

프라 부족으로 상용화 개발이 거의 중지되었다가 최근 미국, 일본을 중심으로 정부의 확고한 지원 하에 활발하게 연구가 진행되고 있으며 2010년 전기 자동차 양산을 목표로 하고 있어 국내 경쟁력 확보가 시급하다.

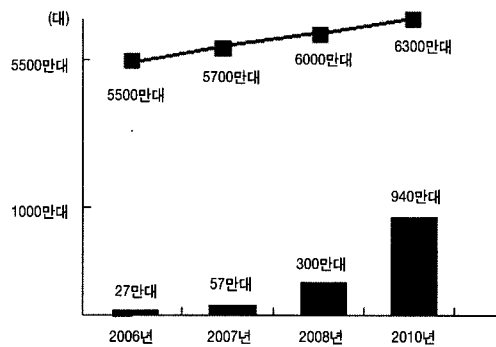
V. 국내동향

- '수도권 대기환경 개선 특별법 시행령'에서 수도권 지역 공공기관이 신차 구입시 저공해 자동차(전기, 하이브리드, 연료전지 등등)를 20% 이상 의무 구매하도록 함
- 자동차 제작사(연평균 3,000대 이상 판매)는 매년 저공해 자동차 보급 계획서를 작성하여 환경부장관의 승인취득 필요
- 국내 제작 전기자동차 보급이 안된 관계로 2004년에 생산한 하이브리드차량 50대를 정부 및 각 기관에 보급

- 2006년도 공공기관에 하이브리드 차량 350대 보급 계획

- 실제 생활에서 사용 가능한 전기자동차 없는 관계로 하이브리드카에 한정해 보급 추진 중이며 진정한 무공해 차량 보급을 위해 "전기자동차"를 적극적으로 지원 해야 할 필요성이 있다.

VI. 전세계 전기자동차 시장 전망



DATA : 중소기업진흥공단 기술개발실 2004
Green Car Institute 2004

VII. EV 기술

제5세대 전기자동차 개발

1. 배터리 성능 향상 (리튬이온폴리머전지)

- 무게, 부피 : 납축전지의 1/5
- 사용 시간 : 동일무게의 배터리 사용 시 납축전지의 25배
- 가격 : 동일용량 납축전지의 3배
- 충전 : 충전시간 단축

2. 모터 성능 향상

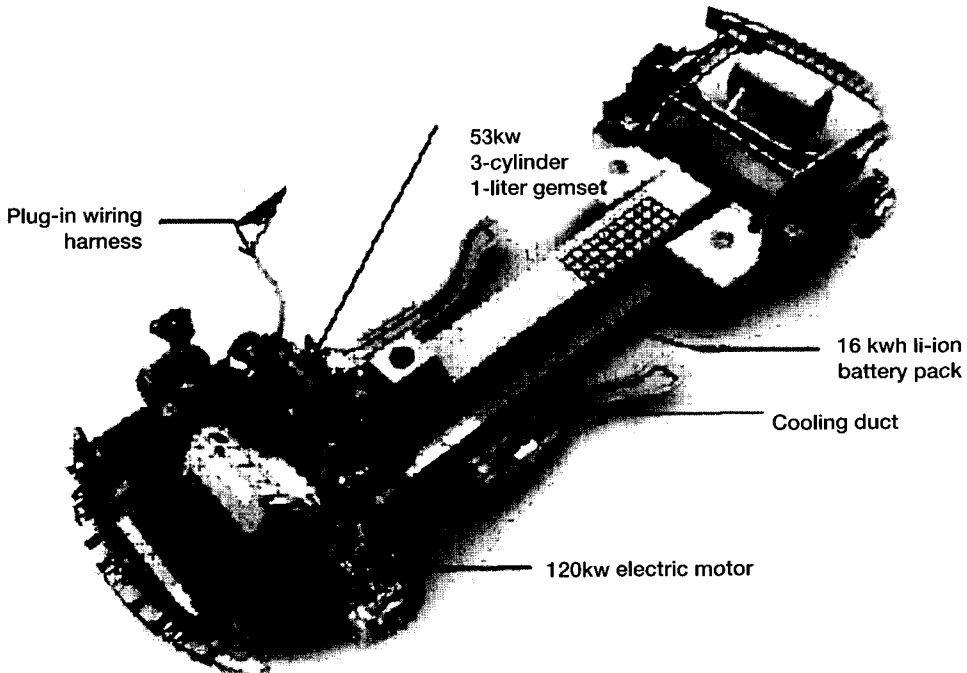
- 무게, 부피 : 기존모터의 1/2
- 효율 : 동일 전력 사용시 기존 모터의 2배
- 자체 충전 : 자체 충전 기능 첨가

3. 차체

- 구조 : 기존의 판넬 조립구조가 아닌 space frame 방식-가볍고 견고. 레이싱카에 사용
- 재료 : 기존의 철판에서 알루미늄 합금과 특수강 혼합 방식 사용-안전도와 경량화를 동시에 충족
- 외부판넬 : 엔지니어링 플라스틱 활용-충격 흡수율을 높이고 경량화.

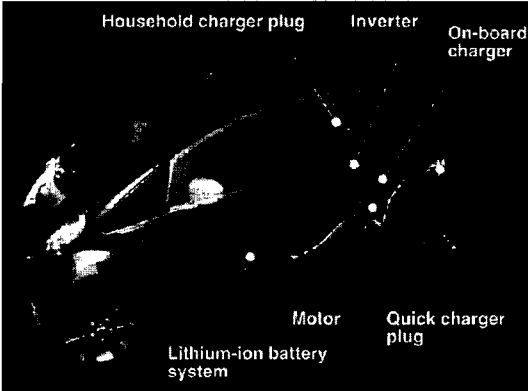
Plug-in hybrid

전기차를 기본으로 발전기를 추가해 장거리 운행이 가능하도록 만든 자동차의 유형



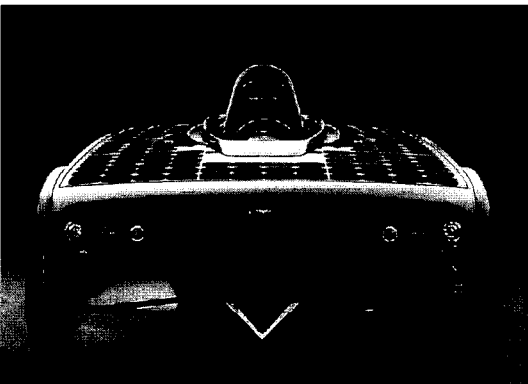
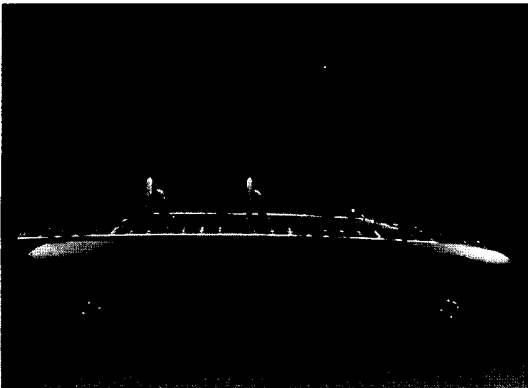
전기차

충전된 순수 전기로만 움직이는 자동차



Solar Hybrid

전기차를 기본으로 태양광전지로 충전해 사용할 수 있는 자동차.



EV Solution

BLDC Motor & Controller

과거 AC모터와 DC모터의 단점을 보완한 신개념 기술로써 모터의 효율이 높고 부피가 작고 비접촉 방식이라 열에 영향을 적게 받아 최근 자동차 관련 부품 및 많은 부분에서 BLDC모터가 적용되고 있으나 대용량 BLDC기술을 보유하고 있는 회사는 적은 편.

충전기

일반적인 충전기(충전시간 5~8시간)과 달리 가정집에서도 3시간 이내의 충전이 가능하고 급속충전기의 경우 30분 이내에 완전 충전이 가능한 냉각충전방식 기술 사용.

폴리머 배터리모듈 및 BMS

2차전지 시스템으로써 납축전지의 1.5정도의 크기와 무게를 가지고 있어 가벼우면서도 성능과 안전성이 뛰어나고 친환경적인 배터리이며 EV에 맞도록 BMS 및 전자 제어를 통해 주행 안전성이 탁월함.

경량화 차체-스페이스 프레임 설계기술

알루미늄 및 복합소재 기술을 적용해 가벼우면서도 안정적인 차체 설계기술과 새로운 스타일링을 개발할 수 있는 기술 보유.

VIII 2차 배터리 기술

차세대 차량을 이야기하면서 단연 선두에 거론되는 것이 '전기차'이다. 사실 화석연료 차량이 만들어지기 전에 이미 전기차도 개

발되었지만, 그 실용성 때문에 뒤로 밀리게 된 역사를 가지고 있다. 최근 배터리와 모터의 기술이 좋아지면서 전기차의 상용화에 대한 기대가 더 커지고 있다. 2006년부터 미국에서는 가정용 전원으로 충전해 쓸 수 있는 전기차 개발에 30억 달러를 투자하며 전기차에 대한 일대 붐을 일으키고 있으며, 프랑스와 유럽 국가에서도 전기차 사용에 대한 새로운 법령을 준비중이다.

과연 전기차를 만드는데 가장 중요한 배터리 기술은 지금 어디까지 진척되었고, 어떻게 개선 되어야 하는가 등 배터리가 앞으로 전기차를 상용화 할 수 있느냐 없느냐를 가를 것으로 보인다. 최근 노트북에 사용된 '리튬이온전지'가 폭발하는 사건이 종종 발생하고 있는데 특성상 열과 충격에 약하기 때문이다. 필자도 지난해 전체 배터리 종류를 전기차 개발에 사용해 실험하면서 리튬이온전지 때문에 애를 먹은 적이 있다. 그러나 '리튬폴리머 전지'를 사용하면서 실로 놀라움을 금치 못했다. 72볼트 200암페어(Ah)의 고성능 리튬폴리머 전지와 13Kw급 2개의 모터를 사용해 개발한 전기차는 시속 100km에서도 뛰어난 주행성 출력 안전성을 보여줬다. 또 당시 한여름 38도를 오르내리는 더위에도 주행 중 배터리의 온도변화가 거의 없었다. 리튬폴리머 전지는 그 강력한 출력과 사용시 온도의 안전성 등 장점이 많아 도요타의 경우도 하이브리드 차량에 올해부터 리튬 폴리머 전지를 전격 탑재하고 있다. 출력과 관련된 에너지 비교표를 보면 동일 무게에 대한 에너지 밀도가 5.6배에 달하는 큰 차이를 보이고 있음을 확인할 수 있고, 사용시간은 무려 4배에 달하는 강력한 성능을 보

여 주고 있다.

2000년 나노카본기술과 그라파이트(Graphite) 소재가 폴리머 전지에 사용되면서 전기적, 열적 전도성이 아주 우수하고 절연성과 계속적인 반복사용에 뛰어난 효과를 가져왔다. 이 기술을 사용함으로써 사용시 온도가 30%정도 줄어들고, 활성화 에너지는 약 20% 향상되는 효과가 ARC(Accelerated Rate Calorimetry) 테스트를 통해 입증됐다. 최근 일본에서는 동일 크기에서 배 이상의 전기를 저장할 수 있는 '나노카본 폴리머 배터리'까지 만들어지면서 전기차의 가능성은 더욱 커지고 있다.

IX. BMS

고출력 배터리를 통제하기 위해서는 우선 '배터리 매니지먼트 시스템'(BMS)이 사용되고 있다. BMS는 기본적으로 납축 배터리에 쓰이지만 특히 폴리머 전지를 사용할 때는 여러 방향으로 다양한 센서들과 복잡한 제어기술로 사용된다.

충전과 관련된 부분은 기본적으로 유체역학과도 상관이 있다. 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르듯이 전력도 높은 전압에서 낮은 곳으로 움직인다. 이때 하나의 배터리 인 경우, 그 제어 방식이 간단하지만 4개 이상의 배터리를 동시에 충 방전하려면 다양한 기술적 요소들이 사용되게 된다. 12볼트 배터리의 경우, 완충 시에는 약 14볼트 정도의 전력을 나타내며, 방전 시에는 약 10볼트 이하의 전력을 나타낸다.

이러한 상황에서 4개 이상의 배터리를 직렬로 연결해 사용하면 완충시와 방전시의

전압 차이는 더 커진다. 또한 충전시 첫 번째 배터리부터 마지막 네 번째 배터리까지 충전되는 양은, 마치 물통을 여러 개 놓고 한쪽에서 부터 물을 채웠을 때처럼 맨 처음 것이 먼저 차고, 그 다음 물통에 물이 차는 것과 같은 현상이 나타난다.

방전 시에도 댐의 물을 뺄 때 가장 앞부분의 수면이 낮아지고 뒤가 높아지는 현상과 같이 배터리에서도 동일한 현상이 나타난다. BMS는 이러한 전력의 차이를 조절해서 낮은 곳과 높은 곳을 조절해 충 방전을 균일하게 해 줌으로써 배터리의 수명을 길게 유지해 주는 역할을 한다. 또 현 상황에서 얼마나 더 사용할 수 있는지, 암페어(Ah)가 얼마나 흐르고 있는지, 온도가 얼마나 되는지, 위험한 상태는 아닌지 등 다양한 상황을 파악해 주고, 운전자에게 알려주는 중요한 역할을 하고 있어 전기차와 하이브리드카 등 배터리를 사용하는 차에는 꼭 필요한 장치

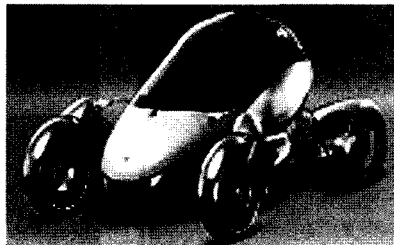
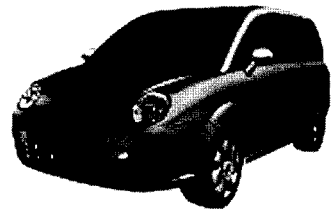
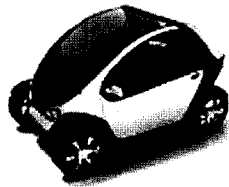
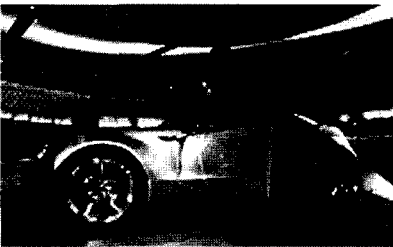
라 하겠다.

전기차는 과연 무공해

-전원자체 자연서 얻는 ADST야 가능

답은 ‘그렇지 않다’이다. 전기자동차 배터리를 충전하는 데 필요한 전기를 만들기 위해서는 핵 발전, 화력발전 등 환경을 오염시키는 기존 화석연료나 위험물질을 사용해야 하기 때문이다. 그래서 친환경 전기차를 만들기 위해선 전기를 만들고 공급하는 근원적인 에너지를 친환경 발전기를 통해 얻어야 한다는 주장이 설득력을 얻어왔다.

오래 전부터 많은 과학자와 엔지니어들은 수력발전과 태양광 발전, 수소연료전지 등 다양한 시도를 전기차에 접목하려고 노력해 왔다. 다양한 ‘클린에너지’를 이용해 전기차를 구동하는 기술을 일컬어 ‘ADST(Advanced Drive System Technology)’라 부른다. 전기차에



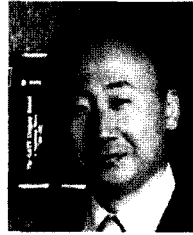
EV관련차량 소개

사용하는 전원자체를 태양광, 연료전지, 수력발전, 풍력 발전을 통해 얻고, 전기차에 장착한 친환경 배터리를 충전해 사용하면 연료비 걱정으로부터 인류는 영원히 해방되고, 자연이 주는 혜택을 100% 활용할 수 있다는 꿈같은 결론이 나온다.

다만 현재로서는 효율성 문제와 설치비용 문제, 공간 문제 등 다양한 걸림돌이 있기는 하지만, ADST는 앞으로 실현 가능성이 충분하다. ADST를 현실화했을 때 발생할 수 있는 커다란 문제 가운데 하나는 자동차 세금이다. 자동차를 통해 걷히는 세금은 실로 다양하고 그 금액이 국가재정의 가장 큰 부분을 차지하고 있기는 하다.

하지만 단 하나 뿐인 지구의 환경을 생각하고 미래에 우리 후손들이 살아야 할 환경을 생각했을 때 세금보다는 역시 환경이 중요하다. ADST에서 한 단계 더 나아가 더욱 친환경적인 자동차를 만들자는 개념에서 나온 것이 'LCAS' (Life Cycle Analysis Simulation)이다. LCAS는 자동차를 설계하는 시점부터 폐차에 이르기까지 모든 부품재료와 만드는 공법에 대해 환경성을 분석, 이 차량이 환경에 어떤 영향을 미치는지 시뮬레이션을 통해 보여주는 기술로, 진정한 친환경차를 제작할 수 있는 기술이라 하겠다.

저자소개



이 정 용

1999년 12월 호주 UNSW Industrial Design 박사수료
 1997년 2월 호주 RMIT Vehicle Styling 석사졸업
 2006년 1월 - 현재 (주)레오존 대표
 2005년 1월 - 2005년 10월 (주)지오이브이 연구소장
 2002년 2월 - 2004년 12월 (주)평화자동차 연구실장
 주관심 분야 : 전기자동차