

하이브리드 전기자동차의 기술과 전망

남궁 억

The Development of Hybrid Electric Vehicle Technology

Eok NamGoong



●남궁 억[기아자동차(주) 기술센터]
●1957년생
●전기자동차의 개발관련 구동/전장시스템 설계 및 배터리의 SOC개발에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

지구촌의 환경파괴가 현실문제로 대두되면서 리우회담과 같은 각종 국제회의에서는 지구환경문제에 관한 많은 규제를 제시하고 있다. 지구환경문제로서는 ① 지구온난화(green house effect), ② 오존층파괴, ③ 산성비, ④ 개발도상국의 공해, ⑤ 국제간 유해공해물질 피해 보상 등이 거론되고 있으며, 특히 ①, ②, ③은 자동차와 밀접한 관계를 가지고 있다. 즉 자동차의 배기가스 성분중 이산화탄소(CO₂)는 지구온난화에 커다란 영향을 미치며, 특정 프레온(CFC)에 의한 오존층의 파괴(현재는 신 냉매의 대체로 CFC는 사용하지 않고 있음), 유황산화물(SO_x) 및 질소산화물(NO_x)에 의한 산성비 등을 생각할 수 있다. 대기오염의 주된 원인이 자동차의 배기가스에 의한 것만은 아니지만 최근 도심지 및 서울 근교의 일부지역에서는 산성비의 pH가 3까지 내려가는 극심한 지역도 나타나고 있음은 이미 알려진 바이다.

우리나라의 자동차 보유대수는 매년 급속

히 증가하여 1994말 현재 700만 대를 넘어섰으며, 선진국 수준과 비교한다면 향후 국내 자동차의 보유대수는 최소한 현재의 2배 이상으로 증가될 것으로 예측된다. 이로 인한 도심지의 교통문제는 날로 심각해지게 되고, 도심지의 평균속도가 점차로 낮아지면서 배출되는 배기가스에 의한 도심지의 대기오염은 특별한 대책안이 없는한 현재보다는 심각해질 것이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 미국의 캘리포니아 지역에서는 자동차 배출가스를 단계적으로 줄여 나아간다는 방침 아래 저공해차의 개발 및 판매를 유도하고 있으며, 2003년에는 모든 차량을 저공해차로 대체한다는 법안이 통과되었다. 특히 2003년 이후에는 배기가스가 없는 무공해자동차(ZEV), 즉 전기자동차가 전체 판매대수의 10%를 차지할 예정이며, 초저공해차인 ULEV(ultra low emission vehicle)도 15%나 되어 미국의 빅(big) 3나 일본의 자동차업체는 이에 대응하기 위하여 많은 연구를 진행하고 있다. 미국의 빅 3나 일본의 자동차업체가 '98년부터 ZEV규제를 받게 되는 반면, 우리나라의 자동차업체는 2003년 Model

Year부터 ZEV(zero emission vehicle) 규제를 받게 되며, 정부 및 각 자동차 사는 이에 대응하기 위하여 많은 연구를 진행하고 있다.

이 글에서는 자동차와 관련된 법규동향의 조사를 통하여 개발의 필요성을 상세히 제시하고자 하며, 전기자동차 이외에 초저공해 자동차인 하이브리드 전기자동차에 대한 개발동향 및 특징을 조사하였으며, 특히 이번 SMS 95에 발표된 하이브리드 전기자동차의 특징에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

2. 환경규제와 자동차

자동차산업의 급성장으로 도심지 교통문제가 날로 심각해짐에 따라 밀집되는 자동차의 배기가스에 의하여 야기되는 대기오염이 세계 각 대도시에서 문제가 되고 있다. 우리나라의 경우는 인구의 대도시 집중과 자동차 보유고가 급속도로 성장함에 따라 대기오염도가 선진국보다 심각한 상태이다. 따라서 자동차로 인한 환경문제를 해결하는 방법으로 ① CO₂ 배출량을 억제(산업혁명 이래 지표의 온도가 2도 이상 상승)함으로써 탄화수소계 연료를 삭감하거나 대체연료의 사용, ② NO_x 배출량의 억제로써 산성비의 억제, ③ 신냉매의 사용(현재 프레온의 사용중지)으로 오존층 파괴의 억제 등 세 가지로 분류될 수 있다. 대체냉매의 개발로 이에 대한 대책은 급속도로 진척되고 있으나 자동차 배기가스에 함유된 이산화탄소(CO₂) 및 질소산화물(NO_x)의 저감대책은 연비의 향상과 대체연료의 사용이라는 과제를 안고 있는 실정이다.

2.1 국내법규의 동향

국제환경규제가 강화되는 가운데 최근 국내에서도 환경관련법의 확대개편으로 대기환경, 소음·진동, 수질환경, 유해화학물질 관리 등 환경규제가 한층 강화되었다. 표 1에

서와 같이 배출가스 및 소음에 대한 규제가 대폭 강화되었고, 특히 자동차 배출가스규제가 경유(diesel) 자동차에 집중, 휘발유 자동차와 동일한 측정방법인 CVS-75 Mode로 하고 허용기준도 농도규제에서 총량규제로 바뀌었다.

2.2 해외법규동향

지구촌의 환경문제가 날로 심각해지자 세계 각국에서는 이의 대책마련과 법규에 의한 공해물질의 배출에 대한 많은 제재가 뒤따르고 있다. 특히 '90년 말 미국에서는 지형과 기상조건 변화가 심각한 대기오염에 기인한다고 간주하고 대기정화법(clean air act)을 개정하여 자동차의 배기가스 규제를 강화시켰다. 또한 캘리포니아주(California)에서는 연방정부보다 엄격한 규제를 독자적으로 실시할 것을 발표하였으며, 동부의 주정부들도 이 규제를 따라갈 것으로 생각된다. 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 ULEV와 같은 초저공해차를 개발해야 함은 물론, 전기자동차와 같은 ZEV(zero emission vehicle)를 1998년 모델부터 2%, 2001년에 5%, 2003년에 10%를 의무화시켜 자동차 회사는 '98년부터 무공해 자동차를 판매하지 않으면 안되며, 이의 규제를 이행하지 못 할 경우 판매차량에 대한 무거운 환경 부담금을 지불하여야만 된다. 표 1에서 ZEV라 함은 전기자동차를 의미하며, ULEV는 CNG, HYBRID 등과 같은 대체연료 자동차를 의미한다. 2003년 모델의 경우에는 대체연료 자동차와 같은 ULEV 15%를 포함한다면 총 판매차량의 25%가 대체연료 또는 전기자동차 이어야만 한다는 결론이 나오게 된다. 이러한 캘리포니아주의 규제는 세계의 자동차산업에 커다란 영향을 미칠 것으로 생각되며, 세계 자동차 회사들은 전기자동차의 개발·보급에 박차를 가하고 있다. 우리나라의 자동차 각사에서도 이에 대한 대응책으로 대체연료 자동차 및 무공해 자동차 개발에 많은 연구를 행

표 1 환경관련 규제강화 범주의 동향

국가	대상	<90년	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	
한국	배기가스	대기환경보전법 개정 (1990.8)	현행규제치 (중간은 G-10 Mode; 최고시속 40 km/h) 추정 방법 HC 0.25 gpk NO _x 0.62 gpk CO 2.11 gpk	현행규제치 (중간은 G-10 Mode; 최고시속 90 km/h, 8만 km 주행 후 만족) HC 0.25 gpk NO _x 0.62 gpk CO 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.25 gpk 0.62 gpk 2.11 gpk	0.16 0.25 2.11	0.16 0.25 2.11	0.16 0.25 2.11	0.16 0.25 2.11	G-13 Mode 0.16 0.25 2.11
			대기정화법개정 (90년)	현행 규제치 HC 0.25 gpk NO _x 0.62 gpk CO 2.11 gpk	0.16 (규제치를 만족하는 차량 판매대수 비율) 0.25 (94년: 40%, 95년: 80%, 96년: 100%) 2.11 (94년: 40%, 95년: 80%, 96년: 100%)	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06	0.08 0.13 1.06
미국	배기가스	캘리포니아주 법규개정 (90년)	현행 규제치 HC 0.25 gpk NMOG 0.16 92MY 10% 93MY 80% TLEV 10% LEV 0.047 ULEV 0.025 ZEV 0	Maker 평균 규제치 (달성 의무화); NMOG는 매탄올 제외한 HC, 알콜, 알데히드 등을 말함 HC 0.25 gpk NMOG 0.16 92MY 10% 93MY 80% TLEV 10% LEV 0.047 ULEV 0.025 ZEV 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0	0.25 0.16 0.078 0.047 0.025 0
			진 Maker에 적용 (90년) (27.5 mdg)	상원에 강화안을 제출 (1월)	자원보전 회수법 개정법안 심의중 (폐기물: 4년내 10% 삭감, 리사이클: 4년이내 25%, 10년이내 50%)	각사별로 88년 실적치를 기준 (88년 규제치 16.16 kph) 하여 20% 향상	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2	0.48 0.23 0.73 0.20 0.25 0.2 0.2
EC	배기물	자동차 판매단체의 폐차 회수에관한 보고 (독일)	Maker등에의한 폐차 회수 의무화 (독일)	Maker등에의한 폐차 회수 의무화 (독일)	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0	0.6 1.3 6.0
			현행치 Light Duty 0.41 kph Middle Duty 380 ppm Heavy Duty 100 ppm	경감율 0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)	0.6 (33%) 1.3 (35%) 6.0 (17%)
일본	배기물	제생자원 이용 촉진법 개정 (91.4) 폐기물처리 및 처리 의뢰에 관한 법률 개정 (91.4)	제생자원 이용 촉진법 개정 (91.4) 폐기물처리 및 처리 의뢰에 관한 법률 개정 (91.4)	제생자원 이용 촉진법 개정 (91.4) 폐기물처리 및 처리 의뢰에 관한 법률 개정 (91.4)	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5	0.4 0.7 4.5
			제생자원 이용 촉진법 개정 (91.4) 폐기물처리 및 처리 의뢰에 관한 법률 개정 (91.4)	제생자원 이용 촉진법 개정 (91.4) 폐기물처리 및 처리 의뢰에 관한 법률 개정 (91.4)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)	0.4 (56%) 0.7 (65%) 4.5 (39%)

하고 있으나 미국의 빅 3에 비하면 극히 미흡한 실정이다.

3. 하이브리드 전기자동차 기술

3.1 하이브리드 자동차(HEV)

3.1.1 하이브리드 자동차란 ?

하이브리드 자동차(hybrid electric vehicle)는 두 종류 이상의 동력원을 조합하여 상호 결점을 보완함으로써 저공해화하여 배기가스를 줄인 자동차로, 전기자동차와는 달리 주행거리에 제한을 받지 않는다. 도심지나 주행거리가 단거리인 경우에는 전기구동방식의 전기자동차로 운행이 가능하고, 고속도로나 장거리를 운행할 경우에는 엔진구동방식으로 달릴 수 있다.

하이브리드 종류(type)로는 동력원의 조합에 따라 아래와 같이 다섯 종류로 분류될 수 있으며, 아래의 ①, ②, ③의 형식은 ULEV의 초 저공해자동차이며, ④와 ⑤는 배기가스가 없는 무공해 자동차에 해당된다.

- ① 디젤엔진 — 배터리 전기구동식
- ② 가솔린엔진 — 배터리 전기구동식
- ③ 가스터빈 — 배터리 전기구동식
- ④ 배터리 — 배터리 전기구동식
- ⑤ 연료전지 — 배터리 전기구동식

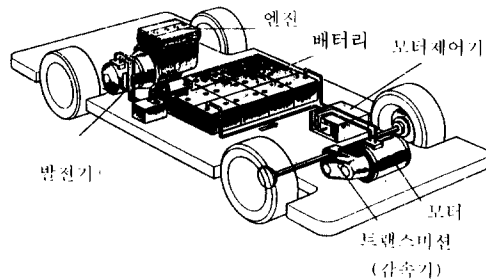
하이브리드 자동차는 구동방식에 따라 시리즈(series) 방식과 패러렐(parallel) 방식의 두 종류로 분류될 수 있다. 시리즈(series) 방식은 엔진을 발전기로서 사용하고 발전기에서 나오는 전력으로 배터리를 충전하여, 모터의 출력으로 주행한다. 엔진은 정상운전으로 배기가스 저감이 가능하고 소음대책이 쉽다. 시가지에서 사용되는 중·대형차의 공해대책에 유효한 형태이며 그 Layout은 그림 1 (a)와 같다. 패러렐(parallel) 방식은 소형엔진과 모터를 모두 구동계에 연결하여 주행상황에 따라 서로 다른 구동시스템을 사용

즉, 시가지에서는 모터를 사용하여 주행하고 교외에서는 엔진으로 주행하며 가속시에는 모터를 보조동력으로 사용하는 시스템을 말하며, 그 구조는 그림 1 (b)와 같다. 이 두 시스템에는 각기 장점과 단점이 있으며, 정리하면 표 2와 같다.

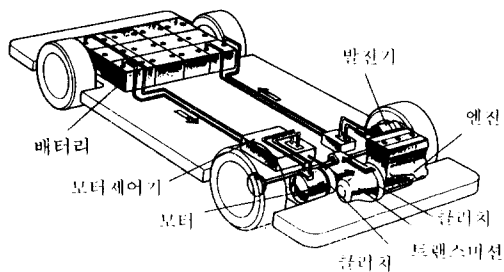
3.1.2 세계 하이브리드 자동차

현재까지 발표된 세계 하이브리드 전기자동차로는 아래와 같으며, 유럽지역에서는 패러렐식(parallel type)의 하이브리드 자동차가, 다른 지역에서는 시리즈식(series type)의 자동차가 개발되고 있음을 알 수 있다.

- 한국에서는 기아자동차의 KEV-4, 현대자동차의 RGV-Ⅱ
- 미국의 Big 3에서 GM의 HX3, Ford의 Ecostar, Chrysler의 Patriot
- 유럽에서는 Volkswagens의 Golf 및 Chico, BMW의 E1, E2, Volvo의 ECC,



(a) 시리즈(series) 하이브리드 자동차



(b) 패러렐(parallel) 하이브리드 자동차

그림 1 하이브리드 전기자동차의 구동방식에 따른 종류⁽¹⁾

표 2 하이브리드 전기자동차의 장·단점

형태	장점	단점	특징
시리즈	-엔진과 미션간의 연결이 필요없음. -구조가 간단. -엔진의 최대효율점 이용으로 배기가스 저감 용이	-세 단계의 에너지 변환이 있어 구동시스템의 효율 낮다. -관련부품이 많아 중량이 무겁다. -가속성능이 떨어짐	모터 : >50 kW 엔진 : 소형엔진(<900 cc)
패러렐	-전기모터의 용량이 적은 것을 선택할 수 있어 차량의 중량감소 및 비용저감이 가능 -가속성능이 우수 -교외의 고속에서만 운행하기 때문에 효율이 높다.	-미션의 구조가 복잡하다. -배기가스의 저감이 시리즈보다 어렵다.	모터 : <6 kW 엔진 : 엔진(약 1500 cc) 미션 : 특수형

Solon AB의 SOLON 2000

- 일본에서 Suzuki의 EE10, Mitsubishi의 ESR 등이 있으며, 제원 및 특징은 표 3과 같다.

3.2 하이브리드 자동차의 요구성능

3.2.1 구동시스템의 요구성능

하이브리드 자동차는 엔진과 전기구동장치 가 조합되어 탑재되어 있는 자동차이기 때문에 IC 엔진의 구동 특성 이외에 전기구동시스템의 특성이 요구된다.

출력밀도(W/kg)는 자동차가 가속할 때 요구하는 순간에너지를 의미하며, 감속시 최대 회생에너지의 활용이 가능하여야 된다. 그림 2는 기어비가 일정할 경우 모터의 특성곡선을 나타낸 것으로 최대속도는 모터의 회전수 및 최대 출력에 의하여 결정되며, 가속성능과 등판능력은 모터의 최대 토크에 의하여 결정된다. 또한 각각의 구동성능은 배터리의 출력밀도가 만족되어야 함을 알 수 있다. 에너지밀도(Wh/kg)는 자동차의 주행거리와 밀접한 관계를 갖고 있으며, 일반자동차의 경

우 연료탱크, 전기자동차의 경우는 배터리 용량을 의미한다. 그림 3에서 보여주는 바와 같이 배터리의 용량은 부하에 따라 변하며, 일충전 주행거리에도 영향을 준다. 배터리의 출력밀도는 그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 가속성능 및 등판능력에 영향을 미치며, 각 용량에서의 전압값 의미는 부하에 따라 다르기 때문에 SOC 알고리즘의 정확한 도출이 어렵다. 또한 하이브리드 자동차의 경우 연료탱크/배터리의 적절한 용량배분이 필요하며, 그림 4는 주행거리에 따른 연료와 배

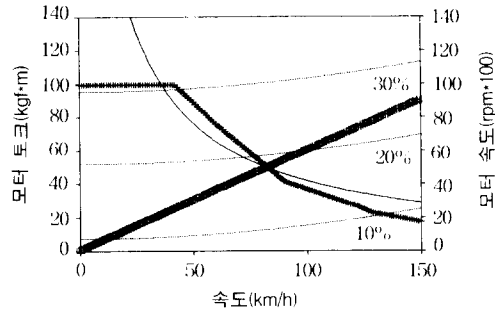


그림 2 구동 모터의 특성곡선

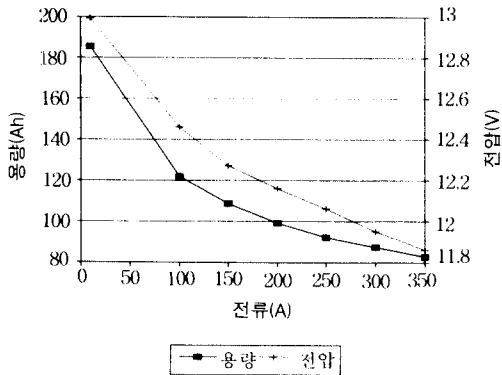


그림 3 배터리의 성능곡선

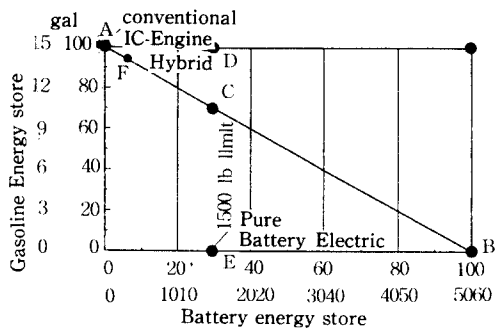


그림 4 15갈론의 연료로 주행할 수 있는 에너지를 배터리의 중량으로 환산할 경우 하이브리드 자동차의 IC 엔진과 배터리와의 관계⁽⁶⁾

터리의 배분관계를 설명하여 준다. 전력저장 장치의 충·방전 사이클수명은 자동차의 수명과 일치하기 때문에 긴 수명의 전력저장 장치를 선택하여야 한다. 전력에너지의 저장 효율은 자동차가 가·감속할 때의 효율을 감안한 회생제동을 의미하며, 에너지의 재활용이라는 측면에서 매우 중요하다. 충전시간은 전력저장장치의 충전속도를 의미하며 급속충전이 가능해야 한다.

3.2.2 하이브리드 구동에너지원

하이브리드 구동에너지원은 앞에서 언급한 바와 같이 ① IC 엔진/발전기로는 소형 가솔린/디젤엔진이 활용되고, 시리즈의 경우는

600 cc 정도의 소형엔진이, 패러렐인 경우는 1300 cc 정도의 엔진이 이용되어 최소한의 배기가스를 내기 위해 엔진의 최대 효율점을 이용한다. ② 가스터빈/발전기는 출력밀도를 최대화하기 위해서는 고속으로 작동되어야 하며, 회전체가 고속으로 회전함으로써 엔진을 소형화할 수 있고, 대체연료의 사용이 가능하여 배출가스를 줄일 수 있다. ③ 배터리는 중량이 무겁고, 사이클수명이 짧으며, 가격이 비싸고, 충전시간이 오래 걸리는 단점이 있으나 배출되는 가스가 없다. ④ 연료전지는 수소를 공급하여 전기에너지를 만들기 때문에 출력밀도가 높고, 수소가 공급되는 한 에너지는 계속 공급이 가능하다. 현재 저온, 고압에서의 수소 저장기술이 요구된다.

3.2.3 에너지 저장장치

그 외에 필요로 하는 주변 에너지 저장장치로는 가속시 필요한 순간출력의 공급과 감속시 발생하는 회생에너지의 저장하는 기술로서 flywheel battery, supercapacitor, superconductor 등이 있다. Flywheel battery는 출력밀도가 높고, 에너지 저장 효율이 우수하며, 사용 수명이 길기 때문에 도심지 운전에 적합하다. Supercapacitor는 에너지 저장장치로서 출력밀도가 높고, 에너지 저장효율이 우수하며, 사용수명이 길다. 에너지밀도를 향상시키는 것이 주된 목적으로 되었으나 다른 저장장치와 함께 사용하면 효율을 증가시킬 수 있다. Superconductor는 현재 개발은 되어 있지 않으나 에너지 소비율의 향상 측면에 고려되고 있다.

4. KEV-4 하이브리드 자동차 Concept 및 특성

4.1 차량 Concept

인간과 자연의 커뮤니케이션이라는 기본 concept 아래 개발하였으며, 개발된 하이브리드 KEV-4 자동차는 그림 5와 같이 21세기의



그림 5 KEV-4 하이브리드 전기자동차

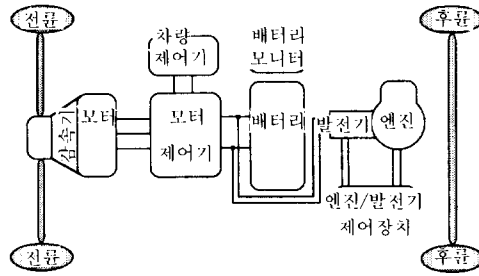


그림 6 KEV-4의 시스템 구성도

새로운 city car로서 미래 지구의 환경문제를 고려한 도심지 출퇴근용 차(2+2)로 설계하였다. 또한 자연의 에너지를 최대한 활용하기 위해 roof에 solar cell을 장착하여 실내를 환기시키는데 이용하였다. 주행연비 향상을 위한 경량화로 본체(body)는 섬유강화 플라스틱(FRP)로 제작하였다. 도심지의 교통혼잡에 따른 대기오염을 줄이기 위하여 navigation system을 장착하여 인공위성으로부터 차량의 현재 위치를 송신받아 자동차가 위치한 곳의 도로정보와 목적지까지의 최적 최단의 경로를 알려주고, 파워스티어링, 간편한 운전조작 등 편의성을 강조하였다.

4.2 KEV-4 시스템의 특징

KEV-4 하이브리드 자동차는 시리즈형으로 독자개발한 800 cc엔진을 사용하였으며, 엔진에 연결된 발전기는 7 kW이며, KEV-4의 시스템 구성도는 그림 6과 같다. 최고속도는 180 km/h이고 배터리로만 운행할 경우 1회 충전으로 188 km를 운행할 수 있으며 제동시 차량의 관성운동에너지를 전기에너지로 회생 변환시켜 배터리에 충전함으로써 약 15%의 에너지가 saving되어 주행거리를 연장시키는 효과를 얻었고, 제동장치에는 회생량만큼 제동효과를 보게 되어 기존 하이드릭(hydraulic) 제동장치에 보조기능 역할을 한다. 충전기는 110/220 V 겸용 on-board 충전기가 있어 비상시에 사용토록 하였으며,

배터리는 긴 수명기간 동안 유지보수가 불필요한 밀폐형 납축전지를 사용하였다. 밀폐형 납축전지는 고밀도이고, 높은 사이클 수명을 지니며 자기방전율이 낮으므로 오랜 기간 동안 차량을 운행하지 않아도 짧은 재충전으로 축전지용량의 회복이 가능하다. 모터펌프식 파워스티어링 장치가 운전자의 조타력을 보조함으로써, 차량이 정지상태에서도 손쉽게 조향이 가능하다. 더불어, 차량의 주행모드 즉, 시내, 교외, 굴곡로, 고속도로 등 주행하는 환경에 따라 보조조타력을 조절할 수 있기 때문에 운전자의 조향감이 우수하고, 주행 안전성을 향상시키게 된다. 공조장치로는 heat pump형식을 이용함으로써 하나의 시스템으로 에어컨과 히터의 기능을 전환하여 사용할 수 있다. 태양광에너지로 환기팬을 구동하여 주차시에도 별도의 에너지 소비 없이 차내공기를 신선하게 유지한다. 섬유강화 플라스틱 바디와 마그네슘 휠(wheel)을 채용함으로써 차량중량을 대폭 감소하여 주행연비를 높였다. 또한 인간공학적인 설계로 장시간 운전으로 인한 운전자의 피로감을 줄이고, 누구나 쉽게 운전할 수 있도록 하였다.

5. 맺음말

국제 환경규제가 강화되어짐에 따라 초저공해 자동차인 ULEV 및 무공해 자동차인

표 3 세계 하이브리드 전기자동차의 제원, 시스템구성, 성능 및 특징

구분	KEV-4	Patriot	Vision 93	ECC	E1	Chico	ESR	EE10
형태								
장·폭·고 (mm)	Series 4300 · 1700 · 1550	Series 4650 · 2000 · 1020	Parallel 3350 · 1660 · 1570	Series 4487 · 1804 · 1390	Parallel 3400 · 1600 · 1500	Parallel 3150 · 1600 · 1600	Series 4535 · 1725 · 1590	Parallel 3235 · 1385 · 1385
차량중량 (kg)	1478	720	1135	1580	900			
엔진	800 cc, 3cyl 7 kW Rear 탑재	Gas Turbine 2×185 kW 90 kg	1199cc, 3 cyl 45kW Turbo Diesel 또는 1199cc, 3 cyl Gasoline, 57 kW	Gas Turbine 41kW	1100cc Motor Cycle 용 4 cyl, 62 kW Front 탑재	636cc 가솔린/디젤 25 kW	1500cc Miller Cycle, 4 cyl (Rear 탑재)	660cc Methanols 3 cyl, (Front 탑재)
모터	교류유도 50 kW	교류유도 370 kW	교류유도 40 kW	교류유도 56 kW	32 kW, 15 kg · m Rear 탑재	Asynchronous 6 kW	교류유도, 70 kW 14kg · m (Front 탑재)	BLDC 4.5 kW(2) 60 V, (Rear 탑재)
배터리	밀폐형 납축전지 336 V	Flywheel 최대rpm 58,000 4.3 kWh, 67 kg	Na/Ni, 550 V	Ni/Cd, 16.8 kWh 315kg, 120 V	Na-Ni, 19 kWh 200 kg, 120 V	Ni/Cd, Ni/AMH	알카리전지 336 V	Na/S
주행성능	최고속도 180 kph 주행거리 188 km (@40kph, 밧데리)		최고속도 150 kph (D/T) 120 kph (EV) 주행거리 150 km	최고속도 175 kph 주행거리 146 km (@50kph, 밧데리) 670 km (@90kph, G/T)	최고속도 125 kph 주행거리 260 km @40kph 170 km @80kph	최고속도 131 km/h	최고속도 200 km/h 주행거리 500 km @40kph	
특징	· FRP Body · 회생제동 가능 · Air-Bag · FF type · Navigation Sys · Solar Cell 장치 · Mg wheel	· Racing Car	· 3-type (EV, 디젤, 가솔린) · FF type · CVT · Air Bag · Navi Sys. · AI Body	· Rr 50% 저감 · AI Body(200 kg) · 재생가능 Plastic · 회생제동 가능 · Volvo650과 같은 기본 Platform · ABS	· AI Space Frame · FRP Body · Rr, 저감 Tyre사용 · 주행가능거리 표시	· Rr 15% 저감 · 도어가 미닫이식 · 운전석/조수석에 Air-Bag 설치 · 불체감지 센서 · 조수석 180°C 회전 · 60kph이상에서 연진 동력 사용	· 회생제동가능 · Solar Cell로 완기 · Air Bag · Dial식 AT3단	· 2개의 Motor로 후륜 파워 구동 · AI 사용 · 재생 가능재료 사용 · 운전석, 조수석 Air-Bag 장착

ZEV의 개발은 필수적이다. 캘리포니아주 법규에 따르면 Maker의 NMOG(non methane organic gas) 평균치를 만족한다 하더라도 ZEV의 판매는 의무화되어 있다. 1989~1993 MY 기간중 연평균 판매대수가 35,000대 이상인 Maker는 1998년 2% 적용 대상이 되며, 2003년부터는 연간 3,000대 이상 판매하는 모든 Maker에 ZEV 10%가 적용된다. 이와 관련 2003년 이후 하이브리드 전기자동차 및 전기자동차의 개발은 나머지 75%(ULEV를 포함할 경우 25%)의 IC엔진이 탑재된 자동차를 판매하기 위해서 이루어지지 않으면 안되게 되어 있다. 하이브리드 자동차는 전기자동차와는 달리 주행거리 제한을 받지 않으며, 엔진의 효율이 가장 좋은 RPM에서 발전기를 회전시킴으로써 생성된 에너지를 배터리에 충전, 도심지에서 전기자동차 모드(mode)로 주행하기 때문에 대

도시의 대기오염을 줄일 수 있고, 소음이 극히 적기 때문에 미래의 도시형 자동차로서 각광받을 수 있는 자동차로 생각된다.

참고문헌

- (1) Motor Fan, 1993,
- (2) EVS, 1992, *The 11th International Electric Vehicle Symposium Proceedings.*
- (3) EVS, 1994, *The 12th International Electric Vehicle Symposium Proceedings.*
- (4) 기아경제연구소, 1992, 자동차산업 동향과 과제, Vol. 4.
- (5) SAE SP-1089, 1995, *Design Innovations in Electric and Hybrid Electric Vehicles.*
- (6) SAE International, 1995, *Environmental Vehicles'95, Conference Proceedings.* 