



전기자동차 배터리 시스템 기술

2012년 9월 3일

자동차부품연구원
전장시스템연구센터
센터장 이 백 행

Contents



1

자동차부품연구원 소개

2

친환경자동차 도입배경

3

xEV 차량 및 배터리 기술 동향

4

배터리 관리장치 기술 동향

자동차부품연구원 일반현황



- ▶ 설립 일 : 1990년 9월 4일
- ▶ 설립 목적 : 장비 · 인력이 부족한 중소기업 기술지원
- ▶ 설립 근거 : ‘산업기술혁신촉진법’ 제42조
- ▶ 소재지 : 충청남도 천안시 동남구 동세면 용정리 74번지



신뢰성 평가/검증 기반 구축



- ▶ 신뢰성 관련 애로기술의 해결방안 제시, 설계 · 제조 공정에 반영, 신뢰성 문제의 원천적 해소 및 자체 해결 능력 배양
- ▶ 중소기업 · 소재기업의 자체 해결이 어려운 신뢰성 문제를 신뢰성 기반구축 기관의 인프라 활용으로 해결 · 지원



자동차부품연구원 :
자동차부품 신뢰성평가센터 지정 (2000. 5. 1)



복합진동시험기



열충격시험기



배터리 충방전기

배터리 성능 평가기반 구축

➤ 중대형 배터리 팩 시스템의 성능 및 내환경성 평가를 위한 장비 구축

배터리 팩 중방전 시험기



- Voltage Range : 10V ~ 450V
- Current Range : 0 ± 250A
- Voltage/Current Accuracy : ± 0.1%(F.S.)
- 운영방식 : 채널별 독립 운영

대형 항온항습 챔버



- Dimensions(m) : 2.0(W)x1.5(D)x1.5(H)
- Temperature Range : -40 ~ 150°C
- Humidity Range : 30 ~ 95%
- Temperature Accuracy : 25 ± 0.2°C
- Humidity Accuracy : 65 ± 3%

배터리 신뢰성 평가기반 구축

➤ 중대형 배터리 팩 시스템의 신뢰성/내환경성/안전성 평가를 위한 기반 구축

대형 열충격 시험기



- Dimensions(m)
 - In Size(Basket) : 2.1 (W) x 1.6 (D) x 1.3 (H)
 - Out Size : 6.0(W) x 2.5(D) x 2.2(H)
- Temperature Range : -40 ~ 150°C
- Temperature Accuracy : ± 1°C
- Allowed Weight : Max. 300kg

대형 진동/충격 시험기



- Rated Sine Force : 16,000kgf
- Max. Acceleration : 100g
- Max. Velocity : 2m/s
- Max. Displacement(p-p) : 76mm
- Frequency Range : 5 ~ 2100Hz
- Size(mm) : 3,100 x 2,100 x 1,561
- Max Payload : 300kg

- 1 자동차부품연구원 소개
- 2 친환경자동차 도입배경
- 3 xEV 차량 및 배터리 기술 동향
- 4 배터리 관리장치 기술 동향

자동차 산업 환경 변화



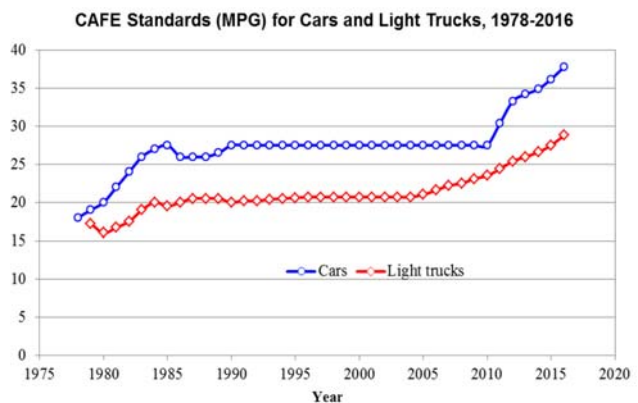
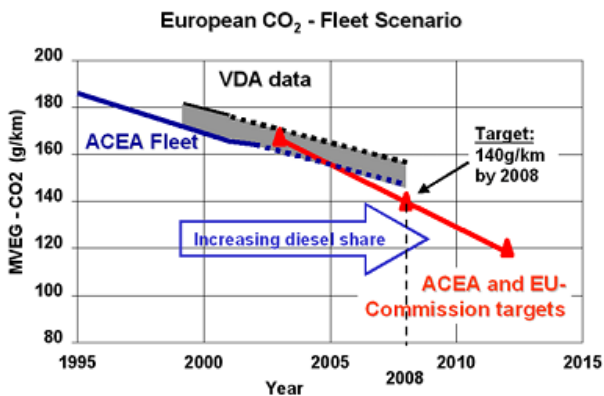
그린카 도입 배경



xEV 도입 필요성 - CO₂ 규제



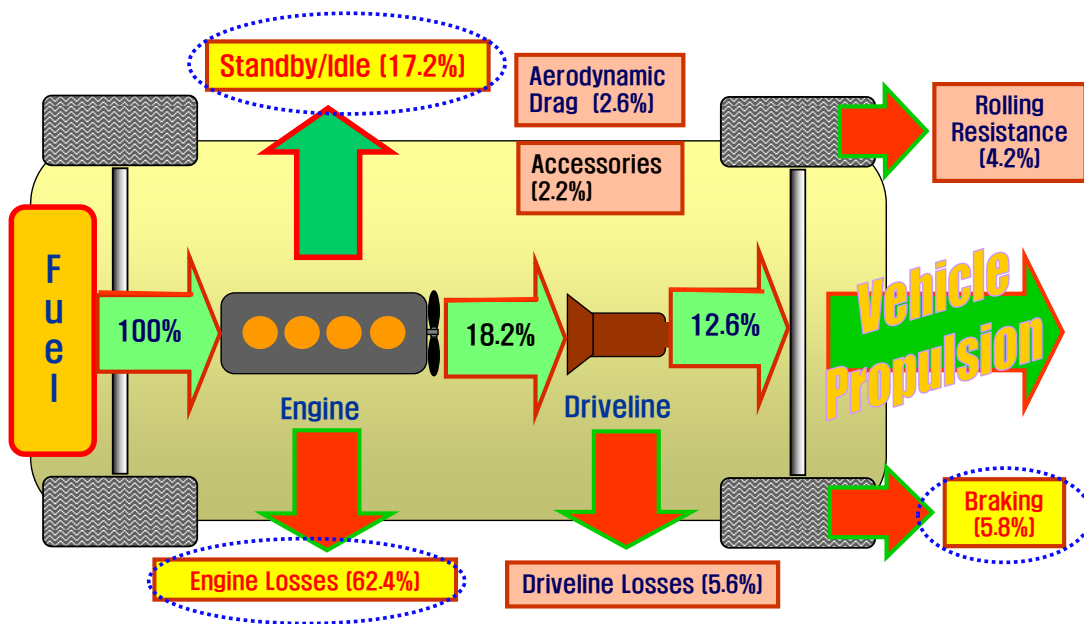
- 전체 이산화탄소 배출량 중 수송기계가 차지하는 비중이 23%에 육박
- 유럽은 EU 집행위원회에서 CO₂ 배출량을 2012년에 130g/km, 2020년에 95g/km로 줄이는 이산화탄소 배출제한 협약을 승인 (위반시 €95/g 벌금 부과)
- 미국은 CAFE에서 규정하고 있는 승용차(27.5MPG)와 픽업(22.2MPG)의 연비 기준치를 2016년까지 37.8MPG와 28.8MPG로 상향하여 CO₂ 배출 제한을 강화
- 배출가스 규제나 연비규제가 점차 강화되어 현존 엔진 기술만으로는 충족시키기 곤란



- 1 자동차부품연구원 소개
- 2 친환경자동차 도입배경
- 3 xEV 차량 및 배터리 기술 동향
- 4 배터리 관리장치 기술 동향

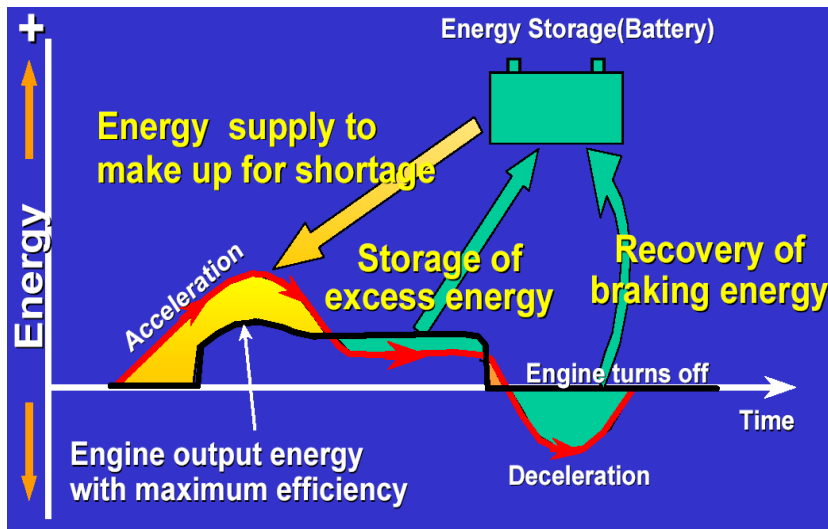
내연기관 자동차의 효율

자동차의 에너지 사용 흐름 및 손실 비율



* Source : U.S. Department of Energy (www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml)

전기추진 자동차의 효율개선 전략



- 가속 → 에너지 공급
- 감속, 타행 → 에너지 재생
- 신호대기, 정차 → Idle Stop

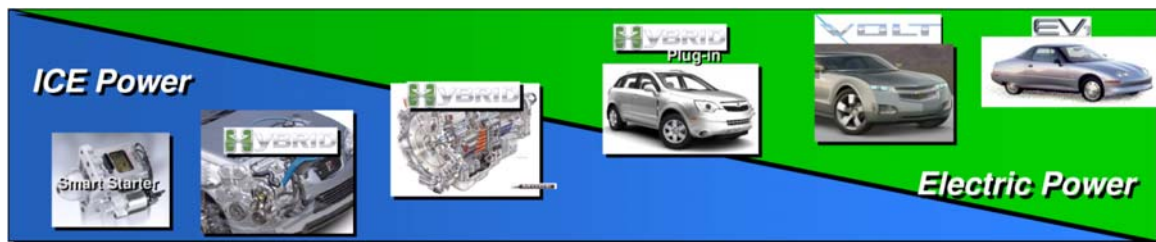


연비향상

전기구동 자동차 연비개선 효과



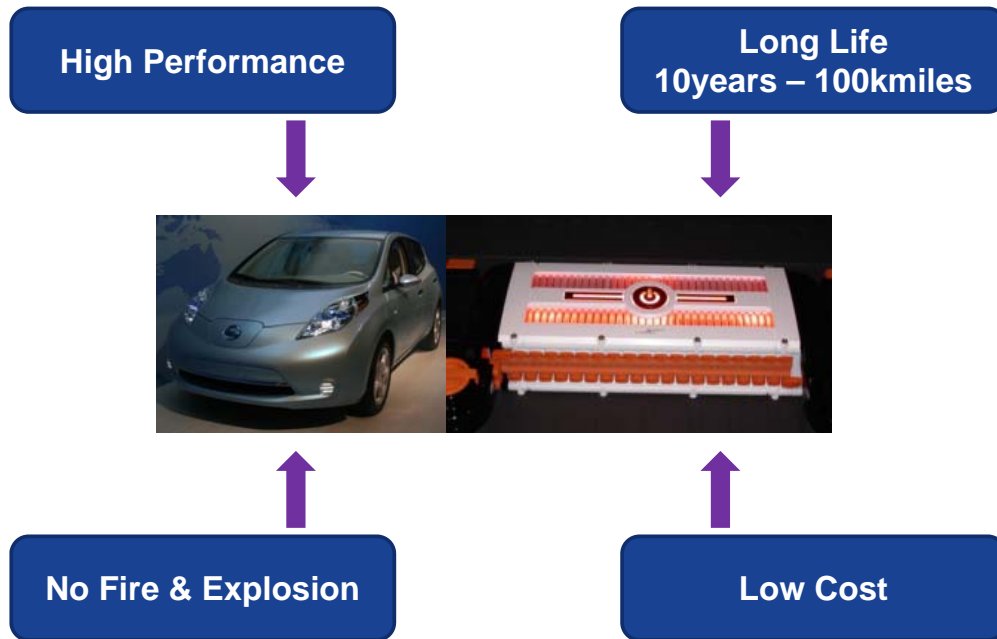
Degree of electrification and fuel efficiency potential



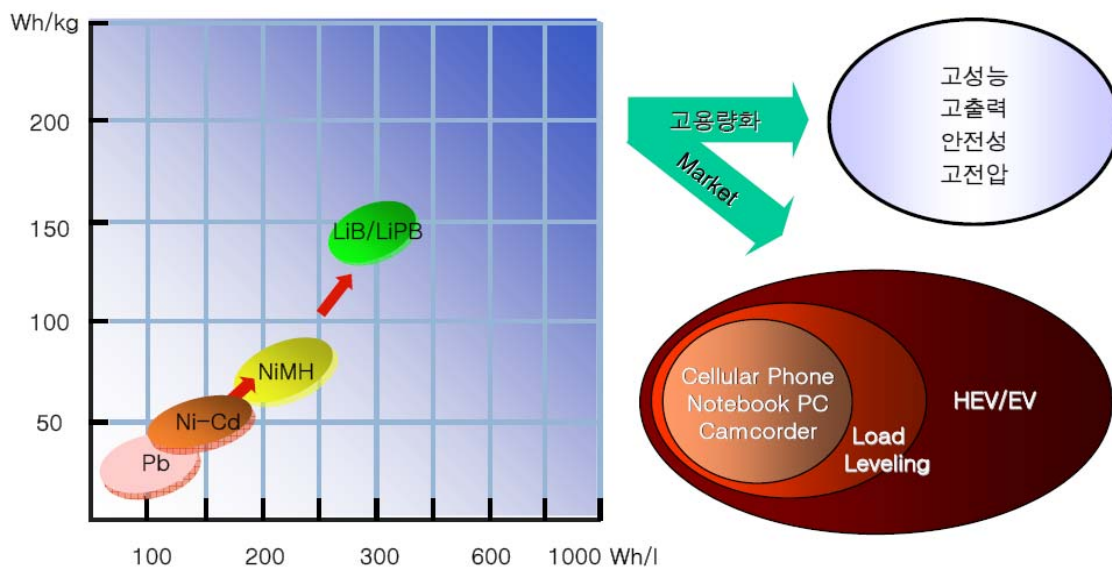
	Start-Stop	Soft Hybrid	Full Hybrid	Plug-In Hybrid	Plug-In Range Extender EV	Electric Vehicle
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engine start-stop at idle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engine off on deceleration ▪ Mild Regen. Braking ▪ Electric power assist 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Full Regen. Braking ▪ Engine cycle optimization ▪ Electric launch ▪ Limited pure electric drive ▪ Engine downsize 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plug-in rechargeable ▪ More electric drive during charge-depletion ▪ Reduced refueling 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Full-function electric drive ▪ Initial pure electric range ▪ Significantly reduced refueling 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plug-in recharge only ▪ 100% pure electric range ▪ No refueling
Fuel Economy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ +2~4% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ +10~20% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ +30~50% Cars ▪ +20~40% Trucks 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ +100% in charge depletion ▪ Same as full hybrid afterward 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electricity only in EV range ▪ Same as full hybrid afterward 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electricity only

※ Source: Michael BLY, General Motors

Key Issues of xEV Battery (I)



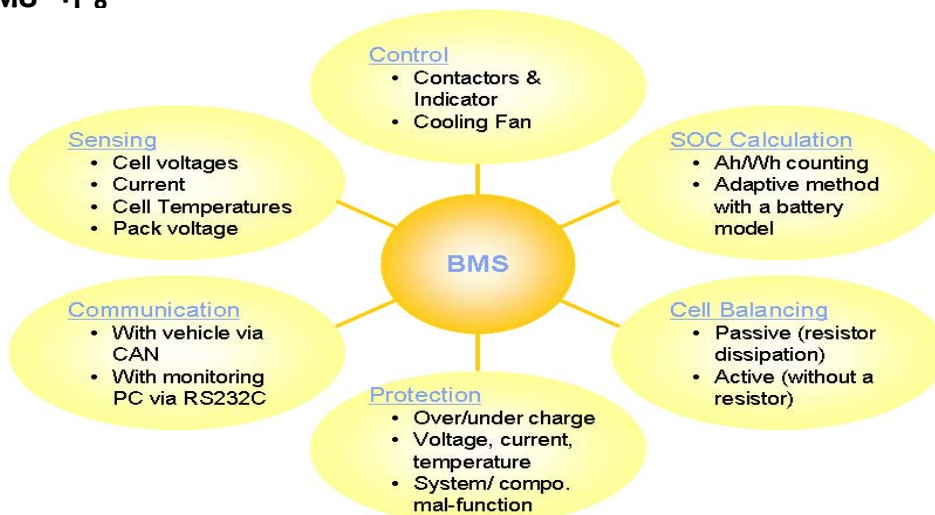
xEV용 Battery 발전 방향



- 1 자동차부품연구원 소개
- 2 친환경자동차 도입배경
- 3 xEV 차량 및 배터리 기술 동향
- 4 배터리 관리장치 기술 동향

Battery 관리 장치의 정의

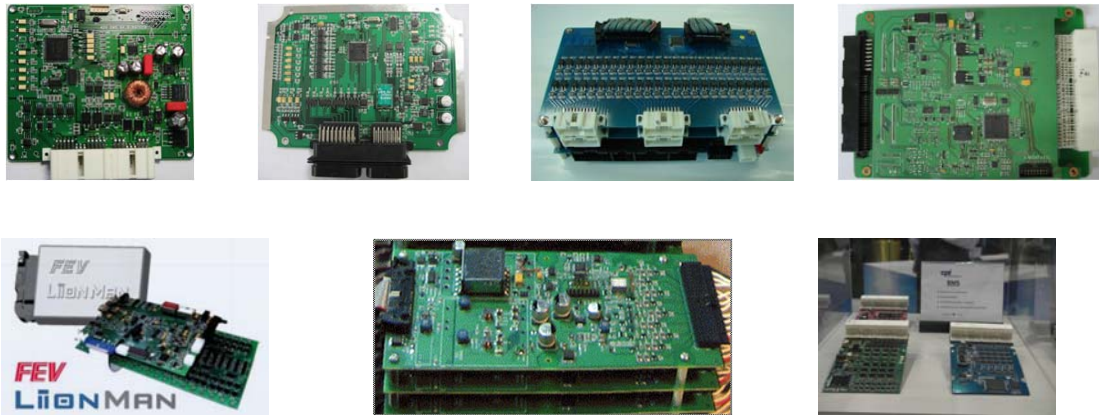
- 배터리 관리 시스템 (BMS, Battery Management System)이란?
 - 배터리의 현재 상태를 파악하여 효과적으로 사용할 수 있도록 정보를 제공하고,
 - ESS의 안전성, 신뢰성 및 수명 보증을 위한 적절한 제어를 수행하는 시스템
- BMS 기능



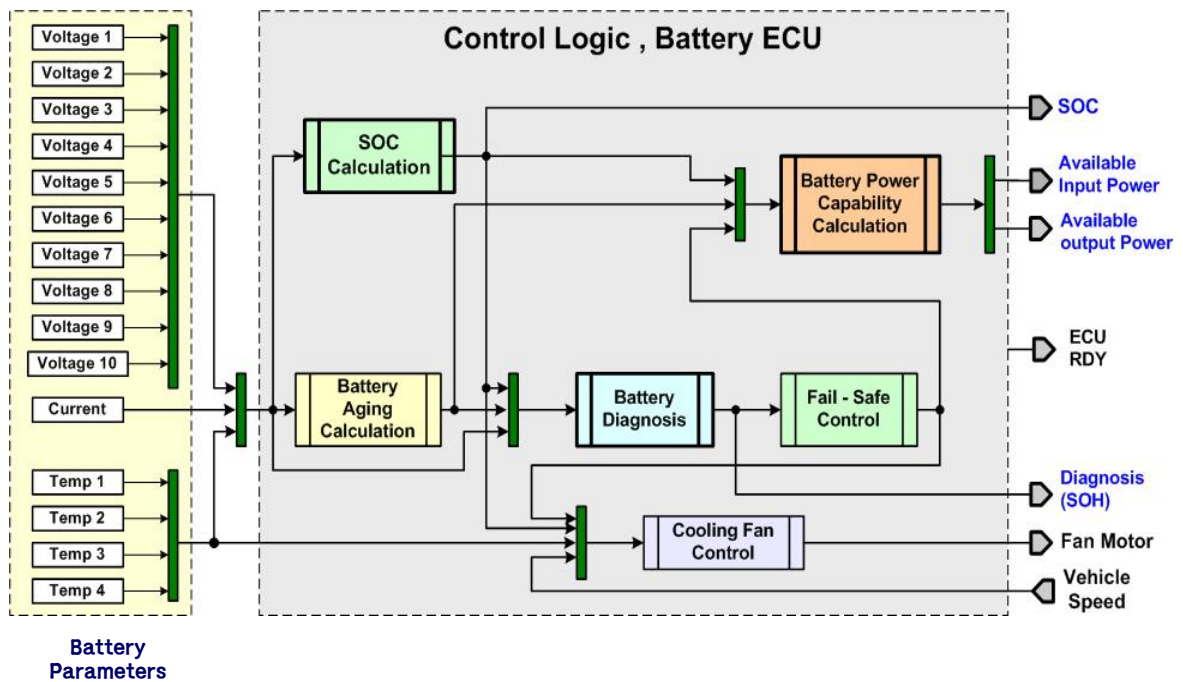
BMS 개발 동향



- 이차 전지용 배터리 보호용으로 개발 시작
- 1991년 휴대폰 전지 폭발 사고 이후, SONY사에서 배터리 보호 칩 개발
- HEV, PHEV, EV 발전에 따른 배터리 성능 및 안전성 중시
- 배터리의 종류, 특성, 용량, 적용 대상 차종에 따라 맞춤형 BMS 개발
- 완성자 업체와 배터리 업체 그리고 BMS 전문 업체가 컨소시엄 형태로 개발



BMS 제어 블록도



BMS H/W 기술 (I)



● 전류 측정

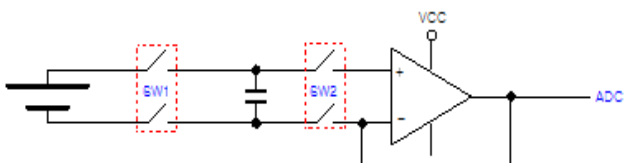
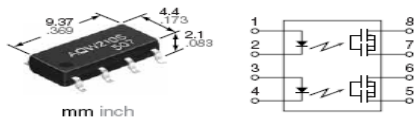
	CT (Current Transducer)	Shunt
특징	<ul style="list-style-type: none"> 홀 효과를 이용한 센서 1차측과 2차측 절연 출력이 전압 혹은 전류 	<ul style="list-style-type: none"> 전류 흐름에 의해 발생하는 Shunt 양단의 전압 차 이용 Shunt Monitor 필요
장점	<ul style="list-style-type: none"> 사용이 편리 	<ul style="list-style-type: none"> 저가로 구성 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> 양방향 전류 측정 시 양전원 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 정밀 측정을 위해서는 고성능 ADC 필요
Layout		
사진		

BMS H/W 기술 (II)

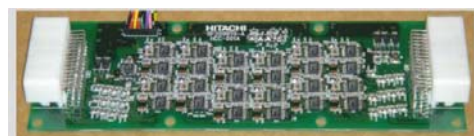
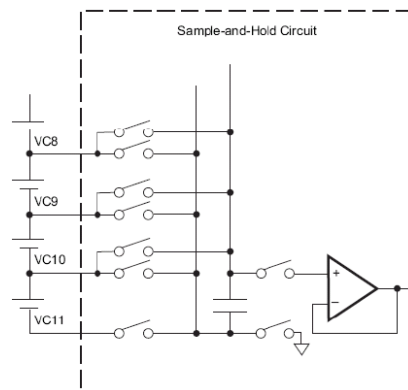


● Cell Voltage Monitoring

▪ Photomos Relay 이용



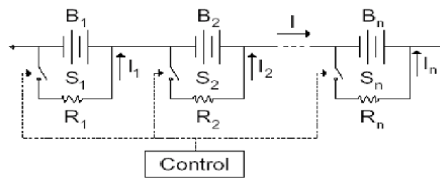
▪ CVM IC 이용



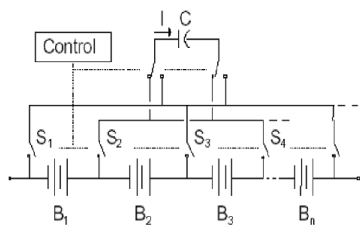
히타치社 CVM IC 및 적용 BMS

● Cell Balancing

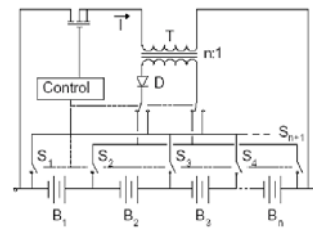
- 이차전지 직·병렬 사용에 따른 셀간 미소한 특성 차이로 셀 전압 불균형 발생
- 셀간 전압차 발생 - 전지의 성능(용량)을 저하 시키는 요인



Charging Shunting - Resistance



Charging Shunting - Flying Capacitor



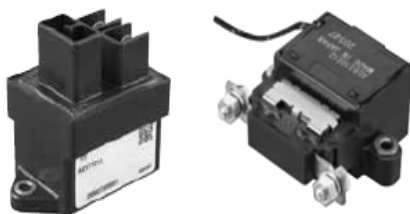
Energy Converting - Switched Transformer

● Relay Control

- 에너지 저장장치와 부하 연결
- Pre-charging과 Main Relay 제어

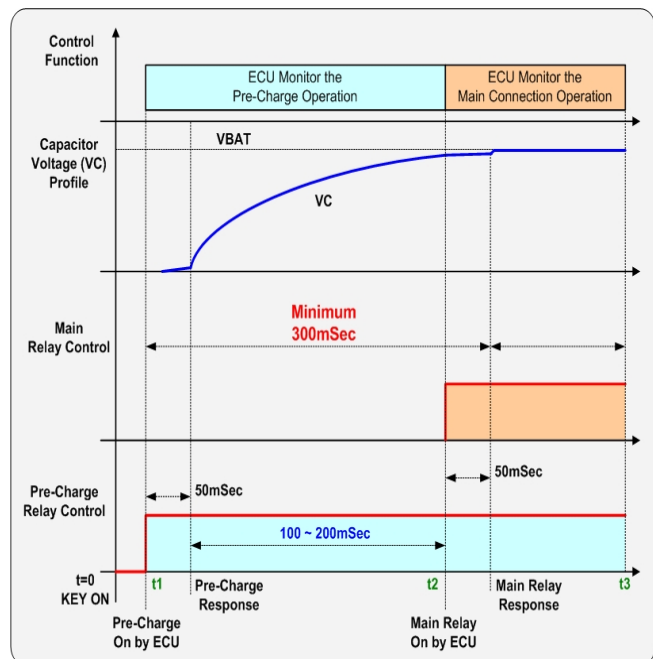


PCB 타입 릴레이 (Fujitsu)

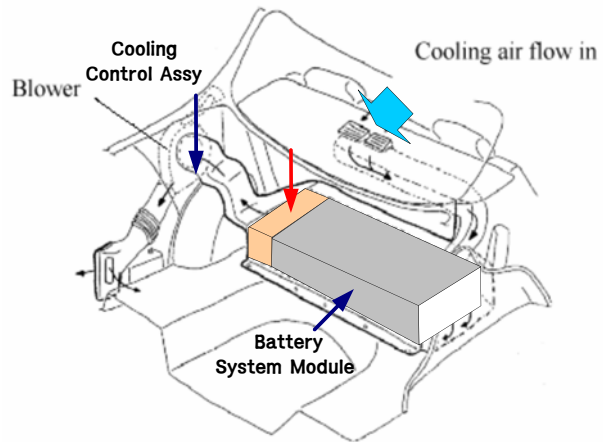
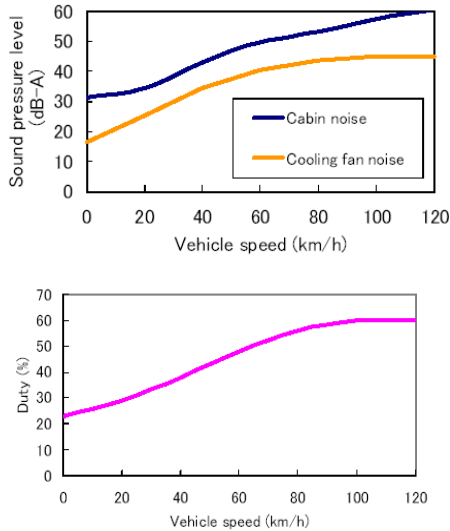


EV-용 릴레이 (Panasonic)

Pre-Charging 및 Main Relay 제어 Timing



배터리 Cooling Fan 속도 제어



차량속도에 따라 Cooling Fan 제어 PWM Duty 제한 (20% (차량정지) ~ 60 %(100km/h))을 설정하여 Cooling Fan 가청 Sound가 항상 실내 차량 Noise 대비 8 ~ 15 dB 가량 낮아 실내 승객이 인식할 수 없도록 제어함.

BMS S/W 기술 (I)

● SOC 산출 기술

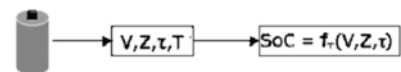
- State of Charge
- 전체 용량 대비 현재 잔존용량 비율 [%]

$$SOC = \frac{C_t}{C_f} \times 100\%$$

- SOC를 직접 측정하는 방법 없음
- 간접적인 방법에 의해 SOC를 산출

● SOC Estimation Methods

- 화학적인 방법
- 배터리 개방전압 측정 방법(Open Circuit Voltage)
- 전류 적산법 (Coulomb Counting)
- 내부 임피던스 측정법
- 칼만 필터, Neural Network, SVM etc



V: 전압, Z: 임피던스, r : Voltage Relation Time, T : 온도

History of SOC Estimation

Year	Researcher/ Company	Method
1938	Heyer	Voltage measurements
1963	Curtis	Voltage measurements and threshold in voltage levels
1970	Lerner	Comparison between two batteries (one with a known SoC)
1974	Brandwein	Voltage, temperature and current measurements
1975	Christianson	OCV
1975	Dowgiallo	Impedance measurements
1975	Finger	Coulomb counting
1978	Eby	OCV and voltage under load
1980	Kikuoka	Book-keeping
1981	Finger	Voltage relaxation
1984	Peled	Look-up tables based on OCV and T measurements
1985	Muramatsu	Impedance spectroscopy
1986	Kopmann	Look-up tables based on V, I and T measurements
1988	Seyfang	Book-keeping and adaptive system
1992	Aylor	OCV, OCV prediction and coulometric measurements
1997	Gerard	Voltage and Current Measurements, Artificial Neural Networks
1999	Salkind	Coulomb counting, impedance spectroscopy, fuzzy logic
2000	Garche	Voltage and Current Measurements, Kalman filters
2000	Bergveld	Book-keeping, overpotential, EMF, maximum capacity learning algorithm

보호기능

제어 기능	보호 기능
과충전, 과방전 보호기능	과충전이나 과방전시 릴레이를 통한 제어
고전압 절연감시 기능	배터리 단자와 샤시의 절연을 감시하여 절연이상 이 발생시 고전압/누설전류를 차단
과전류 차단 기능	배터리의 정격을 넘는 전류 유입시 릴레이를 통한 제어
저온, 고온시 온도제어 기능	배터리가 적정 온도범위를 벗어날 경우 팬을 구동 하여 온도상승 제어
응급상황시 릴레이 차단 기능	규정된 응급상황이나 비상상황 발생시 릴레이를 구동하여 배터리를 차단
Fail-Safety	다중 보호장치(2-접점 릴레이, BMS Watch dog 기능 등) 사용
셀 모니터링/보호기능	셀 모니터링을 통하여 비정상 동작시 보호기능 작동

에너지 저장시스템 개발 협력

Coordinator

Battery Engineer

Electrical /Electronics Engineer



Mechanical Engineer

KATECH

Thank You !

