자동차에서의 전기 전자

Automotive Electronics

배 재 일 · 케피코 연구소장
Jae Il Bae · Kefico

1. Automotive Electronics

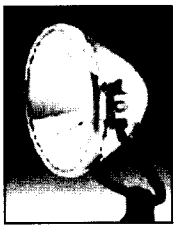
자동차에서 전기시스템(Electrical System)이 도입 된 것은 칼 벤츠가 설계 한 자동차에 Battery와 Ignition Coil로 구성된 Ignition System이 시발 이었다.

이 초기의 전기 장치들은 셀프 스타팅 모터, 헤드 라이트로 발전 되어지게 되었으며 1930년대에 진공관 라디오가 자동차에 장착 되어 전자화(Electronics) 자동차의 출발을 보게 되었으나 진공관의 진동에 대한 문제점, 장착에 필요한 과대한 공간 및 전력 소비의 과대함 등에 따라 자동차에 적용은 활발히 이루어지지 않았다.

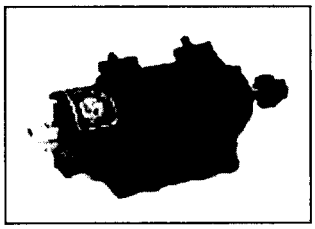
1948년 트랜지스터가 개발되고 1958년 IC(Integrated Circuit)가 개발 되었으나 이 새로운 발명품들은 1960년대 들어서 자동차에 적용되어 지기 시작 하였다.

자동차에 처음으로 응용된 반도체는 얼터네이터의 정류기에 사용되는 실리콘 다이오드 였다. 이후로 Voltage Regulator 및 Ignitor에 사용 되는 전기식 접촉방법을 Power Transistor로 대체 하면서 자동차의 신뢰성이나 기능이 현격히 발전 되기 시작 하였다.

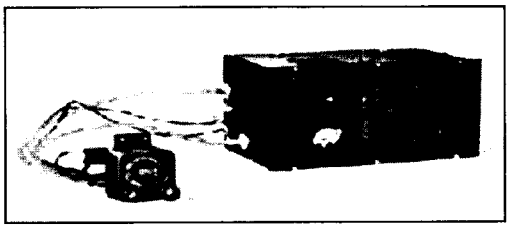
1967년 IC가 자동차에 적용 되면서 본격적으로 자동차의 전자화가 이루어 졌으며 이때 IC VOLTAGE REGUT ATOR, IC IGNITOR와 같은 전자 부품이 엔진의 전기적 시스템을 대체 하였다. 동시대에 전자기술은 아나로그회로를 이용한 다양한 제품들이 개발 되어 지고 있었으며 자동차에는 Fuel Injection Control, Cruise Control, Antilock Brake System등이 성공적으



1913년 Headlight (Bosch)



1914년 Start Motor (Bosch)



1930년 Car Radio (Berlin Ideal. Co)

로 자동차에 적용 되어졌다.그러나 이런 전자화 시스템은 당시에 너무 고가이고 실제적으로 실 사용자에게 특별한 이득이 없어 대중화 되어 적용 되지는 않았다.

1970년대 미국에서 3개의 주요한 법률이 제정되었는데 이 법률이 자동차의 전자화를 더욱 촉진시켰다. 이 법률 중 첫번째 항목은 운전자의 안전에 대한 법률로써 운전자가 좌석에 앉았을 시 안전벨트를 착용 하지 않으면 엔진 시동이 걸리지 않게 하는 시스템의 개발을 필요 하게 되었고 이를 충족시키기 위해서는 시스템적으로 Ignition이 Power Off 되어 있어도 기능적이 작동되는 System 개발을 요구 하여져 Battery의 방전을 절감 시키는 기술이 필요 하여지게 되었다.

이에 대한 해결책으로 C-MOS IC가 이문제를 해결 하는 방안으로 채택 되었다.

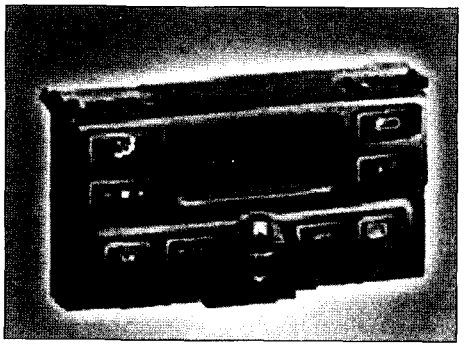
1971년 개발된 Microcomputer는 처음으로 Ignition Timing Control을 하는데 사용 되었으며 이 시스템은 엔진출력을 높이는 정밀한 제어를 할 수 있게 되었다.

또 하나의 법률은 배기가스와 연비관련 법률로 이는 자동차시스템에 Microcomputer적용을 가속화 하였다.이 법률은 1970년대 중반부터 1980년대 초반에 걸쳐 도입 되었는데 이에 대한 배기의 정화방법으로써의 해결은 연비 및 엔진 성능의 악화를 초래 하였다. 이에 따라 고객의 만족과 법률을 충족 시키는 방법을 찾는 것이 새로운 문제점으로 대두 되었고 이를 해결 하기 위한 방법은 엔진 자체의 개조 개선으로는 충족 시킬 수 없고 정확한 공연비의 조절,최적의 점화시간 조절, Idle Speed Control 등이 필요 하게 되었다.

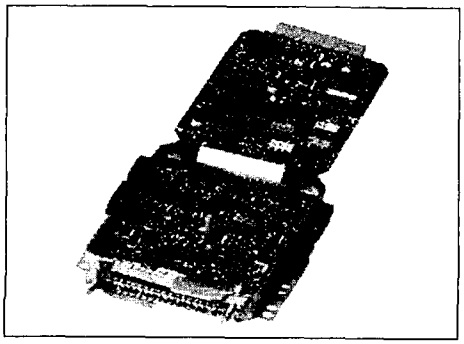
이와 같이 자동차에 있어서 복합적이고 상반된 다양한 요구 사항은 Microcomputer를 이용한 Digital 엔진 제어 시스템으로 해결 하였으며 이러한 시스템은 현재 까지도 사용되어 지고 있다.

1980 년대 들어 고기술이 급격히 발전 한 시기였으며 고객들은 이러한 고기술이 반영된 차량을 원하게 되었으며 이는 Microcomputer를 이용한 부가가치가 높은 부품의 기술개발이 급격히 이루어졌다. 전자식 디스플레이장치, Suspension Control, 전자식 에어컨, 전자식튜너를 이용한 카라디오 등은 이런 제품들을 보여주는 작은 사례라 하겠다

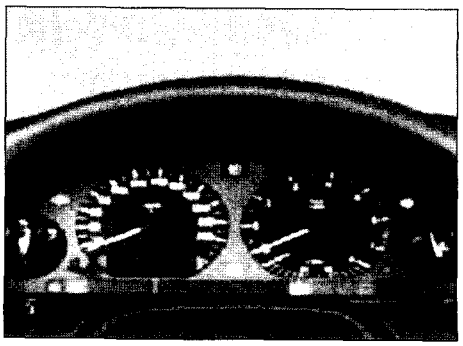
1980년대 중반부터는 자동차의 승차감 및 안전



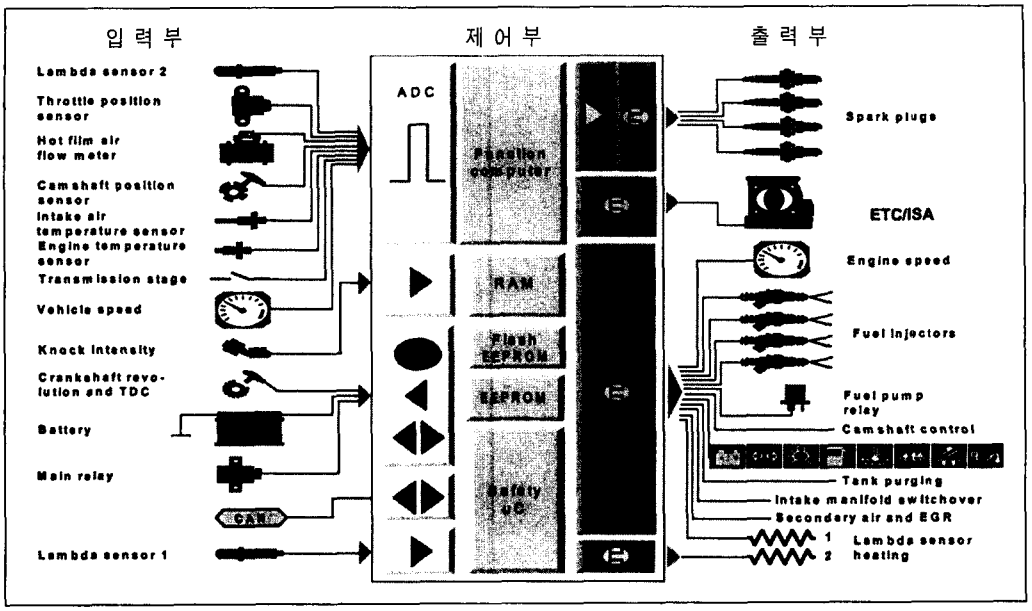
Electronic Aircondition Control System



1980년대 초기의 Bosch의 Control Unit



Multi Information Display System



성에 대한 요구가 높아지고 이에 따른 에어컨, ABS 및 에어백 등이 개발 되어지고 현재까지 이어 오고 있다.

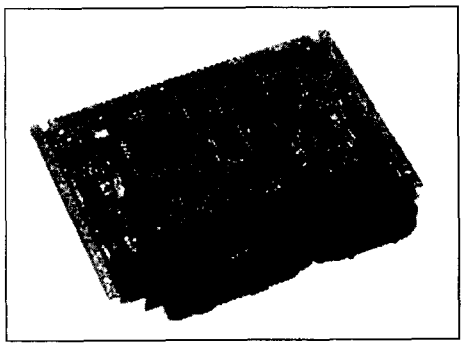
2. 현재의 Automotive E lectronics

Microcomputer와 같은 반도체의 성능 향상은 자동차의 전자화에 많은 도움이 되었으며 특히 신뢰성 향상, 저렴 한 가격 및 Space의 절감의 요구사항에 많은 기여를 하고 있다.1990년대에 들어 자동차의 전자화는 엔진콘트롤 분야 뿐만 아니라 다른 응용 분야에서도 매우 중요한 요소로 취급되고있으며 현재 자동차의 전자화의 추세는 크게 Powertrain Control, Vehicle Control, Body Control, Information & Communication 같이 다양한 분야에서 활발히 진행되고 있으며 본 장에서는 이러한 제어들에 의한 자동차에서의 기능향상에 관하여 간략히 설명 하여 본다.

1) Powertrain Control은 자동차의 동력 발생 및 이 동력의 전달 계통을 제어 하는 분야로써 즉 엔진 콘트롤 및 트랜스미션 콘트롤 구성 된다.

가솔린 엔진 제어는 인젝션 콘트롤, 점화시기제어, Knock 제어, 아이들 스피드 제어 및 자기진단 등을 통해 엔진 가동에 최적의 조건 등을 부여 연비 향상, 배기가스 감소 등을 기본 목적으로 개발 발전 되어 지고 있다. 아래의 그림은 최근의 전형적인 가솔린 엔진 콘트롤 시스템인 MPI(Multi Point Injection) System을 보여준다.

자동변속제어(Electronic Transmission Control)은 자동변속기를 제어 하는 장치로써 기본적으로 차속과 트로틀위치를 통하여 토르크 콘



EUC 및 TCU 기능이 통합된 PCU (Kefico)

버트, 록압제어, 클러치 유압력 제어 등을 마이크로콤퓨터 제어를 통한 최적의 변속제어를 실행 한다.또한 엔진콘트롤 유니트를 통하여 필요한 신호들을 받아 기어 변속시 엔진 Torque 제어를 실시하는 경우도 있다.

자동변속제어는 주행성의 향상, 연비 향상, 제어매카니즘의 단순화 와 변속의 정밀도 등의 향상됨에 따라 점점 선호 되어 지고 있으며 이에 따라 엔진제어장치(ECU)와 자동변속제어장치의 통합화가 경제성 및 System 구성의 단순화를 위하여 확대적용 되어지고 있다.

2) Vehicle Control은 기본적으로 주행, 회전, 정지 3요소를 전자적으로 제어 하는 것으로 전자식 제어는 제어의 응답성,안정적 조향성 및 승차감 향상을 위한 차량제어에 상당한 향상을 기여 하게 되었다. VC는 Suspension Control, Steering Control, ABS, Cruise Control, Traction Control, 4WS Control 등으로 분류 할수 있다.

Suspension Control은 도로와 주행 조건따라 차량의 높이, Spring Constant, Shock Absorber의 Damping Force를 제어 할 수 있게 되었다.

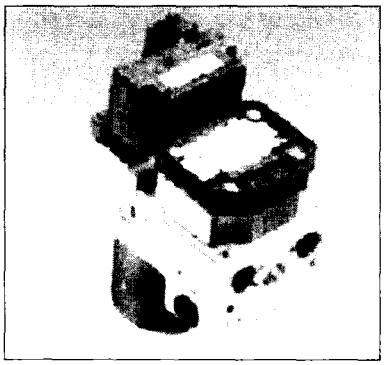
차량의 높이 제어는 고속 주행시 도로조건에 관계없이 주행면과 자동차의 사이를 일정한 간격으로 유지 시키는 기능으로서 자동차의 위치를 낮게 유지하여 공기의 저항을 줄이고 조향성의 안정화를 유지 시킨다. 수동적인 차량높이 제어 방법은 시트로엥 같은 차량에 적용 되어 지기도 하였다.

전자식 제어 시스템은 차량 높이 센서, 차속 센서로부터 신호를 받아 최적의 상태를 ECU가 연산하여 ACTUATOR를 구동 하는 방식으로 제어 되고 있다.

Spring Constant 및 Shock Absorber Damping Force 제어는 급제동,급가속,급선회시 차량상태의 변화를 최소화 시키고 조향장치의 능력을 향상 시키는 목적으로 개발 되어 지고 있다.

Steering 제어는 Power Steering 시스템의 구동력을 제어 하는 것으로서 기본적인 목적은 차량이 저속시에는 Steering Wheel의 구동력을 적은 힘으로도 가능케 하여 안정성을 도모 하며 차량이 고속 주행시는 Steering Wheel 구동시키는 힘을 증가 시켜 조향 안정성을 도모 하는데 있으며 이와 같은 Steering 제어는 초기에는 유압식 Power Steering을 제어 하는 방식에서 최근에는 Power Steering 자체를 전기 Motor로 구동 시켜 제어 하는 전자식 Power Steering 이 적용 활용 되어 지고 있다.

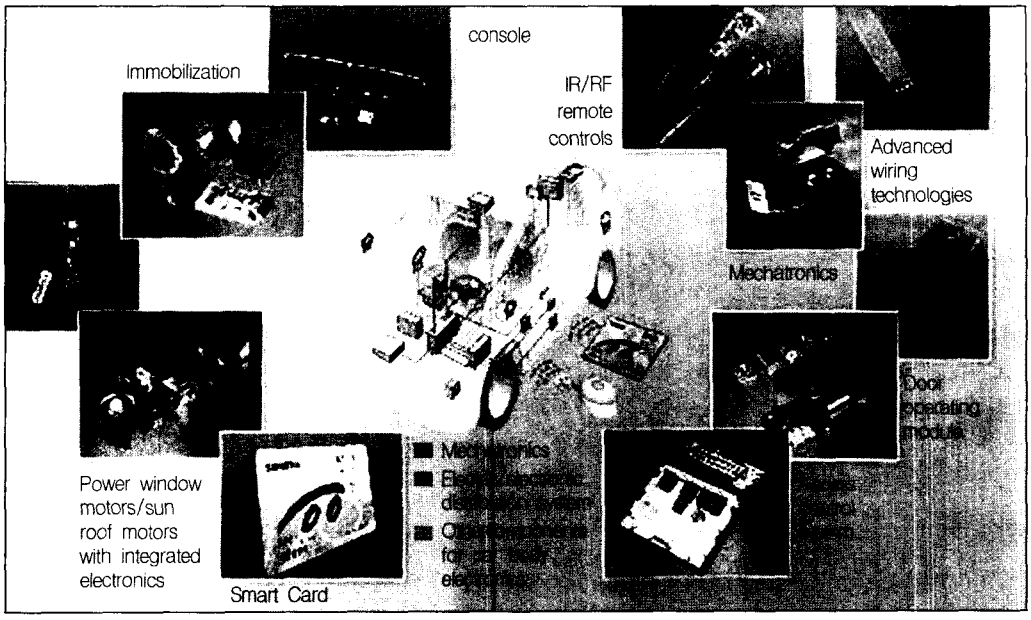
ABS는 조향의 안정성을 향상 시키기 위하여 브레이크시 Wheel의 Lock Up을 방지 하기 위하여 초기 개발 되어 졌다. Wheel의 Locking은 차속과 Wheel의 속도를 비교 하여 판정 되어 진다. ABS의 사용은 자동차의 전자화 초기 단계에서부터 개발 적용이 이루어졌으며 초기 FORD가 1968년 개발하여 고급차에 적용후 최근에는 범용적으로 적용 되는 추세에 있다. 초기에는 브레이크시 조향의 안정을 위하여 후륜만 제어 하였으나 최근에는 Microcomputer의 적용으로 전륜 제어가 가능 하여졌고 이는 브레이크시 방향의 안정성 및 조향 안정성을 도모 하게 되었다.



최신의 ABS UNIT

또한 최근 기술 개발의 추세는 전자식 브레이크 시스템으로 이는 운전자가 브레이크 페달의 작동을 Pressure Sensor, Seed Sensor 등을 통하여

최근 차량에 적용 되어진 Body electronics module 예



운전자의 정보를 받아 이를 Controller가 각각의 Wheel에부착 되어 있는 브레이크 모듈을 작동 시키는 방법으로 향후 개발 적용 추세이다.

Auto Cruise Control은 주행중 일정한 속도를 유지 하고 싶을 때 적용 하는 장치로 초기에는 Trottle Body를 별도의 Controller와 Actuator를 이용 하여 제어 하였으나 최근에는 전자식 Throttle(Electronic Throttle Control)를 이용하여 ECU가 제어 하는 방식으로 개발 진행 되어 지고 있다.

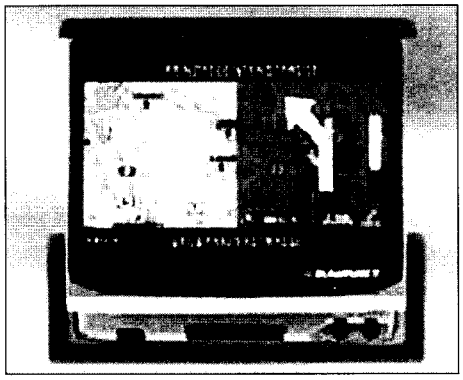
Traction Control은 차량의 출발시 또는 가속시 Wheel의 Spinning을 방지 하기 위하여 개발 되어졌다. 기본적인 원리는 미끄럼 상황을 차속과 Wheel Speed를 비교 검출 하여 브레이크가 작동시 엔진의 출력을 줄여 조향성과 안정성을 확보 할 수 있게끔 바퀴의 노면 미끄럼 상태를 최적의 상태로 유지 시켜준다.

3) **Body Control**은 자동차를 이용함에 있어서의 편리함, 안전 운전, 안락함 및 시장성을 확보 하기 위하여 개발 되어져 왔다. 이런 기술 발전은 전자식 에어컨 장치, 디지털 디스플레이, 와이퍼 콘트롤, 램프 콘트롤, 후면감시 장치, 자동차 도난 방지 장치, 도어록, 파워윈도어, 파워시트, 시트벨트 콘트롤, 에어백 등으로 편리성과 안전성을 도모 하였으며 초기 단계에서는 고급 차종에만 적용하였던 장치들이 점진적으로 대중화되고 보편적인 사양으로 적용 발전되어 지고 있다. Body Control에는 특히 Multiplex Communication System이 도입되어 하나의 통신 Line으로 다양한 신호를 전송 하고 이에 따라 전선수의 감소와 무게를 줄일 수 있어으며 동일 센서 동일 데이터를 각 제어 시스템에서 사용 함에 따라 정밀 한 제어를 이루게 되었다.

4) 현대 생활에서 자동차는 이제는 운송의 수단으로써의 기능에 국한 되지 않고 또 다른 생활 공간으로써의 역할을 담당 해야 할 필요성과 이에 대한 충분 조건으로 차량에서의 Information Communication System이 전자기술의 급속한

발전과 아울러 발전 되어지고 있다.

차량에 있어서의 Information Communication은 Multi Information, Navigation System, Entertainment 등을 제공 하고 있으며 현재의 Computer 기술의 발달과 아울러 인터넷기술이 접목되어 이전의 단순한 상호간의 이동통신 수단의 기능으로써의 정보 교환 기능이 아니라 차량의 Maintenance 및 교통상황의 정보를 전자 신호로 접수 하여 최적의 길을 안내 하여 주는 Navigation System 및 Multimedia 기능을 갖게끔 되었다.



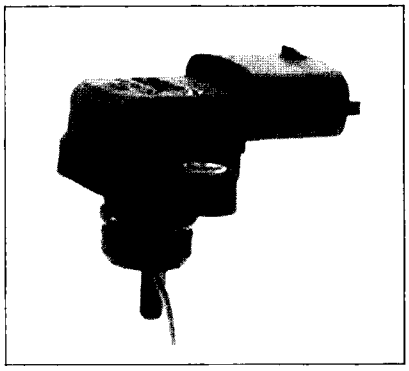
Navigation system and information comunication

3. Sensor의 기술개발동향

반도체기술 특히, MEMS기술[Micro Electro Mechanical System]의 발전에 의해 저가, 소형화 및 고신뢰성을 갖는 각종 Sensor류들이 개발되어 적용중이며, 운전자의 안전과 편의를 위해 이러한 Sensor류들의 적용은 확대될것이다.

여러 종류의 Snesor들이 MEMS기술에 의해 제작되고 있으며 그중 대표적인 것으로는 압력센서, 가속도센서 및 H/F Air Sensor를 들수 있다.

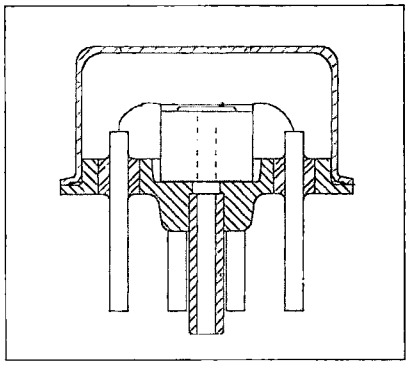
반도체식 압력센서가 적용되는 적용되는 자동차용 센서로는 흡기관 압력을 측정하기 위한 MAP Sensor, 연료탱크의 증발가스압력을 측정하기 위한 FTPS[Fuel Tank Pressure Sensor], 브레이크압을 측정하기 위한 브레이크



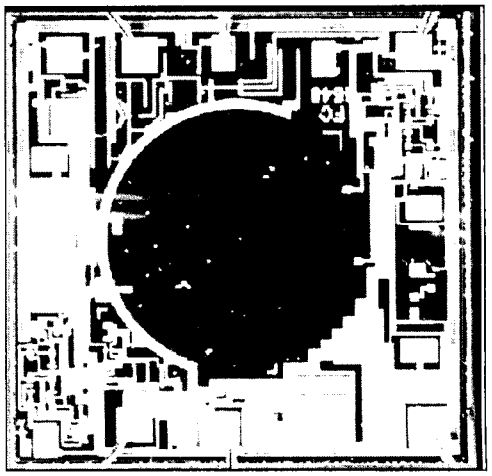
MAP SENSOR 외관사진

압력센서 및 연료압력을 측정하기 위한 연료압력센서 등이 있다.

반도체식 압력센서는 Gauge저항이 설치된



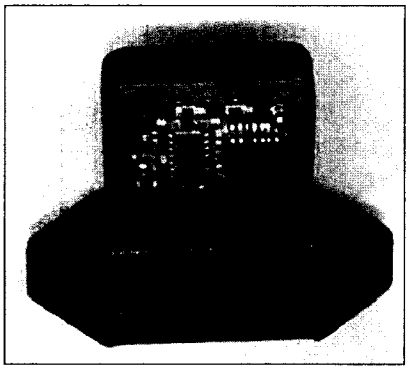
반도체식 압력센서의 구조



압력센서의 Diaphragm 및 회로부위

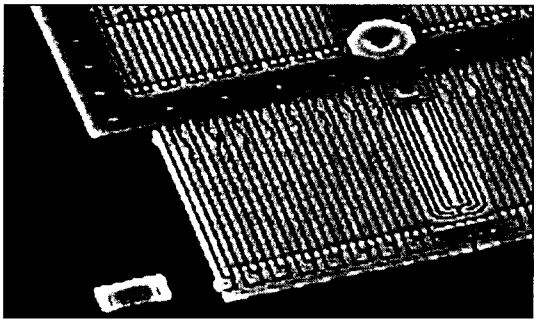
Diaphragm부와 신호처리회로가 일체된 ONE Chip형이 주로 사용되고 있다.

반도체식 가속도 센서가 적용된 자동차용 센서로는 Airbag용 충격센서와 Suspension용 가속도 센서 등이 있다.

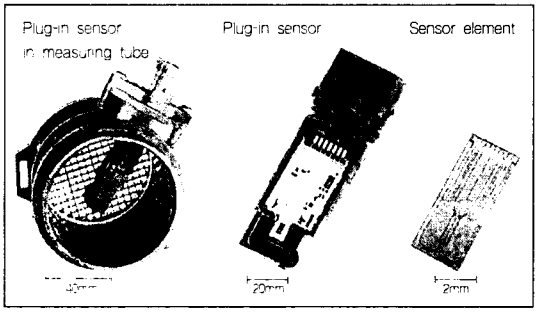


가속도 센서의 외관사진

MEMS기술이 적용된 또 하나의 Sensor가 엔진에 흡입되는 공기량을 측정하기 위한 Hot Film Air Sensor이다. H/F AFS의 Sensor Element를 MEMS기술로 소형으로 제작하여 빠른 응답특성 및 높은 측정정확도를 가지고 있다.



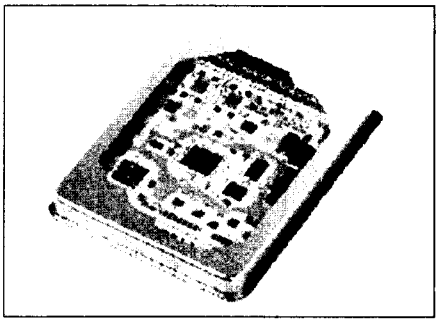
G - cell 구조

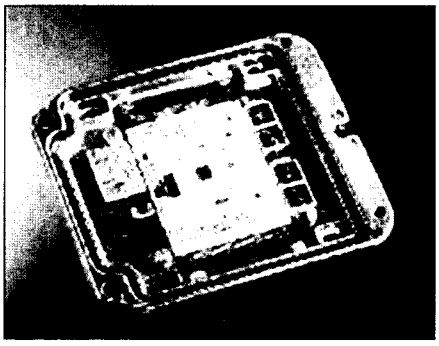


향후 MEMS기술로 제작된 Sensor들이 Body Control을 위해 더욱 많이 사용될 것이며, Angular Rate Sensor,Yaw Rate Sensor, Tire Pressure Monitoring System들이 향후 적용이 확대될 센서들이다.

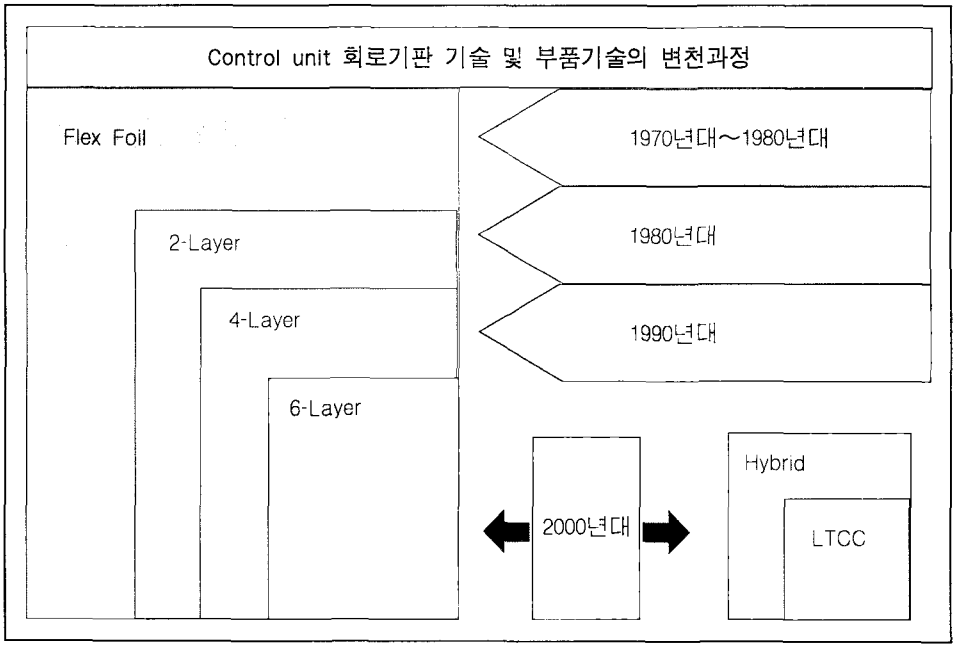
4. Automotive electronics 개발 추세 및 방향

상기 항에서 설명 하였듯이 자동차에 있어서의 전자화는 전부분에서 적용 되어지고 향후는 전자화가 더욱더 빠른 속도로 이루어지고 이에 따른 다양한 Controller Unit 및 전자부품의 장착이 필요 하여 자동차의 전자화는 다양 하게 발생되는 각종 Controller 및 부품의 자동차내의 제한된 공간에의 장착에 대한 문제 해결의 방향으로의 기술개발, 이는 제품의 축소화, 통합화, Controller와





최근 엔진룸 및 Transmission 장착용 소형, 고기능, 고신뢰도의 HYBID ECU 및 TCU



Simplified Comparison of the Areas for the Same Functionality Between PCB and Hybrid Technology

Actuator와의 일체화 등의 방향으로 개발 되어 지고 있으며 Actuator나 엔진룸과 같이 환경이 열악 한 장소에 장착하여도 이상이 없는 고신뢰도의 컨트롤러 개발에 기술력이 집중화 되어 지고 있다.

또한 자동차 내에서의 각종 Sensor류의 추가와 아울러 Mechatronics Actuator의 급증에 따라 전기 수요량의 증대에 의한 전력 공급방안 및 Energy의 중앙 관리 System이 새로운 기술 추세로 대두 되고 있다.

이에 따라 선진국에서는 14/42v 혼용의 System이 개발 되어지고 순수 42v 전용 System도 개발 되어지고 있다. 또한 순수한 전기 자동차의 개발과 중간 단계로써의 실용성이 높은 HEV(Hybrid Electric Vehicle)의 개발이 실용화 되어지고 있다.

〈배재일 연구소장 : baejaeil@kefico.co.kr〉