

# 자동차용 센서 기술동향

비아글로벌 허운행

2006. 4

포항산업과학연구원

# <목 차>

제 1 장 서 론 .....	1
제 2 장 기술개요 .....	2
2.1 자동차용 센서의 역사 .....	2
2.2 자동차용 센서의 분류 .....	2
2.3 자동차용 센서의 특성 .....	4
2.3.1 압력센서의 특징 .....	4
2.3.2 가속도센서의 특성 .....	6
2.3.3 각속도센서의 특성 .....	8
2.3.4 유량센서의 특성 .....	9
제 3 장 기술동향 .....	11
3.1 자동차용 반도체센서기술 .....	2
3.1.1 반도체식 압력센서 .....	2
3.1.2 반도체 각속도센서 .....	3
3.1.3 반도체기술을 이용한 유량 및 유속센서 .....	4
3.2 자동차용 MEMS 센서동향 .....	4
3.2.1. MEMS 센서 제조기술 .....	4
3.2.2 최신 자동차용 MEMS 센서 기술 .....	5
3.3 자동차용 스마트센서 동향 .....	7
3.3.1 차선(선)인식 센서 (Line Detect Sensor) .....	9
3.2.2 조향각 센서 (Steering Angle Sensor) .....	9
3.3.3 TPMS 센서 .....	9
제 4 장 자동차용 센서 시장동향 .....	21
제 5 장 결 론 .....	23
참고문헌 .....	24

<표 차례>

<표 1> 자동차에 적용 가능한 압력센서 .....	5
<표 2> 자동차용 MEMS 센서와 적용범위 .....	6

<그림 차례>

<그림 1> 대표적인 자동차 센서의 예 .....	4
<그림 2> 실리콘 가속도센서에 사용되는 주요기술 .....	8

기술 분류 코드 : 326

## 초 록

세계 각국의 교통 안전 법규와 환경 규제 정책 강화, 자동차의 안전성 향상에 대한 보험업계의 압력 등은 자동차의 성능 기준을 점점 높여놓고 있다. 하지만 과거와 같은 기계적 시스템 구현 방식을 통해서 자동차의 기능을 추가하거나 향상시키는데 한계가 있다. 그 한계를 뛰어넘을 수 있게 만든 것이 바로 다양한 전자 장치이며, 그 핵심을 차지하고 있는 것이 자동차용 반도체 센서이다.

최근 자동차용 센서 기술동향은 소형화·지능화하는 경향이 두드러지게 나타나고 있다. MEMS 센서 기술의 이슈는 현재 원칩화 기술에서 점차 메모리와 컨트롤러를 접목한 스마트(지능형) 센서로 변화하고 있다. 현재 국내에서는 MEMS 개별 소자의 기술 개발에 집중되어 있지만, 최신 센서 기술의 접목이 빠르게 진행 될 수 있는 자동차용 제품에 대비하여 센서 네트워크 및 스마트센서 개발이 시급한 실정이다.

키워드 : 자동차센서, 스마트센서 , MEMS 센서, 마이크로센서

# 제1장 서론

한 대의 자동차는 약 2만여개의 다양한 부품들로 조합된다. 대부분이 기계 부품으로 구성되어 있는 자동차에서 최근에는 약 1천여개의 반도체 부품이 사용될 정도로 자동차용 전자 제품의 비중이 급격하게 증가하고 있다.

운전자 안전을 보장하기 위한 에어백(Air Bag) 시스템, ABS(Antilock Brake System), TPMS(Tire Pressure Monitoring System) 등 안전 장비에 대한 의무장착 규제가 점차 강화되고 있는 추세이다. 또한 에너지 절약과 환경보호를 위해 필요한 기술들, 예컨대 연료 사용량을 줄이고 배기가스를 줄일 수 있는 엔진 및 차제 제어 기술에 대한 요구도 끊임없이 계속되고 있다.

이처럼 세계 각국의 교통 안전 법규와 환경 규제 정책 강화, 자동차의 안전성 향상에 대한 보험업계의 압력 등은 자동차의 성능 기준을 점점 높여놓고 있다. 하지만 과거와 같은 기계적 시스템 구현 방식을 통해서는 자동차의 기능을 추가하거나 향상시키는데 한계가 있다. 그 한계를 뛰어넘을 수 있게 만든 것이 바로 다양한 전자 장치이며, 그 핵심을 차지하고 있는 것이 자동차용 반도체 센서이다.

자동차의 편리성과 안전성, 환경 규제로 인해 연비 향상 및 배기가스 절감 등에 대한 요구가 거세지고 있어 기존의 기계식 센서 제어방식은 이러한 요구를 충족시키기에는 한계에 도달해 가고 있다.

엔진 제어 및 시스템 진단, 차량 안전과 시스템 모니터링, 환경 제어, 네비게이션 시스템 등은 전자 센서 장치를 통해 구현되고 있으며,(그림1 참조) 여기에 필요한 다양한 고성능, 다기능의 지능형 센서와 모듈 개발이 활발히 진행되고 있다.

## 제2장 기술개요

### 2.1 자동차용 센서의 역사

자동차용 센서는 1971년 세계 최초로 미국 인텔(사)의 4비트 마이크로 컴퓨터의 상용화 개발에 성공을 바탕으로 인간이 조작하던 일들을 보조하는 역할은 물론 인간이 추구하는 친환경적 요소까지도 전자제어장치 기술의 접목을 통해 가능하게 되면서 자동차 센서의 적용은 급격히 증가하기 시작했다. 특히 마이크로 컴퓨터의 급속한 발달은 자동차의 성능 향상은 물론 편의성과 안전성, 친환경성 등을 현실로 실현하는 혁신적 계기로 인간의 꿈을 실현해 나가게 되면서 자동차 전자제어 시스템 또한 많은 발달을 가져오게 되었다.

### 2.2 자동차용 센서의 분류

현재 적용되고 있는 대표적인 전자제어 시스템을 살펴보면, 인체에 유해한 배출가스를 억제하기 위해 연소실 내의 연소가스를 완전 연소 조건을 실현하기 위해 도입한 ‘EMS(엔진 전자제어 시스템)’, 미끄러운 노면에서 제동력에 의해 휠의 타이어나 노면의 마찰력 감소로 쉽게 휠(wheel)이 록(lock) 되는 것을 방지하기 위해 운전자의 조향 안전성을 확보하기 위한 ‘ABS(엔티 록 브레이크 시스템)’, 차의 주행속도 및 선회력에 따라 운전자의 주행 안전성 확보를 위한 ‘ECS(전자제어 현가장치)’, 운전자의 의지에 의해 차의 주행속도와 엔진의 부하에 따라 자동으로 변속되는 ‘TCS(자동변속기 시스템)’, 운전자에게 차의 운행 및 운전에 필요한 각종 정보를 제공하는 ‘에탁스(ETACS: 차 운행정보 제공 시스템)’, 차 운행 안전을 위해 자동차용 레이더를 설치해 전방 장애물을 감지하고 충돌 위험을 사전에 경고 및 자동으로 제동하는 ‘자동 브레이크 시스템’, 후방 물체를 감지해 차의 충돌을 방지하는 ‘BWS(후방 물체 식별 경고 시스템)’ 등이 적용되고 있다.

이와 같은 전자제어 시스템들의 입력 정보는 각종 센서의 감지 신호에 의해 ECU로 입력되어 응답하고 제어하게 되는데, 이들 전자제어 시스템에 적용되는 센서의 종류를 검출하는 용도에 따라 구분해 보면 다음과 같은 센서들을 예로 들 수가 있다.

<센서 적용 용도별 분류>

- ① 온도를 감지하는 센서의 예  
수온센서, 수온 스위치, 실내온센서 등
- ② 압력을 감지하는 센서의 예  
맵센서, 타이어 공기압 센서
- ③ 공기류량을 감지하는 센서의 예 - 흡입 공기량 센서
- ④ 위치를 감지하는 센서의 예  
액셀러레이터 개도 센서, 차고 센서
- ⑤ 액체 레벨을 감지하는 센서의 예  
연료 레벨 센서, ATF 레벨 센서
- ⑥ 각도를 감지하는 센서의 예 - 조향각 센서
- ⑦ 회전수를 감지하는 센서의 예  
차속 센서, 크랭크 각 센서, 휠 스피드 센서
- ⑧ 가스 농도를 감지하는 센서의 예  
산소센서, 실내 대기오염 센서
- ⑨ 진동을 감지하는 센서의 예 - 노크 센서
- ⑩ 가속도를 감지하는 센서의 예 - 임팩트 센서, G센서
- ⑪ 물체를 감지하는 센서의 예 - 초음파 센서



<그림 1> 대표적인 자동차 센서의 예

## 2.3 자동차용 센서의 특성

### 2.3.1 압력센서의 특징

압력센서는 압력을 감지해서 전기신호로 변환시키는 목적으로 사용되는 감지기로서 가전제품을 비롯하여 자동차, 생체공학용 의료기, 환경 제어와 산업체의 대규모 시스템 제어 등에서 광범위하게 응용되고 있다. 최근에는 마이크로프로세서 분야와 로봇 산업의 발달과 더불어 여러 산업계의 시스템이 자동화됨에 따라 효율적인 제어를 위해서 감지부의 고감도화를 수반하는 고성능화가 요구되고 있다.

실리콘 다이어프램형 압력센서는 외부압력에 의한 다이어프램의 휨 정도가 달라짐을 이용하는 정전용량형과 다이어프램 위에 위치한 저항체가 응력에 따라 저항값이 바뀌게 됨을 이용하는 압저항형으로 구분된다. 정전용량형 압력센서는 온도계수가 낮고, 전력손실이 작지 만, 소자면적이 넓어야 하고 정전용량을 출력신호로 이용하기 때문에 복잡한 신호처리부를 필요로 한다. 반면에 압저항형 압력센서는 선형성이 우수하고 신호처리가 용이하나, 감도가 낮으며 온도의존성이 용량형보다 높다.

최근에는 집적회로 기술 및 신호처리회로의 발달로 인하여 소자의 감지부, 신호처리회로 및 보상회로 등을 단일칩화하는 연구가 수행되고 있다. 실리콘 압력센서는 주로 자동차의 엔진 흡입기관 내의 진공변화를 이용해서 실린더에 공급되는 공기량을 간접적으로 알아내는데 이용 되고 있다. 따라서 이 형식을 사용한 자동차에서는 별도의 공기유량 (air flow) 센서가 필요 없다. 압력센서가 엔진 가까이에서 사용됨으로 고온(약 120℃)에 견딜 수 있어야 하며 특히 온도특성이 좋은 것이 바람직하다.

이를 위해서 고온특성이 좋은 SOI(silicon on insulator)구조의 실리콘 압력센서가 개발되고 있다. 최근에는 반도체 메모리의 고집적화를 이룬 VLSI 기술과 반도체 공정기술이 결부되어 외계의 정보를 감지할 뿐만 아니라 각종 판단 기능을 가진 지능화된 센서에 대한 연구가 세계 각국에서 활발하게 진행되고 있다.

<표 1> 자동차에 적용 가능한 압력센서

구 분	적용센서
Engine control	·MAP Sensor(1~2bar) ·EGR Sensor(1bar) ·Diesel Sensor(2~6bar) ·Baromatic Sensor(1 bar) ·Oil Sensor(4~16bar) ·Aircon Sensor(10~50bar) ·Fuel tank Sensor(3~5kpa) ·GDI Sensor(150bar)
Vehicle Stability	·Oil Sensor
Transmission Control	·Oil Sensor
Safety Drive	·Tire Pressure Sensor(4~10bar)

<표 1>에는 자동차에 적용 가능한 압력센서에 관하여 정리하여 나타내었다. 실리콘 압력센서는 엔진제어용 MAP 센서가 가장 먼저 상품화되어 사용되었으며, 현재 타이어압 센서 그리고 연료압 센서가

상품화되었고 에어컨 압력센서 등을 실리콘 센서로 대체하기 위한 단계에 있다. 향후 자동차 한 대당 최소한 6~7개 정도의 압력센서가 사용될 것으로 전문가들은 예측하고 있다.

### 2.3.2 가속도센서의 특성

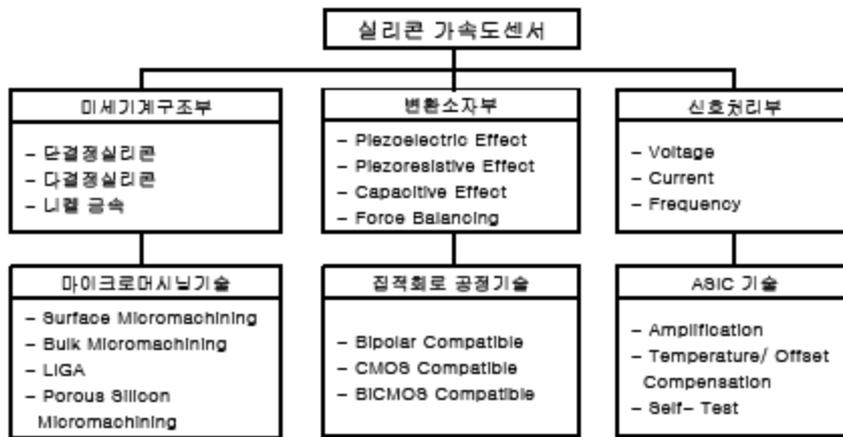
가속도센서는 물체에 작용하는 가속력, 진동력 및 충격력 등의 동적 힘을 순간적으로 감지할 수 있으므로 자동차, 기차, 항공기 및 선박 등 운송기기와 FA(Factory Automation)관련 장비 등에 폭 넓게 활용할 수 있다. 특히, 최근에 자동차의 안정도에 관한 관심이 높아지면서 정면 충돌시 운전자와 승객을 보호하기 위한 안전장치로 에어백의 설치를 법규화 하면서 에어백(airbag)에 들어가는 핵심소자인 자동차용 가속도센서에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 또한 자동차의 안정성, 신뢰성, 안락성, 편의성 향상을 위하여 가속도센서는 전자식 엔진제어시스템, ABS(anti-lock braking system), 지능형 현가장치(smart suspension system), 조향시스템(steering system), 자동잠금장치(autodoor lock system)등의 핵심부품으로 사용되고 있다.

기계식 가속도센서는 구조가 복잡하고 크고 무거우며 양산이 힘들어 신뢰성이 낮고 가격이 높아 그 활용이 제한된다. 반면에 실리콘 가속도센서는 실리콘의 기계적 성질이 우수하고 기존에 확립된 반도체 집적회로 공정기술을 이용함으로써 신뢰성과 양산성이 우수하며, 소자의 소형화, 경량화 및 저가격화가 가능하다는 장점이 있다.

지금까지 발표된 실리콘 가속도센서는 박막형성이 용이한 다결정실리콘(poly-silicon)을 표면 마이크로머시닝(surface micromachining)하여 만든 용량형(capacitive type)과 단결정 실리콘 위에 압저항 소자를 제작하고 이를 몸체마이크로머시닝(bulk micromachining)으로 박막 가공하여 만든 압저항형(piezoresistive type)으로 분류할 수 있다.

가속도센서 중 대표적인 실리콘 센서에 대해 좀더 자세히 살펴보면서 다음과 같다. 실리콘 가속도센서는 크게 3가지 부분으로 나누어진다. 가속도 증,

힘을 받아들이는 실리콘 미세 기계구조부와 힘을 전기적 신호로 바꾸어 주는 변환소자부, 정격출력을 만들어 주는 신호처리부로 구성되어 있다(<그림 2-7>). 미세기계구조물 제작을 위한 마이크로머시닝기술은 집적회로 제조기술을 기반으로 하고 있으나, 공정자체가 반드시 일치하는 것은 아니다. 특히, 영점, 감도, 온도보상 및 자기진단회로가 센서부와 같이 단일 칩에 집적화 되는 On-chip 센서의 개발추세에 따라 기존의 Bipolar, CMOS, BiCMOS 공정기술과 마이크로머시닝기술의 호환성(compatibility), 재현성(reproducibility) 및 안정성(stability)을 유지하는 상호보완적인 공정기술이 강조되고 있다. 양산을 위한 가장 중요한 기술은 실리콘 미세구조를 만드는 미세가공기술이며, 웨이퍼 단위에서 얼마나 균일하고 재현성 있는 실리콘 구조물을 제작할 수 있느냐 하는 것이 기술의 관건이라 할 수 있다. 변환소자부는 감지원리에 따라 압전형, 압저항형, 용량형 등으로 나눌 수 있다. 압전형은 ZnO과 같은 압전물질의 응력에 대한 전기분극을 이용하며, DC 가속도의 측정이 불가능한 단점이 있다. 압저항형은 확산에 의한 저항만 형성하면 되므로 다른 센서에 비하여 공정이 간단하며, 선형성 및 주파수 특성이 좋으며 DC 가속도의 측정이 가능하다. 정전용량형은 미세구조부의 변위에 의한 정전용량변화를 측정하며, 감도(sensitivity)가 높은 반면에 공정이 상대적으로 복잡하다. 주파수 변환 회로가 하나의 칩 내에 실장 되어야 하며, 선형성(linearity)이 나쁜 단점이 있다. <표 2-5>는 변환소자에 따른 가속도센서의 주요 특성을 비교해 놓은 것이다. 그중 압저항형 가속도센서는 압전형과 용량형의 중간적인 특성을 나타내고 있으며, 구조 및신호처리가 단순하고 요구되는 성능을 만족시키면서 저렴한 가격으로 제조할 수 있는 장점이 있다.



<그림 2> 실리콘 가속도센서에 사용되는 주요기술

### 2.3.3 각속도센서의 특성

미세구조물 가공기술에 의해 제작된 수정진동자 각속도센서(Angular Rate Sensor)는 코리올리 효과(Coriolis Effect)를 이용하여 이동체 자신이 좌우로 빗나가는 선회 각속도를 감지한다. 이로써 자신이 진행하게 될 진로를 판단하고 진행 방향을 수정, 갱신하면서 바퀴를 굴려 목적지에 도달한다.

BEI GyroChip 계열의 센서들은 미세가공 기술로 제조된 양단형의 수정음차와 첨단 전자회로로 구성되었으며, 코리올리 효과를 이용하여 선회(Yaw)속도를 감지한다. GyroChip은 자동차, 항공, 방위산업, 의료기기, 일반 산업계에 걸쳐서 광범위하고 다양하게 응용되고 있다. GyroChip은 진동 수정음차를 이용하여 각속도를 감지하는 센서이다. Coriolis 효과를 이용함으로써 센서의 세로축에 대한 회전운동이 회전각에 비례하는 DC 전압으로 나타난다.

센서는 단결정 압전수정의 단면 웨이퍼를 화학적으로 처리한 초미세 양단형 수정음차와 이것을 지지하는 구조물로 구성된다. 압전 수정소재의 이용으로 능동(Active) 소자가 단순화되어 온도와 경사변화에 대해 뛰어난 안정성을 갖는다. 센서의 능동 부분인 구동빔살(Drive tine)들은 진폭이

정밀한 발진회로로 구동되어 높은 진동수로 서로 가까워지고 멀어지는 운동을 지속하게 된다. 각속도센서는 자동차의 능동 현가장치 등에 설치되어 자동차 동작의 안정화에 기여한다.

#### 2.3.4 유량센서의 특성

유량은 압력, 온도, 레벨 등과 함께 산업현장에서 가장 많이 측정되는 측정량 중의 하나로 유량 측정은 가장 측정하기가 까다로우며 측정 방법도 측정 목적(정밀 측정용, 공정용) 및 액체, 기체, 증기, 유체의 물성(밀도, 점도, 비열, 온도, 압력, 전기전도도 등)에 따라 매우 다양하다.

유량 측정은 다른 측정량과는 달리 직접 유량을 측정하는 방식은 매우 적으며, 다른 물리량을 측정하고 이 측정된 정보로부터 유량을 산출하는 방식이 대부분이다. 예를들면, 차압유량계는 유량을 직접 측정하는 방식이 아니고 유량센서로부터 발생된 차압을 차압계를 이용하여 측정하고 이 측정된 차압 정보로부터 유량을 적절하게 산출하는 방식이다. 물론 유량을 직접 측정하는 방식도 없는 것은 아니나, 이 또한 다른 물리량을 이용하여 유량을 구한다고 말할 수 있다.

유량을 측정하는 방법에는 매우 많은 종류가 있으며, 유량센서의 종류도 다양하다고 말할 수 있다. 사용되는 유량센서의 종류는 기계식, 전자식 등이 있으며 유량산출을 위한 측정량으로는 열, 차압, 온도, 동압, 회전수, 초음파의 전달시간, 레벨, 유도된 전기, 변이량, 와류 발생 주파수, 힘 등 다양하다. 따라서 유량센서에 대한 기술은 매우 종합적인 기술이라고 말할 수 있다.

산업이 발달함에 따라 유량측정은 온도, 압력, 레벨, 습도 등의 공업계측 중에서 가장 중요한 계측이 되어가고 있다. 그러나 유량측정은 그 대상이 유체로서 정적이 아닌 동적인 관계로 측정이 매우 어렵고 정확도 또한 다른 계측에 비해 낮다고 할 수 있다. 유량센서의 종류는 매우 다양하지만

산업현장에 주로 사용되는 유량센서는 차압식, 면적식, 용적식, 터빈, 전자식, 초음파, 코리올리, 열선형, 와류 유량센서 등 10여종이 있다. 이들 유량센서는 측정원리가 각각 다르고 정확도, 측정범위 등이 달라 유량측정 목적, 유체의 종류, 요구되는 정확도, 측정범위, 경제성을 고려하여 가장 적합한 유량센서를 선정하여야 한다. 선정된 유량센서는 유량센서가 요구하는 설치조건에 맞게 전·후단의 직관부가 잘 형성되고 기포가 생성되지 않는 지점에 설치하여야 한다. 또한 유량센서는 사용환경에 따라 그 특성 변화가 다르므로 일정 주기마다 교정검사를 받아야만 이 측정 오차를 최소화하고 신뢰성을 유지할 수 있다.

### 제3장 자동차용 센서 기술동향

자동차용 센서는 종류가 많고 소재기술, 회로기술, 응용기술 등 관련기술들을 복합적으로 활용하는 다학문적 복합산업이다. 또한, 매우 열악한 환경에서도 사용되므로 극한적 환경에서도 신뢰성을 유지할 수 있도록 내구성과 내환경성을 가져야 한다. 엔진에 사용되는 센서는 150℃ 이상에서도 정상으로 작동할 수 있어야 하고, 브레이크와 연소과정을 감지하는 센서는 1000℃에 가까운 고온에 노출되기도 한다. 이외에도 습기, 부식성 물질, 유류에 손상 받지 않도록 내식성을 가져야하는 등 매우 까다로운 요구조건을 만족하여야 한다.

최근 센서 기술동향은 소형화·지능화하는 경향이 두드러지게 나타나고 있다. 반도체 기술과 마이크로머시닝 기술의 발전으로부터 소형화되고 복합화된 다기능의 스마트센서에 대한 관심이 커지고 있다. 지금까지 자동차용 센서는 사고발생 시에 피해를 최소화하기 위한 목적으로 사용되었다. 그러나 최근의 경향을 살펴보면 사고를 일으킬만한 외부요인을 사전에 감지, 제거하기 위한 예방 목적으로 센서가 적용되고 있다. 이러한 사고예방 시스템을 갖춘 자동차에는 다량의 센서가 필요하게 되며, 기존의 센서보다 뛰어난 성능과 신뢰성을 갖춘 차세대 센서가 요구된다.

현재 판매되고 있는 최고급 대형 자동차의 각종 안전, 편의, 정보기기에는 약 80여개 이상의 센서가 장착되어 있다. 중형차의 경우 40여개의 센서가 사용되고 있으며 소형차의 경우에도 20여개의 센서가 장착되고 있다. 이러한 센서들은 대부분 기계적 구성을 가진 센서에서 반도체 센서로 대체되었다. 반도체 센서는 저가격, 고성능, 대량 생산성, 소형화의 장점을 갖고 있기 때문에 자동차 전자화 시스템 시장에서 차지하는 비중이 늘어가고 있다. 가속도 센서, 자이로 센서, 압력 센서 등이 주요 자동차용 반도체 센서이며, 이들 센서에는 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술이 적용되고 있다.

본 장에서는 먼저 자동차용 센서종류별 반도체센서가 어떻게 구현되고 있는지 살펴보고, 최근 차세대센서로 주목받는 자동차용 MEMS 센서와, 스마트(지능형)센서 동향에 대해 기술한다.

### 3.1 자동차용 반도체센서기술

#### 3.1.1 반도체식 압력센서

압력센서는 압력을 감지하는 센서이며 최근에 급격한 반도체 기술의 발달과 마이크로컴퓨터기술의 발달로 미세한 압력의 측정이 가능하게 되었다. 반도체 압력센서는 최근에 실용화가 가속화되고 있는 센서로 크리프(Creep) 현상이 없고 직선성이 우수하며, 압력감도 및 고유진동수(Natural frequency)가 높고(약 10KHz) 소형, 경량으로서 저가격화와 대량생산이 가능하며 집적화가 용이하다는 장점이 있다.

반도체 압력센서의 구성은 무기재료인 실리콘을 주원료로 하고, 집적회로 기술을 이용하여 압력에 의해 변형되는 게이지부, 증폭부, 온도보상부 등으로 구성된다. 이러한 반도체 압력센서는 압력을 감지하는 방법에 따라 압저항형(Piezoresistive), 정전용량형(Capacitive), 광형(Optical), 압전형(Piezoelectric) 등으로 나눌 수 있고, 이중 압저항형과 정전용량형이 많이 사용되고 있다.

##### (1) 압저항형 압력센서

압저항효과를 이용한 센서는 감지부인 저항의 형태를 어떻게 형성하느냐와 어느재료로 게이지를 선정하느냐에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있다.

- 휘트스톤 브리지로 감지부를 형성한 압저항형 압력센서 : 브리지형은 전단형에 비해 오프셋(압저항체 4개의 저항 크기와 온도계수의 차이에 의한 영압력 출력전압)이 크지만 감도가 높다.

- 전단형 감지부를 형성한 압저항형 압력센서 : 4단자 압저항체의 경우는 전단응력을 이용하기 위한 전단형(shear type) 이라고 한다. 전단형은 응력의 방향과 전류의 방향이 45°를 이룰때 발생하는 압전계수에 의한 저항변화를 이용한 것으로MOTOROLA와 SENSYSM에서 상품화하여 판매하고 있다.

## (2) 정전용량형 압력센서

서로 마주보고 있는 전극판의 간격을 외부로부터의 응력에 의하여 변화시키면 전극간의 정전용량이 변화한다. 이 정전용량 변화를 전기신호로 변환시켜서 응력을 검출하는 것이 정전용량형 압력센서의 원리이다. 압저항형에 비해 고감도이나 전극의 형성, 외부회로와의 연결이 복잡한 구조로 되어 있고 응답성이 나빠서 수요가 적으나, 온도 특성이 우수하고 소형이며 고감도인 관계로 생체 등 미세한 압력측정에 주로 사용된다.

## 3.1.2 반도체 가속도센서

반도체 기술을 이용하여 제작하는 가속도센서는 코리올리 힘을 감지한다는 점에서는 앞에서 언급한 가속도센서와 동일하다. 하지만, 반도체 가공기술의 특성상 회전하는 물체를 만들기 어렵기 때문에 기존 가속도센서와는 다르게 진동하는 형태의 센서를 제작하게 된다.

반도체 가속도센서에서 사용하는 감지 방식에는 크게 정전용량을 이용하는 방식과 압저항을 이용하는 방식으로 나눌 수 있다. 정전용량을 이용하는 방식은 앞에서 기술한 가속도센서에서의 방식과 비슷하다.

압저항을 이용하는 방식은 주로 튜닝 포크(tuning fork) 형태의 구조물을 이용한다. 수평방향으로 진동하는 튜닝 포크형태의 구조물에 가속도가 가해지게 되면 코리올리 힘에 의해 구조물이 수직방향으로 변형하게 된다. 이때 튜닝 포크 구조물에 압저항 물질을 부착 혹은 삼입하게 되면 앞에서 언급한 압저항 센서에서와 마찬가지로 그 변형 정도를 알 수 있고, 이로부터 가속도를 측정할 수 있다

### 3.1.3 반도체기술을 이용한 유량 및 유속센서

반도체 기술을 이용한 유량 및 유속센서는 열선유속계에서 발전되어왔다. 반도체 산업이 급속히 발달되고 마이크로머시닝 기술(micromachining technology)이 최근 개발됨에 따라 저렴한 가격으로 대량 생산할 수 있는 센서의 개발이 가능하게 되었다. 열선유속계의 유체에 의한 열선의 방열효과 원리가 반도체를 이용한 유량 및 유속센서에도 그대로 적용되며 열선대신 박막을 이용한 연구가 진행되고 있다. 반도체 기술을 이용한 유량 및 유속센서를 다음 <표 2-6>에 비교하여 나타내었다.

## 3.2 자동차용 MEMS 센서동향

### 3.2.1. MEMS 센서 제조기술

현재 자동차용 센서의 기술과 시장을 주도하고 있는 것은 MEMS 센서이다. 다양한 자동차용 안전, 편의 사양에 적용되는 MEMS 센서는 종전에는 불가능했던 기능을 제공하고 있으며, 기존 제품의 성능 향상, 기능 통합을 비롯하여 소형화, 저가격화 등의 효과를 가져왔다.

MEMS는 입체적인 미세구조로 회로와 센서, 액추에이터를 실리콘 기판 위에 집적화 시킨 것이다. 반도체 집적회로의 구조 기술을 기본으로 전자, 기계, 광, 재료 등 다양한 기술을 융합하여 미세가공 기술로 제작할 수 있다. 소형화는 물론 집적화, 저전력 및 저가격 등 대부분의 전자, 기계 및 부품들이 궁극적으로 추구하는 목표를 모두 만족시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.

MEMS 기술은 1980년대부터 센서에 도입되면서 센서의 소형화, 박막화, 저전력화 등을 주도하게 되었다. MEMS 기술에는 기존의 반도체 기술뿐만 아니라 마이크로머시닝 기술이 포함된다. 마이크로머시닝 기술이란 마이크로

규격의 기계적 구조물을 만드는데 필요한 미세가공 기술로서 현재 실리콘 센서에 사용되는 MEMS 제조 기술은 크게 벌크 마이크로머시닝(Bulk Micromachining, BM)과 서피스 마이크로머시닝(Surface Micromachining, SM)으로 나눌 수 있다.

BM의 경우 MEMS 초기 기술로서 반도체 기판 후면을 식각하여 다이어프램(Diaphragm) 박막을 구현하고 압전 저항을 도핑하는 방식이다. BM 방식은 압전 변환기(Piezoresistive Transducer)를 접목시켜 구현하며, CMOS로 구현하기 어려워 바이폴라(Bipolar) 방식을 주로 사용하고 있다. 기존의 반도체 제조라인 이외의 별도의 가공장치가 필요하고 MEMS 구조물과 회로를 원칩으로 구성하는 것이 어려운 단점이 있다. 현재 압력센서에 주로 이 기술이 적용되고 있다.

SM은 실리콘 기판 표면에 박막(Thin Film)을 적층하여 평판 등의 구조를 만들고 구조물 간에 생기는 정전용량 변화를 전압으로 변환 후 증폭하는 원리이다. 이처럼 정전용량변환기(Capacitive Transducer)를 적용하여 구현하는 방식으로 CMOS로 구현이 용이하고 신뢰성과 소모전류에서 유리한 특징이 있으나 차압센서(Differential Pressure Sensor)를 구현할 수 없는 단점이 있다. 그러나 기존의 반도체 제조라인을 사용할 수 있어 대량생산이 가능하다. 특히 MEMS 구조물과 주변회로의 원칩화가 용이하여 가격절감을 이룰 수 있다. 표면만으로 구조물을 형성하기 때문에 형상과 크기에 제약이 있으며 충격이나 진동에 취약한 것이 단점이다. SM 방식은 가속도 센서에 주로 적용되고 있다.

### 3.2.2 최신 자동차용 MEMS 센서 기술

자동차용에 사용되는 MEMS 센서는 압력센서, 가속도 센서, 자이로 센서가 MEMS 센서 시장의 주축을 이루고 있으며, 수량에서는 압력 센서의 비중이 가장 높지만 금액으로 보면 관성센서(가속도+자이로)가 빠른 속도로 성장하면서 비중을 높여가고 있다.

<표 2> 자동차용 MEMS 센서와 적용범위

	자이로센서			가속도센서			마퀴속도센서	압력센서
	X	Y	Z	X	Y	Z		
ESP			●		●		●	●
네비게이션			●					
Adaptive Cruise Control			●	●	●		●	●
Hill Hold Control				●				●
ROS(RSC)	●		●	●	●			●

\* X : 자동차의 길이방향, Y : 자동차의 폭방향, Z : 자동차의 높이방향

가속도 센서는 자동차의 주요 안전 사양인 에어백과 ESP에 적용되고 있으며, 안전 사양의 확대로 인해 그 수요가 늘고 있다. 반도체 공정 기술과 실리콘의 기계적 물성을 통해 대량생산, 미세정밀 가공이 가능해진 가속도 센서는 기존의 기계식 센서들을 밀어내고 핵심 자리를 차지했다.

가속도 센서 분야는 마이크로머시닝(Micromachining) 기술, 미세 신호의 감지, 증폭, 필터링, 아날로그 신호처리 회로 설계 및 센서의 내구성 확보를 위한 효율적 패키지 기술 등이 이슈가 되고 있다. 아날로그디바이스의 송진억 부장은 “자동차용 반도체는 높은 신뢰성과 내구성을 요구한다. 특히 센서는 사용 환경에 따라서 차량용 반도체 온도범위를 넘어가는 환경에서도 작동해야 하기 때문에 패키지 기술이 매우 중요한 부분을 차지한다”고 설명했다.

온도의 급격한 변화, 중력의 50배가 넘는 가속, 각종 전자 기기에 의한 전자파 간섭뿐 아니라 습기, 부식성 물질, 유류 등의 열악한 환경에서도

센서가 안정적인 성능을 유지해야 하기 때문에 패키지는 유해 환경에서 칩을 보호하는 한편 성능의 저하를 막아야 한다.

아나로그디바이스는 에어백 및 ESP에 적용되는 가속도 센서와 자이로 센서를 공급하고 있다. 송 부장은 “아나로그디바이스는 표면 마이크로머시닝과 CMOS 공정을 통해 최초의 정전 용량형 가속도 센서를 개발하였다”면서, “우리가 공급하는 가속도 센서와 자이로 센서 제품들은 원다이 원 패키지에 센서부와 신호 제어, 컨트롤부의 기능이 통합된 단일 칩 솔루션”이라고 설명했다.

최근 국내에서도 ESP용 MEMS 관성센서 시스템 IC를 개발했다. ESP는 실제 차량의 주행 상태를 분석, 브레이크의 제동력과 엔진의 구동력을 컨트롤하여 운전자의 의지대로 차량을 주행하기 위한 능동형 제동 시스템이다. 이번에 개발한 제품은 이러한 ESP의 핵심 부품인 MEMS 센싱 모듈과 신호 처리부가 하나의 패키지에 통합된 SiP(System in Package) 타입의 시스템 IC이다.

그간 국내 완성차 업체와 차량용 부품 업체들은 센서 모듈을 수입, 적용해 왔다. 그러나 최근에는 자동차 산업의 경쟁력 강화와 기술 개발을 통해 각종 센서 모듈을 자체 개발, 양산 할 수 있는 단계에 오른 것으로 보인다.

### 3.3 자동차용 스마트센서 동향

MEMS 센서 기술의 이슈는 현재 원칩화 기술에서 점차 메모리와 컨트롤러를 접목한 스마트(지능형) 센서로 변화하고 있다. 현재 국내에서는 MEMS 개별 소자의 기술 개발에 집중되어 있지만, 최신 센서 기술의 접목이 빠르게 진행 될 수 있는 자동차용 제품에 대비하여 센서 네트워크 및 스마트센서 개발이 시급한 실정이다.

자동차용 스마트센서란 기존의 일반 센서와는 달리 측정뿐 아니라, 측정한

데이타를 프로세스 처리(processing)하고 통신망(network)을 통하여 그 정보를 필요로 하는 제어기(들)에 제공하는 센서를 지칭한다. 이러한 지능형 센서는 복잡한 제어 시스템에서 제어기의 정보처리부담을 덜기 위한 분산형 제어시스템과 궤를 같이 하는 개념으로 전자기술의 발달로 인한 소형화, 고집적화, 고성능화로 마침내 구현이 가능하게 되었다.

자동차용 스마트센서는 차량네트워크, 음성인식, 영상처리와 같은 첨단 정보처리기술, SoC, ASIC과 같은 하드웨어 설계 기술이 어우러지는 정보통신기술의 총합체라 할 수 있다. 현재는 국내에서는 차선인식센서 및 후방감시센서 등의 Vision 센서와 조향각 센서 및 연료전지용 센서 등의 Non-Vision 센서 분야에 연구가 활발하다.

일본의 세계적인 자동차 메이커인 도요타는 2020년까지 자동차 사고를 지금의 절반 수준으로 줄인다는 목표를 세우고, 차량에 “전기적 코쿰(Electric Cocoon)”이라는 개념을 도입하고 있다. 전기적 코쿰은 자동차 몸체를 수천, 수만 개의 센서를 이용해 마치 누에 고치처럼 에워싸고 이러한 센서가 수집한 대량의 정보를 프로세서가 처리한 뒤 구동부에 전달하여 브레이크나 운전대를 제어하는 것을 말한다. 특히 주목할 것은 도요타가 이미 R&D 및 샘플 생산이 가능한 반도체 양산 설비를 갖추고 있다는 사실이다. 현재는 주로 구동부 및 모터 애플리케이션용 LSI 샘플 칩을 생산하고 있지만, 자사 핵심 부품의 자체 생산을 추구하는 도요타의 기업 정책으로 볼 때, 보다 다양한 반도체 애플리케이션을 직접 양산할 가능성을 제기하는 시각도 있다. 닛산 자동차 또한 주변 차량, 보행자, 신호등, 차선 등을 스스로 감지하며 자동 운행하는 시스템 개발을 목표로 동경대학교와 프로세서 기술의 공동 연구를 진행하고 있다.

미국 정부는 타이어의 안전문제가 사회적 이슈로 부각되자 2003년 11월부터 오는 2006년까지 자국에서 출고되는 모든 승용차와 경트럭 등에 압력 센서를 의무적으로 부착하도록 하는 법안을 확정했다. 이에 따라 BMW·벤츠·인피니티 등 내로라하는 고급차들은 서둘러 TPMS를 채택했고

국산차도 미국 현지판매를 위해서는 TPMS 장착이 불가피한 실정이다. 미국에 이어 안전관리가 철저한 프랑스, 독일 등 서유럽 국가들도 차량에 TPMS 탑재를 법제화할 움직임을 보이고 있다.

### 3.3.1 차선(선)인식 센서 (Line Detect Sensor)

차선(선)인식센서는 주행중인 물체(차량)가 지면에 그려진 일정한 경로(path)를 실시간으로 영상처리를 통하여 인식하는 센서이다. 차선은 운전의 기준선으로서 전진, 후진, 차선변경, 진로변경, 전진주차, 후진주차, 종렬주차 등 모든 운전 행위의 기준이 되며, 현재 고기능화, 지능화가 진행되고 있는 첨단안전차량(ASV) 관련 제품에 차선인식센서가 적용가능하다. 또한 복잡한 경로나 Mutiple Path 등을 따라서 이동하는 무인운반차인 AGV (Automatic Guided Vehicle)나 RT(Robot Technology) 분야도 차선인식센서가 응용된다.

### 3.2.2 조향각 센서 (Steering Angle Sensor)

조향각 센서(Steering Angle Sensor)는 주행중인 차량의 핸들(Steering Wheel) 각도를 계산하여 차량 내 네트워크로 조향각 값을 발송하는 센서이다. 조향각 센서는 차세대 안전 시스템인 ESP의 주요 센서로서, 이 ESP(Electrical Stability Program)는 위험한 상황에서도 자동차의 주행 안정성을 보장해주는 안전과 관련된 시스템으로서 기존의 ABS와 TCS의 기능 및 장점을 합쳐놓은 시스템이다. 운전자가 원하는 것과 다르게 자동차가 움직이게 되면 ESP는 이것을 인지하고 자동차 휠을 각각 별도로 제어함으로써 자동차를 안정화 시켜주게 된다.

### 3.3.3 TPMS 센서

스마트와 무선센서 개념이 합쳐진 대표적인 센서가 운전 중 타이어의 공기압·마모상태 등의 정보를 한눈에 알 수있는 TPMS(Tire Pressure

Monitoring System) 센서이다. TPMS는 4개의 타이어 내부 링에 장착된 무선 송신기와 압력·온도센서 모듈, 운전석에 설치된 전용 수신기로 구성되어 있고 시동을 켤 때마다 모든 타이어의 압력상황이 체크돼 계기판으로 압력정보가 전송되고 위험 징후 시 운전자에게 경고 알람을 보내며 디스플레이를 통해 위급상황을 무선으로 알려준다.

TPMS 센서는 회전하는 타이어 링에 장착되기 때문에 소형화는 물론 유선으로 전력을 공급하기 어려워 무선으로 공급하거나 배터리를 사용하여야한다. 따라서 저전력 마이크로 스마트센서가 필수적이며 측정결과를 송출하기 위한 무선링크가 필요하다. TPMS는 보통 영하 40도에서 영상 150도의 가혹한 조건에서 10년을 버티는 내구성을 요구한다. 향후 TPMS는 차량용 블루투스로 정보를 보내고 배터리 없이도 작동하는 무전력 기술을 채택할 것으로 보인다. TPMS는 적절한 공기압을 유지해 타이어 내구성, 승차감, 제동력을 향상시키고 연비의 효율성도 높이는 효과가 탁월하다.

## 제4장 자동차용 센서 시장동향

자동차는 2만여개의 부품이 조립되어 이루어지며, 자동차에 센서를 포함한 전자적 기능들이 본격적으로 도입된 것은 1970년대부터이다. 자동차용 센서 시장은 자동차의 고급화와 쾌적운전시스템의 장착으로 수요가 급증할 것으로 예상되고 있다. 자동차에는 수십개의 센서가 장착되고 있는데, 소형차에는 20여개, 중급차에는 40여개, 최고급 승용차에는 80여개의 센서가 사용되고 있다. 자동차용 센서는 센서의 수요분야 중에서도 가장 시장성이 크고 앞으로도 높은 성장세를 보일것으로 전망되고 있다.

2006년 자동차용 센서 시장의 규모는 전년 대비 11% 성장하여 101억 달러에 달할 것이라고 시장 조사기관인 SA(Strategy Analytics)RK “2003년-2012년 자동차용 센서 수요 전망” 보고서에서 밝혔다. 이 분석 보고서는 차량성능, 기능 및 안전에 관한 자동차용 센서 매출이 2012년까지 158억 달러에 달할 것이며 이에 따라 센서 업체들도 안정적인 성장세를 유지할 것이라고 전망했다. 특히 실리콘 기반 센서 시장의 성장이 가장 클 것으로 나타났다.

2004년-2009년 기간 동안 경차 생산량의 연평균 복합성장률(CAGR)은 3.6%에 달할 것으로 보인다. 같은 기간 동안 자동차용 센서 매출의 CAGR은 10.1%에 달할 것으로 전망됐다. 이는 자동차 업체들이 성능, 안락함 및 편리함을 위한 전자적 제어장치를 적극 개발함으로써 강화된 환경 및 안전 기준은 물론 소비자들의 기대에 부응하고자 노력하고 있기 때문이다.

자동차 업계는 이미 전자장치의 적용 및 성능 제고에 많은 결실을 거두었다. 연쇄 전동장치 및 안전 시스템 분야가 지속적으로 성장하고 있으며 이에 따라 더욱 안전한 차량을 만들고 연료 소비와 배기가스를 줄일 수 있는 센서에 대한 수요가 창출되고 있다는 것이다.

새로운 시스템이 다양한 추가적인 기능을 갖추게 되고 소프트웨어의

사용이 증가하면서 다양한 종류의 센서가 개발될 것이라는 것이 SA측의 전망이다. 예를 들어 대량 생산 차량에 있어 차선 이탈 경고 기능이 추가되고 있으며 이러한 흐름은 적외선 광학 및 카메라의 수요를 창출한다.

또한 고급 제어 및 진단 장치의 수요로 스마트 센서의 통합 및 개발이 진행되고 있다. 따라서 새로운 센서에 대한 수요와 액티브 시스템으로의 전환으로 인해 실리콘 기반 센서 시장의 성장률은 자동차 부품 중 최고를 기록할 것이다.

## 제5장 결론

자동차는 2만여개의 부품이 조립되어 이루어지며, 자동차에 센서를 포함한 전자적 기능들이 본격적으로 도입된 것은 1970년대부터이다. 자동차용 센서 시장은 자동차의 고급화와 쾌적운전시스템의 장착으로 수요가 급증할 것으로 예상되고 있다. 자동차용 센서는 센서의 수요분야 중에서도 가장 시장성이 크고 앞으로도 높은 성장세를 보일 것으로 전망되고 있다.

최근 자동차용 센서 기술동향은 소형화·지능화하는 경향이 두드러지게 나타나고 있다. MEMS 센서 기술의 이슈는 현재 원칩화 기술에서 점차 메모리와 컨트롤러를 접목한 스마트(지능형) 센서로 변화하고 있다. 현재 국내에서는 MEMS 개별 소자의 기술 개발에 집중되어 있지만, 최신 센서 기술의 접목이 빠르게 진행 될 수 있는 자동차용 제품에 대비하여 센서 네트워크 및 스마트센서 개발이 시급한 실정이다.

자동차용 스마트센서는 차량네트워크, 음성인식, 영상처리와 같은 첨단 정보처리기술, SoC, ASIC과 같은 하드웨어 설계 기술이 어우러지는 정보통신기술의 총합체라 할 수 있다. 현재는 국내에서는 차선인식센서 및 후방감시센서 등의 Vision 센서와 조향각 센서 및 연료전지용 센서 등의 Non-Vision 센서 분야에 연구가 활발하다. 자동차가 유비쿼터스 네트워크의 일부로 편입되면서 향후 차 한 대에 100개 이상의 센서가 필요할 것이라는 전망이 나오는 가운데 경량화·저전력화·고집적화를 위해 나노 센서 상용화가 시급한 과제로 남아있다.

## 참고문헌

1. 월간 자동화기술, 센서산업 최신동향 및 기술 전망, 2004
2. 전자부품연구원, “비접촉식 전기용량 센서”, 2004
3. 한국과학기술정보연구원, 자동차용 센서, 2003
4. <http://www.plk.co.kr/>