

## 1. 서론

최근 MEMS 기술이 성숙하면서 시장의 규모가 큰 소비재 가전 분야에 MEMS 관성센서가 활발히 적용되고 있다. 또한 신뢰성 기술의 성숙에 따라 자동차 분야에서도 MEMS 관성 센서가 기존의 센서를 대체하고 있으며, MEMS 기술의 소형 저가 특징을 바탕으로 새로운 안전 및 편의 사양에 필요한 역할을 수행하기 위하여 다양한 분야에서 개발이 진행되고 있다.

관성 센서는 질량을 가진 물체가 운동할 때에 발생하는 관성력을 측정하는 센서로서, 운동의 직진성분의 가속도를 측정하는 가속도계와 운동의 회전방향 각속도를 측정하는 각속도계 (자이로스코프)를 의미한다. 특히나 MEMS 기술을 바탕으로 하여 다축 원칩 구현 가능성을 높이고 원가 경쟁력을 확보하여 기존에 고가의 사양에서만 경제성을 보장 받을 수 있었던 동작 또는 자세 인식 및 제어 분야에 대한 적용요구가 증대되고 있다. 자동차 적용 분야에서 MEMS 센서의 적용 방향은 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째 동향은 저가, 저 사양의 센서를 센서네트워크 형태로 구축하여 감지 신뢰성과 적용 유연성을 높이는 방법이다. 이러한 개발 방향은 센서네트워크 개념의 접근을 통하여 차량 간 네트워크 또는 교통 시스템 전체의 효율을 증진시키기 위한 분야에 적용되고 있다. 두 번째 동향은 기존에 물리량을 변환하는 단순한 개념의 센서를 넘어 센서 신호를 연

산하여 두 개 이상의 적용 시스템에 제어에 필요한 신호를 보내주는 스마트 센서로의 진화 방향이다.

자동차용 MEMS 관성 센서의 경우 후자의 경우처럼 차체의 동작 및 자세를 측정하여 제어에 필요한 ECU와 연동하여 안전 및 편의 사양에 연관된 각각의 메카트로닉스 시스템에 신호를 보내주는 다축 스마트 관성센서로의 진화가 진행되고 있다고 볼 수 있다.

본고에서는 MEMS 시장 전반에 대한 간단한 설명으로 시작하여 자동차용 MEMS 관성센서 시장 상황 및 스마트 센서화로 진화하고 있는 동향까지 살펴해보도록 하겠다.

## 2. MEMS 시장

MEMS 분야의 시장 성숙도는 적용 분야에 따라 크게 다른 양상을 가지고 있다. 가속도계 센서 시장의 경우에서처럼 이미 성숙기를 지나 생산성 증대에 의한 원가경쟁 모드에 들어선 것으로 인식되는 분야가 있는가 하면, 실리콘 타이밍 소자 및 실리콘 마이크로폰 시장처럼 기존 방식의 제품을 공격적으로 잠식하고 있는 성장기 모드의 시장도 있다. 성숙기 시장의 예로 든 단축 가속도계의 경우, 후발업체가 장치산업의 특징을 가지고 있는 MEMS 가속도계 시장에 설비투자의 진입 장벽을 넘어서 기존업체들과 경쟁하기에 부적합한 시장의 성격을 가지고 있다. 성숙기 시장의 경우 각 분야에서 대표적인 업체들이

장치산업적인 진입장벽을 구축하고 생산성 향상을 통한 원가 경쟁모드에 돌입해 있다. 성장기 시장에 들어선 실리콘 타이밍 소자 분야에서는 강력한 기술적 진입장벽을 구축하고 있는 대표업체가 독점적 지위를 확보하고 시장 전체를 이끌어 가고 있다. 이외에서 가능성을 높게 인정받고 있는 수많은 태동기 성격의 시장을 확보하기 위하여 다양한 분야의 기술적 접근이 MEMS라는 도구를 이용하여 진행되고 있다. 또한 최근 들어 기존 전자 소자의 패키징 기술 진보를 위하여 MEMS 기술이 적극적으로 활용되면서 MEMS 기술이 경계를 허물고 제품의 경쟁력을 높이기 위한 수단으로 적극적으로 활용되고 있다.

MEMS 분야의 시장 분석 및 사업 전략 분야 전문회사인 YOLE DEVELOPMENT社의 자료에 의하면, 2012년의 세계 MEMS 시장 규모는 2007년 시장 규모(71억불)의 2배인 140억불로 성장할 것이며, 2010년까지 연 11%로 성장하다가 2010년 이후 20%의 고속성장을 통하여 연평균 14%의 고속 성장을 이룰 것으로 전망하고 있다. 특히 2007년에는 오토포커스, 오실레이터 및 2축 자이로스코프 등 새로운 시장이 열리면서 20억 개의 소자가 생산되었으며, 2008년에는 25억 개의 제품이 생산 될 것으로 예상되고 있다. 이러한 생산량은 2012년에 전 세계적으

로 67억 개로 늘어날 전망이다. 2007년과 2008년 사이에 생산량의 증가는 25%에 이르지만 주요 생산품이 원가경쟁 성격의 성장기에 접어들어 따라 전체적인 시장 규모는 금액기준으로는 9% 성장에 그칠 것으로 전망되고 있다. RF MEMS 분야 및 실리콘(Si) 마이크로폰 분야가 45% 이상의 점유율을 통하여 2009년 이후에는 시장 성장의 견인차 역할을 할 것으로 예상되고 있다. 표1은 YOLE DEVELOPMENT社에서 분석에 사용된 2007년부터 2012년까지 MEMS 시장을 주도할 적용분야를 상세히 보여주고 있다.

YOLE DEVELOPMENT는 연평균 성장률이 가장 높은 적용 분야로 RF MEMS 분야를 꼽았으며, 연 50%로 시장이 확대될 것으로 예측하였다. 바이오 칩(Drug Delivery) 분야가 42%로 그 뒤를 잇고 있으며, 실리콘 마이크로폰(32%), 바이오 칩(Diagnostics, 23%), 미세 탐침(22%), 미세 볼로미터(20%) 등의 순으로 시장이 성장할 것으로 예상하고 있다. 그리고 가장 유망한 사업 분야로는 동작 인식 분야 적용을 위한 가속도계 분야로 꼽았으며, 연평균 120%의 성장을 통하여 2012년에 5억 달러의 시장으로 성장할 것으로 전망하였다. 소비자 가전 및 휴대기기에 적용하기 위한 가속도계 시장에 대한 밝은 전망은 Frost & Sullivan의 자료에서도 확인할 수 있다. 그림 1은 Frost & Sullivan이 2002년부터 2012년까지 노트북 PC에 장착될 가속도계 시장의

표 1. 주요 MEMS 성장 시장 예측 (YOLE DEVELOPMENT).

전통 산업	자동차	2007년부터 2012년까지 3.5%의 점진적 성장
	소비자 가전	평균 성장률 11% 예상 2012년 이후 시장 견인 예상 2012년, H Heads, Inertial MEMS, Micro-displays, Energy Harvesting Systems, Auto Focus, Micro Zoom, Micro Motors 등이 시장의 40% 이상 점유 예상
	군수	21% 이상의 급격한 성장 예상 유도무기를 위한 관성 MEMS 분야가 시장을 주도
	의료 및 보건	2010년 이후 시장 점유율 확대 연 18%의 성장률 예상
	통신	2010년 이후 시장기여 연 40%의 고속 성장 예상
신규 산업	신규	2009년부터 2012년까지, 연 평균 67%의 성장 예상
	연료 전지	2009년부터 2012년까지, 연 평균 158%의 성장 예상

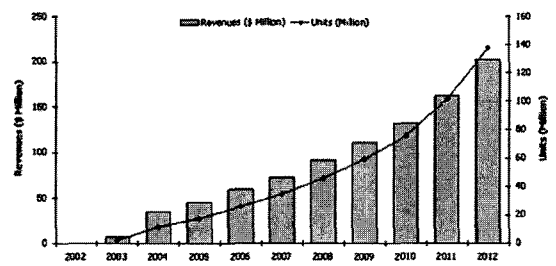
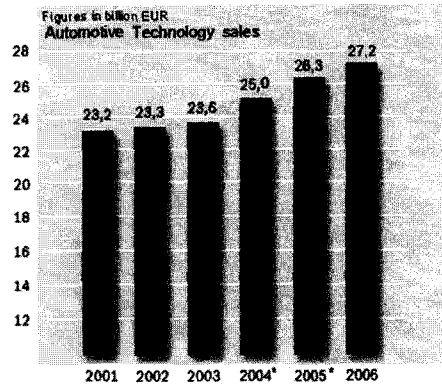


그림 1. 노트북 충격 감지용 MEMS 가속도계 시장.

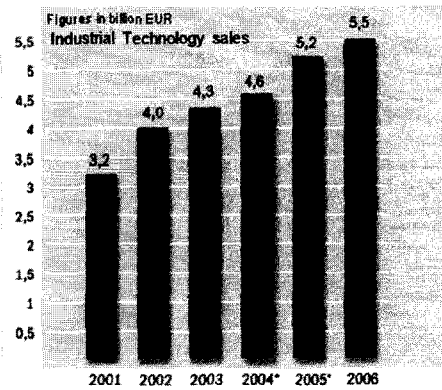
추이를 보여주는 자료이다.

WTC에서 조사한 2006년 현재 MEMS 시장의 주요 업체를 보면 그림 2와 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 디스플레이분야에서 DLP 공급을 하고 있는 Texas Instruments社가 압도적인 매출을 발생시키면서 시장을 견인하고 있다. HP는 프린터 헤드를 통하여 MEMS 관련 시장에서 두 번째에 올랐으며, 자동차 센서 시장에서 1위를 차지하고 있는 Bosch社가 전체 MEMS 시장에서는 4위에 랭크되었다.

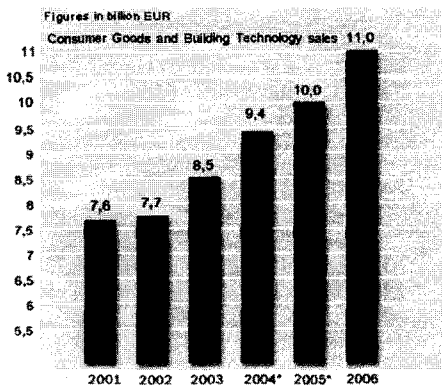
WTC 자료에 의하면 자동차용 MEMS 시장의 경우 Bosch社가 절대적인 강자로 군림하고 있으며, 그 바탕에는 자동차 전반에 걸친 높은 MEMS 센서 점



(a)



(b)



(c)

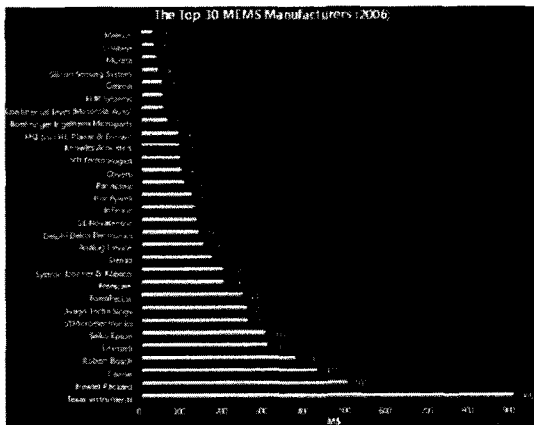


그림 2. 주요 MEMS 업체.

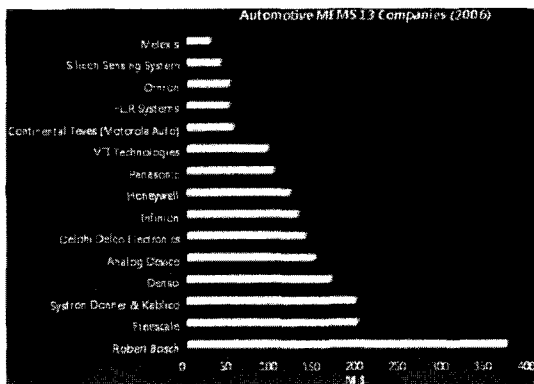


그림 3. 주요 자동차용 MEMS 업체.

그림 4. Bosch의 실적 자료.

표 2. Bosch의 실적 자료.

Sales in Divisions	2001	2002	2003 <sup>1</sup>	2004 <sup>2</sup>	2005 <sup>3</sup>	2006
Automotive Technology sales	23.2	23.3	23.6	25.0	26.3	27.2
Industrial Technology sales	3.2	4.0	4.3	4.6	5.2	5.5
Consumer Goods and Building Technology sales	7.6	7.7	8.5	9.4	10.0	11.0
Sum	34.0	35.0	36.4	39.0	41.5	43.7

유율이 바탕이 되었다. 또한 기존 시장과는 달리 자동차용 MEMS 시장의 주요 업체들은 소비자 가전 및 휴대기기 시장으로의 확대를 위한 제품 개발에 박차를 가하고 있으며, 반대로 소비자 가전 및 휴대기기 기반의 업체들은 자동차 시장으로의 진출에 노력하고 있다. 이러한 결과로 그림 3의 자동차용 MEMS 시장에서도 Freescale, ADI 등의 회사들이 수위권에 들어있음을 확인할 수 있다. 또한 Honeywell 등의 군수 기반의 회사 역시 강력한 기술을 기반으로 자동차 시장에 공격적으로 진출하고 있다.

자동차 기반의 센서업체인 Bosch社의 경우 이러한 시장 확대에 대한 노력을 최근 경영 실적을 통하여 확인 할 수 있다. 2007년에 공개된 Bosch 실적 자료(그림 4, 표 2)를 보면, 자동차 분야에서의 매출이 꾸준히 증가하였음에도 불구하고 2001년에 자동차 분야에서 발생한 매출의 비중이 68%였으나 2006년에는 그 비율이 62%로 감소하였다. 이는 무엇보다도 소비자 가전 부문에서의 매출이 2001년에 76억 EUR에서 2006년에 110억 유로로 확대된 것에서 기인했다고 볼 수 있다.

### 3. 자동차용 MEMS 관성 센서 시장 상황

자동차의 안전도를 높이고 편의성을 향상시킴으로써 고객관점에서 완성차의 상품성을 높이고 이를 바탕으로 자동차 관련 업체들의 시장 지위를 확보하기 위한 노력이 꾸준히 진행되고 있다. 이러한 안정성 및 편의성의 향상을 위해서 자동차 전장 기술의 지능화가 지속적으로 진행되고 있으며 그 바탕에 지능형 센서를 이용한 제어기술이 중요한 역할을 하고

있다. 그림 5~7은 각 사양 별로 1980년 이후에 자동차에 장착되고 있는 센서의 개수가 급격히 증가하고 있음을 보여주고 있다.

이러한 센서를 통한 제어 기술에 대한 시장 요구는 MEMS 기반의 센서 기술이 성숙함에 따라 비용 및 크기 면에서 이전에 장착을 고려할 수 없었던 많은 분야에 장착이 가능해짐으로써 자동차의 성능 고도화에 크게 이바지 하고 있다. 최근 자동차에 적용되고 있는 MEMS 센서의 증가추이는 YOLE DEVELOPMENT에서 자동차용 관성 센서 시장 예측을 통해 알 수 있다.

하지만 이러한 단축의 단품 센서들은 대상 적용 시스템의 가격이 고가임에도 불구하고 소자 산업의 특성상 시장이 성숙하고 동등 기술을 확보한 업체가 늘어감에 따라 시장이 생산성 향상을 통한 원가경쟁의 특성으로 흘러가고 있다. YOLE社의 예측수치를 바탕으로 자이로스코프의 예상 단가를 계산해 보면 그림 8과 같이 표현이 된다. 그래프에서 볼 수 있는 바와 같이 단가 하락이 매우 가파르게 이루어질 것으로 전망되고 있으며, 이에 따른 원가 절감 압박이 강력하게 작용하고 있음을 알 수 있다.

다른 조사 기관의 보고서를 통해서도 이러한 경향은 다르지 않음을 확인할 수 있다. Frost & Sullivan에서 조사한 자동차용 MEMS 가속도계 역시 그림 9에서 보는 것과 같이 장착대수의 증가에 비하여 전체 시장 규모의 증가가 더디게 진행됨을 확인할 수 있다.

자동차를 포함하여 최근 MEMS 관성센서의 시장은 전술한 바와 같이 시장규모가 확대됨과 동시에 원가 경쟁이 치열해지고 있다는 것이다. 자동차 적용 분야의 특성상 높은 신뢰성 사양이 요구되고 있으며, 이는 고 신뢰성의 제품을 낮은 단가에 공급해야 하는 어려움으로 압축될 수 있다. 높은 신뢰성을 만족시키기에는 기존 자동차 기반의 센서업체들이나 군수 기반의 센서 업체들의 시장 확대가 유리한 반면, 생산원가 경쟁에서는 소비자 가전 및 휴대용 전자 기기에 경험을 가지고 있는 업체들이 유리한 측면이 있다. 이러한 특성은 자동차 적용 분야 내에서 양극단에 위치한 안전 관련 사양과 편의 관련 사양에서 부분적으로 업체들이 특화되는 현상을 불러

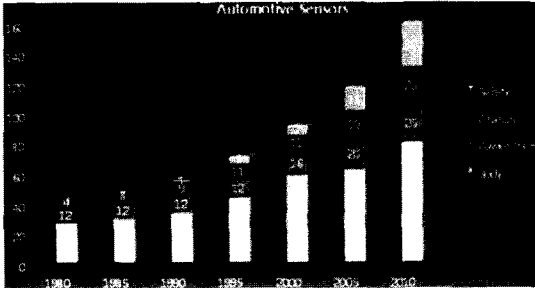


그림 5. 차량 센서 장착 동향.

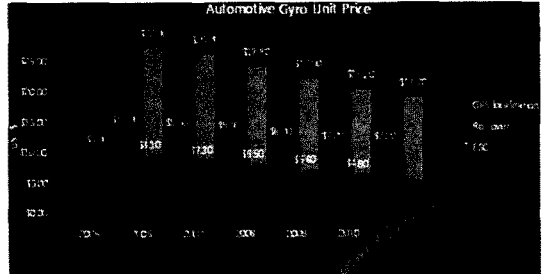


그림 8. 자동차용 각속도계 단가 예상.

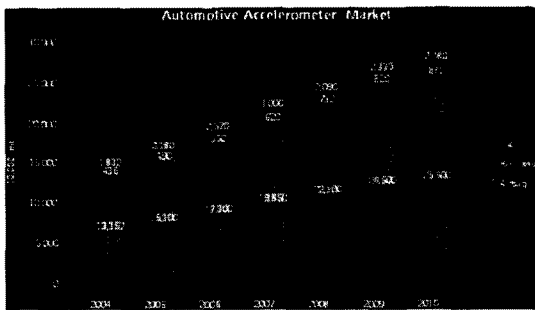


그림 6. 자동차용 가속도계 시장 동향 (YOLO DEVELOPMENT).

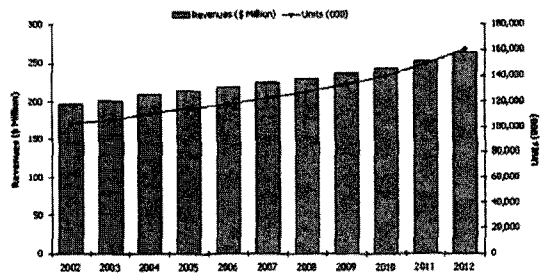


그림 9. 자동차 에어백용 MEMS 가속도계 시장 예측.

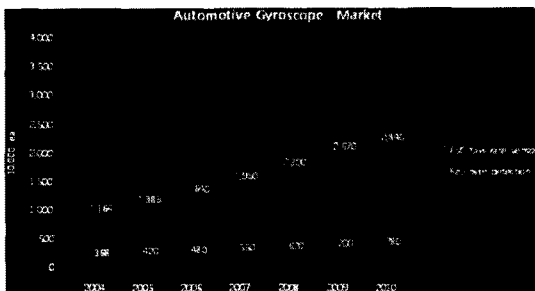


그림 7. 자동차용 각속도계 시장 동향 (YOLO DEVELOPMENT).

오기도 하였다. 또한 다품종 소량생산 특성을 가지고 제품 수명주기가 짧은 산업의 특성상 높은 신뢰성과 낮은 원가를 달성해야 하는 어려움이 더욱 커지고 있다.

이러한 어려움은 스마트 센서 개념으로의 접근에 의해서 그 해결방안을 찾을 수 있다. 스마트센서란 시스템마다 분산 적용된 센서를 통합 제어하는 센서로 표준화하여 클러스터를 구성하고 이 신호를 필요로 하는 시스템에 표준화된 통신 방식으로 전달하는 것을 의미한다. 이 경우 센서업체는 핵심 부품인 통합 스마트 센서에 할당할 수 있는 비용은 증가시키면서 제품 수명주기 및 표준화의 이득을 볼 수 있으며, 전장 및 완성차 업체의 입장에서는 동등 이상의 성능 구성에 부품 통합을 통한 원가 절감 효과를 노

릴 수 있다. 이러한 대표적인 움직임이 관성센서 분야에서 나타나고 있다. 현재 자동차에는 적용 사양에 따라 많은 수의 관성센서가 각각의 메카트로닉스 시스템 내에 산재해 있다. 안전 사양 분야에서는 전방 충돌 감지용 가속도계, 측방 충돌을 감지하는 가속도계, 전복을 감지하는 자이로스코프가 별도의 시스템에 장착되어 있으며, 차량 주행안정화장치(ESC : Electronic Stability System) 내에도 차체의 회전을 감지하는 자이로스코프와 횡가속도 및 원심가속도 측정을 위한 가속도계가 탑재되어 있다. 또한 DR/내비게이션을 위하여 내비게이션 내에 다축의 관성센서를 추가하여 위성신호가 불량한 구간에서 이를 보정해 주기도 한다. 또한 현가장치 분야에도 안전성 및 편의성의 증대를 위하여 다수의 가속도계가 장착되어 차고 및 감쇄력을 제어해 주고 있다. 최근에는 차량용 블랙박스가 도입되면서 다축의 관성센서가 추가로 장착되고 있다. 이러한 관성 센서는 모두 해당 사양에서 요구하는 축 방향의 관성 신호를 감지하여 이를 이용하여 차체를 능동 제어하거나 다른 장치를 동작시키거나 차체 움직임 자체를 기록하는 역할을 하게 된다. 이러한 관성 센서를 통합하여 차체의 거동을 파악하고 단순 축 방향의 움직임을 3차원 공간에서 차체의 거동으로 인식하여 제어에 필요한 신호를 보다 스마트하게 내보내주게 되면, 스마트 센서에서 출력하는 신호 자체의 품질은 증대되면서 전체적으로 원가 절감을 가져오게 된다.

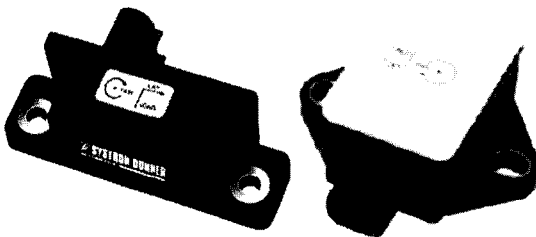


그림 10. Systron Donner社의 3축 관성측정장치.

또한 이러한 스마트 센서를 표준화하여 차량에 장착할 경우 생산 물량 및 제품 수명 주기에 있어 보다 유리한 시장을 형성할 수 있다. 이러한 움직임은 완성차 업체 및 전장 전문 업체들을 통하여 센서 및 관성항법 기술을 가진 업체들에게 지속적으로 제품화 동기를 유발하여 최근 자동차용 관성측정장치 형태의 1세대 제품들이 시장에 나타나고 있다. 최근 Systron Donner社는 오랜 기간 축적된 자동차 분야 관성센서 기술을 바탕으로 Systron Donner Automotive를 발족시키고 그림 10과 같은 차체 제어용 3축의 관성센서를 프로모션하기 시작했다. Systron Donner社는 Yaw Rate Sensor와 2축의 In-plane 가속도를 집적하고 자동차 장착에 적합하도록 모듈화 하였으며, 이를 자동차용 IMU (Inertial Measurement Unit)이라고 명명하였다. 이 제품은 주행안정화장치(ESC : Electronic Stability Control)와 에어백, 측면 커튼 에어백 및 전복 감지 장치에 들어가 있는 관성센서를 통합할 수 있다고 밝히고 있다. 해당 제품은 2009년부터 열리는 통합 관성센서 시장을 겨냥한 대표적인 제품이라고 할 수 있다.

Analog Devices 역시 자동차 등에 적용을 목적으로 6 자유도의 관성센서를 집적한 ADIS16355를 소개하고 있다. 부피가 0.75 입방 인치에 불과하며, 자이로는  $\pm 300 \text{ deg/s}$ , 가속도계는  $\pm 10 \text{ g}$ 의 입력 범위를 가지고 14-bit 디지털 출력을 지원한다. 단위 부품으로 사용된 관성 센서의 특성상 자동차 적용을 위

**ADIS16355** 6-Degrees of Freedom (6-DoF) Inertial Measurement Unit (IMU) in Less than 0.75 Cubic Inch

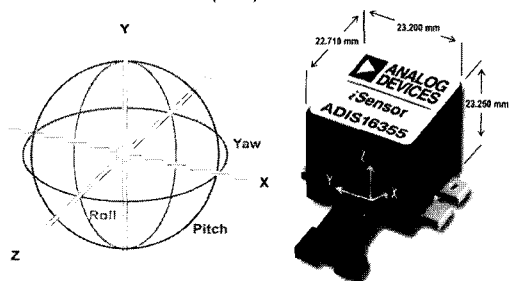


그림 11. ADI의 6축 MEMS IMU.



해서는 신뢰성 향상을 위한 연구가 지속되어야 할 것으로 예상되나, 해당 제품의 특성 및 제조사의 경력을 고려해 볼 때 원가 측면에서의 경쟁력은 가장 뛰어날 것으로 예측되고 있다.

#### 4. 결론

이상과 같이 자동차용 관성 센서 시장은 기존 단축의 센서들이 모듈 및 시스템의 부품으로서 적합성을 만족하도록 진화했던 반면에, 앞으로는 다 축의 스마트 센서로서 표준화의 길목에 와 있다고 볼 수 있다. 자동차 산업이 국내 제조업에 미치는 영향 등을 고려할 때, 선진국 진입을 위한 부품 소재 기술 확보 및 시장 내 진입 장벽 구축을 통한 차별화를 위해서도 산학연 협동에 의한 스마트 관성 센서 개발이 매우 중요함을 알 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] "World MEMS Inertial Sensor Market", YOLE DEVELOPMENT, 2006.
- [2] "MEMS for automotive applications", 2007, 11th International Forum on Advanced Microsystems for Automotive Applications, Jérémie Bouchaud, Richard Dixon, WTC, AMAA, May 2007.
- [3] "자동차용 MEMS 관성센서 동향", (주)마이크로인피니티 내부 보고서, 2008.
- [4] <http://www.yole.fr>
- [5] <http://www.systronaut.com>
- [6] <http://www.analog.com>
- [7] Enabling MNT Industry Review, "MEMS Markets will double over the next five years according to a new market report by NEXUS", December 2005.

#### 저자|약력



성 명 : 장현기

◆ 학 력

- 1997년  
서울대 공과대학교 전기공학부  
공학사
- 1999년  
서울대 공과대학원 전기공학부  
공학석사

◆ 경 력

- 2000년 - 현재 (주)인텔리마이크론즈 대표이사
- 2004년 - 현재 (주)마이크로인피니티 팀장

