

스마트 빌딩용 센서 기술 현황 및 전망

Present State and Prospect of Sensor Technologies for Smart Building

융합기술시대의 ICT 부품 연구동향 특집

박강호 (K.H. Park)	나노융합센서팀 팀장
최낙진 (N.J. Choi)	나노융합센서팀 선임연구원
양우석 (W.S. Yang)	차세대 I-MEMS팀 책임연구원
이흥열 (H.Y. Lee)	나노융합센서팀 선임연구원
이상균 (S.K. Lee)	나노융합센서팀 선임연구원
최창익 (C.A. Choi)	차세대 I-MEMS팀 책임연구원
김종대 (J.D. Kim)	NT융합부품연구부 부장

목 차

-
- I. 개요
 - II. 기술 동향
 - III. 산업 동향
 - IV. 맺음말

지능형 센서 네트워크 기반의 첨단 IT 시스템을 이용한 실시간 환경 관리 및 보안 서비스를 제공하는 스마트 빌딩에서 다양한 빌딩내 환경 및 보안 정보를 감지하여 실시간으로 전달, 판단, 처리 및 제어할 수 있는 지능형 센서노드 플랫폼의 핵심 부품인 각종 센서의 제품 기술과 산업 현황을 분석하고 관련 센서 기술 및 산업의 미래 전망을 예측하였다.

I. 개요

최근 세계적 관심사가 되고 있는 에너지 자원의 소비절약 및 국제간 탄소 배출권 협약 등으로 의식 주 생활 전반에 대하여 대량소비를 근간으로 하는 경제성장 패턴이 저소비, 친환경적 소비 패턴을 근간으로 하는 경제성장으로의 전환이 불가피한 실정이다. 특히 주거용 에너지 소비에 있어서 최소한의 에너지로 안전하고, 쾌적한 주거환경을 유지할 수 있는 기술들은 이미 상업적으로 스마트 빌딩 등에서 적용하고 있으나 지금은 국가가 정책적으로 자국의 에너지 소비의 효율성을 높여야 하는 문제로 일반 주거용 건물에도 향후 효율적인 에너지 소비와 안전성을 제공할 수 있는 스마트 홈 개념의 주거공간으로의 전환이 급속히 확대될 전망이다.

스마트 빌딩과 스마트 홈 개념은 유사한 것으로써 효율적인 소비 에너지 관리와 주거의 안전성, 보안 환경 등을 제공하는 것으로 기술적으로는 주변환경 정보와 물리량의 변화를 감지할 수 있는 센서 기술과 네트워크 기술을 기반으로 하는 자동 인식, 제어 및 관리기능을 가지는 개념의 건물을 뜻한다.





본 동향 보고서에서는 WSN 기반의 첨단 IT 시스템을 이용하여 냉난방, 조명, 공조환기, 방재보안 등의 정보를 감지하여 “실시간으로 전달, 판단, 처리 및 제어할 수 있는 지능형 센서노드 플랫폼”으로 쾌적하고 편리하며 안전한 실내환경을 관리할 수 있는 스마트 빌딩에서 사용되는 각종 센서에 대한 기술 및 산업의 현황과 전망을 다루었다.

II. 기술 동향

1. 환경관리 센서

스마트 빌딩 내의 쾌적한 환경을 유지하기 위한 필수 감지 항목은 온·습도와 사람 인체에 직·간접적으로 해를 입힐 수 있는 가스들이다. 온·습도 및 가스 센서들의 국내외 기술 동향에 대해서 자세하게 알아보려고 한다.

〈표 1〉 국외 온도 센서의 모델과 성능 비교

모델명 (제조사)	제품 사진	측정 방식	측정범위 (°C)	해상도 (°C)
HG-7508 (Honeywell)		Semiconductor	0~50	0.5
MI-8 (Mikron)		IR	300~ 2500	1
TMP175 (TI)		Semiconductor	-55~ 127	1
WRTS (Siemens)		Semiconductor	13~35	0.3

실내환경에 있어서 가장 민감한 항목인 온도 감지의 경우, Matsushita, Motorola, Mikron, Siemens 등을 중심으로 다양한 산업 제조 공정상의 온도, 즉 고온을 감지하기 위해 공장에서 사용 가능하도록 기술 개발이 이루어져 왔다[1]-[3].






하지만, 최근 들어 실내환경감지나 안전관리 및 신재생 에너지 분야에서 많이 요구되고 있다. 국내에서는 중소기업을 중심으로 벌크형 온도 센서 제작 기술은 보유하고 있지만 ROIC가 일체화된 초소형 센서기술은 연구소의 개발단계 수준이다. 국외 주요 온도 센서 제품의 모델과 중요 사양을 <표 1>에 나타내었다[2]-[5].

습도 센서는 저성능/저가의 저항형 습도 센서와 고성능/고가의 용량형 습도 센서가 생산되고 있으며, 성능 면에서 우수한 용량형 습도 센서에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[6]. 감지재료별로는 고분자를 주재료로 한 유기재료계와 금속산화물을 주재료로 한 세라믹 복합재료가 있다[7].

습도 센서는 Coreci, Philips, Edgetech, Shinyei를 중심으로 활발히 제품 개발중이다[8]-[11]. 국외 주요 습도 센서 제품의 모델과 중요 사양을 <표 2>에 나타내었다[8],[10]-[13].

온·습도 복합 센서의 경우, 스위스의 Sensirion은 USN용 저전력 초소형 칩을 생산 공급하고 있으며, 이 제품은 센서와 CMOS 회로를 SoC 형태로 일

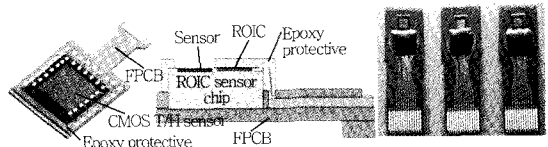
〈표 2〉 국외 습도 센서의 모델과 성능 비교

모델명 (제조사)	제품 사진	측정 방식	측정범위 (%)	해상도 (%)
H3000 (Coreci)		용량형	5~90	1.5
635-1 (Edgetech)		용량형	0~100	2
SHT75 (Sensirion)		저항형	0~100	2
916-108C (GE)		용량형	0~100	2
CR-C7-M34R (Shinyei)		저항형	30~100	5

체화된 것으로 고집적화 및 저가격화에 용이한 장점이 있다[12]. 또, ETRI 주관 하에 KETI 및 삼성 S&C사가 공동으로 온·습도 단일 센서를 개발한 후, 온·습도 복합 센서 시제품을 개발중이며, (그림 1)에 나타내었다[14].

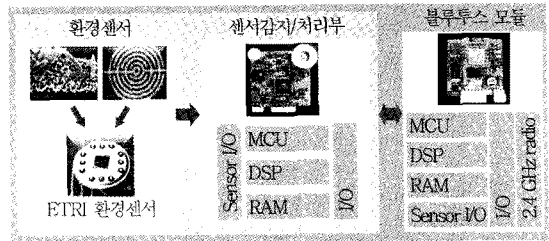
가스센서의 경우, 대기환경을 측정하기 위해서는 저농도의 가스를 감지해야 하지만, 빌딩내 환경을 측정하기 위해서는 고농도의 가스를 측정 가능하여야 한다. 가스 감지에 있어서 뛰어난 기술력을 보유하고 있는 일본의 Figaro, EU의 City Technology 등의 선진기업들은 기존의 고전적 방식의 가스센서 구조를 유지한 채 MEMS 기술이나 나노감지 물질 개발 등을 통해 USN 시스템 적용을 위해 초소형 저전력 특성향상에 주력하고 있으며, 나아가 가스센서를 이용한 새로운 응용제품 개발을 활발히 진행하고 있다[15],[16].

Honeywell은 최근 에너지 하베스팅 및 무선 네트워크 전문기업인 Greenpeak사의 무선 가스탐지 센서를 이용한 USN 기반의 저전력 빌딩안전시스템을 구축하였으며, JENNIC의 Commercial Building Automation은 인텔리전트 빌딩 곳곳에 설치된 센서 노드로 연기, 화재 발생위치, 공기의 환풍 기능, 빛의 세기, 온도 등을 실시간으로 감지하여 빌딩의



<자료>: ETRI

(그림 1) ETRI-KETI-삼성S&C 공동개발 온·습도 복합센서 모듈



<자료>: ETRI, 유비쿼터스 단말용 부품 및 모듈 과제 결과보고서, 2008.

(그림 2) ETRI가 개발한 실시간 NO₂ 가스감지 모니터링 모듈

환경을 보다 더 쾌적하게 하고 안전하게 유지시키는 서비스를 제공하고 있다[4].

국내에서는 고감도용 나노 소재로 CNT나 그래핀 또는 금속산화물 등의 나노선을 이용한 가스센서 연구는 표준연구소나 ETRI 등 출연연과 고려대, 성균관대, 포항공대 등의 몇 개의 대학 및 국책사업 단에서 주도적으로 수행중이다[17]. ETRI에서는 NO₂ 가스를 감지하기 위해 금속산화물이나 CNT 나노 소재와 저전력 마이크로 히터를 기반으로 센서를 제작하고 있으며, 이를 바탕으로 블루투스 통신을 기반으로 한 실시간 가스감지 모니터링용 시제품을 개발하였다. (그림 2)에 개발한 실시간 가스감지 모니터링 모듈을 나타내었다[18].

국내 가스센서 제조사들은 모두 중소기업 수준으로 기술력과 전문 인력 수급면에서 어려움을 겪고 있어 국내 가스센서 시장은 거의 전량 수입에 의존하고 있는 실정이고 몇몇 벤처 업체들이 알코올 감지 센서 등의 제품화중이다.

국외의 빌딩내 환경관리용 주요 가스센서 제품의 모델과 주요 사양을 <표 3>에 나타내었다[4],[15],[19]-[21].

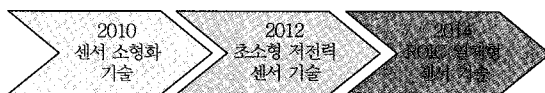
환경관리 센서 분야 중에서 특히 출원이 가장 활발한 가스 센서 특허는 1985년부터 2005년까지 꾸준히 증가하고 있으며 전체 관련 2448건 중 일본이 전체의 67%인 1653건으로 가장 많은 출원건수를 보이고, 다음으로 미국, 독일, 한국 순서이다. 주요 출원인별 특허 동향을 봐도 독일의 Bosch를 제외한 일본 업체인 Matsushita Electric, Fuji Electric, Figaro Inc., Denso Corp. 등이 상위에 기록되어 있다.

국내 가스 센서 특허는 1990년대 들어서 해외 국적 출원인의 특허 출원이 증가하고 있으며 전체 관련 420건 중 외국인 국적에 의한 출원이 127건으로 비교적 높은 대외 기술의존도를 나타내고 있어 이들 업체들에 대한 로열티 지급 및 특허 분쟁에 대비하여 원천기술 개발이 필요한 것으로 판단된다.

빌딩내 센서들의 기술로드맵을 (그림 3)에 나타내었다. 각 센서들은 센서 소형화 기술의 성숙단계에 있으며, 향후 각각의 센서를 네트워크로 묶어 감지된 정보를 활용하는 USN의 장점을 살리기 위해서, 저전력으로 구동되는 저가의 초소형 복합센서 추세로

〈표 3〉 국외 빌딩내 가스 센서의 모델과 성능 비교

모델명 (제조사)	제품 사진	측정 방식	측정 가스	비고
O2 (Honeywell)		반도체식	O ₂	0.002~3bar
TGS4160 (Figaro)		고체전해질식	CO ₂	350~50000ppm
MOS (AppliedSensor)		반도체식	NO ₂	0.1~2ppm
Apha-370 (Horiba)		적외선식	HC	0~50ppm
5042 (Figaro)		전기화학식	CO	0~1000ppm

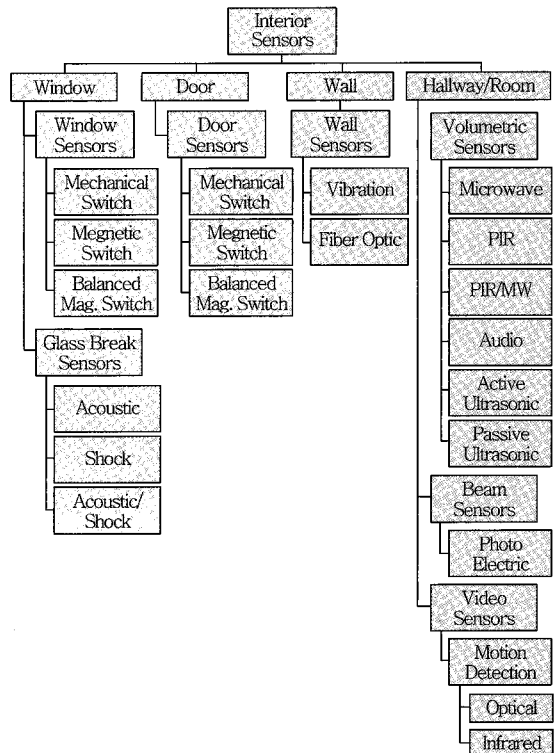


(그림 3) 빌딩내 센서들의 기술 로드맵

가고 있다. 이 초소형 저전력 센서 기술은 ROIC 일체형 센서 기술 단계인 신호처리용 ROIC 및 프로세서가 일체화된 ‘지능형’에서 에너지 하베스팅 기능이 추가된 ‘자가충전 지능형’으로 진화할 것으로 전망된다. 이미, Honeywell, Sensirion, Motorola 등은 RFID/USN 응용과 관련된 센서와 ROIC 및 프로세서 등의 일체화 연구를 활발히 진행중이며, ROIC 일체화된 one-chip형 센서를 개발중이다(그림 3) 참조.

2. 보안 센서

실내용 보안시스템에는 일반적인 CCTV 이외에 (그림 4)와 같은 다양한 센서들이 이용된다. CCTV가 감시인력을 필요로 하는 반면, 센서는 자동감지 시스템을 구축할 수 있는 장점이 있다. 보안용 센서는 동작방식에 따라 능동형과 수동형으로 구분된다. 능동형은 다양한 형태(음파, 초음파, 전파, 광)의 에너지를 전파하고, 침입자에 의해 변동된 에너지를



〈자료〉: Perimeter Security Sensor Technologies Handbook

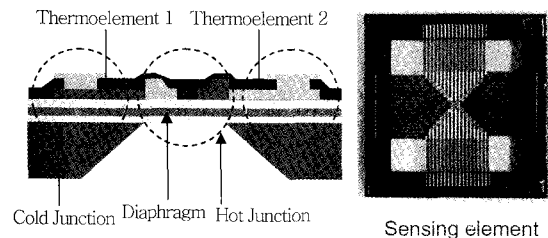
(그림 4) 실내용 보안용 센서

감지한다. 반면, 수동형은 침입자가 방출하는 에너지(예: 적외선) 또는 침입자에 의한 환경변화(예: 진동)를 감지한다. 일반적으로 능동형 보다 수동형이 설치장소의 제약 및 소모전력이 적은 장점이 있다. 보안용 센서는 감지범위에 따라 점방어형, 선방어형 및 공간방어형으로 구분되기도 한다.

주요 보안용 센서인 적외선 센서, 진동 센서, 음향 센서에 대해서 자세히 살펴보겠다.

적외선 센서에는 능동형과 수동형이 있는데, 주로 수동형이 사용된다. 능동형은 발광부인 LED에서 방출된 적외선이 수광부인 광반도체 소자(예: JFET, p-i-n diode)에 도달하는 광량의 변화로 물체 및 인체를 식별한다. 반면, 수동형은 온도에 따라 방출되는 적외선 광량의 차이를 감지하여 주위환경 보다 온도가 높은 인체를 식별한다. 수동형 적외선 센서는 동작원리에 따라 써모파일(thermopile)형, 초전(pyroelectric)형 및 볼로미터(bolometer)형으로 구분된다.

써모파일은 (그림 5)와 같이 적외선 흡수시 온도가 상승하는 얇은 다이어프램 위에 seebeck 효과에 의해 온도 변화시 이종 금속 접합부에서 발생하는 기전력을 감지하는 소형 열전쌍을 다수 배열한 구조를 갖는다. 써모파일은 온도 변화만을 감지하므로 절대온도를 측정하는 써모미터를 기준 온도 센서로 사용해야 하는 단점이 있다. 온도 분해능은 다이어프램의 두께, 이종 금속의 종류 및 열전쌍의 개수에 의존하지만, 일반적으로 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 정도이다. 써모파일 센서는 PerkinElmer, GE Sensing 등의 회사에서 생산하고 있으며, 국내에서도 (주)GE센싱코리아에서 생산중이다.



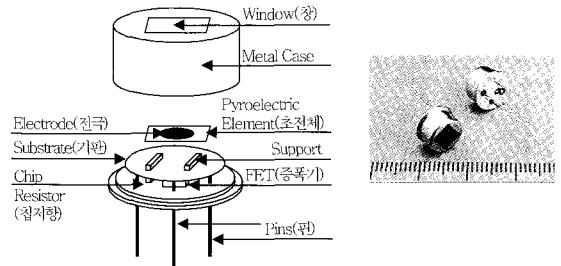
<자료>: GE Sensing사

(그림 5) 써모파일 적외선 센서의 구조(좌) 및 칩 사진(우)

초전형 적외선 센서는 적외선 흡수시 물질 내의 분극(polarization) 변화로 전하가 유기되어 기전력이 발생하는 초전효과를 이용한 것으로 움직이지 않는 대상을 감지하기 위해서는 적외선을 단속하는 차퍼(chopper)가 필요한 단점이 있다. 구조에 따라 벌크형, 박막형 및 MEMS형으로 구분되는데, (그림 6)과 같은 박막형이 주로 사용된다. 온도 분해능은 감지재료의 초전 특성 및 센서 구조에 의존하지만, 박막형의 경우는 통상 $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 정도로 써모파일 보다 우수하다. 초전형 적외선 센서는 Panasonic, Murata 등에서 생산중이나, 국내에서는 가격 경쟁력 문제로 제조하는 회사가 없는 실정이다.

볼로미터는 적외선 흡수시 온도 상승에 따른 물질의 저항 변화를 감지하며, MEMS 센서와 CMOS ROIC를 SoC 형태로 일체화하는 iMEMS 기술로 제조된다. 온도 분해능은 감지재료의 TCR 및 잡음 특성, 센서의 구조 및 크기, 패키지의 진공도 등에 의존하지만 통상적으로 0.05°C 이하로 써모파일은 물론 초전형 보다 우수하다.

볼로미터는 써모파일 및 초전형 센서와 달리 단일센서 보다는 어레이 형태의 영상 센서로 주로 사용된다. 선진 5개국(미국, 영국, 프랑스, 이스라엘, 일본)에서만 생산되는 첨단 센서로 현재 pixel pitch 가 $25\mu\text{m}$ 인 VGA(640×480)급 제품이 주로 생산되



<자료>: Murata사

(그림 6) 박막형 초전 센서의 구조(좌) 및 제품 사진(우)



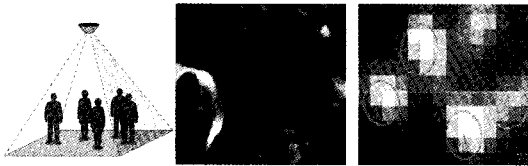
(그림 7) ETRI-i3system 공동으로 개발한 볼로미터형 QVGA급 적외선 영상 센서 시제품

며, 17 μ m 기술을 적용한 시제품도 일부 출시되고 있다. 국내에서는 ETRI와 i3system사가 공동으로 (그림 7)과 같은 50 μ m QVGA(320×240)급 시제품 개발에 성공하였으며, (주)유우일렉트로닉스, (주)오카스에서 동일 사양의 시제품을 개발하고 있다.

보안용 적외선 센서는 일정 영역에 인체의 존재 여부를 식별하는 저가의 단일 센서를 주로 사용한다. 그러나, 영역별 인체 감지 및 침입자 숫자 파악 등의 고급 정보 입수를 통한 지능형 보안 시스템 구축을 위하여 고가의 센서 어레이를 이용한 제품이 점차 증가하고 있는 추세이다(그림 8) 참조.

진동 센서는 가속도 센서의 일종으로 주로 MEMS 기술로 제조된다. 동작원리는 스프링에 의해 매달려서 진동하는 질량체가 가속도, 즉 힘을 받으면 변위가 발생하는데, 이를 전기 신호로 변환하여 감지한다. 신호검출방식에 따라 압저항(piezoelectric)형, 압저항(piezoresistive)형 및 정전용량(capacitive)형으로 분류되는데, 각각의 방식에 따른 주요 특성을 <표 4>에 정리하였다.

또한, 가속도 센서는 진동하는 질량체를 제조하는 MEMS 기술에 따라 몸체가공(bulk micromachining)형과 표면가공(surface micromachining)형으로 구분된다. 소자를 제조하는 방식에 따라서는 MEMS 센서와 CMOS 신호처리회로를 별도로 제조하는 SiP



<자료>: Infrared Integrated Systems사
(그림 8) 적외선 센서 어레이(16×16)를 이용한 지능형 보안 시스템

<표 4> 가속도 센서의 신호검출방식에 따른 특성 비교

특성 항목	압전형	압저항형	정전용량형
주파수 감지 범위	넓음	중간	넓음
감도	우수	보통	우수
선형성	우수	보통	우수
가격	높음	낮음	HC
신뢰성	우수	보통	우수
내충격성	우수	보통	보통

형(또는 이중칩형)과 동시에 제조하는 SoC형(단일칩형)으로 구분되기도 하는데, 각각의 장·단점을 <표 5>에 요약하였다.

가속도 센서의 소형화 및 저가격화를 위해 패키지 기술은 (그림 9)와 같이 Header → Metal/Plastic Header → CERDIP → LCC → QFN → CSP로 발전하고 있다.

보안용 진동 센서로 응용되는 고감도 가속도 센서 제품은 미국의 Applied MEMS사와 프랑스의 Trionic's사 등에서 생산되고 있다. 국내에서는 SML 전자(최근 (주)바른전자에 인수됨), Microinfinity, ETRI에서 용량형 가속도 센서 시제품을 개발하고 있으며, 특히 ETRI는 (그림 10)과 같은 고감도 저전력 ROIC 기술을 적용한 시제품을 발표하였다.

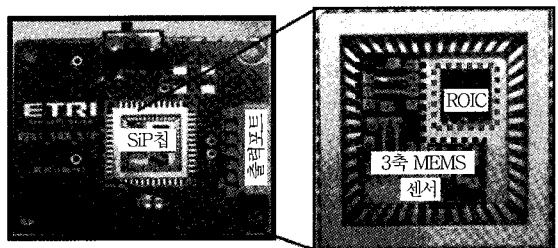
음향 센서 또는 마이크로폰은 응용 분야에 따라 free field, pressure field 및 random incident field 형으로 구분된다. 건물 내의 보안/감시용 음향 센서

<표 5> 가속도 센서 소자의 제조방식에 따른 장·단점

비교 항목	SiP형	SoC형
제조 수율	높음	낮음
소자 크기	소형	초소형
제조공정의 복잡성/유연성	낮음/높음	높음/낮음
제조 랩 시설비	낮음	높음
제품 조립비	높음	낮음
성능	양호	우수

패키지	Header	CERDIP	LCC	QFN	CSP
크기 (X×Y×Z, mm ³)	10×10×7	10×10×5	5×5×2	4×4×1.5	2×2×0.9
제품 사진					

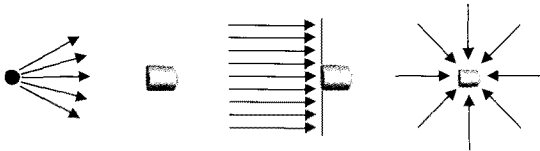
(그림 9) 가속도 센서의 패키지 발전 방향



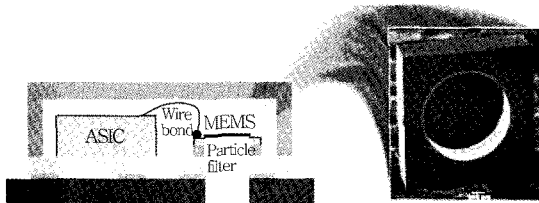
(그림 10) ETRI에서 개발한 SiP형 3축 진동센서

의 경우 다중 방향에서 입사되는 미세한 음장 변화를 감지하기 위해서 pressure field형이 적합하다 ((그림 11) 참조).

또한, 주변의 벽 등에서 반사되어 들어오는 음장 변화에 의한 잡음 성분을 줄이기 위하여 위상 검출



(그림 11) 음향 센서의 응용별 유형: Free-field(좌), Pressure-field(중), Random-incident-field(우)



<자료>: ADI

(그림 12) SiP형 MEMS 마이크로폰

<표 6> 제조사별 음향 센서 제품의 모델 및 주요 사양

모델명 (제조사)	제품 사진	제조 방식	크기	성능
AKU1126 AKU2002C (Akustica)		SoC형 MEMS	2×2× 1.25mm ³	-42dB 감도, 58dB SNR, 140μW 전력소모
SPQ0410 HE5H (Knowles)		SoC형 MEMS	3.8×2.2× 1.1mm ³	
SFM0405 HD4H (Knowles)		Electret Condenser 조립	3.0dia× 1.5mm	-44dB 감도, 55dB SNR
BL-21785- 000 (Knowles)		Piezo- ceramic 조립	7.9×5.6× 2.3mm ³	0~50ppm
ADMP401 (ADI)		SiP형 MEMS	4.7×3.8 mm ²	-42dB 감도, 61dB SNR, 0.1~12kHz
SMM310 (Infineon)		SiP형 MEMS	4.7×3.8× 1.5mm ³	10mV/Pa 감도, 59dB SNR, 70μA @1.5~3.3V

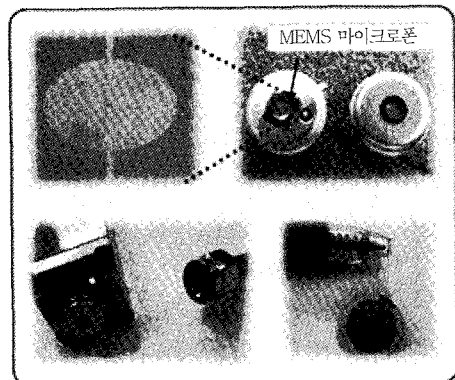
이 가능한 음향 센서 어레이와 디지털 음향 센서가 요구된다.

마이크로폰은 제조방식에 따라 electret condenser형, piezoceramic형 및 MEMS형으로 구분된다. MEMS형은 제조기술의 난이도가 높지만, 소형화 및 저가격화에 유리한 장점이 있다. MEMS형은 MEMS 센서와 CMOS 신호처리회로의 결합방식에 따라 SiP형과 SoC형으로 세분된다(그림 12) 참조.

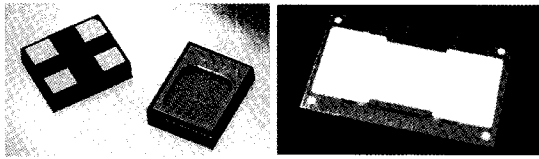
MEMS형 음향 센서의 경우에는 미국의 Knowles Acoustics사와 Akustica사가 선도하고 있으며, 일본의 야마하 등도 개발하고 있다. 2006년 시장의 90%를 Knowles Acoustics사가 독점하고 있는 실정이다. 주요 제조사별 제품의 모델과 주요 사양을 <표 6>에 정리하였다.

국내에서는 BSE사가 지름 6mm 내외의 기계적 패키징을 통한 감도 7mV/Pa 정도의 마이크로폰을 생산하고 있으나, 선진국과는 아직 2~3년의 기술 격차를 보이고 있다. ETRI에서는 압전 단결정을 이용한 고감도 MEMS 마이크로폰을 개발하였다(그림 13) 참조.

음향 센서와 유사한 보완용 센서로는 초음파 센서가 있다. 초음파 센서는 초음파를 수신만 하는 수동형과 초음파를 발생하고 반사파를 감지하는 능동형으로 구분된다. 능동형 센서는 다시 개방형, 방적형, 고주파형으로 분류되는데, 침입방지용으로는 압전 세라믹의 굴곡진동을 이용하고, 음압 레벨이 높



(그림 13) ETRI에서 개발한 MEMS 마이크로폰



(그림 14) Knowles Acoustics사의 MEMS형 초음파 센서(좌)와 마쓰시타사의 나노 결정 Si 초음파 발생기(우)

고, 감도가 좋은 개방형이 주로 사용된다. 최근에는 MEMS, 나노 등의 첨단 기술을 이용한 제품이 선보이고 있다. (그림 14)와 같이 Knowles Acoustics사에서 Si MEMS 기술을 이용한 초음파 센서를, 마쓰시타사에서는 나노 결정 Si 초음파 발생기를 발표하였다.

Ⅲ. 산업 동향

1. 환경관리 센서

전세계 센서 전체 시장규모는 2005년 296억 5천만 달러에서 2008년에는 506억 달러에 달할 것으로 예상하고 있다[22]. 전세계 센서 시장에서 온·습도와 가스 센서의 비중을 <표 7>에 나타내었다. 온도와 가스 센서가 전체 센서 시장의 큰 부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있으며, 습도 센서를 포함한 스마트 빌딩내 환경 관리 센서의 비중으로 계산하면 약 20%를 차지하고 있다[23].

스마트 빌딩용 센서 중 온도 센서의 세계시장은 2005년 28.1억 달러에서 2007년 33억 달러로 연평균 8~9% 정도로 성장하고 있으며, 향후에도 꾸준한 성장세가 유지될 것으로 전망되고, 습도 센서의 세계시장은 2007년 2.5억 달러 정도로 매우 작

<표 7> 전세계 품목별 센서 시장

(단위: 백만 달러)

품목	2001	2002	2003	2004	2005
온도	2,090	2,270	2,460	2,630	2,810
습도	178	189	200	212	223
가스	2,020	2,200	2,380	2,560	2,740
전체	23,165	24,677	26,242	27,906	29,657

<자료>: 한국센서연구조합 통계자료 중 발췌

으며, 연평균 6% 정도로 성장하고 있다[23].

2013년 10억 달러 규모의 세계 가스 센서 시장에서 환경감지 분야에 국한된 가스 센서 시장은 2억 달러 규모로 예상되고 있으며, 산업분야, 의료기기 분야로의 확장시 센서 부분에 대하여 12억 달러 규모의 시장이 형성될 것으로 전망된다[24].

국내 센서산업은 2003년에 전년 대비 7.1% 성장한 5,425억 원을 기록하였고, 센서분야 가운데 온도 센서와 가스 센서는 높은 시장규모를 보이고 있으며 각각 20%, 12%를 차지하고 있다. 온도 센서 단독으로 2005년 1,220억 원의 규모이며, 연평균 11% 정도의 성장세를 보이고 있다. 반면에 습도 센서의 국내시장은 2005년 34억 원으로 낮은 편이며, 연평균 3% 정도로 성장하고 있다. 빌딩의 실내환경의 상태를 감지하는 가스나 먼지 센서의 국내시장은 2003년 470억 원에서 2007년 874억 원으로 연평균 12% 정도의 급격한 성장세를 보이고 있다.

국내 센서산업은 최근 수출의 증가세가 두드러지나, 여전히 대부분의 센서를 수입에 의존하고 있는데, 중저급 기술의 센서는 중국 저가공세에 취약하고 미, 일, 유럽 등 센서기술 선진국은 산업보호 차원에서 센서기술 이전을 회피하고 있는 실정이다. 특히, 반도체식 온·습도 복합 센서는 온·습도 개별 센서의 90% 이상을 수입하여 조립에 의한 모듈로 제어 시스템을 내수 및 재수출에 의존하고 있다. 가스 센서에서도 대표적 화학 센서인 CO, NOX, VOC 등을 감지하는 화학 센서는 Figaro사(일본) 제품을 대부분 수입하고 있으며, 국내는 음주단속용 알코올 센서 외에는 전무하다.

표준화의 경우에는 환경관리 센서 분야에서는 써미스터, 열전대 등의 온도 센서에 관한 국내표준화가 KS 내에서 진행중이며, 또한 습도 센서, 가연성 가스 감지 센서, 초음파 센서 등의 각종 센서에 관한 국내표준화가 KEA 내에서 진행중이다. 국내외 가스 센서 관련 표준화는 아직 수행된 실적이 없는 것으로 보고되고 있지만, 다만 가스 센서를 이용한 제품의 성능에 관하여 미국의 UL과 유럽의 CE 인증만이 존재하고 있다.

2. 보안 센서

보안용 시스템에 가장 많이 사용되는 CCTV용 카메라의 생산량은 2007년부터 약 45%로 성장할 것으로 예측되며, 시장 규모는 2007년 930만 달러에서 2013년 2,650만 달러로 성장할 것으로 예측된다[25].

인체 감지용 적외선 센서의 세계시장은 2007년 250억 엔이며, 보안용은 물론 에너지 절감용으로 시장이 확대되고 있어서 향후 연평균 20% 이상의 급격한 성장세가 예상된다[26].

보안, 의료, 지진감지 등의 용도로 응용되는 진동을 감지하는 가속도 센서의 세계시장은 2005년 2천 6백만 달러에 이르며, 11%의 성장률을 보이고 있다[27].

음향 센서의 세계시장 규모는 2005년 5억8천만 달러에 이르고, 지속적으로 확대되는 추세로 특히 MEMS 음향 센서는 급속한 성장세를 보이고 있다.

국내 보안시장은 CCTV용 카메라의 경우 2007년 6,675억 원에서 2011년 1조 원을 넘어설 전망이다. 보안/방법 문제가 사회적으로 대두되면서 고속 성장할 것으로 전망되고 있다.

보안용 센서의 표준화의 경우, 적외선 센서는 IEC 내에서 IEC 60839-2-3으로 적외선 센서를 이용한 침입감지 시스템에 관한 국제표준화가 진행중이며, KS 및 KEA 내에서 KS 초전형 적외선 센서의 제품 규격 및 시험방법에 관한 국내표준화가 진행중이다.

현재 보안용 음향소자 중 마이크로폰은 IEC 내에서 MT 60288-4로 관리되어 표준화가 진행중이며, 라우드 스피커의 경우 MT 60268-5로 관리되어 진행중이다. 음향의 크기에 대한 표준으로는 ISO-532에서도 일부 진행되고 있다.

IV. 맺음말

2005년 교토의정서가 채택되면서 선진국들은 온실가스 배출량 감축을 위하여 범정부 차원에서 에너지 절약 계획을 수립하고 있으며, 그 일환으로 빌딩

의 에너지 사용 지침을 마련하여 이행하고 있다. 정부는 녹색성장을 신성장동력과 일자리를 창출하는 신국가발전 패러다임으로 규정하고, 그린 에너지산업을 성장동력화 및 수출 산업화하기로 결정하고 에너지 절약형 스마트 빌딩을 적극적으로 보급하기 위한 제도적 발판 마련을 위한 노력을 진행중이다.

스마트 빌딩용 센서의 기술현황 및 전망을 환경 관리 및 보안용 센서 중심으로 분석한 결과, 지능형 서비스를 위해서 필수적인 기술 및 제품으로서 기술 발전 가능성이 높고 시장 전망이 우수하여 범국가적인 연구 개발 투자가 필요한 상황이다.

● 용 어 해 설 ●

스마트 빌딩: WSA(Wireless Sensor Actuator Network) 기반의 첨단 IT 시스템을 이용하여 냉·난방, 조명, 공조·환기, 방재·보안 등의 정보를 감지하여 “실시간으로 전달, 판단, 처리 및 제어할 수 있는 지능형 센서노드 플랫폼 및 최적화된 에너지 관리”로 패적하고 편리하며 안전한 실내 환경을 높은 에너지효율로 제공하고, 적은 인력으로 관리할 수 있는 빌딩

지능형 센서노드 플랫폼: “정보를 감지하여 실시간으로 전달, 판단, 처리 및 제어”하기 위한 소형화/저전력화 센서 및 실시간 자율제어 기술로 초소형 저전력 센서노드 SoC, WSA 통신기술, 에너지 절감형 자율 제어 센서노드 운영체제 기술로 이루어짐

약어 정리

IBS	Intelligent Building System
CCTV	Closed-Circuit Television
CERDIP	CERamic Dual In-line Package
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CSP	Chip-Scale Package
JFET	Junction Field Effect Transistor
LCC	Leadless Chip Carrier
LED	Light Emitting Diode
MEMS	Micro-Electro-Mechanical System
QFN	Quad Flat Package
ROIC	Read-Out Integrated Circuit
SiP	System in Package
SoC	System on Chip

USN Ubiquitous Sensor Network
VOC Volatile Organic Compound
WSAN Wireless Sensor Actuator Network

참 고 문 헌

- [1] <http://www.motorola.com>
[2] <http://www.mikroninfrared.com>
[3] <http://www.siemens.com>
[4] <http://www.honeywell.com>
[5] <http://www.ti.com>
[6] 高橋 清, 센서 사전, 도서출판 세화, 1998, pp.42-47.
[7] 손병기, 센서공학, 1998, pp.195-199.
[8] <http://www.michell.co.uk>
[9] <http://www.philips.com>
[10] <http://www.edgetech.com>
[11] <http://www.shinyei.com>
[12] <http://www.sensirion.com>
[13] <http://www.gesensing.com/downloads/data-sheets/916-108C.pdf>
[14] ETRI, 유비쿼터스용 CMOS 기반 MEMS 복합센서기술 개발 결과보고서, 2009.
[15] <http://www.figaro.co.jp>
[16] <http://www.citytech.com>
[17] S.E. Moon et al., "Fabrication and NO₂ Sensing Characteristics of an In₂O₃ Nanowire Gas Sensor," *J. of Kor. Phys. Soc.*, Vol.54, No.2, 2009, p.830834.
[18] ETRI, 유비쿼터스 단말용 부품 및 모듈 과제 결과보고서, 2008.
[19] [http://www.appliedsensor.com/pdfs/Metal_Oxide_Semiconductor_\(MOS\).pdf](http://www.appliedsensor.com/pdfs/Metal_Oxide_Semiconductor_(MOS).pdf)
[20] <http://www.figaro.co.jp/en/pdf/5042Product-Info0607.pdf>
[21] <http://www.horiba.com/kr>
[22] Intechno Consulting 자료
[23] 한국센서연구조합 통계 자료
[24] Chemical Sensor 2004, Freedonia Group.
[25] IDC press release 2009.
[26] 일본 광산업 진흥 협회, OITDA(Optoelectronic Industry and Technology Development Association), 2004년 자료
[27] Yole MEMS market report, 2004.