

HEIMANN Sensor사의

열전퇴(thermopile)형 적외선 어레이 센서

글 카와구치 유스케 / SSC(주) 영업부 주임

번역 유정훈 / 그린광학 사업개발그룹장

1. 처음

적외선 센서 분야에서 새로운 센싱 디바이스로서 적외선 어레이 센서의 개발이 매우 활발하게 진행되고 있다. 지금까지는 군사용도와 우주용도 용으로 개발이 진행되고, 고성능 열화상 카메라(thermography) 등이 공항이나 공공시설 등에서 간이 검사에 사용되고 있었지만, 최근 가전제품에 포함하거나 스마트폰에 외부 장착해서 사용할 수 있는 디바이스가 판매되거나 저렴하게 사용할 수 있는 열화상 카메라가 많아지고 있다.

군사용, 우주용과 연구용 시장에서 시작한 적외선 열화상 카메라가 이제는 민생용 제품으로서 확대를 보여주는 중, 가격, 취급 용이의 점에서 열형(비냉각형)의 적외선 어레이 센서가 널리 사용되고 있다. 열형 적외선 어레이 센서는 초전소자(焦電素子)형, 열전형, 보로메타형이 있지만, 열전퇴(thermopile)형 적외선 센서의 주요 업체인 HEIMANN Sensor사의 열전퇴형 적외선 어레이 센서에 대해 소개하겠다.

2. 경위·배경

HEIMANN Sensor사는 2002년에 전신의 기업에서 독립적인 회사이지만, 개발에 종사하는 기술자들은 적외선 센서 분야에서 30년 이상의 경험과 지식을 가지고 있다. 그들은 단소자나 2소자, 4소자의 열전퇴 센서의 개발, 생산부터 시작, 독립할 무렵에는 초기 어레이 센서의 개발까지 진행되고 있었다. 최초로 개발된 어레이 센서는 8×8의 64소자를 내장한 것이지만, 가장 중요한 특징이 열전퇴 동작 회로를 포함하는 단일 칩 구조이다. 개발 당시의 어레이 센서는 8×8=64소자, 스캔 직경 약 14 mm, 핀 수는 16개, 아날로그 출력의 구성으로 되어 있었다.

HEIMANN Sensor사에서 개발의 큰 동기로 세계 최초의 기술 또는 제품을 매년 반드시 하나 이상 달성하는 것으로 하고 있다. 특히 지난 10년간은 어레이 센서의 개발에 주력하고 있으며, 타사에 앞서 새로운 제품과 기술을 만들어 오고

있다. 또한 내부 구조와 소자 패턴, 주변 회로 등의 개량을 거듭하여 센서 크기의 소형화(표1)와 소자수 증가(표2)를 실현하고 있다.

표1. 소자의 개량에 동반하는 1소자의 수광부 사이즈와 소자 간 피치간격의 변천

	1소자의 수광부사이즈 [μm]	소자간 피치간격 [μm]
[구형] 아날로그	220×150 60×60	300 220 110
	↓	↓
[현행] 디지털	φ170 44×44	220 90

표2. 열전퇴형 어레이 센서의 소자수 변천

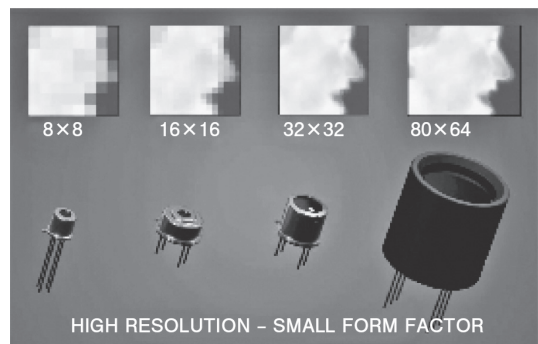
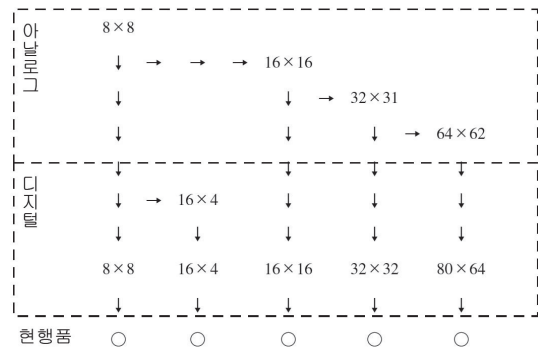


그림1. 각종 열전퇴형 어레이 센서와 열화상 해상이미지

또한 센서 내부에 아날로그 출력을 디지털 변환 회로와 메모리를 탑재하여 업체에서 교정한 보정 값을 센서 내부에 저장해서 쉽게 온도 데이터로 사용할 수 있으며, 또 핀 수를 줄이는 것에 성공했다. 현재는 다양한 라인업의 제품군을

갖추고 소자수는 최대 80×64=5120소자, 캠은 최소 직경 약 5 mm, 핀 수는 4~6개, 출력은 I2C 또는 SPI 구성으로 되어있다(그림1).

3. 기술적 특징

16×4 타입을 제외한 8×8, 16×16, 32×32, 80×64은 모든 HEIMANN Sensor사의 완전 오리진널 기술·제품이다. 소자를 형성하는 MEMS 설계, 렌즈 설계, 구조 설계에서 시작하여 MEMS 웨이퍼의 제조, 다이싱, 어셈블리, 교정까지 모든 공정을 자사와 자사의 조립 회사에서 실시하고 있다. 또한 일부 센서에 사용되는 MEMS 가공 렌즈도 자사에서 생산하고 있다(그림2). 어레이 센서는 단일 소자 센서에 비해 수광 소자가 작아지기 때문에 NETD(온도 감지 분해능)가 나빠져 성능에 가장 큰 도전이지만, 열전퇴 패턴 설계에서 검토하고 출력을 올리고, 주변 회로나 구조 개발을 포함한 노이즈 성분의 감소를 추진하고 있다. 또한 사내에서 모든 설계를 실시하고 있기 때문에 다양한 광학계(렌즈)를 가지고 있으며, 비용을 추구한 모델은 실리콘 렌즈를 채용하고 있지만, 80×64 타입은 게르마늄 렌즈를 2매 사용해서 광확소 해상도를 제공하고 있다. 여기까지 소개하고 있는 것처럼 소자수나 광학계(시야각)가 다른 다양한 라인업을 가지고 있는 것이 가장 큰 특징이라고 할 수 있다.

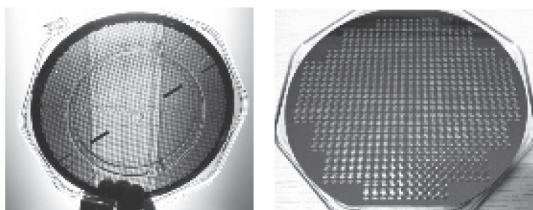


그림2. 열전퇴소자의 MEMS 웨이퍼(좌)와 실리콘렌즈의 MEMS 웨이퍼(우)

다음에 언급되는 특징으로 응답 속도의 속도가 있다. 어레이 센서는 카메라처럼 시야 내를 분할하여 측정 할 수 있기 때문에, 측정 데이터의 온도 분포에서 열원 위치를 확인할 수 있으며, 또한 그 상태 변화를 아는 것에 의해 다양한 용도로 사용 가능으로 된다. HEIMANN Sensor사의 어레이 센서는 가장 화소 수가 많은 타입도 약 10 Hz에서 동작 가능하다. 또한 고속 동작도 가능하기는 하지만, 응답 속도(동작 속도)는 NETD와 트레이드오프로 되기 때문에, 온도 분해능이

중요하지 않은 용도에 있어서는 15 Hz로 동작도 가능해진다. 또한 HEIMANN Sensor사의 어레이 센서는 비용 인하를 고려하면서 진행하고 있기 때문에, 부재의 공통화와 소량화를 의식하고 있다. 대량으로 제조하고 있는 단일 소자 센서에서는 대부분이 금속 TO 캠을 사용하고 있기 때문에 어레이 센서에서도 메탈 TO 캠의 제품 라인업으로 된다. 또한 비용 절감을 위해 PCB 등의 추가 부품 없이 사용할 수 있는 제품으로 되어 있고, 이것은 센서의 소형화에도 이어지고 있다.

HEIMANN Sensor사의 열전퇴 어레이 센서의 라인업은 현재 모든 화소수가 5120소자 이하로 되어있다. 이것은 해외에서의 사용도 고려했을 때 수출 규제에 해당하지 않도록 배려되어 있기 때문이다. 또한 환경 규제(RoHS 등) 에도 대응하고 있어 다양한 용도로 사용함에 있어 제한이 없는 제품이다.

4. 최신의 센서 라인업

여기에서는 각 소자수의 어레이 센서마다 표준 라인업을 소개하겠다.

4.1 8×8타입

가장 소형인 열전퇴 어레이 센서의 라인업은 8×8 타입이다(그림3). 크기는 TO18과 TO46라고 하는 TO 패키지로 되고, 직경 약 4.7 mm이다. 통신은 I2C의 4핀 출력에서 3.4 V 구동으로 된다. 시야각은 23°×23°의 제품만 현재 생산하고 있다. 동작 속도에 대해서는 소자수가 적기 때문에 빠르고, 초기설정에서도 30 Hz 이상에서 동작한다. 8×8에 대해서는 16×16과 같은 패키지에 넣은 제품도 제공할 수 있고, 시야각 47° 제품도 생산 개시되고 있다.

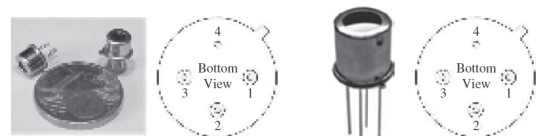


그림3. 1유로센트 경화와 8×8의 열전퇴 센서(좌) 16×4의 열전퇴 센서(우)

4.2 16×4타입

현재의 디지털 출력 제품의 개발은 16×4 타입에서 시작하고 있다(그림3). 또한 이 제품은 리니어 어레이에 다가간 라인업으로 폭 넓은 고객 요구에 부응할 수 있도록 존재하고 있다. 이 제품은 TO5와 TO39라는 패키지로 되고, 직경 약 8.1 mm이다. 통신은 SMBus의 4핀 출력에서 2.6 V 구동으로 된다. 시야각은 28°×7°부터 90°×23°에서 5종류 라인업이 있고, 거리 특성을 좋게 하기 위해 금속 패키지에 외부 구경이 붙은 타입도 있다. 동작 속도는 초기설정에서는 1 Hz로 되어 있지만, 최대 512 Hz에서의 동작까지 가능으로 되어 있다.

4.3 16×16 타입

16×16 타입은 8×8 타입과 32×32 타입의 보간 제품으로 라인업 되어있다(그림4). 소자수와 시야각 이외의 사양은 32×32 타입과 거의 같게 되어있다. 크기는 TO5, TO39로 되고, 통신은 I2C의 4핀 출력에서 3.4 V 구동이다. 시야각은 16°×16°부터 45°×45°에서 4종류의 라인업이 존재한다. 또한, 이쪽도 외부 구경이 붙은 타입도 존재한다. 16×16이상의 라인업에는 감도를 높이기 위해 게르마늄 렌즈를 사용한 제품도 준비되어있다. 동작 속도는 표준 초기설정에서는 약 18 Hz로 되어 있다.



그림4. 16×16의 열전퇴 센서

4.4 32×32 타입

HEIMANN Sensor사에서 가장 많은 종류의 라인업을 준비하고 있는 것이 32×32 타입으로 된다(그림5). 1000 화소 이상이 되면 사람 얼굴과 사람 윤곽 등을 알게 되기 때문에 사람 검지의 용도에서는 이 화소 이상이 사용되는 것이 많다. 크기는 TO5, TO39 패키지로 되고, 통신은 I2C의 4핀 출력에서 3.4 V 구동이다. 시야각은 23°×23°부터 105°×105°까지 7종류에 대응하고 있으며, 외부 구경 부착

타입도 준비되어있다. 동작 속도는 초기설정에서는 약 9 Hz로 되어 있다. 고감도용의 게르마늄 렌즈를 사용한 제품과 가격 중시의 실리콘 렌즈 타입의 2종류로 되어 있고, 각각 센서 외형의 높이가 다르다. 시야각이 광각인 타입으로 될수록 센서 외형의 높이가 낮게 되고, 개구경이 좁아지는 경향으로 된다.



그림5. 32×32의 열전퇴 센서

4.5 80×64 타입

80μ는 게르마늄 렌즈를 2매 사용하고, 2중관 구조로 하는 것에서 고해상도, 고성능인 타입을 실현하고 있다(그림 6). 크기는 TO8 패키지로 되고, 직경 약 14mm로 된다. 80μ에서는 모두 이 TO8 상에 렌즈 캡이 붙으므로 센서 외형은 직경 20 mm 이상으로 되어있다. 통신은 SPI의 6핀 출력에서 3.4 V 구동이다. 시야각은 12°부터 115°까지 6종류 존재하고, 모두 게르마늄의 2중 렌즈로 된다. 동작 속도는 기본적으로 약 9 Hz로 되어 있다. 또한 80μ타입에 대해서는 센서를 더욱더 고감도로 한 타입의 생산도 시작되고 있다. 센서 내부 구조는 다르지만, 외형과 통신 사양은 동일하다.

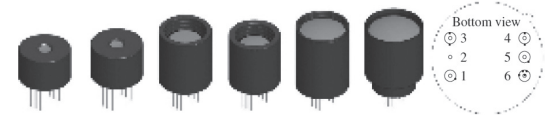


그림6. 80×64의 열전퇴 센서

5. 애플리케이션 용도

대표적인 애플리케이션 용도를 소개하겠다.

가전제품에서는 주방의 온도감시 등의 열 제품에서의 방화용도를 생각할 수 있다.

간호·의료 분야에서는 고령자의 낙상감지 등 개인정보를 보호하면서 사람의 이상 상태를 감지 할 수 있다.

이미 가전제품의 공기기에서도 사용되고 있지만, 사람의

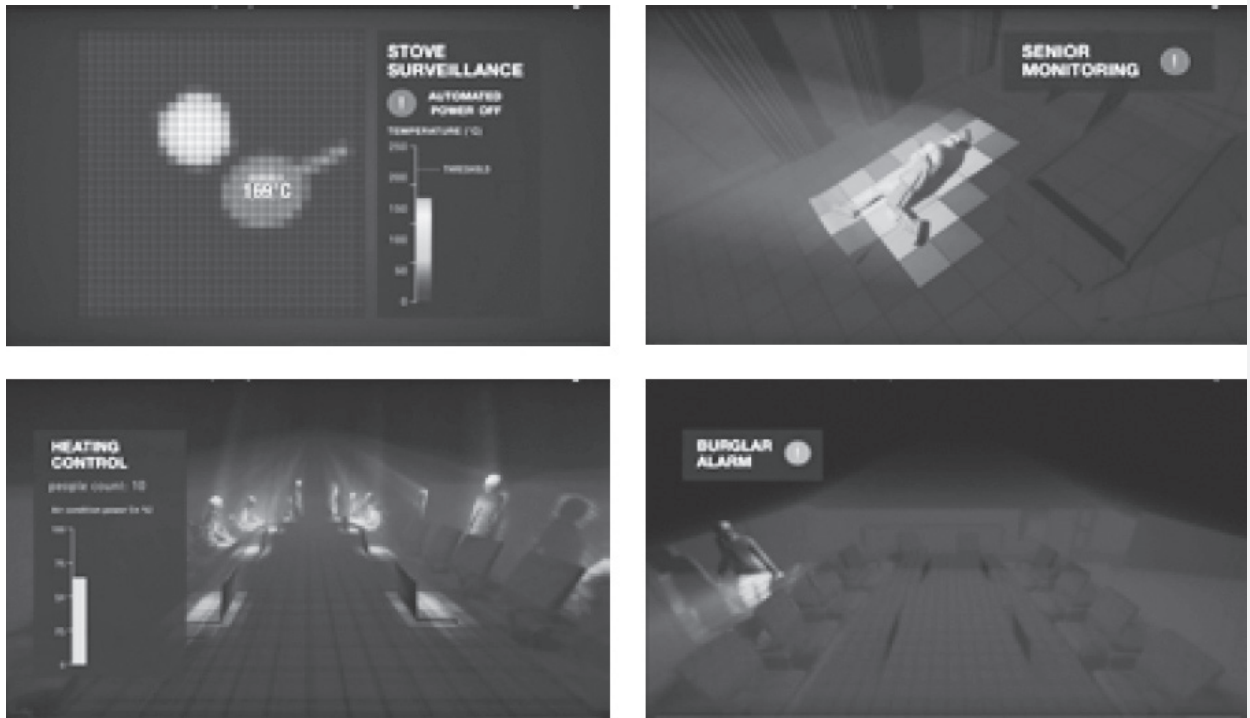


그림7. 주방의 스토브 모니터(좌상), 실내에서 고령자 넘어짐 감지(우상), 사무실에서 공조컨트롤(좌하), 건물의 불법 침입 경보(우하).

온도와 인원에서 최적의 공조관리를 행할 수 있다.

시큐리티 분야에서도 어둠 속에서 온도를 검지하여 사람 감지를 할 수 있는 것이 적외선 센서의 강점이다(그림7).

상기의 용도 이외에도 장치의 온도 상태의 검지와 이상 발열 부분의 검지 등의 산업기기 용도에서도 사용할 수 있다.

6. 열전퇴 어레이 센서의 이후

HEIMANN Sensor사는 앞으로도 새로운 개발을 지속적으로 추진하고 있다. 현재 제품에 대해서는 생산의 안정화, 원가 절감을 추진하여 더 나은 성능 개선의 개발도 진행하고 있다. 향후 신제품 라인업으로의 개발 안건으로는 지금까지 없었던 SMD(표면 실장) 패키지 제품과 5120 화소를 넘는 고해상도 타입의 개발이 진행되고 있으며, 세계 최초의 제품으로서 시장에 나올 날도 가깝다고 해도 좋다.