

가연성 가스센서의 시험방법에 관한 연구

Studies on the Test Method for Flammable Gas Sensors

정밀전자과 공업연구관 이상근

(02) 509-7325 sglee@ats.go.kr

제 1 장 서 론

보통 센서는 각종의 물리적 현상이나 화학적 현상을 검출하여 이것을 전기신호로 처리할 수 있도록 한 소자로서 최근 전자산업의 발전과 함께 그 이용이 급격히 성장되고 있다. 특히 반도체 기술의 발전에 따라 지금까지는 생각할 수도 없었던 고기능이 부여되어 산업용으로부터 일상의 가전기기 제품을 비롯한 생활용품에 이르기까지, 또는 생산현장으로부터 일반 가정에 이르기까지 그 이용이 확대되고 있다. 이와 같이 응용이 광범위하고 관련산업에 미치는 파급효과가 매우 큰 센서산업은 이제 도약을 시작하고 있는 시점에 와 있어 향후 막대한 수요확대가 예상되는데 국내 업체는 대부분 중소기업으로 생산성, 품질 및 수율이 낮고 규격의 표준화를 이루지 못했기 때문에 센서산업 발전과 이를 통한 선진국과의 경쟁을 위해서는 국내 독자적인 성능평가 방법의 개발이 불가피하다.

특히 우리의 생활환경에는 대단히 많은 종류의 위험한 가스가 존재하고 있어 최근 일반가정, 업소, 공사장에서의 가스사고, 석유컴비나트, 탄광, 화학플랜

트 등에서의 폭발사고 및 오염 공해 등이 잇따르고 있다. 인간의 감각으로는 위험 가스의 농도를 정량하거나 종류를 거의 판별할 수 없다. 이에 대응하기 위해 물질의 물리적, 화학적 성질을 이용한 가스센서가 개발되어 가스의 누설감지, 농도의 측정기록, 경보 등에 사용되고 있다. 가스센서의 경우 가스누출 폭발의 방지뿐만 아니라 산업(공업, 농업, 축산, 사무기기, 연구), 민생(조리, 환기, 공조 등), 방범(음주확인), 환경(대기오염 감시, 연소제어), 방재(가스누설, 불완전연소, 산소결핍, 화재감시 등), 의료(마취가스 분석 등)에 이용되고 있는 핵심부품이다.

이러한 가스센서를 제조하는 국내 회사는 몇 개 사에 불과하고, 그 기술력이나 성능 면에서도 외국외 제품(피가로, 러모트, 피가로, 픽스 등)과는 많은 차이를 나타내고 있다. 국내의 가스센서를 제조하거나 생산하는 업체는 자체적인 규격을 임의로 만들어 사용하고 있는 실정이고, 생산업체 모두 중소기업으로서 평가기술 전문가 확보는 물론 시험설비도 거의 갖추고 있지 못하다. 또한 중주국이라 할 수 있는 일본에서조차 표준화된 평가 기술이 없고 자체 사내 규격에 의

해 평가를 행함으로써 아직도 안정성, 선택성, 감도 특성 등에 많은 문제점을 안고 있다.

따라서 국내 시장의 안정적 공급과 세계시장 확보 등을 위해서 국가의 지원 아래 우리 실정에 맞는 시험 방법을 표준화해야 할 필요가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

제 2 장 기술개발 내용 및 방법

2.1 가스센서 종류 및 특성

보통 가스센서가 실용화되기 위해서는 4가지 요건이 만족하여야 하는데, 1) 감지감도가 높고 농도의 측정 정밀도가 우수하여야 하며, 2) 감지하려는 가스만을 선택적으로 감지할 수 있고, 공존가스에 의한 방해나 영향을 받지 않아야 한다. 또한 3) 응답속도가 빠르고 반복 측정할 수 있어야 하며(가역성이 있음), 4) 분위기 습도, 온도 등의 영향을 받지 않고 안정된 감도를 나타내어야 한다.

이러한 가스센서의 종류로는 반도체식, 표면전위식, 전기화학식, 고체전해질식, 접촉연소식 등이 있으며, 특히 반도체식 가스센서와 접촉연소식 가스센서가 가장 많이 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 반도체식 가스센서와 접촉연소식 가스센서를 선정하여 실험을 행하였다.

2.1.1. 반도체식 가스센서

반도체식 가스센서는 세라믹 반도체 표면에 가스가 접촉했을 때 일어나는 전기전도도의 변화를 이용하는 것이 많으며, 대부분 대기 중에서 가열하여 사용되는 일이 많아 고온에서 안정한 금속산화물(세라믹스)이 주로 사용된다. 금속 산화물은 반도체 성질을 나타내

는 것이 많고, 이들 중 금속원자가 과잉(산소 결핍)인 경우에는 n형 반도체, 금속원자가 결핍인 경우에는 p형 반도체가 된다. 반도체식 가스센서는 가스 감지부, 히터부 및 전극부의 세 부분으로 구성되어진다. 가스 감지부는 접촉 가스와 직접 반응하여 저항의 변화를 보이는 부분으로, 이러한 저항의 변화는 센서표면의 흡착 기체 종류와 반응 시에 감지 물질의 에너지 준위에서의 전자 이동으로 생기기 때문에 감지물질은 반도체의 성질을 가져야만 한다. 히터부는 감지 물질을 적절한 온도까지 승온시켜 주는 부분으로서 적정 온도유지는 센서표면에서의 감지반응에 필요한 활성화 에너지를 부여하는 역할을 한다. 마지막으로 전극부는 감지부에서의 전기적 신호를 외부로 송출하는 부분으로 각 재료에 따라 안정성 및 응답속도 등의 고유한 특징을 가지게 된다. 반도체식 가스센서의 몇 가지 예를 그림 1에 나타내었다.

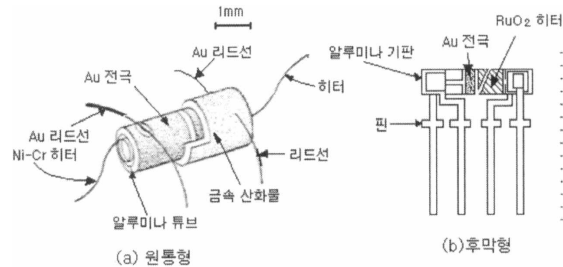


그림 1. 소결형 반도체식 가스센서

세라믹 반도체 중 전기전도도가 크고 용점이 높아서 사용온도 영역에서 열적으로 안정한 성질을 가진 반도체가 센서에 이용되고 있다. 반도체 가스센서는 1) 대부분 유독가스, 가연성 가스에 어떤 응답을 나타내어 감지할 수 있는 가스의 종류가 많고, 2) 센서 제



연구보고

작이 용이하고 검출회로의 구성이 간단하다는 특징이 있다.

2.1.2. 접촉연소식 가스센서

접촉연소식 가스센서는 대부분의 가연성 가스(탄화수소)가 산소와 반응하여 완전히 산화되어 H₂O와 CO로 될 때 발생하는 반응열을 전기신호로 변환해서 감지하는 방식이다. 가스의 완전 산화는 저온에서는 일어나기 어렵고 일어나더라도 그 반응속도는 대단히 낮다. 반응속도를 높이기 위해 완전 산화를 촉진하는 촉매를 사용하는데 완전 산화 반응을 하기 위해서는 산소가 충분히 존재하여야 한다. 따라서 촉매표면의 산소가 과잉으로 되는 촉매가 바람직하며 촉매로는 p형 반도체 세라믹과 백금(Pt), 팔라듐(Pd) 등의 촉매가 완전산화 반응에 효과적이다. 반응속도를 높이는 데는 촉매를 사용하는 것과 함께 반응계의 온도를 높이는 것도 효과적이다.

접촉연소식 센서는 그림 2에 나타내었는데, 브릿지 회로에 의해 구동 및 측정되며, 일반적인 구조는 Pt, Pd 등의 전이금속 산화촉매가 분산 분포되어 다공성 알루미나 세라믹 층이 백금 코일을 덮고 있다.

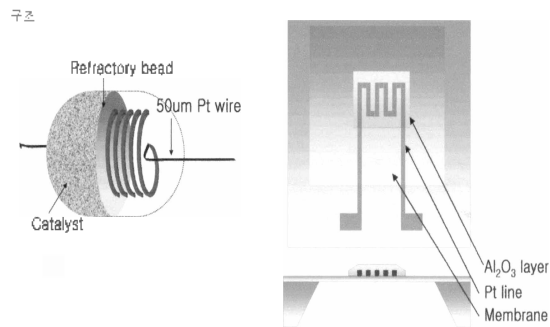


그림 2. 접촉연소식 센서

접촉연소식 센서는 전원에 의해 센서의 중심에 있는 백금 코일에서 열이 발생하여 센서 표면의 온도를 약 300℃ ~ 400℃로 유지한다. 가연성 가스(LPG, LNG, 부탄, 프로판, 수소 등)가 센서 표면에 접촉하게 되면 가스는 산화하면서 산화 열을 발생시키고 이때 발생한 열에 의해 센서 표면의 온도가 수십도 정도 증가하게 된다. 중심의 백금 코일은 온도에 따라 저항이 선형적으로 변화하므로 센서온도의 변화는 저항의 변화로 나타나고 회로 상에서 전압과 전류의 비가 달라짐을 측정할 수 있다. 접촉연소식 센서는 가연성 가스 이외의 요인에 의한 온도변화를 상쇄시키기 위해 전력-열 특성이 유사하지만 표면에서 가스와 반응할 수 있는 촉매를 제거한 보상소자를 직렬로 연결하고 전압의 변동을 측정하는 회로로 비교적 쉽게 가스 농도를 검출할 수 있다. 마이크로형 접촉연소식의 감지원리는 동일하나, 소자간의 특성 차이가 적고 전력소모도 훨씬 적다는 장점이 있다.

본 연구에서는 가연성 가스센서 중 접촉연소식 센서와 반도체식 센서 두 종류 모두를 선정하여 시험방법 규격(안)의 적합성 여부를 평가하였다.

제 3장 규격(안)에 의한 적합성 평

3.1. 가연성 가스 센서의 평가 항목

2.1에서 설명되어진 접촉연소식 가스 센서와 반도체식 가스 센서 중에서 국내 및 국외에서 생산되는 국내 A사와 국외의 B, C사의 센서를 선정하여 표 1의 조건으로 실험을 행하였다.

표1. 가스센서의 평가 항목

구 분	세 부 항 목
일반적 특성	감도, 정밀도
응답시간	응답시간, 회복시간, 안정화시간
안정성	영점안정성, 출력안정성, 장기 안정성
전기적 특성	저전압 변동, 고전압 변동
환경 특성	고온, 저온, 고습, 저습
기 타	내전압, 절연저항, 내열성

본 연구에서는 국내 및 국외 기업의 가스 센서들을 기존 시험규격을 분석한 결과를 토대로 작성한 시험방법 규격(안)에 의해 규격 및 특성을 분석하여 평가하였다. 측정항목으로는 표 1에 나타난 바와 같이 감도와 정밀도 등의 일반적특성과 응답시간, 안정성, 저전압변동 및 고전압변동 등의 전기적특성 및 고온, 저온, 고습, 저습의 환경에 따른 환경특성을 측정하였다. 또한 이외에도 내전압, 절연저항, 내열성과 같은 특성을 측정하여 제시한 시험방법 규격(안)의 적합성 여부를 평가하였다.

3.2. 시험방법

가연성 가스 센서의 시험방법 평가(안) 항목을 측정하기 위해 접촉연소식 및 반도체식 회로도를 구성하였다.

회로는 만능 PCB 기판을 사용하여 구성하였으며, 접촉연소식 및 반도체식 모두 5개의 소자를 한꺼번에 장착할 수 있게 설계하여 이 PCB 기판을 1,000ml 용

챔버에 장착하였다. 챔버는 각각의 특성을 측정할 수 있는 장비와 연결, 측정된 결과를 확인할 수 있게 하여 시험방법 평가(안)에 제시된 항목에 따라 실험을 행하였다.

챔버는 유리를 이용하여 제작하였고, 가스 입구와 출구는 투입하는 가스가 챔버 내에서 잘 순환할 수 있도록 설계하여 제작하였다. 챔버 내의 가스는 순도 99.99% 이상의 메탄 및 부탄 가스를 각각 사용하였으며, 챔버의 분위기를 안정화시키기위해 청정가스(Air)를 1시간동안 주입하였다. 또한 99.99% 이상의 순도를 가지는 메탄과 부탄 가스를 사용하여 25% LEL 분위기를 형성하였으며, 메탄의 25% LEL은 12 500ppm이며, 부탄은 4 500ppm이었다.

시험방법 평가(안)을 위한 항목의 측정은 컴퓨터와의 인터페이스와 프로그램 National Instrument사의 LabView 6.0을 사용하여 측정하였다. 평가항목의 측정은 아래의 세부사항에 의해 수행하였으며, 측정 시간은 매초 당 5회, 감도는 소숫점 3자리까지 측정하여 결과의 정밀도를 높이고자 하였다.

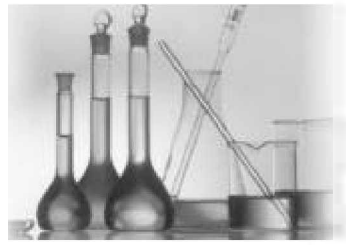
측정회로와 측정화면은 접촉식 가스센서와 반도체식 가스센서가 차이를 나타내고 있다. 이는 가연성 가스센서의 종류에 따라 작동 원리가 다르기 때문이다.

3.3. 측 정

3.3.1. 일반적 특성

(1) 감 도

일반적 특성 중 가장 기본적인 특성인 감도는 메탄 및 부탄 가스 상에서 25% LEL(Lower Explosion Limit)의 분위기에서 1분 경과 후의 출력값으로 나타낸다. 시험방법 규격(안)에서 접촉연소식의 경우 전압



연구보고

출력값이 20mV 이상 되어야 하며, 반도체식의 경우 청정대기에서의 저항 출력값과 25% LEL에서의 저항 출력값의 비가 0.5 이상이 되어야한다고 규정되었다. 규정을 따라 각각의 시편에 대한 감도를 분석하므로, 측정된 가연성 가스센서가 원하는 특성 범위 안에 있는지의 여부를 판정하도록 하였다.

(2) 정밀도

가스분위기 25% LEL 상에서 출력 편차를 정밀도라 하며, 가스센서의 시험방법 규격(안)에서는 부탄 및 메탄 가스 상에서 5분 간격으로 5회 반복하였을 때 최대 출력 90%에서 편차가 5% 이내로 규정되었다.

3.3.2. 응답시간

(1) 응답시간

청정대기 상태에서 25% LEL 상태로 변환될 때까지의 시간을 응답시간으로 규정하며 가스센서의 시험방법 규격(안)에서는 최대 출력의 값이 90%에 도달할 때 시간이 20초 이내로 규정되었다.

(2) 회복시간

25% LEL 상태에서 청정대기 상태로 변환되었을 때의 시간을 회복시간으로 하며, 가스센서의 시험방법 규격(안)에서는 안정점 출력의 10%에 도달할 때까지의 시간을 40초 이내로 규정하였다.

(3) 안정화 시간

청정대기 상태(Air)에서 전류를 통한 후(전류를 인가하여 가스센서 내에 소자의 히터를 가열) 10분 이내에 90% 안정점에 도달했을 때의 시간을 안정화 시간으로 하며, 가스센서의 시험방법 규격(안)에서는 20분 후의 값을 안정점으로 하였다.

3.3.3. 안정성

(1) 영점 안정성

청정대기 상태에서의 평균 출력 값을 나타내며, 60분 동안 출력변화가 3% LEL 이내가 되어야 한다.

(2) 출력안정성

25% LEL 상태에서의 평균 출력 값을 나타내며, 60분 동안 출력변화가 3% LEL 이내가 되어야 한다.

(3) 장기 안정성

온도 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도 $60\% \text{RH} \pm 7\% \text{RH}$, 수소 0.1% 조건에서 10일간 작동시킨 후 감도, 정밀도 및 응답시간 초기 치의 변화를 장기 안정성이라 하며, 초기 치의 $\pm 5\%$ LEL 이내가 되어야 한다.

3.3.4. 전기적 특성

(1) 저전압 특성

센서에 정격전압의 95%로 인가하였을 때의 감도, 정밀도 및 응답시간을 말하며, 정규 전압의 90%이상을 만족해야 한다.

(2) 고전압 특성

센서에 정격전압의 105%로 인가하였을 때의 감도, 정밀도 및 응답시간을 말하며, 정규 전압의 90%이상을 만족해야 한다.

3.3.5. 환경 특성

(1) 고온 온도 특성

측정센서의 환경을 $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도 $60\% \text{RH} \pm 7\% \text{RH}$ 에서 영점안정성 및 출력안정성을 나타내며 10시간 동안 작동시키면서 60분 간격으로 위의 영점안정성 및 출력안정성시험을 만족해야 한다.

(2) 저온 온도 특성

측정센서의 환경을 $-10^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 영점안정성 및 출력안정성을 나타내며 10 시간 동안 작동시키면서 60 분 간격으로 위의 영점안정성 및 출력안정성 시험을 만족해야 한다.

3.3.6. 기타 특성

(1) 내전압

500V, 60Hz로 1분 간 인가 후 감도, 영점안정성, 출력안정성의 규격을 만족해야 한다.

(2) 절연저항

통전부와 비통전부의 절연정도를 나타내며, 500 M Ω 이상이어야 한다.

3.4. 측정 결과

3.4.1. 일반적 특성

국내 A사와 외국의 B, C사의 감도 및 정밀도를 메탄 및 부탄 가스 분위기에서 측정결과를 그림 3과 표 2에 나타내었다.

가연성 가스센서에 있어서 감도는 센서의 종류에 따라 차이를 나타낸다. 접촉연소식 가스 센서의 감도 측정은 최대 전압 출력값 및 청정대기상태의 전압 출력값의 차로 나타내는 반면, 반도체식 가스센서의 감도는 최대 저항 출력값과 청정대기 상태의 저항 출력값의 비로 나타낸다. 또한 정밀도는 각각 최대 출력 90% 이상에서의 평균 출력 값의 차로 나타낸다.

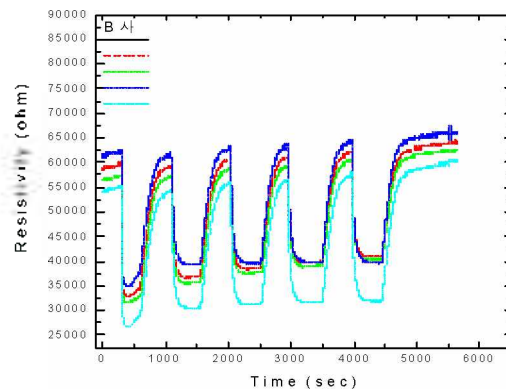
표 2에 나타난 것과 같이 접촉연소식의 A사에 경우 감도가 메탄에서 46mV 부탄에서 39mV로 측정되었으며 정밀도는 메탄에서 7.6% 부탄에서 5.13%로 나

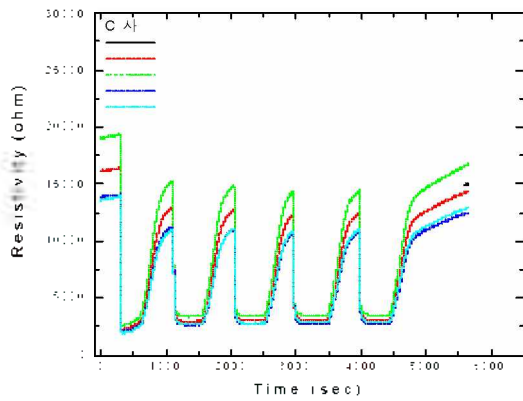
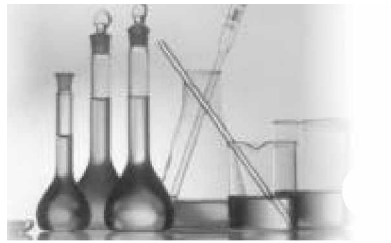
타났다. 또한 반도체식의 경우 B사와 C사의 메탄에서의 감도는 0.54mV, 0.21mV로 나타났으며 부탄에서는 0.19mV 과 0.14mV로 측정되었다. 정밀도는 메탄일 경우 2%와 4.4% 부탄일 경우 1.4%와 4.47%로 나타났

다. 이러한 결과로 볼 때 가연성 가스센서는 가스감지 방법에 따른 센서의 종류차이와 상관없이 감도가 우수하며, 정밀도가 감소하는 상반적인 관계를 나타내는 것을 볼 수 있다.

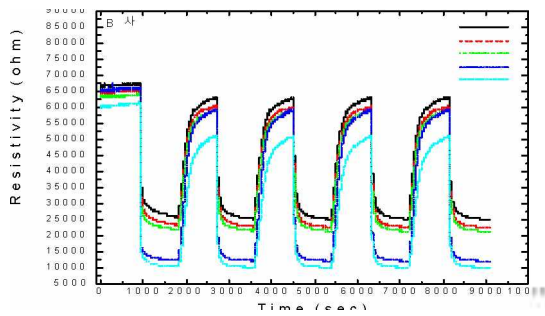
표 2. 메탄 및 부탄에서의 감도와 정밀

구 분		접촉연소식		반도체식	
		A사	B사	C사	
메 탄	감도(mV)	46.8	0.5486	0.217	
	정밀도(%)	7.66	2	4.4	
부 탄	감도(mV)	39	0.198	0.14	
	정밀도(%)	5.13	1.4	4.47	

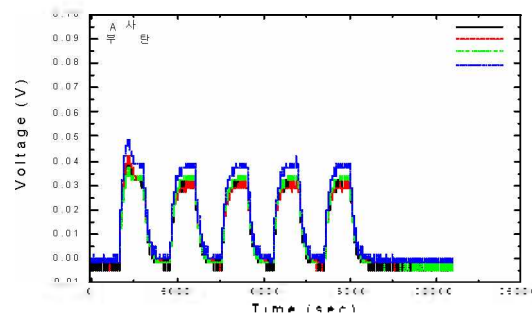
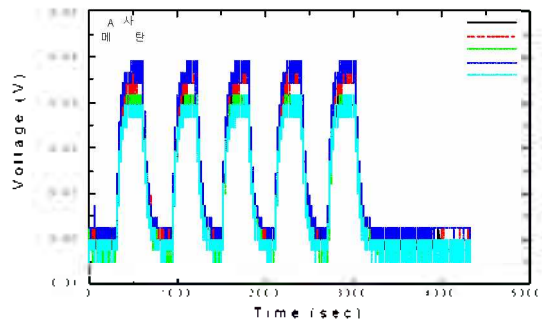




(a) 반도체식 메탄분위기



(b) 반도체식 부탄분위기



(c) 접촉연소식 메탄 및 부탄 분위기

그림 3. 메탄 및 부탄에서의 측정결과

3.4.2. 응답시간

일반적으로 응답시간 및 회복시간의 측정은 청정대기 상태의 값에서 최대 출력의 90%의 값의 차이를 응답시간이라 하며, 최대출력에서 청정대기상태의 10% 값의 차이를 회복시간이라 한다. 메탄 및 부탄 가스 분위기에서의 접촉연소식 및 반도체식 가스센서의 응답시간 및 회복시간을 표 3에 나타내었으며, 각 제조사에 대한 응답시간 및 회복시간의 측정방법을 그림 4에 나타내었다.

표3. 메탄 및 부탄에서의 응답시간

구 분		접촉연소식		반도체식	
		A사	B사	C사	
메 탄	응답시간	15.72	16.48	9.8	
	회복시간	17.2	60.64	70.6	
부 탄	응답시간	93	128	3.72	
	회복시간	107	136.32	58.08	

그림에서 살펴보면 가연성 가스센서에 있어서 응답시간은 부탄 가스보다 메탄가스가 더 빨리 반응하였으며, 회복시간은 메탄보다 부탄이 더 빨리 반응하였다. 그림 4에서 보는 것과 같이 회복 시 최고 출력의 약 80%까지는 급격한 반응을 보이거나 최고 출력의 80%에서 90% 정도에서부터 변화가 둔감하게 나타났다.

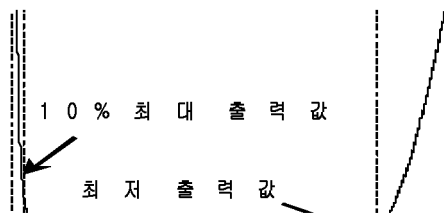


그림 4. 가연성 가스 센서의 출력특성

3.4.3. 안정성

메탄 및 부탄에서의 안정성은 청정대기 상태의 영점안정성과 25% LEL 상태에서의 출력안정성으로 나타내며 이러한 안정성을 표 4에 나타내었다.

표4. 메탄 및 부탄에서의 안정성

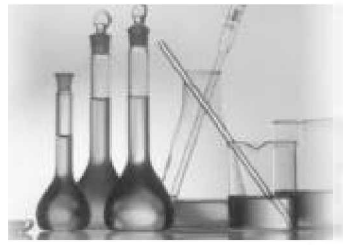
구 분		접촉연소식		반도체식	
		A사	B사	C사	
메 탄	영점안정성	82	5.8	2.6	
	출력안정성	4.5	1.3	2.6	
부 탄	영점안정성	82	5.8	2.6	
	출력안정성	8.19	5.9	3.5	

영점 및 출력의 안정성은 청정대기에서 25% LEL 상태에서 1시간동안 유지한 출력값의 편차를 나타내며, 표 4에서 보는 것과 같이 반도체식 가스센서가 접촉연소식 가스센서보다 우수한 안정성을 나타내었다. 특히 C사의 제품은 메탄에서 2.6%의 출력안정성을 나타내었으며, 부탄에서는 3.5%의 출력안정성을 나타내어 가장 우수한 출력 및 영점안정성을 나타내었다. 반면 A사의 경우 메탄에서 8.2%, 부탄에서 8.19%의 다소 높은 출력안정성을 나타내었다.

3.4.4. 전기적 특성

가연성 가스 센서의 전기적 특성을 확인하기 위해 메탄 및 부탄 가스 상에서 정규전압의 95% 및 105%의 전압을 인가하여 나타나는 감도, 정밀도 및 응답시간을 표 5에 나타내었다.

메탄 가스 상에서 인가전압이 정규전압의 95%일 때 감도는 접촉연소식의 경우 51.78mV, 반도체식의 경우 0.60mV 과 0.26mV 로 나타났다. 인가전압이 정규전압의 105%일 경우 접촉연소식의 감도는 49mV 이며 반도체식은 0.46mV와 0.27mV 로 나타났다. 따라서 인가전압이 정규전압의 ±5% 이내에서 정규전압의 90% 이상을 만족하게 나타났다. 부탄 가스 상에서의 인



연구보고

가전압의 95%와 105%도 정구전압의 90%이내의 값을 유지하였다.

표5. 가연성 가스센서의 인가전압에 따른

구 분			접촉연소식		반도체식	
			A사	B사	C사	
메탄	95%	강도(mV)	51.78	0.6097	0.269	
		정밀도	247	1.99	3.74	
		응답시간	63	260	7.8	
	105%	강도(mV)	49	0.4619	0.2797	
		정밀도	328	2.76	3.75	
		응답시간	16.48	180	6.8	
부탄	95%	강도(mV)	47.6	0.2516	0.0791	
		정밀도	526	3.88	4.826	
		응답시간	86.2	222	3.8	
	105%	강도(mV)	18.9	0.195	0.1586	
		정밀도	525	4.19	4.39	
		응답시간	17.4	262	15.8	

3.4.5. 환경적 특성

메탄 및 부탄에서의 가연성 가스 센서의 고온 및 저온에서의 특성을 표 6에서 나타내었다. 고온에서의 특성은 온도 $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도 $60\%RH \pm 7\%RH$ 에서, 저온은 $-10^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 고습은 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도

$60\%RH \pm 7\%RH$ 에서, 저습은 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도 $35\%RH \pm 7\%RH$ 에서 실시하였다.

표 6에서 보는 것과 같이 A사의 접촉연소식의 경우 고습 및 저습에서의 출력안정성이 14.6%과 19.6%로 높게 측정되었으며, 반도체식의 C사의 경우 매우 우수한 출력안정성을 나타내었다. 또한 고온 저온에서보다 고습 저습에서의 출력안정성이 낮게 측정되었으며, 메탄 가스보다 부탄 가스일 경우 더 우수한 출력안정성을 나타내었다.

표B. 환경적 특성에 따른 출력안정성

구 분			접촉연소식		반도체식	
			A사	B사	C사	
메탄	고온	출력안정성	3.3	10.7	2.5	
	저온	출력안정성	8.9	5.2	1.7	
메탄	고습	출력안정성	14.6	8.3	3	
	저습	출력안정성	19.6	4.9	0.3	
부탄	고온	출력안정성	5.17	5.3	1.1	
	저온	출력안정성	5.17	5.2	1.48	
부탄	고습	출력안정성	9.1	6	1.96	
	저습	출력안정성	14.2	4.14	1.9	

3.4.6. 발열온도

정구전압의 메탄 및 부탄 가스상에서 측정된 각각

의 시편에 대한 발열온도를 적외선 카메라로 측정하였으며 측정결과를 표7에 나타내었다. 표에서 보는 것과 같이 A사와 B사는 50℃ 정도의 온도를 나타냈으나, C사의 온도는 최고 93.7℃ 까지 온도가 상승하였다.

표7. 정규전압에서의 발열온도
(단위: ℃)

시 편		1	2	3	4	5
A사	메탄	50.6	54.2	51	50.6	52
	부탄	48.3	52.1	51.2	49.5	48.6
B사	메탄	70	97.6	80.2	90.1	83.6
	부탄	71.2	82.6	93.7	82.3	97
C사	메탄	85.6	85.6	73.8	82.9	82.9
	부탄	86.3	89.2	76.7	77.1	81.5

제 4 장 결 론

가연성 가스센서는 산업용 및 생산현장 뿐만 아니라 일반 가정에 이르기까지 그 사용범위가 넓고 보편화되어 있는 센서이다. 이와 같이 응용이 광범위하고 관련산업에 미치는 파급효과 매우 크므로 향후 막대한 수요가 예상되는 품목이다. 그러나 사용범위가 넓고 일반화되어 있는데 반해 제품의 국산화 정도나 규격의 표준화에는 많은 문제가 있었다.

따라서 본 연구에서는 가연성 가스센서가 갖는 보편적이고 일반적인 특성과 가연성 가스센서의 종류에 따른 측정방법을 규정하고자 하였다. 또한 국내·외 업체의 가연성 가스센서를 이용하여 이 측정방법에 따른 적용 여부를 확인하였다. 이러한 연구를 통해 현재 국내에서 생산되고 있는 가연성 가스센서의 품질 향상은 물론 새로운 가연성 가스센서의 국산화를 촉진하고 더 나아가 세계시장에서의 경쟁력 제고에 기여할 것으로 기대된다.

감사의 말 (Acknowledgement) 본 연구는 산업자원부 산업기반기술 표준화 과제의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 위탁기관으로 요업기술원 최명현 박사팀과 공동으로 수행하였습니다.



학문에 관한 명언

소년은 늙기 쉬우나 학문을 이루기는 어렵다

少年易老 學難成(소년이로 학난성)

순간 순간의 세월을 헛되이 보내지 마라

一寸光陰 不可輕(일촌광음 불가경)