

1. STK2005의 특징

◆ STK2005 는 가연성 가스에 대하여 높은 감도를 나타내며 특히 선택성이 뛰어나고 내구성이 강하여 오동작의 위험이 적습니다.

◆ STK2005 는 기존의 반도체식 가스센서의 단점인 온도 습도에 대한 영향을 크게 개선하여, 어느 정도의 허용 오차 범위 안에서는 별도의 보상회로가 필요치 않습니다.

2. STK2005의 가스 감지 원리

STK2005 는 일반적인 반도체식 가스센서의 원리에 따라 동작합니다. 센서의 주요 구성부는 감지막과 히터이며 감지막은 n-형 세라믹 반도체 분말을 주원료로 하고 센서의 동작 원리는 다음과 같습니다.

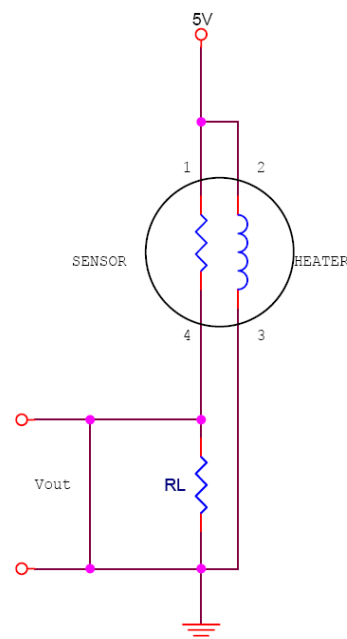
공기 중에서 센서의 히터가 동작하여 감지막에 열을 가하면 공기중의 산소가 감지막의 반도체 분말 표면에 화학 흡착합니다. 흡착된 이 산소 (O^- or O_2^-) 는 가연성 가스와 같은 환원성 가스와 반응할 경우 전자를 반도체 재료에 다시 되돌려 주고 반응하기 때문에 결과적으로 반도체의 전기 전도도를 증가시키게 됩니다 (전기저항 감소). 따라서 반도체식 가스센서는 가연성 가스와 같은 환원성 가스에 접촉 시 전기저항이 감소하며 가스의 농도가 증가할수록 전기저항이 계속 감소하게 됩니다.

3. 센서의 기본적인 구동회로

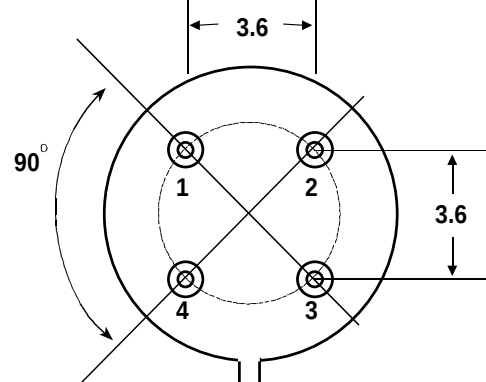
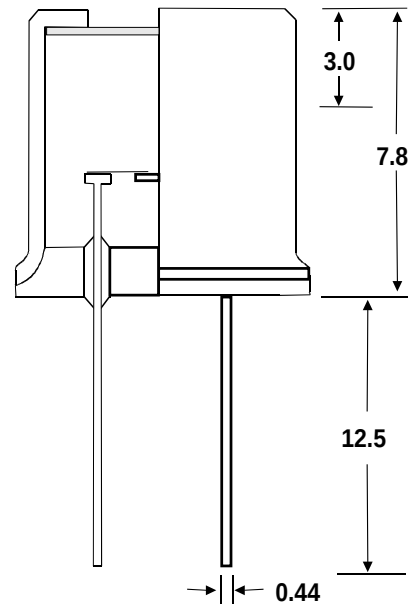
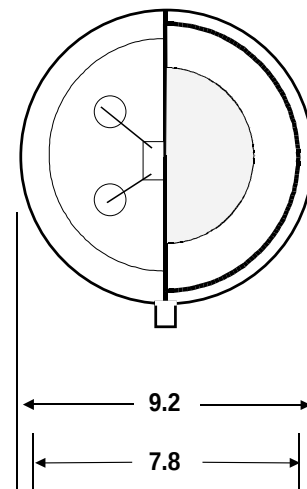
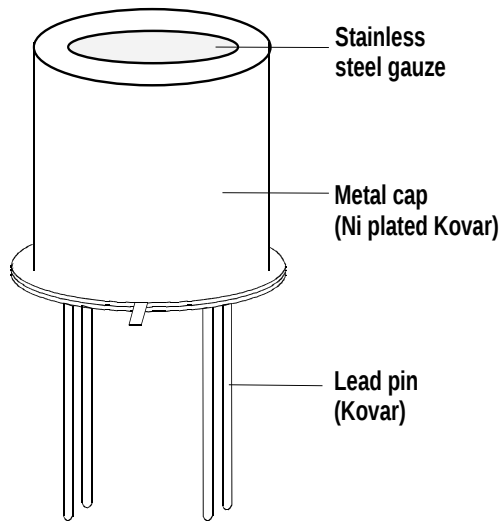
아래 그림은 STK2005 의 기본 구동회로를 나타냅니다. 회로는 기본적으로 센서의 히터 구동 방법과 감지막의 전기저항을 측정하는 방법을 나타내는데, 먼저 히터에는 직류 5V 전압을 인가 (극성 관계없음) 하고 감지막에는 참조저항 (R_L)을 직렬로 연결하여 이 저항에 걸리는 전압 (V_{out})을 측정하여 감지막 저항을 측정합니다. 이때 감지막 저항은 다음식으로 계산됩니다.

$$R_s = \left[\frac{V_c}{V_{out}} - 1 \right] \cdot R_L \dots\dots(1)$$

가스 농도가 증가하면 R_s 가 감소하므로, 결국 측정되는 R_s 로부터 가스농도를 계산할 수 있습니다.



4. DIMENSIONS



<Bottom View>

◆ Very Small Size

◆ Standard Package of TO5

Pin connection

1 : Sensor electrode (+)

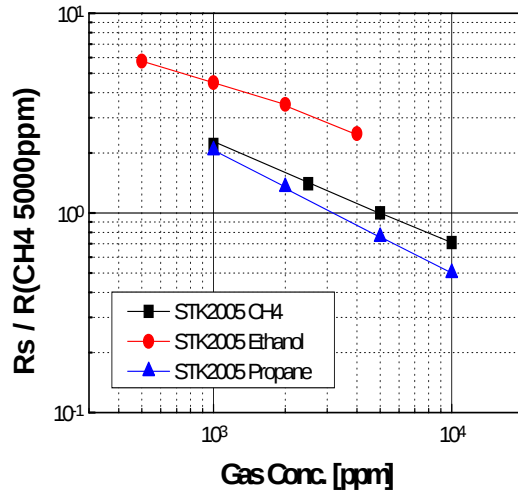
2 : Heater

3 : Heater

4 : Sensor electrode (-)

5. 여러가지 감도 특성

5-1. 여러 가지 가스에 대한 감도특성



* 측정 조건 : 24°C, RH50%

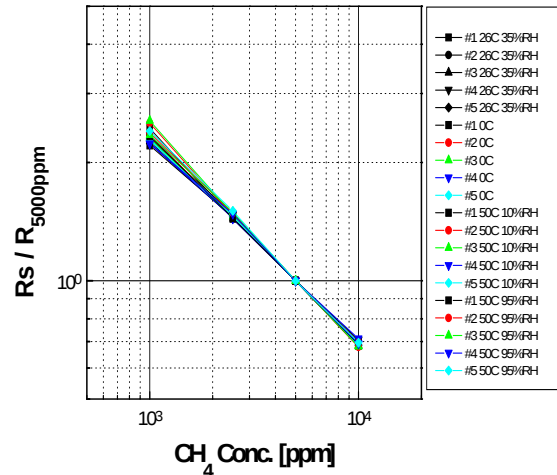
◆ 높은 감도

STK2005 는 메탄 가스 5000ppm 이 들어오면 적어도 1/10 이하로 저항이 급격히 감소합니다. 이는 반도체식 가스센서의 전형적인 장점이며 이로 인하여 별도의 증폭회로는 전혀 필요치 않습니다.

◆ 뛰어난 선택성

STK2005 는 특히 에탄올과 같은 잡가스에 거의 반응하지 않습니다. 따라서 기존 반도체식에서 자주 발생하던 오동작의 위험이 거의 없습니다.

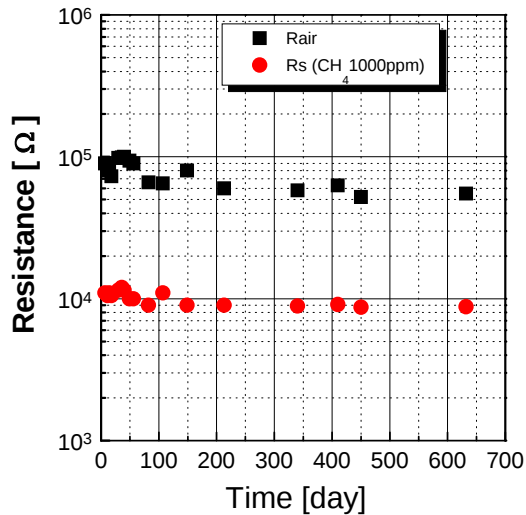
5-2. 온도 및 습도 영향



	0°C	24 °C	50 °C	50 °C
		40%RH	10%RH	90%RH
Methane 5000ppm	18kΩ	17kΩ	16kΩ	14kΩ
Methane 10000ppm	13kΩ	12kΩ	12kΩ	10kΩ
Propne 1000ppm	35kΩ	35kΩ	33kΩ	30kΩ
Propne 2000ppm	22kΩ	23kΩ	22kΩ	22kΩ

◆ STK2005 는 감도특성에 대한 온 습도 영향이 비교적 적습니다. 이 역시 기존 반도체식 가스센서와 차별화 되는 장점입니다. STK2005 를 별도의 온도 보상 없이 사용하여도 상온의 5000ppm 와 동일한 신호는 50 도 RH10% 의 4000ppm, 0 도의 6500ppm 으로 약 20% 편차에 불과합니다. (기존 반도체 센서: 100% 편차)

5-3. 장기 안정성

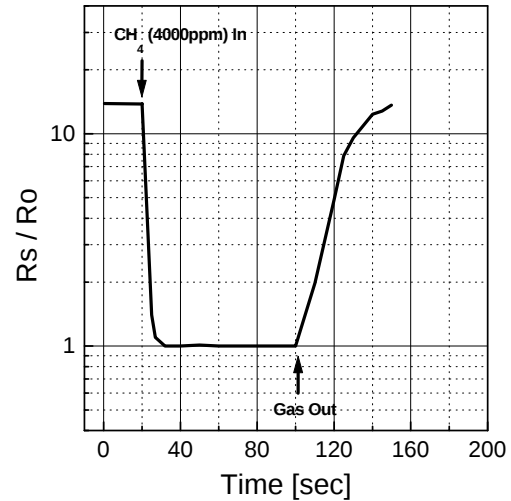


* 측정조건 : 24±5°C, RH50±30%

◆ STK2005 는 약 700 일 연속 작동 시에도 높은 감도를 계속 유지하며 저항값의 변화가 거의 없습니다.

◆ 상기 데이터는 깨끗한 환경에서의 결과입니다. 만약 가혹한 환경, 예를 들어 실리콘 접착제나 황화수소와 같이 센서에 해로운 가스등에 장기 노출될 경우에 특성의 변화가 있을 수 있습니다. 또한 STK2005 를 사용한 PCB 제작 시 그리고 포장 시에도 특별한 주의를 요하는데 이는 아래 자료를 참조해 주십시오.

5-4. 반응 속도

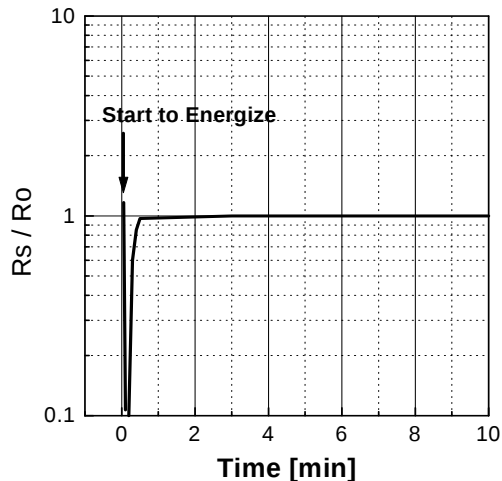


* 측정조건 : 24°C, RH50%

* Ro: Sensor Resistance (Rs) at CH₄ 4000ppm

◆ STK2005 는 매우 빠른 감응 속도를 나타냅니다. 대부분의 가연성 가스에 대하여 가스 주입 후 약 5 초내에 90% 이상의 신호에 도달합니다. 이는 일반적인 반응속도에 대한 규정인 20 초에 충분히 부합되는 특성입니다.

5-5. 초기 동작 특성



* Rs 는 정상환경에서 30 일간 보관한 후 전원을 인가하여 측정한 결과입니다.

* Ro: 전원 인가 후 20 분에서의 측정치입니다.

* 측정조건 : 24°C, RH50%

◆ STK2005 의 초기 안정화는 비교적 빠르게 진행됩니다. 전원 인가 후 30 초안에 최종 신호의 90%, 5 분 이내에 100%에 도달합니다.

◆ 비록 초기 안정화가 빠르게 진행되더라도 위 그림에서 보듯 전원 인가 초기에는 저항이 순간적으로 떨어졌다가 상승합니다. 따라서 STK2005 를 사용한 가스 경보기는 전원 인가 시 초기에 오경보를 발할 수 있으므로 별도의 초기 경보 지연 회로가 필요합니다.

5-6. 장기 저장의 영향

◆ STK2005 를 30 일간 정상환경에서 보관한 후 전원을 인가하고 수일에 걸쳐서 메탄 1000ppm 에서의 저항을 측정하였습니다. 전원인가 후 4 일째의 저항을 1 로 하였을 경우의 데이터입니다.

Time (days)	0	1	2	4	6	8	12	20
Rs/Ro	1.5	1.3	1.2	1	0.9	1.1	1	1.1

◆ 상기 데이터에 나타나 있듯, 장기 보관한 후 전원을 인가하면 첫날에 비하여 시간이 지날수록 저항이 감소하는 것을 알 수 있습니다. 저항 감소 비율은 약 1.5 배이며, 이는 장기보관 후 첫날에는 측정되는 가스농도가 실제의 1/2 로 적게 측정되며 최소한 4 일이 경과해야 정확한 값을 측정한다는 것을 나타냅니다. 이는 반도체식 가스센서의 일반적인 특성이며 보관 도중 센서에 흡착된 여러 잡가스들을 탈착시키는 과정에 기인합니다. 이러한 특성을 극복하기 위해서는 센서를 이용한 PCB 제조 시, calibration 이전에 센서를 충분한 시간동안 동작전원을 인가하여 숙성시켜야 하며 약 7 일 정도의 숙성기간이 권장됩니다. 그러나 약 1 일 이내의 짧은 기간 동안의 보관 시에는 큰 영향이 없습니다.

6. STK2005 사용 시 주의사항

위에서 기술한 바와 같이 STK2005 는 기존 반도체식 가스센서에 비하여 온습도 특성, 선택성, 감도 등의 면에서 우수한 특성을 보유하고 있으나, 사용 시 특별한 주의를 요하는 항목이 있으며 그것은 다음과 같습니다.

6-1. PCB 제조 시 주의사항

위에서 기술한 바와 같이 STK2005 는 그 특성에 해로운 영향을 미치는 가스가 존재하는 환경을 가급적 피해야 하며, 이러한 특성은 반도체식 센서뿐 아니라 대부분의 가스센서에 모두 적용됩니다. 여기서 해로운 영향을 미치는 가스에는 실리콘 접착제에서 나오는 증기, 황화수소와 같은 산성가스, 고무냄새, PCB 제조 시 사용되는 flux, 세척제 등이 있습니다. 특히 flux 와 세척제 등은 PCB 제조 시 반드시 사용되는 화합물이므로 이를 센서와 접촉되지 않게 하는 특별한 주의가 필요합니다. 이를 위하여 권장되는 최상의 PCB 제조 공정은 다음과 같습니다.

가. 센서를 제외한 나머지 부품 삽입 완료
나. flux 를 이용한 납 도포. 이때 가급적 rosin 계열의 flux 사용
다. 세척제로 flux 완전 제거

라. 충분한 건조로 세척제 완전제거
마. 센서 삽입하여 수작업으로 납땀

6-2. Calibration 방법

현존하는 모든 종류의 가스센서는 assembly 제조 시 센서 하나마다 모두 calibration 이 필요하며 이는 STK2005 에도 그대로 적용됩니다 (R_L 값 조정). 이때 권장되는 calibration 방법은 다음과 같습니다.

가. 센서가 장착된 PCB 에 전원을 인가하여 7 일간 숙성한 후 곧바로 calibration 실행.
나. 혹은 센서만 7 일간 숙성한 후 PCB 장착하여 calibration 실행 (이때 PCB 장착과 calibration 사이의 기간을 1 시간 이내로 최소화).

그러나 별도의 주문에 의하여 calibration 의 편의를 도모할 수도 있습니다. 즉 당사 제품 출고 시, 고객의 주문에 의하여 센서마다 정해진 가스 농도에서의 저항값을 일정한 범위 내로 분류하여 출고하면 고객은 분류된 저항값에 맞게 R_L 을 조정하면 됩니다. 이 방법은 측정되는 가스농도의 허용오차범위가 비교적 넓은 경우 유용합니다.

7. 일반적인 특성표

MODEL			STK2005
Target gas			Combustible gases
Typical detection ranges			500 ~ 20000 ppm
Package			Metal
Standard circuit conditions	Heater voltage ¹	V _H	5V ±0.2V DC
	Circuit voltage ¹	V _C	5V ±0.2V DC
	Load resistance	R _L	Variable
Electrical characteristics	Heater current	I _H	100 ~ 120 mA
	Heater power consumption	P _H	500 ~ 600 mW
	Sensor resistance	R _S	5 ~ 50kΩ in 5000 ppm
	Resistance ratio of sensor		$\frac{Rs(10000\text{ ppm})}{Rs(5000\text{ ppm})} = 0.5 \pm 0.1$
	Standard test gas		Methane
	Standard test conditions		24 °C ±2°C, 50 ±5% RH

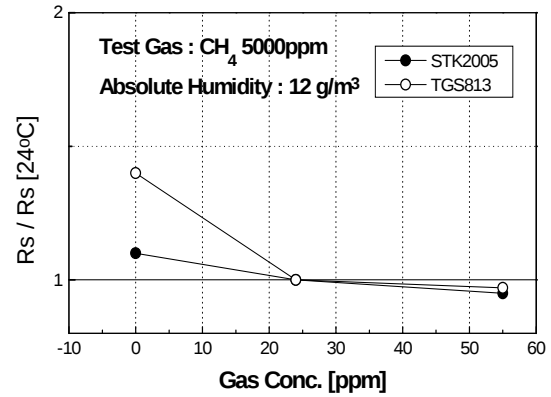
8. 기존 센서와의 성능 비교

8-1. 온도 영향

기존의 반도체식 가스센서는 접촉연소식에 비하여 뚜렷한 장점 및 단점을 가지고 있으며 그것을 다음표에 요약하였습니다.

	기존 반도체식	접촉연소식
신호 (감도)	크다	작다 (증폭회로필수)
구동회로	5VDC (단순)	2.3, 2.5V 등 (특수)
선택성	나쁨 (오동작)	좋음
온습도 영향	나쁨 (보상회로필수)	적음

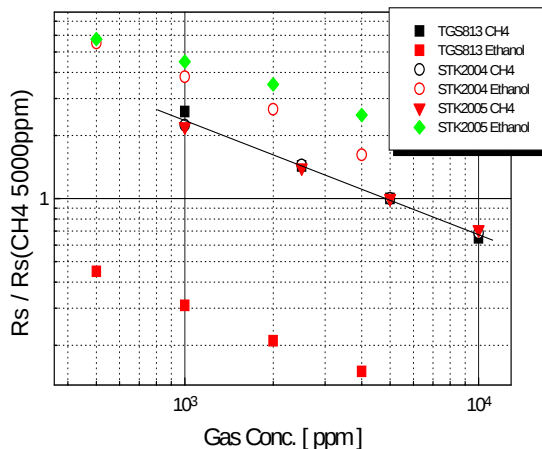
그러나 STK2005 는 위와 같은 기존 반도체식의 단점을 해결하였으며, 그 결과를 기존 반도체식의 대명사인 Figaro 센서 (TGS 시리즈)와 비교하였습니다.



위 그림에 나타난 바와 같이 STK2005 는 TGS813 에 비하여 낮은 온도에서도 영향을 훨씬 적게 받습니다. 상온에서 5000 ppm 으로 경보 세팅을 해놓으면 0 도에서 STK2005 가 약 6500ppm 에서 경보하는 반면 TGS813 은 10000 ppm 에서 경보합니다.

8-2. 선택성

STK2005 를 포함한 STK2000 시리즈는 기존 반도체식에 비하여 뛰어난 선택성을 보유하여 잡가스에 의한 오동작 위험을 현저히 감소시켰습니다.



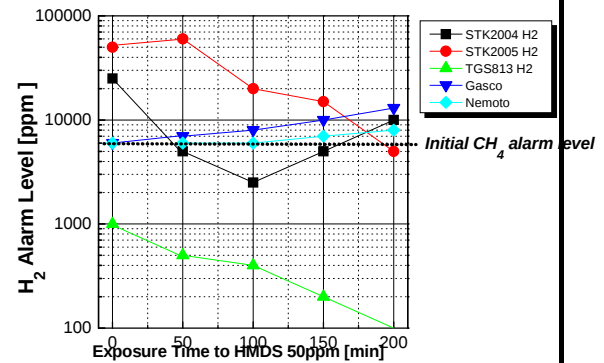
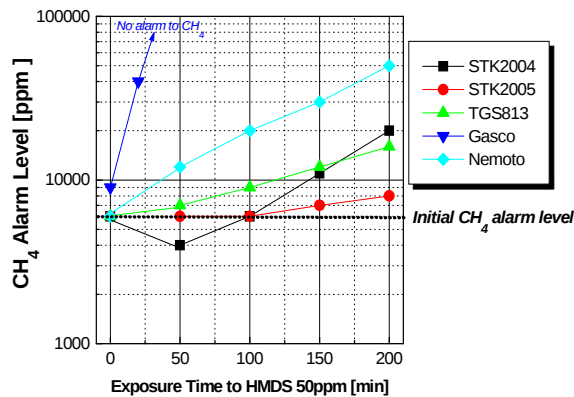
위 그림에서 보듯, STK 센서는 에탄올 (잡가스의 대표적 성분)의 감도가 메탄에 비하여 큰 반면 TGS813 은 에탄올에 대한 감도가 메탄보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있습니다. 이는 TGS813 을 장착한 가스경보기는 메탄 5000ppm 에 경보 세팅을 했을 경우 에탄올 수백 ppm 에도 오경보 할 수 있음을 의미합니다. 반면 STK 센서는 에탄올 10,000ppm 이상이어야 경보하는데 이는 접촉연소식 센서보다도 우수한 특성이며 실제 환경에서는 발생하기 불가능한 조건이어서 전혀 문제가 되지 않는 수준입니다.

8-3. 내구성

일반적으로 반도체식과 접촉연소식 가스센서는 몇가지 가스에 노출되면 성능이 바뀌어 버리게 되는 현상이 발생하는데 대표적인 가스로 실리콘 화합물을 들 수 있습니다. 이러한 실리콘 화합물에 의한 성능 변화로 인하여 많은 문제점들이 일어나고 있어서, 실제로 영국에서는 이러한 문제점을 인식하여 가스경보기 성능규격에 HMDS (hexamethyldisiloxane) 라는 실리콘 화합물 가스 10ppm 에 60 분 노출시킨 후 성능 변화를 테스트하고 있습니다. 본사에서도 이러한 국제적 규격의 변화에 대응하여 HMDS 노출 실험을 행하였으며, 본사의 STK 시리즈와 TGS813, 그리고 2 종의 접촉연소식 가스센서 (gasco 경보기, Nemoto)에 대한 테스트를 시행하였습니다.

테스트 조건은, 상온에서 센서를 작동시킨 상태에서 HMDS 50ppm (영국 BSI 규격의 10ppm 보가 가혹한 조건) 에 일정시간 노출시킨 후 약 30 분 정도 깨끗한 환경에서 회복시키고 가스 경보 농도를 측정하는 방식으로 하였습니다.

그 결과를 다음에 나타내었습니다.



- 위 그림은 메탄 경보 농도에 대한 HMDS 의 영향을 나타낸 것입니다. 그림에서 보듯 반도체식 센서의 경우 노출 시간이 길어질수록 경보레벨이 서서히 증가하는 경향이지만 이는 접촉연소식에 비하면 훨씬 양호한 특성이며 STK2005 의 경우는 거의 영향이 없는 것으로 나타났습니다.

- Gasco 제품은 약간의 노출에도 센서의 성능이 완전히 변해버리는 문제점이 노출되었습니다.

-위에서 기술한 바와같이 반도체식 가스센서의 메탄 가스 경보 농도 HMDS 에 대하여 크게 변하지는 않으나, 실제 상황에서는 여러 가지 가스가 존재할 수 있으므로 다양한 가스에 대한 테스트도 병행되었으며, 수소 가스를 실험가스로 테스트하여 그 결과를 다음 그림에 나타내었습니다. (수소 가스는 에탄올과 함께 잡가스의 대표적인 가스입니다)

- 메탄 가스와는 달리 수소가스에 대해서는 반도체식보다는 접촉연소식이 우수합니다. 그러나 위 그림에서 나타나듯 STK 센서는 HMDS 에 노출되면서 수소 경보 농도가 낮아지기는 하지만 (예민해짐) 원래부터 수소에 대한 감도가 적었으므로 (선택성 우수) 오동작의 가능성이 접촉연소식 수준으로 낮습니다. 그러나 TGS813 의 경우는 처음부터 수소에 대한 영향이 컸으며 (선택성 나쁨) 이러한 단점이 HMDS 에 노출되면서 더욱 심화되기 때문에 오동작의 위험이 훨씬 증가하게 됩니다.

- 결론적으로 STK 시리즈 센서는 접촉연소식에 비하여 HMDS 에 노출시 메탄에 대한 감도 저하가 훨씬 적으며, 잡가스에 대한 오동작의 위험성에 있어서도 원래 높은 선택성을 가지기 때문에 HMDS 에 노출되더라도 오동작을 일으킬 수준까지는 도달하지 않음을 알 수 있습니다.