1. 기존 센서 대비 STK4000 의 특징

◆ 각종 냄새 가스에 대한 탁월한 감도
◆ 초고속의 초기안정화 특성
◆ 낮은 온습도 영향

STK4000 은 기존 일본산 센서에 비하여 2 배 이상의 높은 감도를 보이며 20 배 이상의 짧은 초기안정화 시간을 가지고 또한 온도 습도에 대한 영향이 매우 작은 고성능 냄새 센서입니다.

2. STK4000 의 가스 감지 원리

STK4000 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.

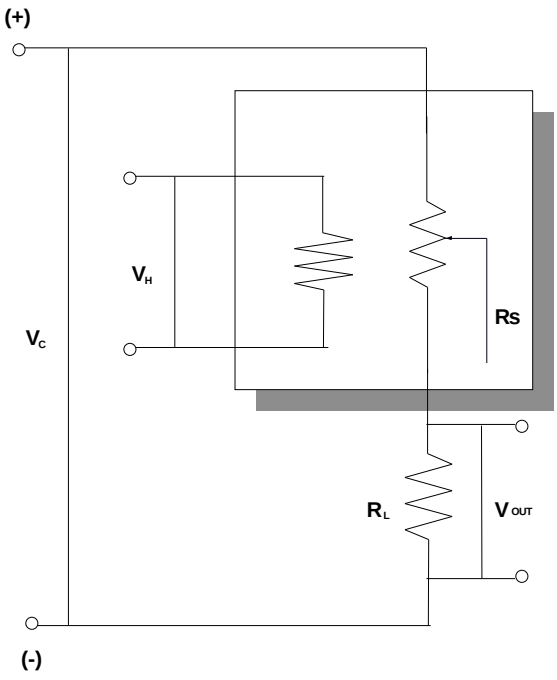
공기 중에서 센서의 히터가 동작하여 감지막에 열을 가하면 공기중의 산소가 감지막의 반도체 분말 표면에 화학 흡착합니다. 흡착된 이 산소 (O^- or O_2^-) 는 담배 연기와 같은 환원성 가스와 반응할 경우 전자를 반도체 재료에 다시 되돌려 주고 반응하기 때문에 결과적으로 반도체의 전기 전도도를 증가시키게 됩니다 (전기저항 감소). 따라서 반도체식 가스센서는 환원성 가스에 접촉 시 전기저항이 감소하며 가스의 농도가 증가할수록 전기저항이 계속 감소하게 됩니다.

3. 센서의 기본적인 구동회로

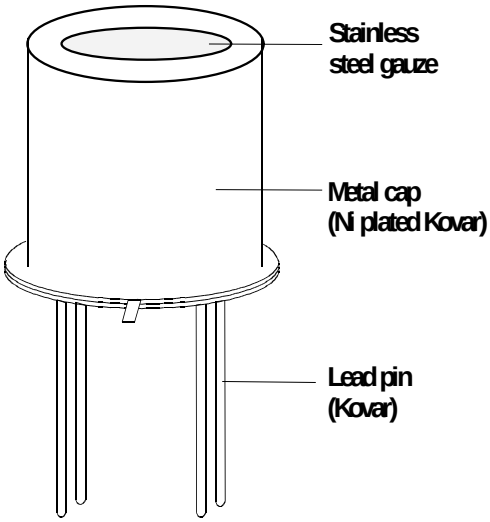
아래 그림은 STK4000 의 기본 구동회로를 나타냅니다. 회로는 기본적으로 센서의 히터 구동 방법과 감지막의 전기저항을 측정하는 방법을 나타내는데, 먼저 히터에는 직류 5V 전압을 인가 (극성 관계없음) 하고 감지막에는 참조저항 (RL)을 직렬로 연결하여 이 저항에 걸리는 전압 (Vout)을 측정하여 감지막 저항을 측정합니다. 이때 감지막 저항은 다음식으로 계산됩니다.

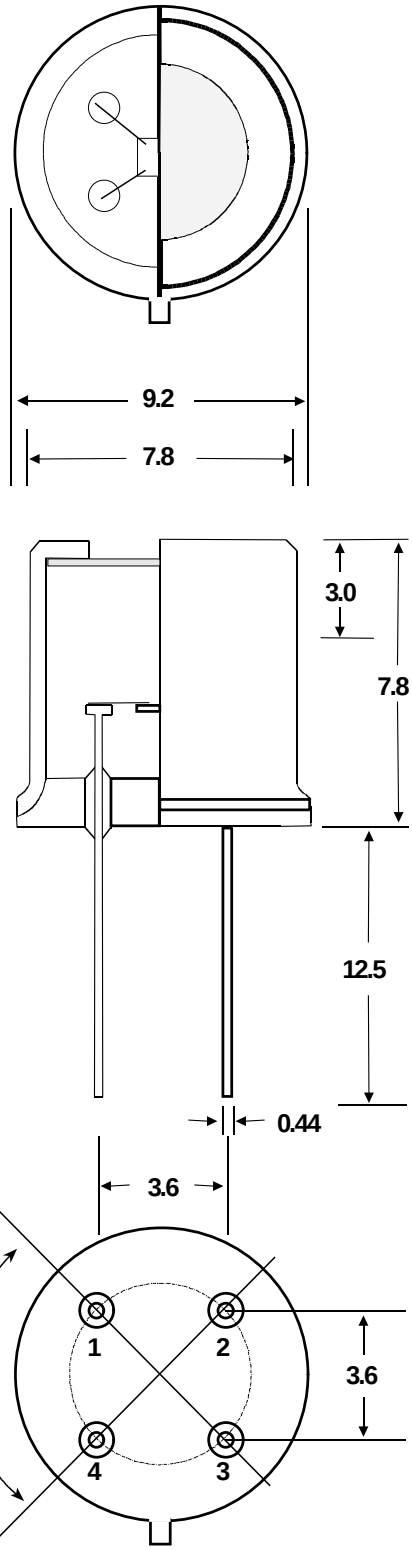
$$Rs = \left[\frac{Vc}{Vout} - 1\right] \cdot R_L \quad \ldots\ldots(1)$$

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



4. DIMENSIONS





- Very Small Size
- Standard Package of TO5

Pin connection

1 : Sensor electrode (+)

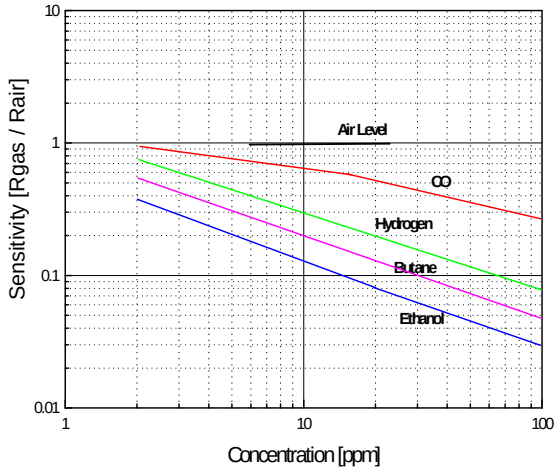
2 : Heater

3 : Heater

4 : Sensor electrode (-)

5. 가스 감지 특성

5-1. 여러 가지 냄새 가스에 대한 감도

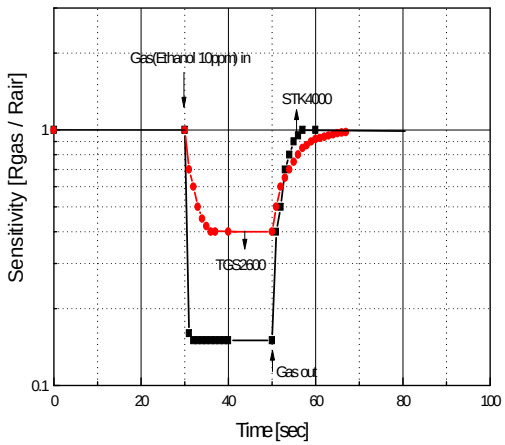


* Measuring conditions : 24°C, RH50%

◆ 고감도 특성

위 그림에서 보듯 STK4000 은 각종 가스에 대하여 매우 높은 감도를 보입니다. 특히 대표적인 냄새 가스인 에탄올 가스에 대하여 10ppm 에서 저항변화율 1/5 이상의 높은 감도를 보입니다.

5-2. 반응 속도



◆ 빠른 반응속도

STK4000 은 90% 신호 도달시간이 2 초 이내로 매우 빠른 반응속도를 보입니다. 이것은 기존 센서의 4 초에 비하여 2 배 정도 빠른 속도입니다.

회복 속도 또한 기존 센서에 비하여 2 배 이상 빠른 특성을 보입니다.

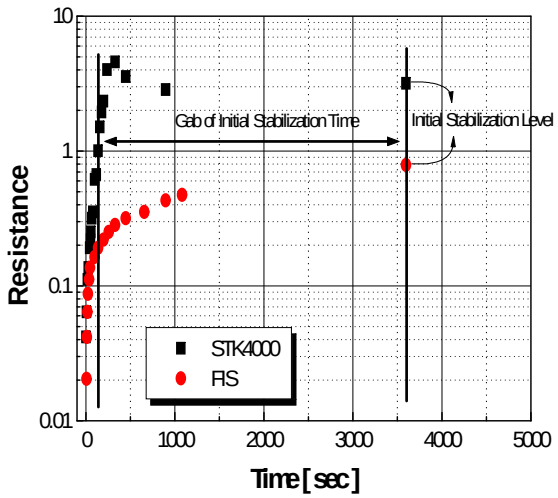
6. SPECIFICATIONS

MODEL			STK4000
Target gas			VOC (volatile organic compounds) Cigarette smoke
Typical detection ranges			1 ~ 100 ppm
Operating Temperature & Humidity			-20 ~ 50°C RH5~95% (Non-condensing)
Storage Temperature & Humidity			-40 ~ 70°C RH5~95% (Non-condensing)
Package			Metal
Standard circuit conditions	Heater voltage1	V_H	5V +/- 0.2V DC
	Circuit voltage1	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	
	Resistance ratio of sensor		$\frac{Rs(Ethanol 20\,ppm)}{Rair} \approx 0.1$
	Standard test gas		Ethanol (typical component of air contaminants)
	Standard test conditions		24 °C +/- 2°C, 50% +/- 5% RH

7. 타사 제품과의 성능비교

7.1 초기안정화

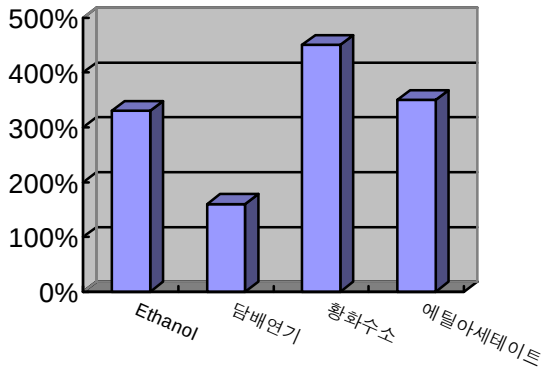
타사제품은 초기에 전원을 인가한 후 센서가 안정화되는 시간이 수십 분 이상으로 매우 길어서, 공기청정기 사용 시 초기에 전원을 넣고 정상적인 동작까지 상당한 시간이 소요됩니다. 아래 그림에서 보듯 본 제품의 초기안정화 시간이 180초 정도인 반면 FIS 제품은 3600초로 본 제품의 초기안정화 시간이 20배 빠른 결과를 보입니다.



(테스트 조건 : 일반적인 분위기에서 3개월 이상 전원을 인가하지 않은 상태에서 보관한 제품에 대하여, 전원을 인가한 직후부터 센서 신호 측정)

7.2 냄새성분에 대한 감도

아래 그림은 Figaro 사의 TGS2600에 대한 STK4000의 감도를 여러 가지 테스트 가스에 대하여 백분율로 표시한 것입니다. 그림에서 보듯 대부분의 가스에 대하여 기존 제품보다 150%에서 450%까지 월등한 감도를 보입니다.



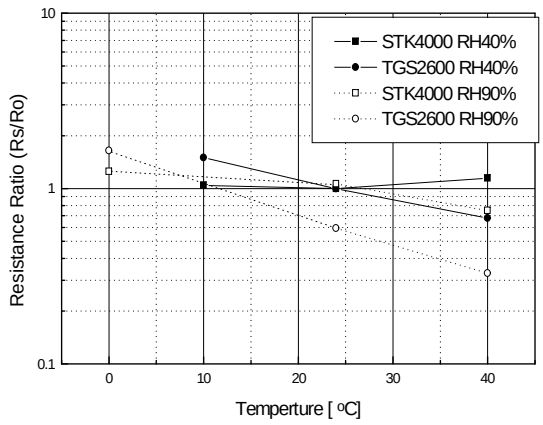
* 테스트 조건

TGS2600과 STK4000을 동시에 장착 시킨 후 동일한 조건에서 가스감도를 측정하여 비교함. 측정환경은 24도 40%RH.

* 테스트 가스에 대한 설명

- 에탄올, 에틸아세테이트 : 각종 냄새를 유발하는 휘발성 유기화합물(VOC)의 대표성분으로 음식조리 시 또는 건축자재에서 발생하는 냄새 성분 임.
- 담배연기 : 국산 (This) 발생 연기
- 황화수소 : 악취의 대표성분으로 인분 냄새를 유발함.

7.3 온습도 특성



본 제품은 기존 제품에 비하여 온습도에 의한 영향이 매우 적습니다. 위 그림에서 나타난 바와 같이 습도 40%에서 0~40도까지의 온도 변화 시 그 변화율이 최대 25% 정도로 TGS2600 의 250%에 비하여 월등히 작은 특성을 보입니다. 따라서 본 제품을 공기청정기에 적용 시 온습도 변화에 따른 오동작을 최대한 억제할 수 있는 효과가 있습니다. 예로써, TGS2600과 STK4000을 동일한 조건에서 비교 테스트한 결과 (센서저항 1.7배 감소시 오염 출력 조건) 상대습도 20%에서 50%로 상승시 TGS2600은 오염이라고 출력하는 오동작을 보인 반면 STK4000은 정상 동작하였습니다.

이러한 결과는 겨울철에 가습기 등으로 실내 습도를 높일 경우에 오염이 아니어도 오염 출력을 내보내는 오동작을 일으킬 수 도 있는 센서의 중요한 특성이라고 할 수 있습니다.

7.4 수명

공기청정기는 항상 외부의 오염된 공기를 흡입하고 있으므로, 센서는 오염될 환경에 노출되어 있습니다. 특히 센서의 수명에 영향을 주는 것은 먼지로써 장시간 사용 시 먼지가 센서의 가스 유입구를 막아서 감도가 현격히 떨어지는 현상이 발생할 수 있습니다. STK4000은 일본 제품과는 달리 센서 자체에서 발산하는 열로써 센서 가스 유입구 주위에 열대류를 형성하여 먼지가 센서 유입구에 흡착되는 것을 최대한 방지하여 먼지로부터 발생할 수 있는 센서 수명의 단축을 방지하고 있습니다. 이로 인하여 정상적인 사용 시 5년 이상의 센서 수명이 가능합니다.

또한 STK4000은 당사의 음주측정기 제품에 채택되어 지난 4년간 지속적으로 판매되어 온 것으로 장시간 사용에 대한 수명은 이미 검증된 바 있습니다.

7.5 공기청정기 장착 후 동작 테스트

가. 테스트 샘플

삼정인버터 공기청정기 SA3100 :

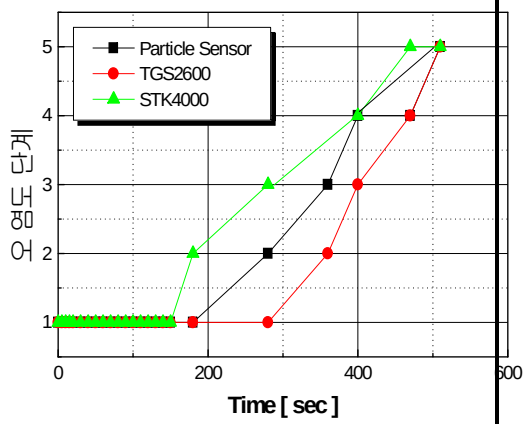
먼지센서 (일본 샤프) 및 냄새센서 (FIGARO TGS2600) 장착

나. 테스트 방법

- 10평 규모의 오염되지 않은 밀폐된 방 안에서 공기청정기 24시간 이상 가동한 후, 4m 떨어진 지점에서 오염물질 (담배연기, 에탄올) 발생시킴.
- 오염물질 발생직후부터 시간을 측정하여 공기청정기에 부착된 오염도 (먼지 및 냄새) 표시의 증가 속도 측정.
- 냄새 센서를 TGS2600에서 STK4000으로 교체하고 저항 R_L을 47kohm에서 150kohm 으로 교체.
- 냄새센서의 청정공기 상태에서의 신호전압은 두가지 센서의 경우 모두 2.5~3.0V 사이임.
- 오염 물질 발생 방법 : 담배 (This)에 불을 붙이고 자연적으로 타도록 방치. 크기 20cm X 20cm 정도의 휴지에 에탄올을 적시고 자연 증발되도록 방치.
- 방안에 별도의 공기 순환 장치는 없었고, 테스트는 각각 3회 실시하여 평균치 측정.

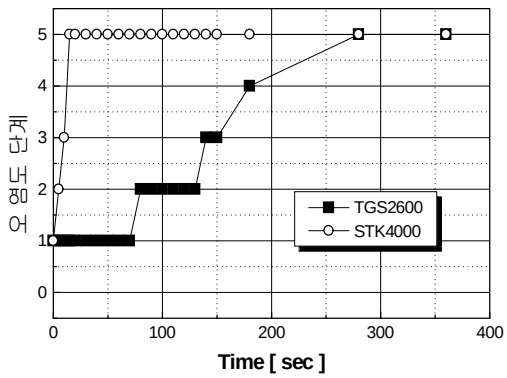
다. 테스트 결과

< 담배연기 >



위 그림에서 보듯 담배연기에 대한 감도는 STK4000이 가장 좋았고 그 이후로 먼지센서와 TGS2600 순이었음.

< 에탄올 >



5단계의 오염도까지 STK4000은 15초만에 도달한 반면 TGS2600은 300초가 소요되어 STK4000 이 훨씬 월등한 특성을 보임.

8. 오염도 측정 프로그램의 예

8.1 절대값 측정법

앞에서 기술하였듯이 STK4000은 센서의 핀 1과 4번 양단의 전기저항값 (Rs) 의 변화로부터 오염도를 측정하게 되는데 절대값 측정법은 각 오염도에 따라서 해당되는 저항값을 테이블화하여 측정하는 방법입니다. Vc 가 5V 이며, 깨끗한 공기 상태에서의 출력전압 (Vout)을 2.5V 로 조정하였을 때의 R_L 값이 100kohm 이라고 하면 테이블 값은 다음과 같이 할 수 있습니다.

오염도	Vout (V)	Rs (ohm)
0	2.5	100k
1	3.3	50k
2	3.57	40k
3	3.7	35k
4	3.85	30k

절대값 측정법은 절대적인 기준에 의하여 오염도를 측정하므로 정확도면에서는 우수한 장점이 있으나, 모든 센서에 대하여 별도의 R_L 값 조정 작업 (깨끗한 공기에서 2.5V 근방이 되도록)이 필수적이며 또한 어떠한 요인에 의한 센서의 경시변화가 발생할 경우 R_L 값을 재조정해야 한다는 단점이 있습니다. 그러나 STK4000의 경우 타회사 제품보다 감도가 크기 때문에 오염도 0과 1 사이를 상대적으로 크게 설정하여도 동일한 민감도를 얻을 수 있으므로 경시변화에 대한 대항력이 보다 크다는 장점을 보유하고 있습니다.

8.2 상대값 측정법

상대값 측정법은 Rs 값의 변화 비율로부터 오염도를 측정하는 방식을 말합니다. 이 방식을 사용할 경우 센서 신호값 Vout으로부터 계산된 Rs 값의 변화 비율을 측정하게 되는데, 그 계산식은 다음과 같습니다.

$$\frac{refRs}{Rs} = \frac{\frac{Vc}{refVout} - 1}{\frac{Vc}{Vout} - 1}$$

Rs, Vout : 현재의 Rs, Vout 값

refRs, refVout : 기준값으로 설정된 Rs, Vout 값

Vc : 회로전원

위 계산식을 설명하면 다음과 같습니다.

센서에 전원을 인가하면 곧바로 측정된 Vout값을 refVout으로 설정합니다. 이후 Rs 값이 증가하게 되면 (Vout 감소) 그 값을 새로운 ref 값으로 설정하고 반대로 감소하면 (Vout 증가) 바로 이전에 설정되었던 refRs 값과 현재의 Rs으로부터 위 식의 refRs/Rs 값을 계산합니다. 이 값을 미리 설정된 오염도 테이블과 비교하여 오염도를 확정합니다. 오염이후 공기가 청정화 하면서 Rs 값이 refRs 값으로 돌아오면 이때부터 다시 처음 단계로 되돌아갑니다. 만약 오염이후 Rs 값이 일정기간 이상 오랫동안 변화가 없으면 이것은 오염에 의한 것이 아닌것으로 보고 그때의 Rs 값을 다시 refRs 값으로 설정하고 처음 단계로 되돌아갑니

다.

오염도 테이블값은 사용자의 취향에 따라 결정할 수 있는데 오염도 첫단계는 1.5~3 이내에서 설정하는 것이 적절합니다. 이 수치가 작을 경우 매우 민감해지는 반면 오동작이 일어날 가능성이 커지고, 커질 경우에는 안정적으로 동작하는 대신 민감성이 떨어집니다.

이러한 상대적 측정법은 비록 절대적인 기준이 없어서 부정확한 측면이 없지 않지만 센서의 경시변화에 대응할 수 있고 절대적 측정법보다 민감한 오염 측정을 수행할 수 있습니다. 또한 센서 각각의 고유 저항값에 관계없이 (R_L 값에 무관) 오염도를 측정할 수 있으므로 별도의 조정 작업이 필요치 않다는 장점이 있습니다. 단 이 경우에 Vout이 정확하게 측정 가능한 영역인 0.2~4V 사이에 들어오도록 R_L 값을 지정해 주면 됩니다.

9. 센서 사용시 주의사항

위에서 설명한 바와 같이 가스센서는 감지막 표면에서의 화학작용으로 가스를 감지하는 원리이므로 감지막 표면이 오염된다면 올바른 감지 능력을 수행할 수 없게 됩니다. 따라서 이러한 센서 오염을 방지하기 위해서는 오염을 유발하는 가스성분이 센서 주위에 최대한 존재하지 않도록 해야 하는 조치가 필요하며 이것이 센서의 수명을 연장시키는 핵심이라고 할 수 있습니다.

센서의 감지막을 오염시키는 대표적 성분으로는 실런트로 사용되는 실리콘이나 고무로부터 발생하는 냄새성분과 PCB soldering 작업시 사용되는 Flux 및 Flux 세척제 등을 들 수 있습니다. 따라서 이러한 오염 성분을 피하기 위해서는 센서 주위에 실런트를 사용하지 않고, PCB 작업시 센서는 최후에 수작업으로 장착하는 공정이 필수적입니다. 이외에도 센서의 오랜 수명을 위한 여러가지 주의사항이 있을 수 있으므로 사용자께서는 저희 회사에 문의해 주시기 바랍니다.