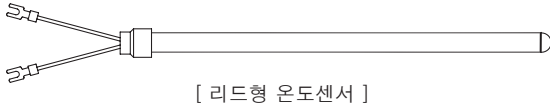


Temp. sensors

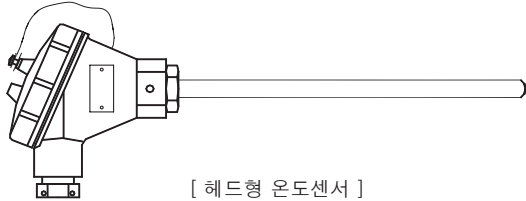
온도센서 분류

■ 형태에 따른 분류

온도센서는 제작업체에 따라 다양한 형태가 있을 수 있으나 크게 리드형과 헤드형으로 구분됩니다.



[리드형 온도센서]



[헤드형 온도센서]

■ 온도 측정 원리에 따른 분류

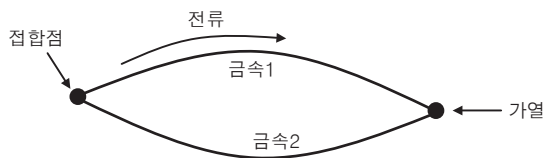
온도센서는 온도측정 원리에 따라 일반적으로 열전대와 측온저항체로 구분됩니다.

열 전 대

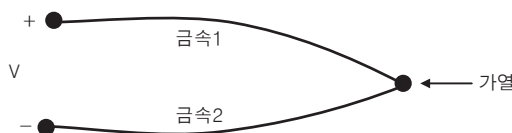
■ 열기전력 회로 및 열전대

2종의 금속 도체를 접속하여 그림 1-1과 같이 폐회로를 만들고 양단에 온도차를 가하면 열기전력(thermal electromotive force, EMF)이 발생되어 회로에 전류가 흐릅니다. 이것을 제백 효과(seebeck effect)라 합니다.

만약 그림 1-2에서 보여주는 바와 같이 회로 중간이 개방되었다면 개방된 회로의 전압(제백 전압)은 두 금속의 구성과 온도의 함수로 생성됩니다.



[그림 1-1. 제백 효과]



[그림 1-2. 제백 전압]

모든 다른 금속들간에는 이러한 효과가 나타나는데 두개의 다른 물질을 접속한 이러한 구조를 열전대 또는 TC(thermocouple)라고 부릅니다.

■ 열전대의 특징

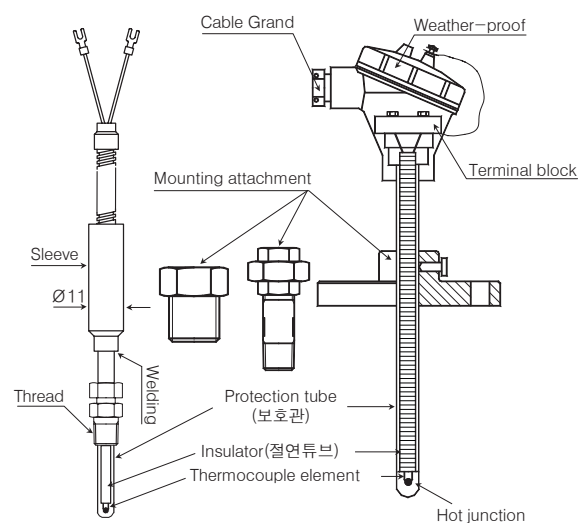
열전대는 다른 온도센서에 비해서 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.

열전대	
장점	<ul style="list-style-type: none"> 저항 리드선 문제가 없음 온도변화에 대한 빠른 응답으로 시간 지연에 의한 오차가 비교적 적음 넓은 온도범위의 측정이 가능함 측정 지점의 온도 측정이 가능함 열기전력을 검출하므로 측정, 증폭, 변환 등의 정보 처리가 용이함 가격이 저가임
단점	<ul style="list-style-type: none"> 비선형적임 측온저항체에 비해 안전성, 반복성이 다소 떨어짐 미소 온도 변화에 대한 민감도가 적음 주위 환경에 의한 열화현상이 발생함

■ 열전대 센서의 구조

열전대의 구조는 그림 1-3에서 보는 바와 같이 열전대 Element를 절연하는 절연튜브와 이를 보호하기 위한 보호관 및 검출된 열기전력을 외부로 인출해 내기 위한 단자(또는 리드선)로 구성되어 있습니다.

그리고 열전대를 설치할 수 있도록 Bushing, Compression Fitting 또는 Flange를 보호관에 부착하는 것이 가장 일반적인 형태이고 용도에 맞게 설계 제작 가능합니다.



[그림 1-3. 열전대 구조]

■ 열전대의 종류(Thermocouple Element)

기호	구기호	Material		Normal Range, °C
		Positive(+)	Negative(-)	
K	CA	Chromel(90% Ni + 10% Cr)	Alumel(95% Ni + 2% Mn + 2% Al)	-190~1260°C
J	IC	99.5% Iron	Constantan(55% Cu + 45% Ni)	-190~760°C
T	CC	100% Copper	Constantan(55% Cu + 45% Ni)	-200~370°C
E	CRC	Chromel(90% Ni + 10% Cr)	Constantan(55% Cu + 45% Ni)	-100~1260°C
B	-	70% Platinum + 30% Rhodium	94% Platinum + 6% Rhodium	0~1700°C
R	PR	87% Platinum + 13% Rhodium	100% Platinum	0~1600°C
S	-	90% Platinum + 10% Rhodium	100% Platinum	0~1600°C
N	-	Nicrosil(84% Ni + 14.5% Si + 14.2% Cr)	Nisil(95% Ni + 4.4% Si + 0.15% Mg)	0~1300°C

◎ K (Chromel/Alumel) : -200~1,250°C

K형 열전대는 1906년 처음으로 개발되어 그 이후로 많은 개량을 해왔습니다. 오늘날 다양한 특성때문에 신뢰성이 높은 산업용 열전대로 가장 널리 사용됩니다.

K형 열전대는 고온(약 1300°C)까지 사용이 가능하고 열기전력 특성의 직선성이 양호하며 비교적 내열/내식성이 좋습니다.

◎ J (Iron /Constantan) : 0~750°C

J형 열전대는 E형 열전대 다음으로 기전력(EMF) 특성이 높고, 750°C까지의 환원, 산화, 진공 환경에 적합하며 비교적 가격이 저렴하여 다양한 곳에서 사용되고 있습니다.

그러나 수분을 포함한 산화 환경에서는 철 소선의 산화가 심해 녹이 슬거나 물러지기 때문에 저온 측정용은 J형 열전대보다 T형 열전대가 바람직합니다.

◎ T (Copper/Constantan) : -200~350°C

T형 열전대는 비교적 저온에 사용되고 습한 환경에서 부식에 강하며, 중간이 0°C인 온도 측정에 적합합니다.

열기전력 특성이 안정되고 정확하기 때문에 실험용으로 폭 넓게 사용되고 있습니다. T형은 규격화된 열전대 중에서 중간이 0°C인 온도 범위 내에서 공차가 가장 적은 열전대입니다.

◎ E (Chromel/Constantan) : -200~900°C

E형 열전대는 산업용 열전대 중 기전력(EMF) 특성이 가장 높습니다. 1964년 ANSI 및 1974년 JIS에서 채택된 이후 수요가 급속히 증가하고 있고 대단위 화력 및 원자력 발전소에서 폭 넓게 사용되고 있습니다.

E형 열전대는 열전대 중 가장 높은 전기저항을 갖고 있어 이와 연결시키는 계기 선정 시에 주의가 요구됩니다.

※ E, J, T 열전대는 -쪽에 Cu-Ni 합금(constantan)을 사용하고 있으나 호칭이 같아도 각각 +쪽의 종류에 따라 Cu-Ni 합금(constantan)의 배합비를 변화시켜 열기전력 특성을 조정하고 있습니다. 따라서 이들 열전대 소선의 -쪽과의 호환성은 없으므로 주의해야 합니다.

◎ B (Pt · 30%Rh / Pt · 6%Rh) : 0~1,700°C

B형 열전대는 R, S형 열전대보다 Rh 함량이 높기 때문에 용융점 및 기계적 강도가 높고, 순 백금을 사용할 때 생기는 +쪽으로부터 -쪽으로 Rh의 확산에 의한 열기전력 특성의 열화를 방지하는 것을 목적으로 한 열전대입니다.

B형 열전대는 산화성 및 중성 환경에서 지속적으로 사용할 수 있고 R, S형 열전대보다 환원 환경에도 장시간 사용할 수 있습니다.

B형 열전대는 R, S형 열전대에 비하여 고온에서 사용되는 반면, 저온에서는 열기전력이 극히 작기 때문에 정도가 떨어집니다. 특히 고온에서의 정밀 측정 및 내구성을 요구하는 장소에 적극 추천합니다.

◎ R (Pt · 13%Rh / Pt) : 0~1,600°C

R형 열전대는 고순도의 백금(99.99%) 귀금속을 사용하고 있기 때문에 KS 규격에 의한 ±0.25%의 오차를 만족시키는 고정도를 갖고 있습니다.

R형 열전대는 진공 및 환원성 환경, 금속 증기 환경에서 직접 사용하는 것을 피해야 합니다.

R형 열전대를 사용할 경우 절연관 및 보호관에는 철 함유량이 낮은 고순도 알루미늄 재질을 사용하여야 하며, 또한 열전대의 취급에도 주의를 요하는데 손의 땀이나 기름으로 오염되지 않도록 알코올, 벤젠 등으로 오염을 제거하는 것이 중요합니다.

◎ S (Pt · 10%Rh /Pt) : 0~1,600°C

S형 열전대는 1886년 개발된 열전대로써 IPTS(International Practical Temperature Scale: 국제실용 온도 눈금)에서는 안티모니(antimony)의 용융점 630.74°C와 금의 용융점 1064.43°C를 정의하는 표준 열전대로 사용됩니다. 사용 시에는 R형 열전대와 동일한 주의가 필요합니다.

◎ N (Nicrosil / Nisil) : 0~1,300°C

N형 열전대는 호주 국방 과학 기술국(DSTO)에서 처음으로 개발하였습니다. NBA, ASTM 및 기타 다른 연구 기관에서 다방면으로 연구하고 개선하여 표준화 및 규격화된 기전력(EMF) 표를 만들었습니다.

N형 열전대는 600°C에서 1,250°C의 높은 온도 범위에서 사용 시 K형 열전대보다 오랫동안 안정되고 산화에 우수한 저항력을 가지고 있습니다.

A. 기록계

B. 지시계

C. 변환기

D. 조절기

E. 전력조절기

F. 온도센서

G. 압력전송기

H. 온도전송기

I. 온도계

J. 압력계

K. 약세서리

SH1

SH2

SH3

SH4

SL1

SL2

SL3

SL4

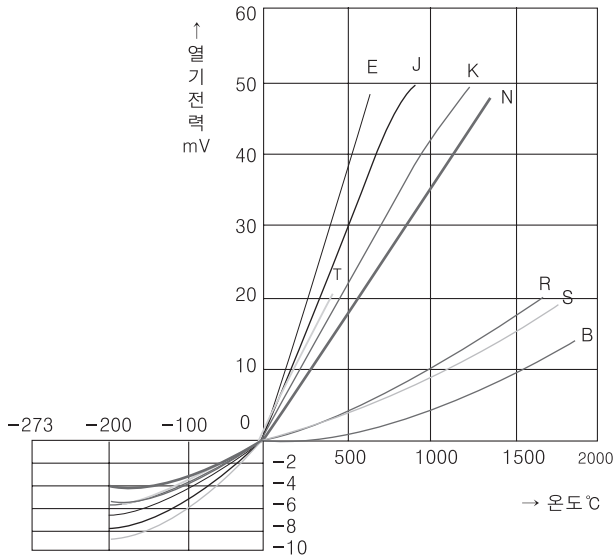
SP3-D
SP4-MTWD
TWP

보상도선

Reference

Temp. sensors

■ 열전대의 EMF 차트



※ 상세한 EMF 차트는 "열기전력표" (F-94~F-108 page)를 참조하십시오.

■ 열전대의 상용 온도 및 과열 사용 온도

열전대의 상용 온도 및 과열 사용 온도는 아래 표와 같습니다.

- 상용 온도 : 공기 중에서 연속 사용할 수 있는 온도의 한도를 말합니다.
- 과열 사용 온도 : 필요상 어쩔 수 없는 경우에 단시간 사용할 수 있는 온도의 한도를 말합니다.

[열전대의 상용 온도 및 과열 사용 온도
(KS C 1602:1997, JIS C 1602)]

종류	소선 지름(mm)	상용 온도(°C)	과열 사용 온도(°C)
B	0.50	1500	1700
R S	0.50	1400	1600
N	0.65	850	900
	1.00	950	1000
	1.60	1050	1100
	2.30	1100	1150
	3.20	1200	1250
K	0.65	650	850
	1.00	750	950
	1.60	850	1050
	2.30	900	1100
	3.20	1000	1200
E	0.65	450	500
	1.00	500	550
	1.60	550	600
	2.30	600	750
	3.20	700	800
J	0.65	400	500
	1.00	450	550
	1.60	500	650
	2.30	550	750
	3.20	600	750
T	0.32	200	250
	0.65	200	250
	1.00	250	300
	1.60	300	350

■ 튜브 굵기 및 소선 굵기

◎ 헤드형 열전대

센서 Element 수		튜브굵기			소선 굵기(표준)		
		당사 코드	금속	비금속	Single (1개)	Double (2개)	Triple (3개)
Single (1개) Double (2개), Triple (3개)	—	060	—	6.0	Ø0.65	—	—
	Double (2개), Triple (3개)	064	6.4	—	Ø1	Ø1	Ø1
		080	8.0	8.0	Ø1	Ø1	Ø1
		100	10	10	Ø1.6	Ø1.6	Ø1.6
		120	12	12	Ø1.6	Ø1.6	Ø1.6
		138	13.8	—	Ø2.3	Ø2.3	Ø2.3
		150	15	15	Ø2.3	Ø2.3	Ø2.3
		170	—	17	Ø2.3	Ø2.3	Ø2.3
		173	17.3	—	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		200	—	20	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		217	21.7	—	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		220	—	22	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		250	—	25	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		270	27	—	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		300	—	30	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		350	—	35	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2
		400	—	40	Ø3.2	Ø3.2	Ø3.2

◎ 리드형 열전대

센서 Element 수		튜브굵기		소선 굵기(표준)		
		당사 코드	금속	Single (1개)	Double (2개)	Triple (3개)
Single(1개) Double(2개) Triple(3개)		064	6.4	Ø1	Ø1	Ø1
		080	8.0	Ø1	Ø1	Ø1
		100	10	Ø1.6	Ø1.6	Ø1.6
		120	12	Ø1.6	Ø1.6	Ø1.6

※ 상기 소선 굵기는 표준입니다.

※ 다른 굵기를 원하실 경우 당사에 연락하여 주십시오.

■ 열전대의 허용차

[열전대의 허용차(KS C 1602 : 19972009, JIS C1602-1995, IEC 60584-2)]

종류		허용차의 분류 *1		
		클래스 1	클래스 2	클래스 3
B	온도 범위 허용차	— —	— —	600℃ 이상 800℃ 미만 ±4℃
	온도 범위 허용차	— —	600℃ 이상 1700℃ 미만 0.0025 · t	800℃ 이상 1700℃ 미만 ±0.005 · t
	구계급 *	—	—	0.5급
R, S	온도 범위 허용차	0℃ 이상 1100℃ 미만 *2 ±1℃	0℃ 이상 +600℃ 미만 ±1.5℃	— —
	온도 범위 허용차	— —	600℃ 이상 1600℃ 미만 ±0.0025 · t	— —
	구계급 *	—	0.25급	—
N	온도 범위 허용차	-40℃ 이상 +375℃ 미만 ±1.5℃	-40℃ 이상 +333℃ 미만 ±2.5℃	-167℃ 이상 +40℃ 미만 ±2.5℃
	온도 범위 허용차	375℃ 이상 1000℃ 미만 ±0.004 · t	333℃ 이상 1200℃ 미만 ±0.0075 · t	-200℃ 이상 -167℃ 미만 ±0.015 · t
	구계급 *	—	—	—
K	온도 범위 허용차	-40℃ 이상 +375℃ 미만 ±1.5℃	-40℃ 이상 +333℃ 미만 ±2.5℃	-167℃ 이상 +40℃ 미만 ±2.5℃
	온도 범위 허용차	375℃ 이상 1000℃ 미만 ±0.004 · t	333℃ 이상 1200℃ 미만 ±0.0075 · t	-200℃ 이상 -167℃ 미만 ±0.015 · t
	구계급 *	0.4급	0.75급	1.5급
E	온도 범위 허용차	-40℃ 이상 +375℃ 미만 ±1.5℃	-40℃ 이상 +333℃ 미만 2.5℃	-167℃ 이상 +40℃ 미만 ±2.5℃
	온도 범위 허용차	375℃ 이상 800℃ 미만 ±0.004 · t	333℃ 이상 900℃ 미만 0.0075 · t	-200℃ 이상 -167℃ 미만 0.015 · t
	구계급 *	0.4급	0.75급	1.5급
J	온도 범위 허용차	-40℃ 이상 +375℃ 미만 ±1.5℃	-40℃ 이상 +333℃ 미만 ±2.5℃	— —
	온도 범위 허용차	375℃ 이상 750℃ 미만 ±0.004 · t	333℃ 이상 750℃ 미만 ±0.0075 · t	— —
	구계급 *	0.4급	0.75급	—
T	온도 범위 허용차	-40℃ 이상 125℃ 미만 ±0.5℃	-40℃ 이상 +133℃ 미만 ±1℃	-67℃ 이상 +40℃ 미만 ±1℃
	온도 범위 허용차	125℃ 이상 350℃ 미만 ±0.004 · t	133℃ 이상 350℃ 미만 ±0.0075 · t	-200℃ 이상 -67℃ 미만 ±0.015 · t
	구계급 *	0.4급	0.75급	1.5급

※ 1. 허용차란 열기전력을 표준 열기전력 표에 따라서 환산한 온도에서 측온 접점의 온도를 뺀 값의 허용된 최대 한도를 말합니다.

※ 2. R, S 열전대의 허용차분 클래스1은 표준 열전대에 적용됩니다.

※ | t | 는 측정 온도의 +, - 의 기호에 무관한 온도(℃)로 표시되는 값입니다.

※ * 는 참고를 위한 표시입니다.

A. 기록계

B. 지시계

C. 변환기

D. 조절기

E. 전력조절기

F. 온도센서

G. 압력전송기

H. 온도전송기

I. 온도계

J. 압력계

K. 약세서리

SH1

SH2

SH3

SH4

SL1

SL2

SL3

SL4

SP3-D

SP4-M

TWD

TWP

보상도선

Reference

Temp. sensors

■ 열전대의 보호관

열전대는 소선을 직접 사용하면 외부로부터 물리적, 화학적 작용을 받아 열화가 현저하고 수명이 짧아지기 때문에 특수한 경우를 제외하고는 절연관 및 보호관에 넣어서 사

용합니다. 절연관 및 보호관에는 그 사용 장소의 조건에 따라 고온에 견디는 것, 기계적으로 튼튼한 것, 화학적으로 안전한 것 등이 있습니다.

◎ 금속 보호관

재질	당사코드	사용온도*1(℃)	최고사용온도(℃)	특성
SUS304	304	900	1,000	• 내산성, 내열성이 양호합니다.
SUS316	316	900	1,000	• Mo(몰리브덴)를 함유하고 있어 내산, 내식, 내알칼리성이 양호합니다.
SUS316L	36L	900	1,000	• SUS316에 비해 탄소 함유량이 낮고 내산성, 내알칼리성이 SUS316보다 우수합니다.
SUS310S	310	950	1,015	• Ni, Cr을 많이 함유하고 있어 내열, 산화에 저항력이 우수한 최적의 고온 강도를 가지고 있습니다.
SUS321	—	900	1,000	• Ti(티타늄)를 함유하고 있어 SUS304보다 내식성이 우수합니다. • 입계부식에 대해 내식성이 우수하나 유황, 환원염에 약합니다.
INCONEL 600	INC	1,180	1,250	• 고 Cr, Ni강으로 내열, 내식, 환원염에 강합니다.
50CO-30Cr	50C	1,100	1,200	• 내열, 내식성이 우수하며 황산 환경에서 저항력이 우수합니다.
SUS446	446	1,050	1,125	• 고Cr강으로 내열, 내산화에 특히 우수하며 유황 환원성 가스에 강합니다.
80Ni-20Cr	—	1,100	1,250	• 고온에서의 기계적 강도가 우수합니다. • 고온 부식에 있어 SUS304보다 수명이 10배 길고 열충격에 강합니다.

◎ 비금속 보호관

재질(기호)	당사코드	사용온도*1(℃)	최고사용온도(℃)	특성
석영 유리 보호관*2	—	1,000	1,100	• 투명, 불투명이 있으며, 투명이 내열성이 다소 좋습니다. • 급냉, 급열에 견디지만 강도는 낮고 알칼리에 약하고 산성에 강합니다.
자기 보호관 1종*2	—	1,400	1,500	• 고알루미나(Al ₂ O ₃) 자기질 열 간의 연화가 작고 열충격에 양호합니다. (석탄로, 증유로, 전기로의 온도 측정용)
자기 보호관 2종*2	PT1	1,500	1,600	• PT2보다 열충격에 우수합니다. • 알루미나 60%와 이산화규소 40%를 소결한 재질입니다. • 급냉, 급열에 다소 약하고 용융금속, 연소 가스에 강합니다. (가열로, 열교환기의 온도 측정용)
자기 보호관 특종*2	PT0	1,600	1,800	• PT1보다 우수하고, 화학 안정성도 특히 우수합니다. (철 주조, 용광로의 온도 측정용)
GK-SiC (재결정 실리콘 카바이드) (Y1)	GK	1,650	—	• 99.9% 실리콘 카바이드로 구성됩니다. • 중성에서는 2,200℃까지 측온 가능하고 산알칼리에 대해서 침식되지 않습니다.(아연, 알루미늄, 연, 등 등의 용융온도 측정용)
RED-SiC (점토점착 실리콘 카바이드) (Y3)	RED	1,500	1,700	• 열전도성이 좋아서 산화 타입의 보호관보다 정확한 온도 측정에 좋습니다. • 급열, 급냉에 의한 열충격 저항성이 좋습니다.
Cermat (Chrome-Alumina) (LT1)	—	1,300	1,400	• 알루미나 77%와 크롬 23%로 구성됩니다. • 내열, 내마모에 우수하고 등, 기타 용융 비철금속 측정에 적합합니다.
Cermat (Cermo-therm) (2040)	—	1,600	2,200	• Mo 60% + ZrO ₂ 40%로 구성됩니다. • 열전도에 우수하고 열충격에 강하며 용융금속에 있어서 내식성이 뛰어납니다. • 고온 산화 환경에서 수명이 짧습니다.(철 주조용)
자기결정 실리콘 카바이드 (Y2)	—	1,650	2,300	• 99.9% 실리콘 카바이드로 구성됩니다. • 열충격에 강하고 고온에서 내식 내마모가 우수하며 1,700℃까지의 산화, 환원 환경에서의 온도 측정에 좋습니다.
질소점착 실리콘 카바이드 (Y4)	—	1,550	1,750	• Y3와 유사한 성능을 가지고 있고 Si ₃ N ₄ 를 포함하고 있으며, 특히 용융 알루미늄 측온용으로 가장 적합합니다.
지르코니아 (ZR 1706)	—	1,900	2,400	• 100% 지르코니아로 구성되어 있습니다. • 재결정 알루미늄과 같은 정도의 내열충격성이고 기밀질입니다. • 강알칼리염이나 알칼리 금속 이외의 1900℃ 이내 특수 구조, 용광로, 용융 유리 측온에 화학적으로 안전합니다.
특수 코파이어 (Al ₂ O ₃ 99.99%)	KP	1,900	2,000	• 자체 개발한 싱글 크리스탈 물질로써 물리적, 화학적, 기계적 강도, 내부식성 등이 우수하여 수많은 산업 현장과 과학 산업에서의 사용이 적합합니다. • 완벽한 높은 온도 저항을 보장하고 열전대 주변의 공기확산을 방지할 수 있어 수명이 세라믹보다 5배 이상 우수합니다. • 극한의 고온과 고압력(10MPa)의 화학 리액터, 탈황기, 소각로, 유체 연소로, 정수장, 부식성 있는 컬러 유리 용해, 반도체 제조 공정에 적합합니다.

* 1. 사용온도는 공기 중 또는 진공 중에서 장시간 사용에 견디는 온도입니다.

* 2. 자기 보호관은 KSL4006:2003, JIS R 1401에 정의되어 있습니다.

* 열전대 보호관은 자기 재질 외에도 많은 재질이 있습니다. 다른 재질이 필요할 시는 당사에 연락하여 주십시오.

시 스 형 열 전 대

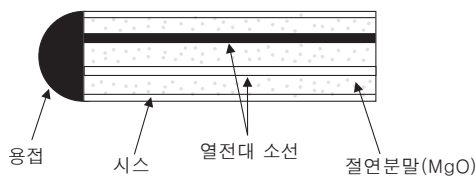
■ 시스형 열전대란?

시스형 열전대의 측정원리는 일반 열전대와 동일하나 그 구조가 다릅니다. 금속시스와 열전대 소선 사이에 분말 형태의 무기 절연물을 충전 봉입하여 하나의 몸체로 가공된 열전대를 말합니다.

그 구조는 두께가 얇은 스테인리스 스틸 또는 Inconel 등의 금속관(시스)내에 열전대 소선을 넣고 산화 마그네슘 또는 산화 알루미늄 등을 견고히 충전하여 절연함과 동시에 내부를 기밀 상태로 한 것입니다.

■ 시스형 열전대의 측온부 형상(hot junction)

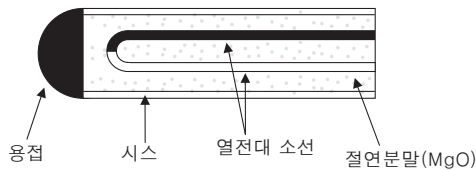
◎ 접지형(grounded)



열전대 소선을 시스의 선단부에 직접 용접하여 열접점을 만든 것으로 응답이 빠르고 고온, 고압 환경에서의 온도 측정에도 적합합니다.

그러나 소선이 시스에 접지되어 있으므로 위험 장소나 노이즈 전압이 있는 장소에서는 사용할 수 없습니다.

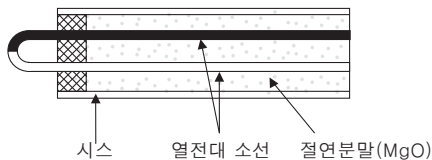
◎ 비접지형(ungrounded)



열전대의 소선을 시스와 완전히 절연시키고 열접점을 만든 구조입니다.

응답 속도는 접지형에 비해 떨어지지만 열기전력의 시간 경과에 따른 변화가 적고 장시간의 사용에도 견딜 수 있습니다. 또한 노이즈 전압에도 영향을 받지 않고 위험 장소에서도 안전하게 사용할 수 있습니다.

◎ 노출형(exposed)



열전대 소선을 시스에서 노출하여 열접점을 만든 구조로 응답 속도는 가장 빠르고 미소한 온도 변화에도 민감합니다.

그러나 기밀성 및 기계적인 강도가 떨어지므로 내식성 환경이나 고온, 고압 환경에서는 장시간 사용할 수 없습니다.

■ 시스형 열전대의 특징

보호관식 열전대와 비교하여 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.

• 빠른 응답속도

시스 열전대는 열전대 소선과 절연재 및 보호관이 하나의 구조로 되어있기 때문에 열전도율이 높아서 형상에 따라 미소 온도 변화에도 빠른 응답성이 있습니다.

• 폭넓은 응용범위

외경이 가늘어서 작은 측정물의 온도 측정이 가능하고 고온 고압에 강하며 -200~1,600℃ 까지 폭 넓은 온도 범위에서 사용 가능합니다.

• 고응답성

외경이 작다는 것은 열용량이 작다는 것이므로, 온도변화에 민감하게 반응합니다.

• 취급 용이성

시스 외경의 두배 반경까지 구부릴 수 있어서 현장에 구애받지 않고 쉽게 설치하여 사용할 수 있습니다.

• 긴 수명

종래의 열전대와 비교하여 열기전력의 저하 또는 단선 등의 사고와 무관한 화학적으로 안정된 산화마그네슘으로 절연시켜 기밀성이 뛰어나며 보다 오래 사용할 수 있습니다.

• 기계적 강도, 내압성

고진동, 부식성 환경, 고온, 저온 등의 악조건에서도 시스 재질을 용도에 맞게 선정하면 안심하고 사용할 수 있습니다. 외경이 가는 시스라도 650℃에서 500kg/cm²의 내압 강도를 가지고 있습니다.

• 제조 가능한 시스 외경 및 시스 길이

1.0mm에서 12.7mm까지의 외경이 있으며 시스 외경에 따라 약 300m까지 제조가 가능합니다.

■ 시스 재질

재질	당사 코드	사용 온도 (℃)	최고 사용온도 (℃)	특성
SUS304	-	900	1,000	내산, 내열성이 양호합니다.
SUS321	-	900	1,000	Ti(티타늄)을 함유하고 있어 SUS304보다 내식성이 뛰어나며, 입계부식에 대해 내식성이 우수하나 유황, 환원염에 약합니다.
SUS316	316	900	1,000	Mo(몰리브덴)을 함유하고 있어 내열, 산화에 저항력이 우수한 최적의 고온 강도를 가지고 있습니다.
SUS310	310	950	1,015	Ni, Cr을 많이 함유하고 있어 내열, 산화에 저항력이 우수한 최적의 고온 강도를 가지고 있습니다.
INCONEL 600	INC	1,180	1,250	고Cr, Ni강으로 내열, 내식, 환원염에 강합니다.
SUS446	446	1,050	1,125	고Cr강으로 내열, 내산화에 특히 우수하며 유황 환원성 가스에 강합니다.
HASTELLOY X	-	1,175	1,260	내산성, 환원성 환경에 저항력이 우수합니다.

* 시스는 상기 재질 외에도 많은 재질이 있습니다.

* 다른 재질이 필요할 시는 당사에 연락하여 주십시오.

A. 기록계

B. 지시계

C. 변환기

D. 조절기

E. 전력조절기

F. 온도센서

G. 압력전송기

H. 온도전송기

I. 온도계

J. 압력계

K. 약세서리

SH1

SH2

SH3

SH4

SL1

SL2

SL3

SL4

SP3-D
SP4-M

TWD
TWP

보상도선

Reference

Temp. sensors

■ 시스 열전대의 상용 온도(KS C1615 : 1991, JIS C 1605))

상용 온도란 공기 중에서 연속 사용할 수 있는 온도의 한도를 말합니다.

(단위: °C)

시스 열전대	금속 시스의 바깥지름 (mm)	1.0, 1.5, 1.6, 2.0	3.0, 3.2	4.5, 4.8	6.0, 6.4	8.0
	금속 시스*1	A, B	A, B	A, B	A, B	A, B
SK		650	750	800, 900	800, 1000	900, 1050
SE		650	750	800, 900	800, 900	800, 900
SJ		450	650	750	750	750
ST		300	350	350	350	350

* 1. A : 오스테나이트계 스테인리스강, B : 니켈 크롬 내열 합금

■ 시스 열전대의 온도에 대한 허용차(KS C1615 : 1991, JIS C 1605))

시스 열전대	측정 온도	계급(CLASS)	허용차*1
SK	0°C 이상 1050°C 이하 -200°C 이상 0°C 이하	0.75급 1.5급	±2.5°C 또는 측정온도의 ±0.75% ±2.5°C 또는 측정온도의 ±1.5%
SE	0°C 이상 900°C 미만 -200°C 이상 0°C 미만	0.75급 1.5급	±2.5°C 또는 측정온도의 ±0.75% ±2.5°C 또는 측정온도의 ±1.5%
SJ	0°C 이상 750°C 이하	0.75급	±2.5°C 또는 측정온도의 ±0.75%
ST	0°C 이상 350°C 이하 -200°C 이상 0°C 미만	0.75급 1.5급	±2.5°C 또는 측정온도의 ±0.75% ±2.5°C 또는 측정온도의 ±1.5%

* 1. 허용차란, 열기전력을 표준 열기전력표에 의하여 환산한 온도에서 측온점점의 온도를 뺀 값의 허용되는 최대 온도를 말합니다.
또한, 허용차는 °C 또는 % 중 큰 값으로 합니다.

측 온 저항체 Resistance Temperature Detector(RTD)

일반적으로 금속의 전기저항은 온도변화에 따라 변하고, 온도가 높아지면 저항값도 증가합니다. 이것을 이용한 것이 저항식 온도계이며, 여기에 사용되는 저항체를 측온저항체라고 합니다.

■ 측온저항체

측온저항체는 백금(Pt), 구리(CU), 니켈(Ni) 같은 금속의 저항이 온도에 따라 변하는 성질을 이용한 금속 측온저항체와, 서미스터, 실리콘, 게르마늄 등의 반도체 저항이 온도에 의해 변화하는 성질을 이용한 반도체 측온저항체가 있습니다.

금속 측온저항체 중에서 백금, 구리 측온저항체는 니켈 측온저항체에 비하여 일정하게 온도가 얻어지는데, JIS C 1604에 규정되어 있지만 니켈 측온저항체 또는 서미스터 측온저항체는 오차가 크기 때문에 제작하는 제작사에 따라 규격값이 다릅니다.

금속 측온저항체 중에서 백금(Pt) 측온저항체가 일반적으로 많이 사용됩니다. 백금 측온저항체는 순백금선을 사용한 것으로 저항값은 0°C에서 100Ω, 100Ω, 50Ω, 25Ω이 있으나 Pt100이 가장 많이 사용되며, 100Ω을 공칭 저항값이라고 합니다.

기호	R100/R0 값	기준 저항값
Pt 100	1.3850	Reference 참조

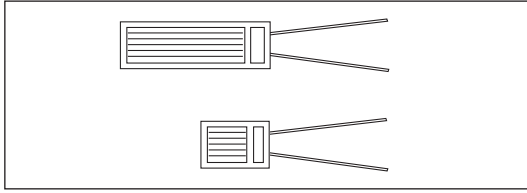
* R100은 100°C에 대한 저항소자의 저항값이며, R0은 0°C에 대한 저항소자의 저항값입니다.

종류	재료	사용 구분
순금속	백금, 구리, 니켈	저온 영역을 제외하고는 비교적 넓은 범위의 온도에 걸쳐 직선에 근사한 저항변화를 보이며, 특히 백금, 구리의 직선성이 좋음
합금	콘스탄탄	콘스탄탄은 저온 영역에서 순금속보다 감도가 좋음
반도체	서미스터, 실리콘, 게르마늄	반도체는 온도가 높아지면 저항값이 작아지는 것과 커지는 것으로 구분되며, 금속보다 감도가 좋지만 직선성이 좋지 않음

RTD	
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 실용화되고 있는 온도센서 중에서 가장 안정적이고 정확성이 높음 · 열전대보다 출력의 선형적임 · 반복성이 뛰어남 · 기준 점점 보상회로가 불필요함 · 열전대에 비해 면(Area)의 온도측정이 가능함 · 주위 오염에 의한 저항력이 높음
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 열전대에 비해 고가임 · 전류 소스가 요구됨 · 저항소자의 구조가 복잡하고 외형이 커서 응답시간이 느림 · 작은 온도변화에 대한 감도가 작음

■ 백금 축온저항체의 종류

◎ 필름형 백금 축온저항체

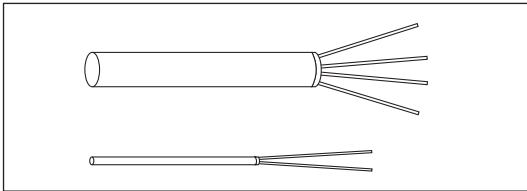


감지 부위를 최대한 노출시켰기 때문에 응답속도가 빠르고 표면적이 넓어 공기 온도를 측정할 때 효과적이며 길이 및 두께가 소형이므로 한정된 공간에 용이합니다.

단면은 무기절연재질(ceramic)이며 단면 부위가 백금선으로 씌워져 있고 다시 고온용의 무기물(glass)로 피복되어 있습니다.

DIN4360 규격에 의해 제작되는 B등급의 Element이고 사용 온도 범위는 -50~500℃ 정도입니다.

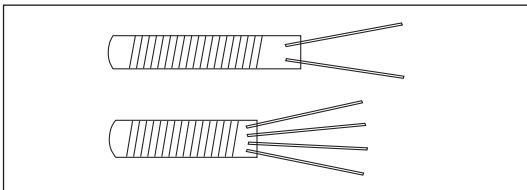
◎ 세라믹형 백금 축온저항체



세라믹을 사용한 백금 축온저항체 소자는 -200~600℃의 온도 측정에 사용됩니다. 백금 코일은 순도가 높은 산화 알루미늄으로 채워진 모세관 안에 세라믹 프리트(유리원료)에 설치되어 있습니다.

세라믹은 정밀 연마된 알루미늄 도기체 구멍 속에 삽입된 고순도의 백금선으로 결정되어 있으며, 특수한 열저항 도기재료에 의해 바닥이 고정됩니다. 저항선의 약 80%가 온도의 변화에서 오는 열로 인한 변형을 받지 않고 반영구성의 안정성을 지니고 있습니다.

◎ 글래스형 백금 축온저항체

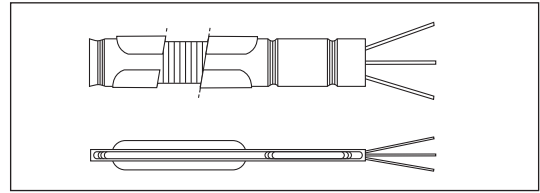


백금 축온저항체 소자는 600℃에서도 견딜 수 있도록 일체형으로 된 유리 안에 설치되어 있습니다. 강한 유리 캡슐에 장착된 축온저항체 소자는 백금선 자체가 밀봉되어 있어 액체 안에서도 직접 온도를 측정할 수 있습니다.

직경에 대한 허용치는 세라믹형보다 더 크며 실제로 이 부분이 약간의 문제점이지만 제작 방법에 따라서 직경은 공정마다 약간 다르게 나타납니다.

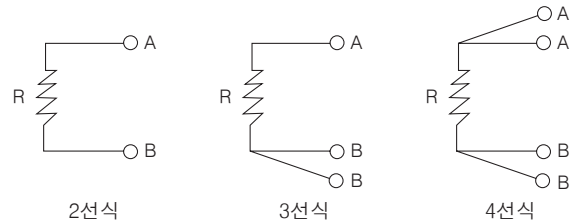
500℃까지는 측정이 안정적이고 550℃ 이상에서 계속 사용하면 약간의 저항 변화가 발생하고(일반적으로 0.1Ω 이내에서) 또한 온도의 급변에 따라서 약간의 히스테리시스 현상이 발생할 수 있습니다.

◎ 운모판형 백금 축온저항체(mica type)



운모판에 백금 저항선을 감고 절연용 운모판을 양면에 다시 덮은 후 그 위에 반원형의 스테인리스 스프링판을 덮어서 가는 스테인리스선으로 묶어 온도 감지 속도를 극대화하였습니다. 진동에는 매우 강하지만 습기에는 약한 단점이 있습니다.

■ 백금 축온저항체의 결선



축온저항체에 전류가 흐르면 저항이 발생하며 그에 따른 열이 발생하는데 이를 자기가열(self heating)이라고 합니다. 자기가열이 발생된 만큼 측정 온도의 오차를 발생시킵니다.

축온저항체의 저항을 기준하여 온도를 측정하므로 리드선의 저항을 최소화하기 위해 리드선 수를 다양화합니다.

• 2선식

축온저항체의 양단에 1개의 도선을 접속한 점에서는 다른 형식에 비하여 가격이 싸지만, 도선저항의 영향이 크기 때문에 고정도를 요하는 측정에 적합하지 않습니다. 비교적 저항이 높을 경우 외에는 사용하지 않습니다.

• 3선식

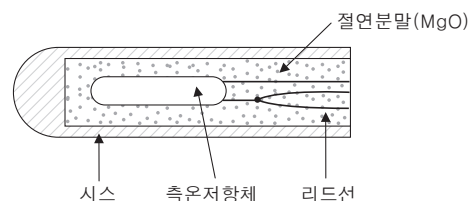
축온저항체의 한 단에 2개, 다른 한 단은 1개의 도선을 접속하여 도선 저항의 영향을 제거할 수 있게 한 형식으로서 공업용의 계측으로는 신뢰성이 높은 계측 방법으로 일반적으로 가장 많이 사용됩니다.

• 4선식

축온저항체의 양단에 2개의 도선을 접속하여 도선저항의 영향을 제거할 수 있게 한 형식으로서 특히 고정도의 온도를 요하는 경우에 적합하며 2선식이나 3선식에 비하여 가격이 비싼 것이 단점입니다. 일반적으로 정전류를 흘려보내 전위차를 이용하여 저항값을 측정합니다.

시스 축온저항체

시스 축온저항체의 측정원리는 일반 축온저항체와 동일하나 그 구조가 다릅니다. 구조는 시스형 열전대와 비슷합니다.



A. 기록계
B. 지시계
C. 변환기
D. 조절기
E. 전력조절기
F. 온도센서
G. 압력전송기
H. 온도전송기
I. 온도계
J. 압력계
K. 액세서리

SH1
SH2
SH3
SH4
SL1
SL2
SL3
SL4
SP3-D
SP4-M
TWD
TWP
보상도선
Reference