

# 温度センサ

## 豊富な種類で多様な用途に対応

- ・ 汎用タイプの他に、特別仕様にも応じます

### ■熱電対の原理と特性

#### 原理・特性

**熱電対** 熱起電力を発生させる目的で2種類の金属の一端を溶接したものです。

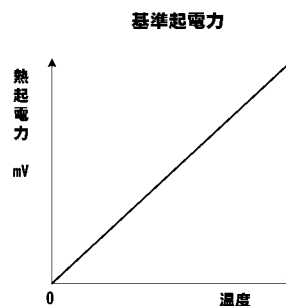
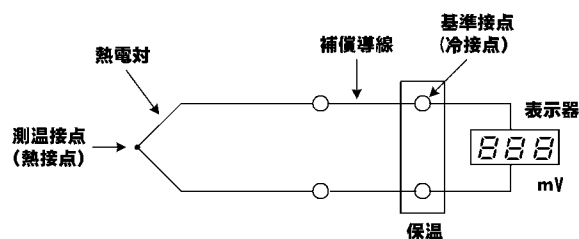
**熱電対素線** 熱電対の両脚となる金属線及び合金線です。

**測温接点** 熱電対の素線を接合した接点で、温度を測る位置に置かれるものです。熱接点ともいいます。

**基準接点** 熱電対と導線、または補償導線と導線との接合点を一定の温度に保つようにしたものです。冷接点ともいいます。

**計測方法** 測温接点と基準接点間に温度差が生じると、熱起電力が発生します。したがって基準接点の温度が既知の値であれば、この起電力 (mV) から測温接点の温度を知ることができます。熱電対はこの原理を応用した温度測定方法です。

**熱電対の種類** 熱電対は比較的高い温度を測定するのに適したセンサですが、種類によってセンサTのように低温度域に適したもの、センサK, J, N, Eのように中温度域に適したもの、センサR, S, Bのように高温温度域を測定するのに適したものがありますので、用途に応じた特性のセンサを選択してください。  
(センサKは、 $-200 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ と幅広く使用できる一般的な素線です。)



### ■熱電対の構造と温度接点

熱電対の基本構造	非接地形	接地形
	<b>特徴</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 測温接点と保護管が絶縁されています。</li> <li>・ 応答性は接地形に劣りますが、外来ノイズの影響は受けにくくなっています。</li> <li>・ 一般的にこのタイプが多く使われています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 測温接点が保護管先端に溶接されたものです。</li> <li>・ 応答性が早い反面、外来ノイズの影響は受けやすくなります。</li> </ul>
	<b>内部構造</b>	

## ■熱電対の種類及び素線径一覧表

JIS 規格 C1602-1995

記号	旧記号 (参考)	構成材料		素線径 mm	常用限度 ℃	過熱使用限度 ℃
		+ 脚	- 脚			
K	CA	ニッケル及びクロムを主とした合金	ニッケルを主とした合金	0.65	650	850
				1.00	750	950
				1.60	850	1050
				2.30	900	1100
				3.20	1000	1200
J	IC	鉄	銅及びニッケルを主とした合金	0.65	400	500
				1.00	450	550
				1.60	500	600
				2.30	550	750
E	CRC	ニッケル及びクロムを主とした合金	銅及びニッケルを主とした合金	0.65	450	500
				1.00	500	550
				1.60	550	650
				2.30	600	750
T	CC	銅	銅及びニッケルを主とした合金	0.32	200	250
				0.65	200	250
				1.00	250	300
				1.60	300	350
N	—	ニッケル、クロム及びシリコンを主とした合金	ニッケル及びシリコンを主とした合金	0.65	850	900
				1.00	950	1000
				1.60	1050	1100
				2.30	1100	1150
				3.20	1200	1250
B	—	ロジウム30%を含む白金ロジウム合金	ロジウム6%を含む白金ロジウム合金	0.50	1500	1700
R	—	ロジウム13%を含む白金ロジウム合金	白金	0.50	1400	1600
S	—	ロジウム10%を含む白金ロジウム合金	白金			

- ・ +脚とは、熱起電力を測る計器の+端子へ接続すべき脚をいい、反対側のものを-脚といいます。
- ・ 常用限度とは、空気中において連続使用できる温度をいいます。
- ・ 過熱使用限度とは、必要上やむを得ない場合に短時間使用できる温度の限度をいいます。

## ■熱電対の階級及び許容差

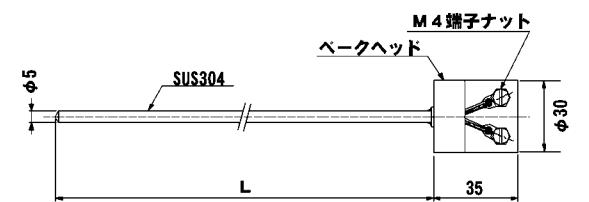
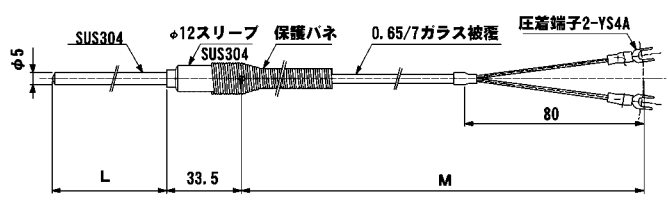
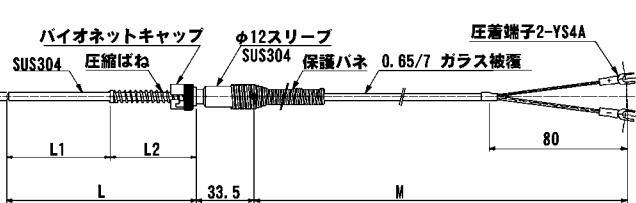
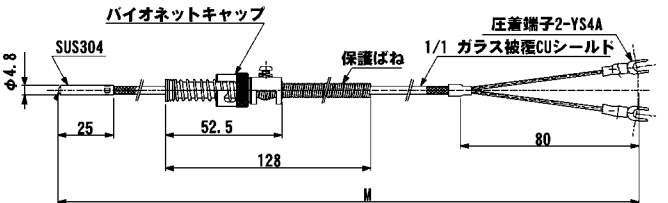
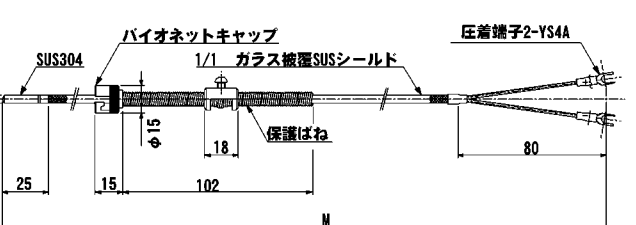
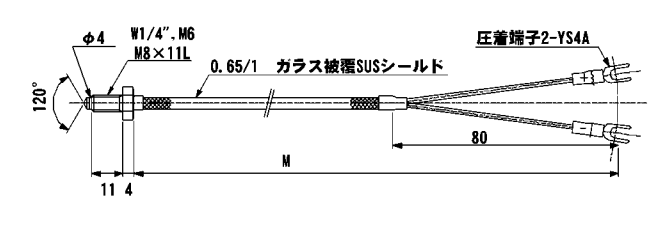
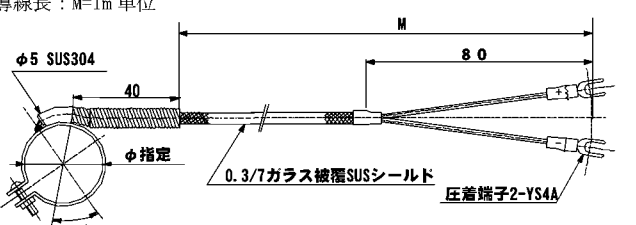

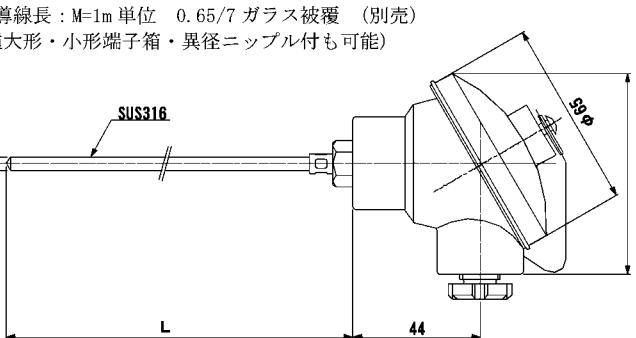
JIS 規格 C1602-1995

構成材料 記号	クラス	温度範囲許容差		旧階級
K	クラス1	-40℃以上+375℃未満±1.5℃	375℃以上 1000℃未満±0.004・ t	0.4級
	クラス2	-40℃以上+333℃未満±2.5℃	333℃以上 1200℃未満 0.0075・ t	0.75級
	クラス3	-167℃以上+40℃未満±2.5℃	-200℃以上-167℃未満 0.015・ t	1.5級
J	クラス1	-40℃以上+375℃未満±1.5℃	375℃以上 750℃未満±0.004・ t	0.4級
	クラス2	-40℃以上+333℃未満±2.5℃	333℃以上 750℃未満 0.0075・ t	0.75級
E	クラス1	-40℃以上+375℃未満±1.5℃	375℃以上 800℃未満±0.004・ t	0.4級
	クラス2	-40℃以上+333℃未満±2.5℃	333℃以上 900℃未満 0.0075・ t	0.75級
	クラス3	-167℃以上+40℃未満±2.5℃	-200℃以上-167℃未満 0.015・ t	1.5級
T	クラス1	-40℃以上+125℃未満±0.5℃	125℃以上 350℃未満±0.004・ t	0.4級
	クラス2	-40℃以上+133℃未満±1℃	133℃以上 350℃未満 0.0075・ t	0.75級
	クラス3	-67℃以上+40℃未満±1℃	-200℃以上-167℃未満 0.015・ t	1.5級
N	クラス1	-40℃以上+375℃未満±1.5℃	375℃以上 1000℃未満±0.004・ t	0.4級
	クラス2	-40℃以上+333℃未満±2.5℃	333℃以上 1200℃未満 0.0075・ t	0.75級
	クラス3	-167℃以上+40℃未満±2.5℃	-200℃以上-167℃未満 0.015・ t	1.5級
B	クラス2	—	600℃以上 1700℃未満±0.0025・ t	—
	クラス3	600℃以上 800℃未満±4℃	800℃以上 1700℃未満 0.005・ t	0.5級
R	クラス1	0℃以上 1100℃未満±1℃	—	—
S	クラス2	0℃以上+600℃未満±1.5℃	600℃以上 1600℃未満±0.0025・ t	0.25級

- ・ 温度範囲許容差とは、熱起電力を規準熱起電力表によって換算した温度から、測温接点の温度を引いた値の許される最大限度をいいます。
- ・ S熱電対の許容差クラス1は、標準熱電対に適用します。
- ・ |t| は、測定温度の+、-の記号に無関係な温度(℃)で示される値です。

# 温度センサ

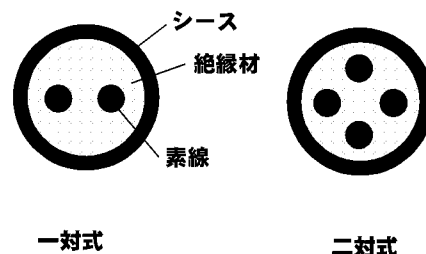
## ■熱電対標準仕様

<p><b>形名 PC-A</b></p> <p>素線径：φ0.65mm (K, J)            保護管長：L=65, 100mm            補償導線長：M=1m単位 0.3/7 ビニール被覆(別売)</p> 	<p><b>形名 PC-B</b></p> <p>素線径：φ0.65mm (K, J)            保護管長：L=65, 100mm            補償導線長：M=1m単位</p> 
<p><b>形名 PC-SB (ロックナット付)</b></p> <p>素線径：φ0.65mm (K, J)            保護管長：L=65, 100mm            補償導線長：M=1m単位</p> 	<p><b>形名 PC-SG (摺動圧接形)</b></p> <p>素線径：φ0.65mm K            補償導線長：M=1m単位</p> 
<p><b>形名 PC-SH (摺動圧接形)</b></p> <p>素線径：φ0.65mm K            補償導線長：M=1m単位</p> 	<p><b>形名 P-S-C</b></p> <p>素線径：φ0.65mm (K, J)            補償導線長：M=1m単位</p> 
<p><b>形名 PC-RTN (バンド形)</b></p> <p>素線径：φ0.65mm K            バンド径：20mm～            補償導線長：M=1m単位</p> 	<p><b>形名 PC-IR (I型ロール, 回転物表面用)</b></p> <p>素線径：φ0.32mm (K, J)            先端チップ：接触部材質 黄銅            ホルダー部材質 テフロン (交換可能)            補償導線長：M=1m単位 0.3/7 ビニール被覆 (別売)</p> 
<p><b>形名 TC-E</b></p> <p>素線径：φ1.0mm (K, J)            保護管長：L=100mm～            補償導線長：M=1m単位 0.65/7 ガラス被覆 (別売)            (各種大形・小形端子箱・異径ニップル付も可能)</p> 	This section is merged into the PC-IR diagram above for better fit

- ・ 素線、保護管、リード長及び材質などは標準のもの以外も製作できます。特殊使用等につきましてもご相談ください。
- ・ ご指定のない場合は許容差は、クラス2となります。

## シース熱電対の特徴

- 金属シースの中に、熱電対素線を高純度の無機絶縁粉末と共に高密度に圧縮封入してありますので、優れた耐熱、耐食、耐圧、耐衝撃性と可撓性を持ち応答速度は早く、微少の温度変化にも敏感に即応します。封入される素線は1対式と2対式を用意しています。
- 外径が非常に細くできて、気密度は極めて高く、完全なブライト・アニールを施してあるため、柔軟性に富み、外形の3倍の円にまで容易に手で曲げることができ、かつ、断線の恐れはありません。シースには、酸化被膜がないために、そのまま封じ溶接ができます。



## シース熱電対の種類

種類	名称	特徴
	S K熱電対 (クロメル-アルメル)	1200℃程度までの温度測定に使用され、R熱電対に比べ、安価で熱起電力が高く、最も一般的に使用されています。
	S J熱電対 (鉄-コンスタンタン)	常用600℃以下の温度測定に使用されています。感度が高いのでK熱電対に次いで使用されています。
	S E熱電対 (クロメル-コンスタンタン)	K及びJに比べ約50%及び20%高い熱起電力を有します。300～800℃の温度測定に最も推奨されているものであります。
	S T熱電対 (銅-コンスタンタン)	300℃以下で使用され感度はKよりやや高くJより若干劣りますが、精度が高く電気抵抗が低いので、比較的低温度の測定には広く使用されています。
	S N熱電対 (ナイクロシル-ナイシル)	耐酸化性に優れ、低温から高温まで広範囲に渡って使用されています。高温で長時間使用しても熱起電力が安定しています。

## シース熱電対温度接点の構造

接点形状	構造図	特徴
非接地形 (U型)		高密度の絶縁物中で完全に不活性ガス溶接されており、耐腐食性が高い、高圧・物理的ショックの大きいところで連続使用しても長持ちします。
接地形 (G型)		熱接点はシースの先端で接合されており、多方面、特に電気分野で使用されます。極度の高温や腐食性雰囲気中での使用は推奨できません。
露出形 (E型)		シース外に熱接点が出ていますので、応答速度は一番敏速です。腐食性の条件のもとでは使用できません。

## シース熱電対の主な用途

シース熱電対は極めて多種の用途に利用されつつあり、従来形式の熱電対をすべてシース熱電対におきかえることもできます。特にその特色を生かした実用例には下記のものがあります。

- 鉄鋼**： 製鉄、製鋼用炉熱処理炉などの炉床、炉壁内に埋め込んでその温度を測り、炉の安全管理、炉内温度分布測定。直接接点による被加熱体の温度測定。温度及び装着スペースにより1.6～6.4mmφが使用され、特に3.2mmφが最も多く活用されています。
- 化学**： ガス、液体、反応塔の温度分布測定には長さの異なったシース熱電対1.0mmφ、1.6mmφまたは3.2mmφを数体束にして使用します。
- 電力**： 水、蒸気、ボイラーの管壁温度測定。50MPaの高圧にも耐えられます。
- その他**： 原子炉、ミサイル、ロケットエンジン、ディーゼルエンジン、風洞、キルンなどの温度測定をはじめ、溶解硝子、ソルトバス、半導体単結晶精製、合成樹脂成形温度測定など、あらゆる分野にわたっています。

# 温度センサ

## ■シース素線の種類・材質・シース外形及び常用限度温度

JIS 規格 C1605-1995

素線種類	シース外形 (mm)		0.5	1.0	1.5 (1.6)	2.0 (2.3)	3.0 (3.2)	4.5 (4.8)	6.0 (6.4)	8.0
	シース材質									
SK	SUS316		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	900℃
	SUS347		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	900℃
	SUS310S		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	900℃
	インコネル		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	900℃	1000℃	1050℃
SJ	SUS316		400℃	450℃	450℃	450℃	650℃	750℃	750℃	750℃
	SUS347		400℃	450℃	450℃	450℃	650℃	750℃	750℃	750℃
SE	SUS316		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	800℃
	SUS347		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	800℃
ST	SUS316		300℃	300℃	300℃	300℃	350℃	350℃	350℃	350℃
SN	SUS316		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	900℃
	SUS347		600℃	650℃	650℃	650℃	750℃	800℃	800℃	900℃

- ・ 常用限界温度は、使用条件、雰囲気によって異なりますので、ご注意ください。また常用限界温度近くで、長時間使用することは劣化を早める原因になりますので出来るだけ短時間の使用にとどめてください。
- ・ ( ) 内の系列は、将来廃止されます。

## ■シース熱電対標準仕様

<p><b>形名 TC-S</b></p> <p>シース径：φ4.8mm (SK, SJ) シース長：L=100mm 補償導線長：M=1m 単位</p>	<p><b>形名 PC-SK (中継コネクタ形)</b></p> <p>シース径：φ3.2mm (SK, SJ) シース長：L=65mm, 100mm 補償導線長：M=1m 単位</p>
<p><b>形名 PC-E (グリップ付)</b></p> <p>シース径：φ4.8mm (SK, SJ) シース長：L=100mm 補償導線長：M=1m 単位</p>	<p><b>形名 シースTC-E</b></p> <p>シース径：φ4.8mm (SK, SJ) シース長：L=100mm 補償導線長：M=1m 単位 リード線 (別売) (各種大形, 小形端子箱・異径ニップル付も可能)</p>

## ■シース用補償導線

芯数	被覆	用途
0.3/7×2 (0.5mm <sup>2</sup> )	全ガラスウール, ステンレス外シールド付	耐熱用 (150℃)
0.3/7×2 (0.5mm <sup>2</sup> )	全ガラスウール	
0.3/7×2 (0.5mm <sup>2</sup> )	全耐熱ビニール内シールド付	一般用 (90℃)
0.3/7×2 (0.5mm <sup>2</sup> )	全耐熱ビニール	
0.18/20×2 (0.5mm <sup>2</sup> )	全シリコンゴム	耐熱耐水 (150℃)

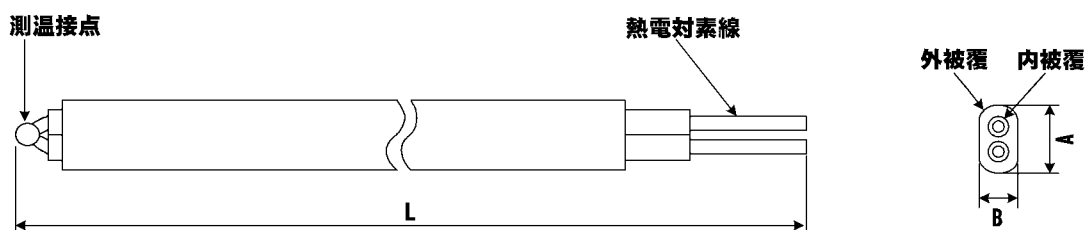
・上記以外に、テフロン被覆ほか特殊仕様品の製作などもご相談ください。

## ■デュプレックスワイヤ（被覆熱電対）について

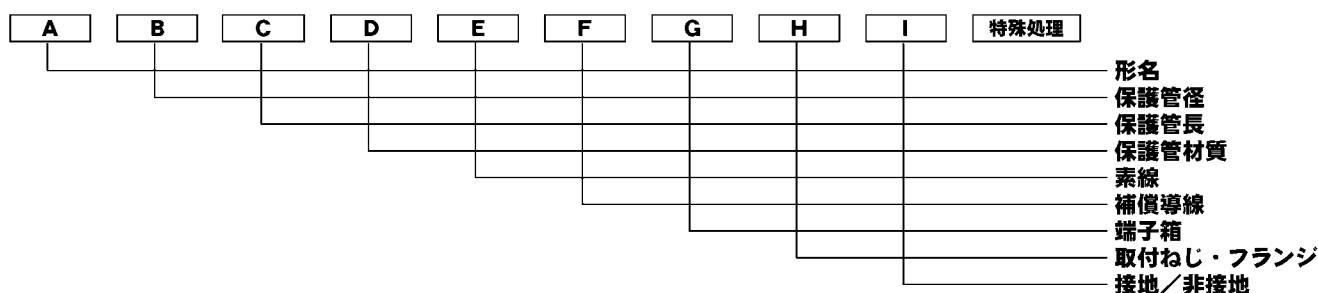
- ・ 低中音域の簡単な温度計測に直接使用されるコストの安い熱電対で、K, J, Tに適用されます。
- ・ 被覆の種類は標準はガラスウール。別注でテフロン等もできます。

素線の種類	構成 本/素線径 mm	仕上がり外形 (mm)		使用温度限界	被覆色別
		A	B		
K	1/0.32	約 2	約 1.5	300℃	緑(青)*
	1/0.65	約 2.5	約 1.7	500℃	
J	1/0.32	約 2	約 1.5	300℃	黒(黄)*
	1/0.65	約 2.5	約 1.7	500℃	
T	1/0.32	約 2	約 1.5	300℃	茶
	1/0.65	約 2.5	約 1.7	500℃	

\* ( ) 内の色は、将来廃止されます。



## ■熱電対をご注文される時の記載例



記入例：

(A) (B) (C) (D) (E) (G) (H) (I)  
TC-E φ5×200L×SUS304×Kφ1.0×KS-N×CF PT1/4×接地

- ・ 保護管径及び材質については、ページ377をご参照ください。
- ・ 端子箱及び取り付けねじ・フランジについては、ページ380をご参照ください。
- ・ シース形の場合は、形名の前にシースを入れてください。(例：シースTC-E)  
接地形と非接地形の記入は特に指定のない場合は非接地形となります。接地形は指定してください。
- ・ 特殊処理はつぎのような項目が追加できます。  
防水処理、テフロンコーティング、固定ねじ溶接、フランジ溶接または摺動、ダブルエレメント、バネ付(内バネ、外バネ)、その他。
- ・ その他(本体に付加または単品)  
フランジ(摺動フランジ、固定フランジ)、ニップル(固定/摺動ねじ)、リード線(補償導線)、コンプレッションフィッティング(CF)、熱電対線(単品または先端溶接)・・・等があります。

# 温度センサ

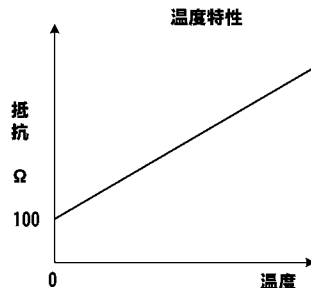
## ■測温抵抗体の原理と特性

### 原理・特性

**測温抵抗体** 抵抗素子、保護管、端子等で構成された測温素子で、一般的には白金抵抗体のことをいいます。

**抵抗素子** 温度変化によって白金線の電気抵抗が、一定の割合で変化することを利用した測温素子のことで、マイカ形、ガラス封入形、セラミック形等があります。

**保護管** 抵抗素子などを被測定物、雰囲気から腐食等の影響を受けないよう保護するための管をいいます。使用条件によって耐熱、耐振、耐食性等、考慮して最適なものを選択してください。



規準抵抗素子の  $R_{100}/R_0$  値 \*1

記号	$R_{100}/R_0$ 値
Pt100	1.3851
Pt10	1.3851
(Pt100)	(1.3850) *2
[Pt100]	[1.3916] *2

\*1  $R_{100}$  は、100℃における抵抗素子の抵抗値、 $R_0$  は、0℃における抵抗素子の抵抗値です。

\*2 ( ) は、廃止された旧 JIS C1604-1989、[ ] は、C1604-1981 のものです。参考としてください。

## ■測温抵抗体の構造

測温抵抗体の基本構造		マイカ形	ガラス封入形	セラミック形
	<b>特徴</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>感熱板（ミリタイマー）が、保護管内壁に接触する構造になっているので、応答性が速く、耐振性に優れています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>形状が小さく、狭い場所の測温に適し、応答が速い。</li> <li>耐水、耐ガス、耐薬品性に優れています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高温でも使用出来、熱による歪みが少なくなっています。</li> <li>再現性、安定性に優れています。</li> </ul>
	<b>内部構造</b>			

## ■測温抵抗体内部導線の結線方式

2 導線式	3 導線式	4 導線式
<p>2 導線式は、抵抗素子の両端にそれぞれ 1 本の導線を接続した形式です。 (導線抵抗の影響が無視できません)</p>	<p>3 導線式は、抵抗素子の一端に 2 本、他端に 1 本の導線を接続し、導線抵抗の影響を除くことが出来るようにした形式です。 (一般的に広く用いられています)</p>	<p>4 導線式は、抵抗素子の両端にそれぞれ 2 本の導線を接続し、導線抵抗の影響を除くことが出来るようにした形式です。</p>
<b>備考</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>上記いずれの導線形式においても、端子記号は、原則として、A、B の記号を用いています。</li> <li>◎は端子を、S は抵抗素子を示し、端子と抵抗素子を結ぶ線は内部抵抗を表しています。</li> </ol>		

## ■測温抵抗体に対する許容差

測定温度 (°C)	許 容 差			
	クラスA		クラスB	
	°C	Ω	°C	Ω
-200	±0.55	±0.24	±1.3	±0.56
-100	±0.35	±0.14	±0.8	±0.32
0	±0.15	±0.06	±0.3	±0.12
100	±0.35	±0.13	±0.8	±0.30
200	±0.55	±0.20	±1.3	±0.48
300	±0.75	±0.27	±1.8	±0.64
400	±0.95	±0.33	±2.3	±0.79
500	±1.15	±0.38	±2.8	±0.93
600	±1.35	±0.43	±3.3	±1.06
650	±1.45	±0.46	±3.6	±1.13
700	—	—	±3.8	±1.17
800	—	—	±4.3	±1.28
850	—	—	±4.6	±1.34

## ■許容差

クラス	許容差
A	$\pm(0.15+0.002 t )$
B	$\pm(0.3+0.005 t )$

- 許容差とは、抵抗素子の示す抵抗値を規準抵抗値表によって換算した値から測定温度 t を引いた値の許容される誤差の最大値をいいます。
- |t| は、+、- の記号に無関係な温度 (°C) で示される測定温度です。

## ■使用温度範囲による区分

記号	区分	使用温度範囲 (°C)
L	低温用	-200~100
M	中温用	0~350
H	高温用	0~650 *1
S *2	超高温用	0~850

\*1 シース測温抵抗体は、500°Cとします。

\*2 シース測温抵抗体には適用しません。

## ■保護管寸法

単位 mm

外 径	長 さ
3±0.05	250 300 500 750 1000
3.2±0.05 *3	
4.5±0.05	
4.8±0.05 *3	
6±0.06	
6.4±0.06 *3	
8±0.08	
10±0.10	
12±0.12	
15±0.15	

\*3 この系列は、将来廃止されます。

## ■シース形測温抵抗体の構造

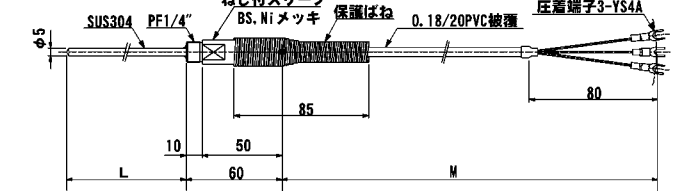
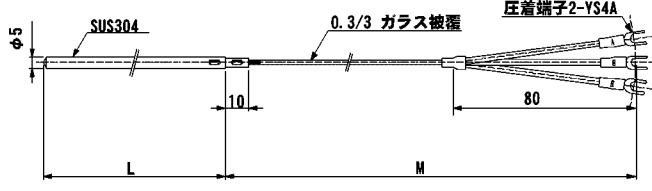
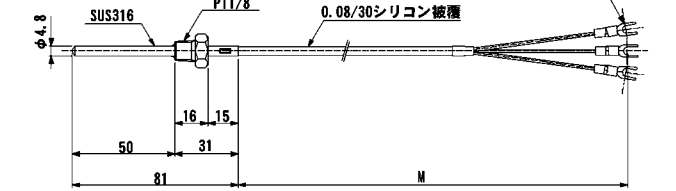
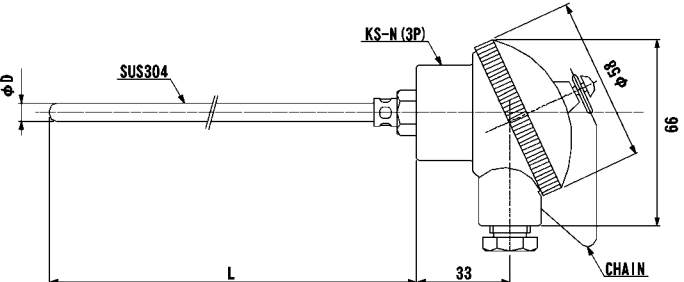
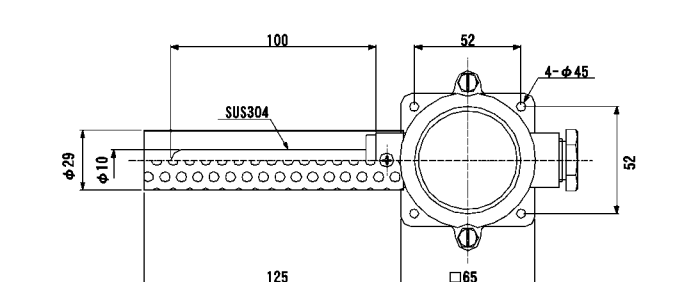
特 徴	内 部 構 造
<ul style="list-style-type: none"> <li>振動、衝撃に対して強い。</li> <li>外形が極細管のため小さな測湿物中にも簡単に挿入でき、また熱容量が極めて小さく温度変化に対する応答が速くなります。</li> <li>シース管特有の屈曲性を有し、複雑な機構内にも挿入して測湿することができます。</li> <li>内部が気密状態になっているので感度が良く酸化されにくいので耐熱性、耐久性にすぐれています。</li> </ul>	<p>絶縁材 (マグネシア)      SUS316シース</p> <p>溶接      抵抗素子      Niリード</p>

## ■シースリードの構造・特性

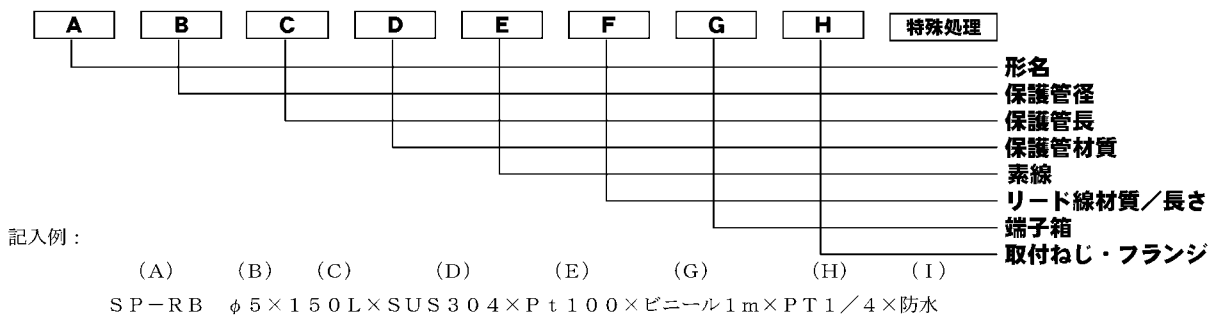
シース外径 (mm)	芯線数	シース厚 (mm)	素線径 (mm)	素線の抵抗値 (Ω/m)	外管材質	シース外径 (mm)	芯線数	シース厚 (mm)	素線径 (mm)	素線の抵抗値 (Ω/m)	外管材質
3.2	2	0.15	0.4	0.72	SUS 316	6.4	4	0.45	0.6	0.32	SUS 316
	3	0.25	0.25	1.84			6	0.6	0.5	0.461	
4.8	3	0.6	0.7	0.235		8.0	4	0.55	1.0	0.155	
	4	0.35	0.4	0.72			6	1.25	0.6	0.32	
	6	0.5	0.25	1.84							

# 温度センサ

## ■測温抵抗体標準仕様

<p><b>形名 PC-BR</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=100mm リード長：M=1m 単位</p> 	<p><b>形名 SP-RB</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=150mm リード長：M=1m 単位</p> 
<p><b>形名 NR-100-P</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=60mm リード長：M=1m 単位</p> 	<p><b>形名 ねじ付NR-100-P</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=30mm リード長：M=1m 単位</p> 
<p><b>形名 TC-R</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=100mm リード長：M=1m 単位 リード(別売) (各種大形・小形端子箱・異径ニップル付も可能)</p> 	<p><b>形名 TC-RR</b></p> <p>抵抗素子：Pt100 保護管長：L=100mm リード長：M=1m 単位 リード(別売)</p> 

## ■測温抵抗体をご注文される時の記載例



- 保護管径及び材質については、ページ377をご参照ください。
- 端子箱及び取り付けねじ・フランジについては、ページ380をご参照ください。
- シース形の場合は、形名の前にシースを入れてください。(例：シースPC-BR)
- 特殊処理はつぎのような項目が付加できます。  
 防水処理、テフロンコーティング、固定ねじ溶接、フランジ溶接または摺動、ダブルエレメント、バネ付(内バネ、外バネ)、開放ヘッド[大(TL)、小(TS)]、その他。
- その他(本体に付加または単品)  
 フランジ(摺動フランジ、固定フランジ)、ニップル(固定/摺動ねじ)、リード線、コンプレッションフィッティング(CF)、・・・等があります。

## 熱電対・測温抵抗体用保護管

熱電対及び測温抵抗体で温度を測定する場合、そのエレメントを化学的及び物理的に保護すると同時に、これを所定の位置に固定するために保護管を使用します。保護管は大別すると金属保護管と非金属保護管とがあります。

### ■保護管の材質と用途別選択基準

材質	保護管の用途別選択基準（本欄はご参考程度にお考えください）
SUS304 (SUS316)	焼鈍炉(750～950℃)、焼入炉(約750℃)、鋼材熱処理(900℃以下)、加熱炉廃ガス(約600℃)、溶鉱炉送入熱風(500～850℃)、溶鉱炉頂ガス(約500℃)、錫メッキ槽(約300℃)、原油加熱炉出口(400～500℃)、揮発油(80～90℃)、酢酸溶液(約95℃)、ソーダ腐食性カリ(1000℃以下)、レーヨンビスコース(5～35℃)、セメントキルン二次空気、食品関係、発電蒸気、スチーム、エンジン排気、硝酸、脂肪酸、苛性ソーダ10%以下(室温～沸点迄) 鍍金液(Ca, Ni, Cr, Cd)、塩化ナトリウム、硫化ナトリウム、硝酸ナトリウム、その他。
高クローム鋼 NYBY2520 (NU5) サンドビック P4	製鉄炉熱送風管空気(500～850℃)、鋼材熱処理(1100℃以下)、滲炭炉(800～950℃)、焼入炉(750～1100℃)、ソルトバス(1000℃以下)、鉛坩堝(1000℃以下)、排気管(800℃)、亜鉛溶解(600℃以下)、錫溶解(250℃以下)、マグネシウム(700℃以下)、硫黄バーナー(500～700℃)、セメントキルン燃焼ガス(300～1100℃)、硝子工業チェッカー空気(1000℃以下)、亜鉛精錬(350～500℃)、アンモニア(1000℃以下)、硫化水素(540℃以下)、亜硫酸ガス(1000℃以下)。
(SHE-5) SUS310S	煙道ガス(750～1100℃)、窒化炉(1150℃以下)、加熱炉燃焼ガス(1100℃以下)、硫黄バーナー(500～750℃)、セメントキルン燃焼ガス(300～1100℃)、培焼炉(350～1000℃)
再結晶アルミナ 又は高アルミナ	製鉄炉蓄熱室(1000～1250℃)、平炉チェッカー燃焼ガス(1200℃以下)、加熱炉燃焼ガス(1100℃以下)、硫黄バーナー(約450℃以下)、連続加熱炉、焼入炉、焼鈍炉
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>酸洗槽(90℃)には SUS304 鉛ランニング。</li> <li>溶解アルミには窒化耐火物、鋳鉄、SS-41, SUS304 があります。</li> <li>溶銑、溶鋼、溶解アルミ、溶解金属(銅、真鍮)、溶解ガラス等についてはイメージ熱電対に依る浸漬測温が最適です。</li> </ul>

### ■金属保護管の種類

材質	外形寸法 mm	成分	常用温度	特性
SUS304	5～27	18%Cr-8%Ni	800℃	耐酸・耐熱性良好
SUS316		17%Cr-13%Ni	850℃	耐熱・耐酸・耐アルカリ・高温耐食性あり
SUS316L		18%Cr-14%Ni-2.5%Mo	850℃	SUS316 に比し溶接後または応力除去熱処理後の粒界腐食に対する抵抗性にすぐれています。
SUS310S		25%Cr-20%Ni	950℃	耐熱性大・硫黄を含む高温高濃度ガスに弱い。
SUS347		20%Cr-12%Ni	850℃	溶接構造物、耐熱その他一般化学用。
サンドビック P4	22～27	27%Cr	1000℃	高クローム鋼、耐熱硫黄を含む還元炎に強い。
B0Ni20Cr		80%Ni-20%Cr	1100℃	中性酸化雰囲気に強い、還元硫黄ガスに弱い。
インコネル	22	72%Ni-16%Cr	1000℃	耐熱還元炎に強い。
カンタル Al		24%Cr5.5%Ai	1100℃	耐熱、硫化物の腐食に優れています。
UMC050	22～27	30%Cr-20%Fe-Bal. Co		耐熱、耐摩耗、耐食性に優秀、硫化雰囲気強い。
チタン	12～15	99.7%Ti	400℃	塩素、硝酸、酢酸、塩酸及び塩水等に対して優れた耐食性を持っています。
ハステロイ C		16.5%Cr-17%Mo 4.5%Fe-Bal. Ni		酸化性及び還元性雰囲気に対し耐食性があります。
ハステロイ B		28%Mo-5%Fe-Bal. Ni		すべての濃度及び沸騰点までの温度の塩酸に対して強い、硫化水素ガス、硫酸、リン酸に耐食性あり、酸化性雰囲気では最高760℃。
サーモアイ	13～18	モリブデン・ジルコニアを主成分とするサーメット		1700～1800℃で溶解金属に対する耐熱衝撃に優れています。還元性に強い。
テフロンコーティング		SUS304 にテフロンコーティング	200℃	低温度の耐薬品性大。
備考	金属保護管の長さ L(mm)、特殊寸法もお客様のご要望に対応できます。			

# 温度センサ

## ■非金属保護管の種類

材質	外形寸法 mm	常用温度	特 性
再結晶 アルミナ管	8~21	1700℃	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 99.5%以上。ガスに対して気密があり酸化還元何れの雰囲気中でも良好。 熱伝導率高い。熔融酸化物金属スラグその他外部のものより化学変化を起こしません。
高アルミナ質 磁器管	6~25	1500℃	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5.8%残 SiO <sub>2</sub> 。 殆んどムライトとコランダム結晶よりなり、気密性で耐熱性優秀、急熱急冷に弱い。
アルミナ質 磁器管		1400℃	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 51%残 SiO <sub>2</sub> 。ムライト質気密性で耐熱性良好、急熱急冷に弱い。
耐蝕磁器管 コランジッドC		1400℃	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> コランダム結晶の集合体、気密性で特にスラグに対する抵抗性大。 化学的侵食に対して非常に強い。
石英	7~17	1000℃	急熱急冷に強いがアルカリに弱く酸性に強い。水素還元気には気密性がある。
炭化珪素 ネオフラックス レアフラックス	40~50	1450℃ 1600℃	急熱急冷に対し耐久力がある。酸化に対する耐久力大。 ネオフラックス 86~90% SiC。レアフラックス 73.30% SiC, Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> 23%。レアフラックス溶液アルミニウムに強い。
炭化珪素 GKT	15~40	1650℃	SiC98%以上耐火度高い。熔融亜鉛アルミ鉛等に侵され難い化学的浸蝕に対する抵抗が大きい。 耐酸性大きくアルカリに対して侵され難い。 急熱急冷に強く耐スパーリング性に優れている。
備 考	非金属保護管の長さはL(mm) 普通保護管の長さは 500mm, 750mm, 1500mm, 2000mm, が標準です。特殊寸法もお客様のご要望に対応できます。		

## ■補償導線の被覆

品 名	特 徴	使用可能温度範囲
PVC 被覆	ビニールはゴム絶縁に代わって広く用いられていますので、一般用補償導線の芯線絶縁用としてビニールを使用しております。	-20~80℃
ガラス繊維被覆	ガラス繊維は高温絶縁材料で不燃性、耐熱性、電気絶縁性、機械的強度、化学的安定性等いずれも優れています。繊維自体は吸湿性はありませんが、これを集束したものは吸湿性をもつため、シリコン塗装等を焼付塗布してあります。	常温~270℃
シリコンゴム被覆	シリコンゴムは極めて広範囲に使用され、物理的特性変化の少ない絶縁物です。電気的特性は天然ゴムと大差なく、使用可能温度範囲内に於いて耐電圧の変化は殆んどありません。また化学的にも安定で耐化学薬品性。但し、濃アルカリには侵される 耐油、耐候、耐オゾン性をもっています。	-60~250℃
テフロン被覆 (弗素樹脂)	テフロンは、耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性、高周波特性、耐候性、いずれをとってもあらゆる有機材料の中で最も優れた絶縁材です。低温から高温域に亘り、機械的強度、特に耐圧力が大きいことの特徴をもっております。	-100~260℃

## ■使用される線径の選定

熱電対は、使用される環境により、酸化・腐食等が起こります。品質の劣化は素線の表面より始まりますので、線径の細いものより太いほうが高温に耐えることができ、寿命を延ばすことができます。

## ■保護管使用上の注意

- 磁器製品は一般的に高温に於ける急熱急冷に弱い欠点があり、高温炉内への挿入取出しの際徐熱徐冷して戴ける様にお願いします。
- 保護管の長さが炉外に長く出ているとか取付け位置が悪い場合、わずかに振動で破損することがあります。
- ご使用中の保護管の曲がりを防ぐために必要以上に炉内に挿入されない様にご注意ください。

## ■挿入長について

通常、測温接点や素子は保護管に入っているため、伝熱により外部に熱が逃げてゆき、十分な挿入長がなければ誤差を生じることになります。気体の場合も液体の場合も条件により差異はありますが、必要とされる挿入長は静止液体で保護管外形の10倍以上、静止気体では保護管の15~20倍を目安としてください。

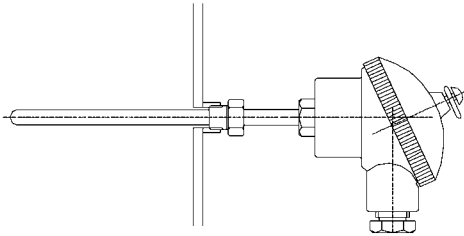
## ■応答速度について

太さ、形状により、測温接点、素子が測温対象と同じ温度になるまでに必ずある程度の時間がかかります。これが時間的な誤差となります。細くすればするほど応答速度は速くなりますが、それだけ機械的には弱くなります。目的に合わせて選択することが大切です。

## ■取付け方法について

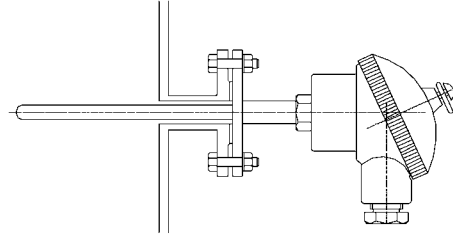
### 固定ねじ式

保護管にオスねじを溶接したものです。  
測温したい個所にねじ込んで取付け固定します。  
ねじはPT（テーパねじ）とPF（フラットねじ）があります。



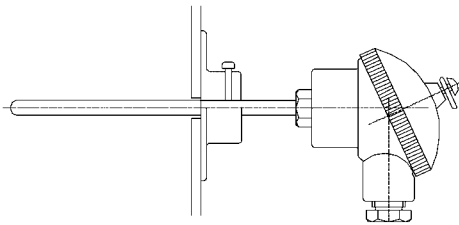
### 固定フランジ式

保護管にフランジを溶接したものです。  
ボルト、ナットを用いて取付け固定します。  
気密性が図れます。



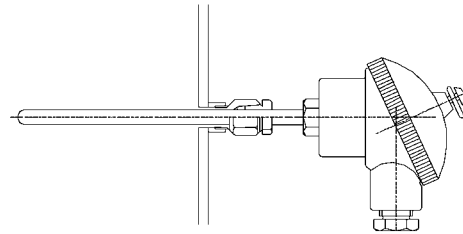
### ルースフランジ式

保護管の挿入長をフランジのねじで調節することにより、任意に選択できます。  
気密性はありません。



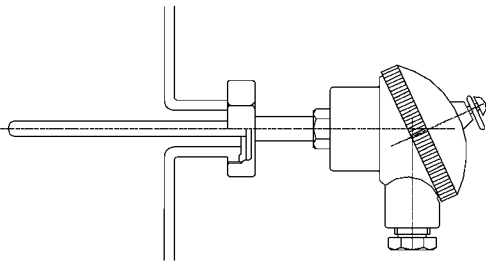
### コンプレッションフィティング式

保護管の挿入長を、フランジのコンプレッションフィティングのねじで調節することにより、任意に選択できます。  
通常、約500KPa程度の圧力に耐えられます。



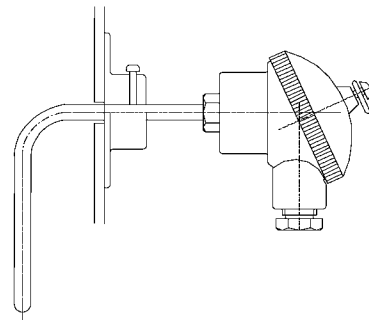
### サニタリー式

食品加工等で、汚れ及び細菌の付着がないよう、衛生上、特別な加工を施したものです。  
食品工業規格に準じて製作されます。



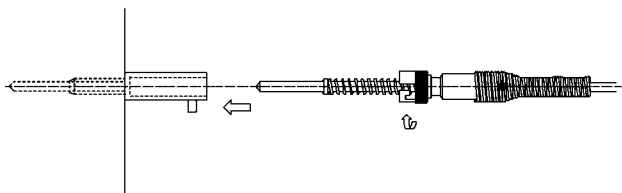
### L型

測温したい個所にスペース的余裕がない場合等、保護管を適当な個所でL字に曲げ加工したものです。



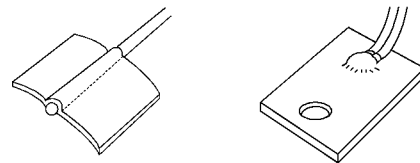
### バイオネット式

動きのあるもの、振動のある場所等に使用されます。  
測温接点をスプリングで、常に測温したい個所に密着するように工夫されています。



### 先端部取付けパット

表面温度等を測定する場合使用されます。  
保護管、デュープレックスワイヤの先端の加工、取付けます。



# 温度センサ

## 端子箱・取付け金具

端子箱は端子内蔵形、端子露出形の2種類があります。通常アルミダイキャストにて外函は製作されてありますが、当社にては鋳鉄製及びフェノール樹脂等もあります。また、ダブルエレメント用もあり、用途によりお選びください。

### ■端子箱寸法参考図

大形端子箱 (KL-N)				小形端子箱 (KS-N)				大形端子露出形 (TL-P)				小形端子露出形 (TS-N)			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
88	76	53	PF1/2	70	65	45	PF1/4	70	18	50	PF1/2	44	10	38	PF1/4

### ■摺動フランジの基本寸法図 (普通鋼)

	適用する 管の外径 $\phi d$	フランジ の径 $\phi D$	各部寸法		ボルト穴		
			t	h	中心 の径 $\phi C$	径 $\phi E$	数 n
	3.2~12	50	5	20	38	5.4	4

### ■JIS 規格摺動フランジの基本寸法参考図 (普通鋼)

JIS 規格 B2210-1984 単位 mm

	規 格	ガス管の呼び径		フランジ 外径 D	フランジ 各部寸法		ボルト穴		
		(A)	(B)		t	h	中心円 の径 $\phi C$	径 $\phi h$	数 n
JIS 500KPa	10A	3/8	75	9	34	55	12	4	
	15A	1/2	80	9	34	60	12	4	
	20A	3/4	85	10	35	65	12	4	
	25A	1	95	10	35	75	12	4	
JIS 1MPa	10A	3/8	90	12	33	65	15	4	
	15A	1/2	95	12	33	70	15	4	
	20A	3/4	100	14	31	75	15	4	
	25A	1	125	14	31	90	19	4	

・ SUS304 も製作可能です

## ■固定フランジの基本寸法参考図

単位 mm



規格	ガス管の呼び径		フランジ 外径 D	厚み t	ボルト穴		
	(A)	(B)			中心円の 径 φC	径 φh	数 n
JIS 500KPa	10A	3/8	75	9	55	12	4
	15A	1/2	80	9	60	12	4
	20A	3/4	85	10	65	12	4
	25A	1	95	10	75	12	4
JIS 1MPa	10A	3/8	90	12	65	15	4
	15A	1/2	95	12	70	15	4
	20A	3/4	100	14	75	15	4
	25A	1	125	14	90	19	4

## ■ニップル（摺動・固定）(SUS304) 参考図



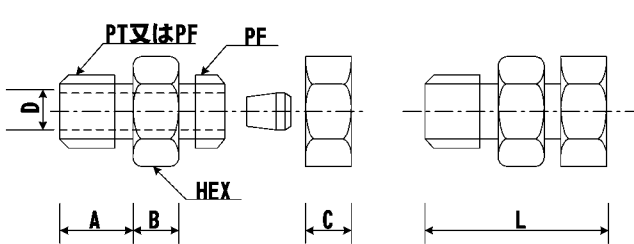
呼び径 (B)	適用する 保護管径 φd	ねじ寸法		ねじ山数 (25.4mm) に付	対辺及び対角		A	B
		外径 C	谷の 径		G	F		
PF・PT1/8	6 以下	9.7	8.56	28	14	16.2	6	10
PF・PT1/4	8 以下	13.1	11.4	19	17	19.6	8	13
PF・PT3/8	10 以下	16.6	14.9	19	21	24.2	10	15
PF・PT1/2	12 以下	20.9	18.6	14	26	30	12	20
PF・PT3/4	16 以下	26.4	24.1	14	32	37	16	20
PF・PT1	22 以下	33.2	30.2	11	41	47.3	20	20

## ■コンプレッションフィッティング (CF) 参考図

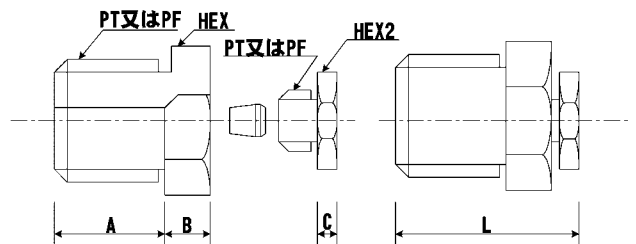
保護管に本体、コッター玉、袋ナット（または締付けねじ）を通して、袋ナット（または締付けねじ）を締付けることにより、コッター玉が保護管に押し付けられて保護間と CF 本体を固定できます。

コッター玉は銅製が標準となっております。テフロン製の場合はご指定下さい。

ねじ径：1/8, 1/4, 3/8



ねじ径：1/2, 3/4



\* ねじ径, PF を除いて単位 mm

ねじ径	HEX SUS304	A	B	PF	HEX2	C	L	D (適用保護管径)
1/8	14	10	6	1/8	—	12	33	φ 1.0 ~ (φ 6.4)
1/4	17	13	8	1/4	—	14	41	φ 1.0 ~ φ 8.0
3/8	19	15	8	1/4	—	14	43	(φ 1.6) ~ φ 10.0
1/2	24	20	10	3/8	19	8	46	(φ 2.3) ~ φ 15.0
3/4	29	20	15	1/2	24	9	54	(φ 4.8) ~ φ 16.0

・ ( ) 内の保護管径系列は、将来廃止されます。

# 補償導線・リード線

## ■補償導線

種別	新 JIS 記号	旧 JIS 記号	芯線構成 (mm)		外装		使用温度範囲 (°C)	
			+側	-側	材質	色		
K	普通級	KCC-2-G	VX-G	銅 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール	緑 (青)	0~90
		KCB-2-H	WX-H	鉄 0.65×7 本	0.65×7 本	ガラスウール編組		0~150
		KCC-2-G	VX-G	銅 0.3×7 本	銅, ニッケル合金 0.3×7 本	ビニール		0~90
		KCB-2-H	WX-H	鉄 0.3×7 本	0.3×7 本	ガラスウール編組 ステンレス編組		0~150
	精密級	KX-1-G	KX-GS	ニッケル, クロム合金 0.65×7 本	ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール		-20~90
		KX-1-H	KX-HS			ガラスウール編組		0~150
J	JX-2-G	JX-G	鉄 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール	黒 (黄)	-20~90	
	JX-2-H	JX-H	鉄 0.3×7 本	銅, ニッケル合金 0.3×7 本	ガラスウール編組		0~150	
ステンレス編組					0~150			
E	EX-2-G	EX-G	ニッケル, クロム合金 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール		すみれ (紫)	-20~90
	EX-2-H	EX-H	ニッケル, クロム合金 0.3×7 本	銅, ニッケル合金 0.3×7 本	ガラスウール編組 ステンレス編組	0~150		
T	TX-2-G	TX-G	銅 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール	茶	-20~90	
N	NC-2-G	—	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール	ピンク	0~90	
	NC-2-H	—	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ガラスウール編組		0~150	
B	BC-G	BX-G	銅 0.65×7 本	銅 0.65×7 本	ビニール	灰	0~90	
R	RCA-2-G	RX-G	銅 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール	橙 (黒)	0~90	
S	SCA-2-G	SX-G	銅 0.65×7 本	銅, ニッケル合金 0.65×7 本	ビニール		0~90	

\* 外装色の ( ) 内の系列は、将来廃止されます。

- ・ 熱電対の起電力は測温接点と基準接点の温度差により発生します。したがって、基準接点の温度変化はそのまま計器の指示誤差となります。
- ・ 誤差を避けるため基準接点を比較的温度変化のないところに延長する必要があります。このために補償導線を使用します。
- ・ 補償導線は熱電対素線の種類によって異なり、それぞれの熱電対に近似した熱起電力特性をもつ材質でできています。また、これらはすべて JIS 規格に基づいて製作しています。

## ■測温抵抗体用リード線

外装材質	芯線構成	芯線数	外形寸法 (mm)	導体断面積 (mm <sup>2</sup> )
ガラス SUS	0.18/20 本	3 本	φ4.7	0.5
ガラス SUS	0.18/20 本	6 本	6.3×6.7	0.5
ガラス	0.18/12 本	3 本	2.9×3	0.3
ガラス	0.3/3 本	3 本	2.2×2.4	0.21
PVC	0.18/12 本	3 本	φ4.6	0.3
PVC	0.18/20 本	3 本	φ6.3	0.5
シリコンゴム	0.18/30 本	3 本	φ3.9	0.151
シリコンゴム	0.18/30 本	6 本	6.6×6.8	0.151
外ガラス内テフロン	0.12/7 本	3 本	φ2.1	0.08

■熱電対の規準熱起電力

Kの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	397	798	1203	1612	2023	2436	2851	3267	3682
100	4096	4509	4920	5328	5735	6138	6540	6941	7340	7739
200	8138	8539	8940	9343	9747	10153	10561	10971	11382	11795
300	12209	12624	13040	13457	13874	14293	14713	15133	15554	15975
400	16397	16820	17243	17667	18091	18516	18941	19366	19792	20218
500	20644	21071	21497	21924	22350	22776	23203	23629	24055	24480
600	24905	25330	25755	26179	26602	27025	27447	27869	28289	28710
700	29129	29548	29965	30382	30798	31213	31628	32041	32453	32865
800	33275	33685	34093	34501	34908	35313	35718	36121	36524	36925
900	37326	37725	38124	38522	38918	39314	39708	40101	40494	40885
1000	41276	41665	42053	42440	42826	43211	43595	43978	44359	44740
1100	45119	45497	45873	46249	46623	46995	47367	47737	48105	48473
1200	48838	49202	49565	49926	50286	50644	51000	51355	51708	52060
1300	52410	52759	53106	53451	53795	54138	54479	54819	—	—

Jの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	507	1019	1537	2059	2585	3116	3650	4187	4726
100	5269	5814	6360	6909	7459	8010	8562	9115	9669	10224
200	10779	11334	11889	12445	13000	13555	14110	14665	15219	15773
300	16327	16881	17434	17986	18538	19090	19642	20194	20745	21297
400	21848	22400	22952	23504	24057	24610	25164	25720	26276	26834
500	27393	27953	28516	29080	29647	30216	30788	31362	31939	32519
600	33102	33689	34279	34873	35470	36071	36675	37284	37896	38512
700	39132	39755	40382	41012	41645	42281	42919	43559	44203	44848
800	45494	46141	46786	47431	48074	48715	49353	49989	50622	51251
900	51877	52500	53119	53735	54347	54956	55561	56164	56763	57360
1000	57953	58545	59134	59721	60307	60890	61473	62054	62634	63214
1100	63792	64370	64948	65525	66102	66679	67255	67831	68406	68980
1200	69553	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Eの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	591	1192	1801	2420	3048	3685	4330	4985	5648
100	6319	6998	7685	8379	9081	9789	10503	11224	11951	12684
200	13421	14164	14912	15664	16420	17181	17945	18713	19484	20259
300	21036	21817	22600	23386	24174	24964	25757	26552	27348	28146
400	28946	29747	30550	31354	32159	32965	33772	34579	35387	36196
500	37005	37815	38624	39434	40243	41053	41862	42671	43479	44285
600	45093	45900	46705	47509	48313	49116	49917	50718	51517	52315
700	53112	53908	54703	55497	56289	57080	57870	58659	59446	60232
800	61017	61801	62583	63364	64144	64922	65698	66473	67246	68017
900	68787	69554	70319	71082	71844	72603	73360	74115	74869	75621
1000	76373	—	—	—	—	—	—	—	—	—

# 参考資料

## ■熱電対の規準熱起電力

Rの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	54	111	171	232	296	363	431	501	573
100	647	723	800	879	959	1041	1124	1208	1294	1381
200	1469	1558	1648	1739	1831	1923	2017	2112	2207	2304
300	2401	2498	2597	2696	2796	2896	2997	3099	3201	3304
400	3408	3512	3616	3721	3827	3933	4040	4147	4255	4363
500	4471	4580	4690	4800	4910	5021	5133	5245	5357	5470
600	5583	5697	5812	5926	6041	6157	6273	6390	6507	6625
700	6743	6861	6980	7100	7220	7340	7461	7583	7705	7827
800	7950	8073	8197	8321	8446	8571	8697	8823	8950	9077
900	9205	9333	9461	9590	9720	9850	9980	10111	10242	10374
1000	10506	10638	10771	10905	11039	11173	11307	11442	11578	11714
1100	11850	11986	12123	12260	12397	12535	12673	12812	12950	13089
1200	13228	13367	13507	13646	13786	13926	14066	14207	14347	14488
1300	14629	14770	14911	15052	15193	15334	15475	15616	15758	15899
1400	16040	16181	16323	16464	16605	16746	16887	17028	17169	17310
1500	17451	17591	17732	17872	18012	18152	18292	18431	18571	18710
1600	18849	18988	19126	19264	19402	19540	19677	19814	19951	20087
1700	20222	20356	20488	20620	20749	20877	21003	—	—	—

Sの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	55	113	173	235	299	365	433	502	573
100	646	720	795	872	950	1029	1110	1191	1273	1357
200	1441	1526	1612	1698	1786	1874	1962	2052	2141	2232
300	2323	2415	2507	2599	2692	2786	2880	2974	3069	3164
400	3259	3355	3451	3548	3645	3742	3840	3938	4036	4134
500	4233	4332	4432	4532	4632	4732	4833	4934	5035	5137
600	5239	5341	5443	5546	5649	5753	5857	5961	6065	6170
700	6275	6381	6486	6593	6699	6806	6913	7020	7128	7236
800	7345	7454	7563	7673	7783	7893	8003	8114	8226	8337
900	8449	8562	8674	8787	8900	9014	9128	9242	9357	9472
1000	9587	9703	9819	9935	10051	10168	10285	10403	10520	10638
1100	10757	10875	10994	11113	11232	11351	11471	11590	11710	11830
1200	11951	12071	12191	12312	12433	12554	12675	12796	12917	13038
1300	13159	13280	13402	13523	13644	13766	13887	14009	14130	14251
1400	14373	14494	14615	14736	14857	14978	15099	15220	15341	15461
1500	15582	15702	15822	15942	16062	16182	16301	16420	16539	16658
1600	16777	16895	17013	17131	17249	17366	17483	17600	17717	17832
1700	17947	18061	18174	18285	18395	18503	18609	—	—	—

■熱電対の規準熱起電力

Bの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	-2	-3	-2	0	2	6	11	17	25
100	33	43	53	65	78	92	107	123	141	159
200	178	199	220	243	267	291	317	344	372	401
300	431	462	494	527	561	596	632	669	707	746
400	787	828	870	913	957	1002	1048	1095	1143	1192
500	1242	1293	1344	1397	1451	1505	1561	1617	1675	1733
600	1792	1852	1913	1975	2037	2101	2165	2230	2296	2363
700	2431	2499	2569	2639	2710	2782	2854	2928	3002	3078
800	3154	3230	3308	3386	3466	3546	3626	3708	3790	3873
900	3957	4041	4127	4213	4299	4387	4475	4564	4653	4743
1000	4834	4926	5018	5111	5205	5299	5394	5489	5585	5682
1100	5780	5878	5976	6075	6175	6276	6377	6478	6580	6683
1200	6786	6890	6995	7100	7205	7311	7417	7524	7632	7740
1300	7848	7957	8066	8176	8286	8397	8508	8620	8731	8844
1400	8956	9069	9182	9296	9410	9524	9639	9753	9868	9984
1500	10099	10215	10331	10447	10563	10679	10796	10913	11029	11146
1600	11263	11380	11497	11614	11731	11848	11965	12082	12199	12316
1700	12433	12549	12666	12782	12898	13014	13130	13246	13361	13476
1800	13591	13706	13820	—	—	—	—	—	—	—

Tの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	391	790	1196	1612	2036	2468	2909	3358	3814
100	4279	4750	5228	5714	6206	6704	7209	7720	8237	8759
200	9288	9822	10362	10907	11458	12013	12574	13139	13709	14283
300	14862	15445	16032	16624	17219	17819	18422	19030	19641	20255
400	20872	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nの規準熱起電力表

JIS C 1602-1995 単位  $\mu V$

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	261	525	793	1065	1340	1619	1902	2189	2480
100	2774	3072	3374	3680	3989	4302	4618	4937	5259	5585
200	5913	6245	6579	6916	7255	7597	7941	8288	8637	8988
300	9341	9696	10054	10413	10774	11136	11501	11867	12234	12603
400	12974	13346	13719	14094	14469	14846	15225	15604	15984	16366
500	16748	17131	17515	17900	18286	18672	19059	19447	19835	20224
600	20613	21003	21393	21784	22175	22566	22958	23350	23742	24134
700	24527	24919	25312	25705	26098	26491	26883	27276	27669	28062
800	28455	28847	29239	29632	30024	30416	30807	31199	31590	31981
900	32371	32761	33151	33541	33930	34319	34707	35095	35482	35869
1000	36256	36641	37027	37411	37795	38179	38562	38944	39326	39706
1100	40087	40466	40845	41223	41600	41976	42352	42727	43101	43474
1200	43846	44218	44588	44958	45326	45694	46060	46425	46789	47152
1300	47513	—	—	—	—	—	—	—	—	—

# 参考資料

## ■測温抵抗体の規準抵抗値

P t 1 0 0 の規準抵抗値 (Ω)

JIS C 1604-1997

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	18.52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	60.26	56.19	52.11	48.00	43.88	39.72	35.54	31.34	27.10	22.83
- 0	100.00	96.09	92.16	88.22	84.27	80.31	76.33	72.33	68.33	64.30
0	100.00	103.90	107.79	111.67	115.54	119.40	123.24	127.08	130.90	134.71
100	138.51	142.29	146.07	149.83	153.58	157.33	161.05	164.77	168.48	172.17
200	175.86	179.53	183.19	186.84	190.47	194.10	197.71	201.31	204.90	208.48
300	212.05	215.61	219.15	222.68	226.21	229.72	233.21	236.70	240.18	243.64
400	247.09	250.53	253.96	257.38	260.78	264.18	267.56	270.93	274.29	277.64
500	280.98	284.30	287.62	290.92	294.21	297.49	300.75	304.01	307.25	310.49
600	313.71	316.92	320.12	323.30	326.48	329.64	332.79	335.93	339.06	342.18
700	345.28	348.38	351.46	354.53	357.59	360.64	363.67	366.70	369.71	372.71
800	375.70	378.68	381.65	384.60	387.55	390.48	—	—	—	—

J P t 1 0 0 の規準抵抗値 (Ω)

JIS C 1604-1989

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	17.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	59.57	55.44	51.29	47.11	42.91	38.68	34.42	30.12	25.80	21.46
- 0	100.00	96.02	92.02	88.01	83.99	79.96	75.91	71.85	67.77	63.68
0	100.00	103.97	107.93	111.88	115.81	119.73	123.64	127.54	131.42	135.30
100	139.16	143.01	146.85	150.67	154.49	158.29	162.08	165.86	169.63	173.38
200	177.13	180.86	184.58	188.29	191.99	195.67	199.35	203.01	206.66	210.30
300	213.93	217.54	221.15	224.74	228.32	231.89	235.45	238.99	242.53	246.05
400	249.56	253.06	256.55	260.02	263.49	266.94	270.38	273.80	277.22	280.63
500	284.02	287.40	290.77	294.12	297.47	300.80	304.12	307.43	310.72	314.01
600	317.28	320.54	323.78	327.02	330.24	—	—	—	—	—