

An abstract graphic featuring a bright blue and white swirling pattern that resembles a vortex or a stylized eye. A sharp, white lightning bolt strikes down from the top left, hitting the center of the swirl. The background is dark, making the blue and white elements stand out.

Nimblox.

シーヌ熱電対

Mineral insulated thermocouples

助川電気工業株式会社
SUKEGAWA ELECTRIC CO., LTD.

助川電気工業株式会社は、昭和24年創立いらい一貫して「熱とその計測」をテーマに取り組んでまいりました。産業界の技術の高度化にともない、温度計測技術は、単に温度の計測にとどまらず、自動制御の一翼を担う重要な役割をはたしております。

これらの温度計測の検出端として使われている熱電対は、ますます高い信頼性が要求されております。

弊社は、シーす熱電対の初国産化に成功していらい、たゆまぬ研究開発と最新の設備を使い、厳しい品質管理により、高度技術化社会に対応する優れた製品をおとどけしています。

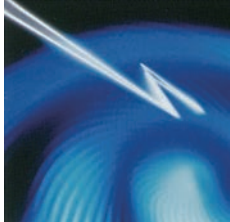
シ
ー
す
熱
電
対

M i n e r a l i n s u l a t e

目 次

ニンプロックス・シース熱電対とは／特長／熱電対による温度測定	2
種類／仕様／シース材質の特長／常用限度／测温接点／応答特性	4
標準型式と型式記号の作り方	8
熱電対の熱起電力／熱起電力特性表／規準熱起電力／熱起電力の許容差	12
コネクタ／サーモウエル／付属部品	13
補償導線／被覆熱電対	16
熱電対による温度測定法／用途	19
試験検査	21

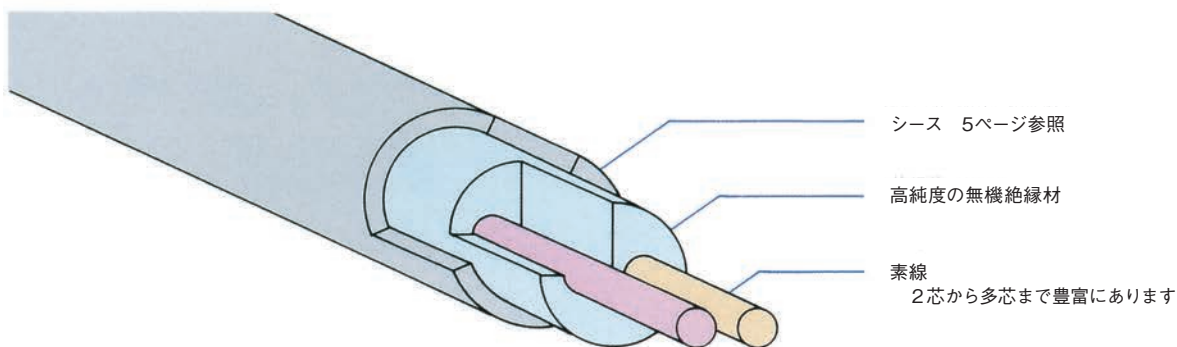
d t h e r m o c o u p l e s



Nimblox^{ニンプロックス} シース熱電対とは

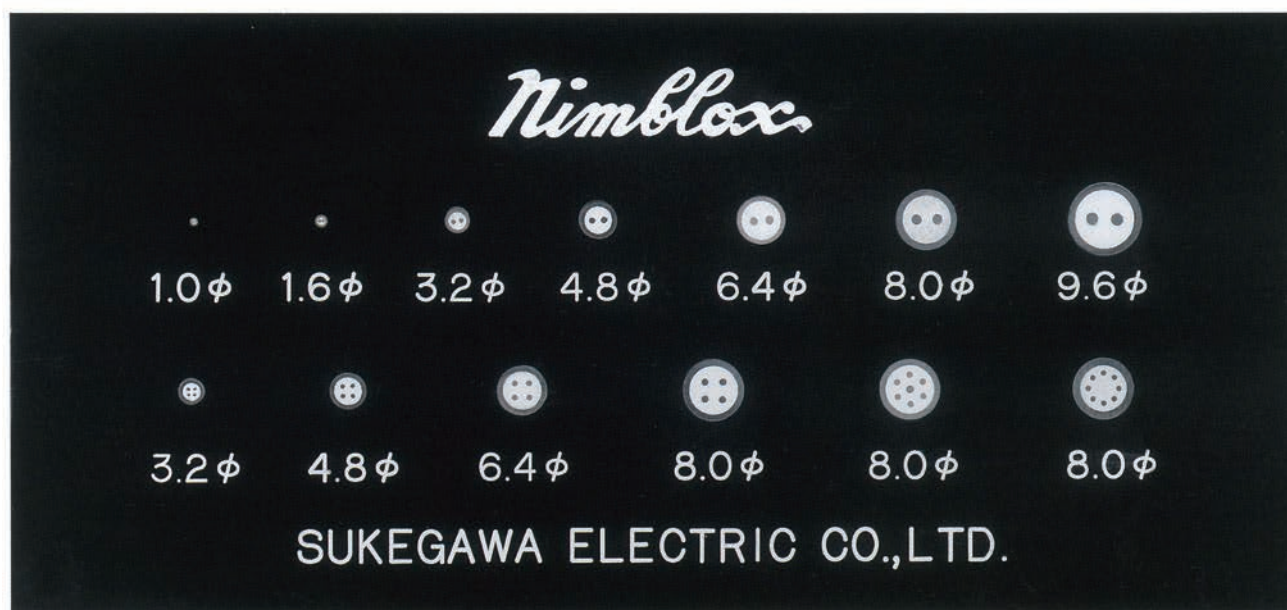
金属製極細管（シース）内に、熱電対素線が高純度の無機絶縁材で高密度に充填され、高絶縁性と高耐圧性をもったシース熱電対です。

腐食性雰囲気、屈曲の多い箇所、振動の激しい箇所など、苛酷な条件下で使用しても機能を損うことなく高信頼性を有しています。



特長

1. レスポンスが速い …………… 極細管に仕上げられており、熱電対自体の熱容量が極めて小さいため、僅かな温度変化に対しても応答の遅れが小さい。
2. 優れた耐震・耐衝撃性 …… シースと素線間に絶縁物が高密度に充填されているため、機械的強度があります。
3. シース外径が細い …………… 仕上り外径が0.25～8.0mmと非常に細く、小さな被測定物にも容易に取り付けられます。
4. 幅広い測温範囲 …………… -269℃～1,800℃までの温度測定が可能です。
5. 優れた可撓性 …………… シース外径が細く、完全に焼鈍されているため、シース外径の3倍Rまで曲げられます。
6. 広い応用範囲 …………… 長尺ものや多対式のものが容易にできます。



シース断面図(原寸大)

測定回路

「2種類の異なった金属にて閉ループを作り、その両接続点間に温度差を与えると起電力が発生する」というゼーベック効果を利用し、温度を測定するセンサーを熱電対といいます。

熱電対により温度を測定する回路を図1に示します。

(a)は、熱電対に直接測定器を接続した場合で、測定器の指示は、 $(T_1 - T_2)^\circ\text{C}$ となります。そこで测温接点部の温度 $T_1^\circ\text{C}$ を知るためには、A、B端子部の温度 $T_2^\circ\text{C}$ を測定し、補正する必要があります。ここで、A、B端

子のように、熱電対と導線、あるいは補償導線と導線の接続点を基準接点と呼びます。

(b)は、熱電対による一般的な測定回路で、補償導線と基準接点装置を設けています。この場合の測定器の指示は $(T_1 - T_0)^\circ\text{C}$ となりますが、基準接点装置により、A、B端子の温度を 0°C に保てば、測定器の指示は $T_1^\circ\text{C}$ となります。ただし、補償導線部に大きな温度勾配をかけますと、誤差が大きくなりますのでご注意ください。

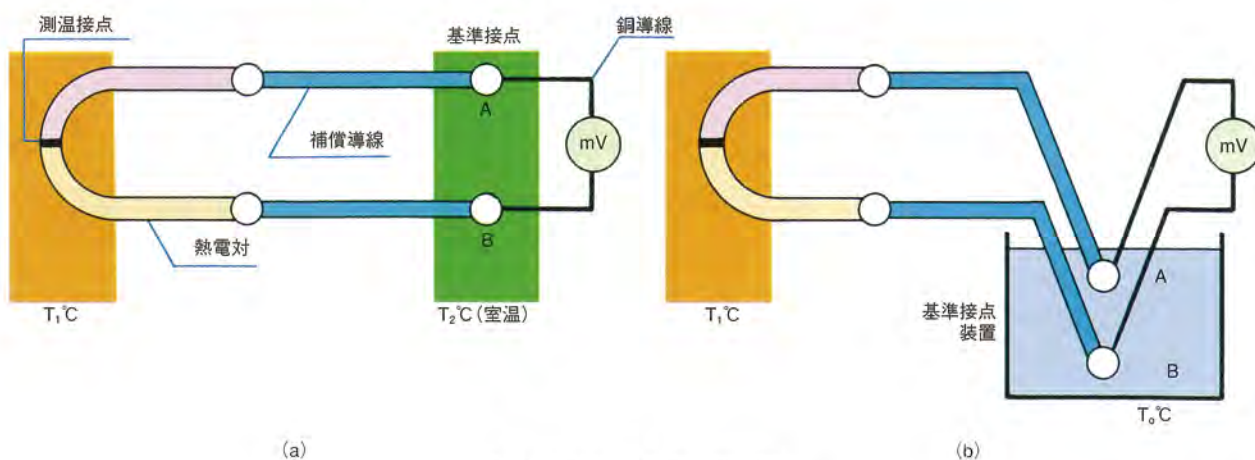


図1. 熱電対による温度測定回路

基準接点

上記のように熱電対により温度測定を行う場合は、測定器あるいは測定精度に応じた基準接点を選択することになります。

この基準接点の代表的なものには次の3種類があります。

(1) 氷点式基準接点

魔法ビンに氷と水を入れ、氷点に保つようにしたもの。

(2) 補償式基準接点

測定器の測定回路の一部に温度係数の大きな基

準接点補償抵抗または半導体を温度センサーにしたものを接続、基準接点の温度変化による電圧変化を熱電対の起電力に加えて補償したもの。

(3) 室温式基準接点

特に基準接点装置を設けず、基準接点の温度を他の温度計で測定し、補正する。

一般的な温度測定には、補償式基準接点を用いることが多く、電子式自動平衡温度指示計などに使用されています。

補償式基準接点装置

電子式自動平衡温度指示計などに使用されている補償式基準接点装置の基本回路を図2に示します。

ブリッジ回路の出力電圧が、基準接点温度(感温抵抗体 R_{to})の変化に対応するので、その出力電圧を起電力に直列に接続して補償します。

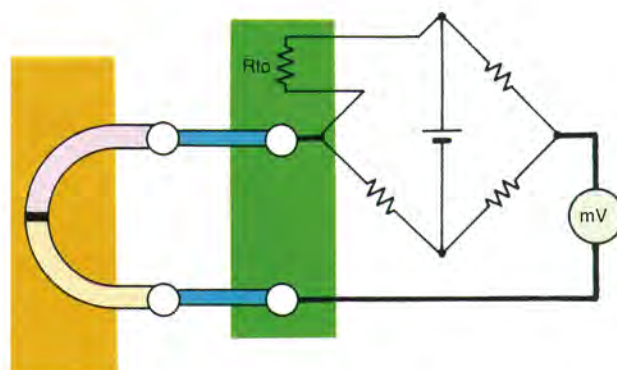


図2. 補償式基準接点装置



種類

Nimbloxシース熱電対には下記の種類があります。それぞれの種類により熱起電力が違いますので、使用する温度計器の規格と合致したものを選択してご使用下さい。

なお、Nimbloxシース熱電対の熱起電力および温度に対する許容範囲はJIS規格およびASTM規格の最新規格に準じ製作しています。

1.SK熱電対(CA熱電対)

通常、クロメル－アルメル熱電対と呼ばれています。最高1100℃程度までの温度測定が可能で、起電力特性の直線性が良好であり、現在、工業用の熱電対として最も多く使用されています。

2.SE熱電対(CRC熱電対)

通常、クロメル－コンスタンタン熱電対と呼ばれています。300～800℃程度の温度測定には最も推奨されるものであり、火力・原子力発電所などで広く採用されています。現用の熱電対の中で最も感度がよく、SKおよびSJ熱電対に比較して約50%および20%高い熱起電力を有します。

3.SJ熱電対(IC熱電対)

通常、鉄－コンスタンタン熱電対と呼ばれています。最高600℃程度の温度に使用され、起電力特性がSE熱電対について高いことが特徴です。

4.ST熱電対(CC熱電対)

通常、銅－コンスタンタン熱電対と呼ばれています。低温域における熱起電力が比較的大きく、かつ安定しているため－200～350℃の精密温度測定に広く使用されています。

5.特殊熱電対

①R熱電対

白金線と白金ロジウム13%線を組み合わせたシース熱電対で、最高1400℃までの使用に耐え、高温、酸化雰囲気での精密測定に最適です。

詳細は別冊カタログN-208をご参照下さい。

②ハステロイ－X シース熱電対

耐酸、耐炭化特性にすぐれたハステロイ－Xをシース材にした高温、耐食用熱電対です。石油化学プラントなどの温度特性に最適です。

詳細は別冊カタログN-204をご参照下さい。

③ *Nimblox Super*

純タンタル線を熱起電力特性上有害なガスのゲッター材(吸着材)としてシース内に埋蔵した、ユニークな構造をもっています。火力発電所、石油精製、化学プラントなどの高温用熱電対として最適です。

詳細は別冊カタログN-209をご参照下さい。

④ニッケルシースK熱電対

良好な機械的性質と多くの腐食環境に対し、優れた耐食性を有したニッケル合金をシース材にした耐食用熱電対です。

ハロゲン系ガス雰囲気での温度測定に最適です。

⑤金鉄－クロメル熱電対

金鉄－クロメル線を素線に使用した極低温領域での使用が可能なシース熱電対です。

詳細は、別冊カタログNo.N-212をご参照下さい。

6.SN熱電対(N熱電対)

十脚はニッケル、クロム及びシリコンを主とした合金、一脚にニッケル及びシリコンを主とした合金で作られた熱電対で、K型熱電対の耐環境性を改良した熱電対です。

詳細は、別冊カタログNo.N-211をご参照下さい。

■熱電対素線の材質と極性の見分け方

種別	十側(赤)	一側(白)	極性の見分け方
SK (CA)	10%Cr 残Ni	2%Al Mn・Si少量 残Ni	十側の表面の色が黒い。一側の表面の色は茶褐色を呈している。一側が磁性。
SE (CRC)	10%Cr 残Ni	45%Ni 残Cu	十側の表面の色が黒い。一側の表面の色は白色。どちらも非磁性のため測温接点を加熱してテスターで振れをみる。
SJ (IC)	Fe	45%Ni 残Cu	十側の表面の色が一側にくらべて黒い、また錆がよくでている。一側は白色で非磁性。
ST (CC)	Cu	45%Ni 残Cu	十側が銅色。一側は白色。
R (PR)	13%Rh 残Pt	Pt	十側の折り曲げが硬い。

標準品として、下表に示す各種素線、各種シース材質を取り揃えております。

■仕様表

シース外径 (mm)	素 線 径		素 線 (左ページ参照)	シース肉厚	シース材質 (下表参照)	製作可能な 長さ(m)
	シングル	ダブル				
0.25	シ ー ス 外 径 の 15 % 以 上		K	シ ー ス 外 径 の 10 % 以 上	B C L	
0.3						
0.5						
0.65						
1.0						
1.5		K	B		150	
1.6					65	
2.0					55	
3.0					35	
3.2					190	
4.5		E	C		170	
4.8					D	85
6.0						75
6.4						45
8.0						40
		T	F			25

(注記) 1. 素線種類E、Jのシース材質はC(SUS316)とF(SUS347)が標準仕様です。
2. 素線種類Tのシース材質はC(SUS316)が標準仕様です。

■シース材質の特長

材質記号	材 質	弊 社 の 型式記号	特 長
A	SUS316	C	18Cr-12Ni-2Mo鋼で、Moを含むため耐熱、耐酸、耐アルカリに優れています。
	SUS310S	D	20Ni-25Cr鋼で、Ni-Crの含有率が高いため高温、耐酸性に優れています。
	SUS347	F	18Cr-8Ni-Nb+Ta鋼で、Nb+Taを含むため炭化物析出による耐食性に優れています。
B	NCF600 (インコネル600相当)	B	72Ni-14Cr鋼で、Ni-Crの含有率が高いため高温における酸化、還元の際の雰囲気にも優れています。
—	Ni合金	G	ニッケル合金鋼で特に炭素含有率が低く、ハロゲンガス雰囲気、フッ素ガス等の耐食性に優れています。
—	SUS316L	L	SUS316の低炭素化により、クロム炭化物析出による脆化防止に優れています。

(注記) 1. ϕ 0.25、 ϕ 0.3、 ϕ 0.5の極細についてはSUS316Lが標準材質です。



テーパ型熱電対先端部



常用限度

常用限度は、熱電対の種類・シース材質およびシース外径によって一応の限界があります。目的によりお選び下さい。

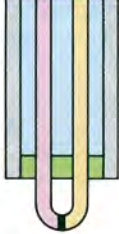
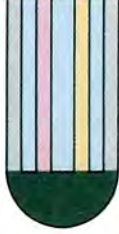
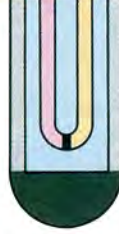
シース 熱電対 の種類	金属 シース の材質	金属シース の外径(mm)	常用限度 (単位℃)	
			500 ▼	1000 ▼
SK (CA)	A・B	0.25, 0.3	500	
	A・B	0.5, 0.65	600	
	A・B	1.0~2.0	650	
	A・B	3.0, 3.2	750	
	A	4.5, 4.8	800	
	B	4.5, 4.8	900	
	A	6.0, 6.4	800	
	B	6.0, 6.4	1000	
	A	8.0	900	
	B	8.0	1050	
SE (CRC)	A・B	1.0~2.0	650	
	A・B	3.0, 3.2	750	
	A	4.5, 4.8	800	
	B	4.5, 4.8	900	
	A	6.0, 6.4	800	
	B	6.0, 6.4	900	
	A	8.0	800	
	B	8.0	900	
SJ (IC)	A・B	1.0~2.0	450	
	A・B	3.0, 3.2	650	
	A・B	4.5, 4.8	750	
	A・B	6.0, 6.4	750	
	A・B	8.0	750	
ST (CC)	A・B	1.0~2.0	300	
	A・B	3.0, 3.2	350	
	A・B	4.5, 4.8	350	
	A・B	6.0, 6.4	350	
	A・B	8.0	350	

(4ページ参照) (5ページ参照)

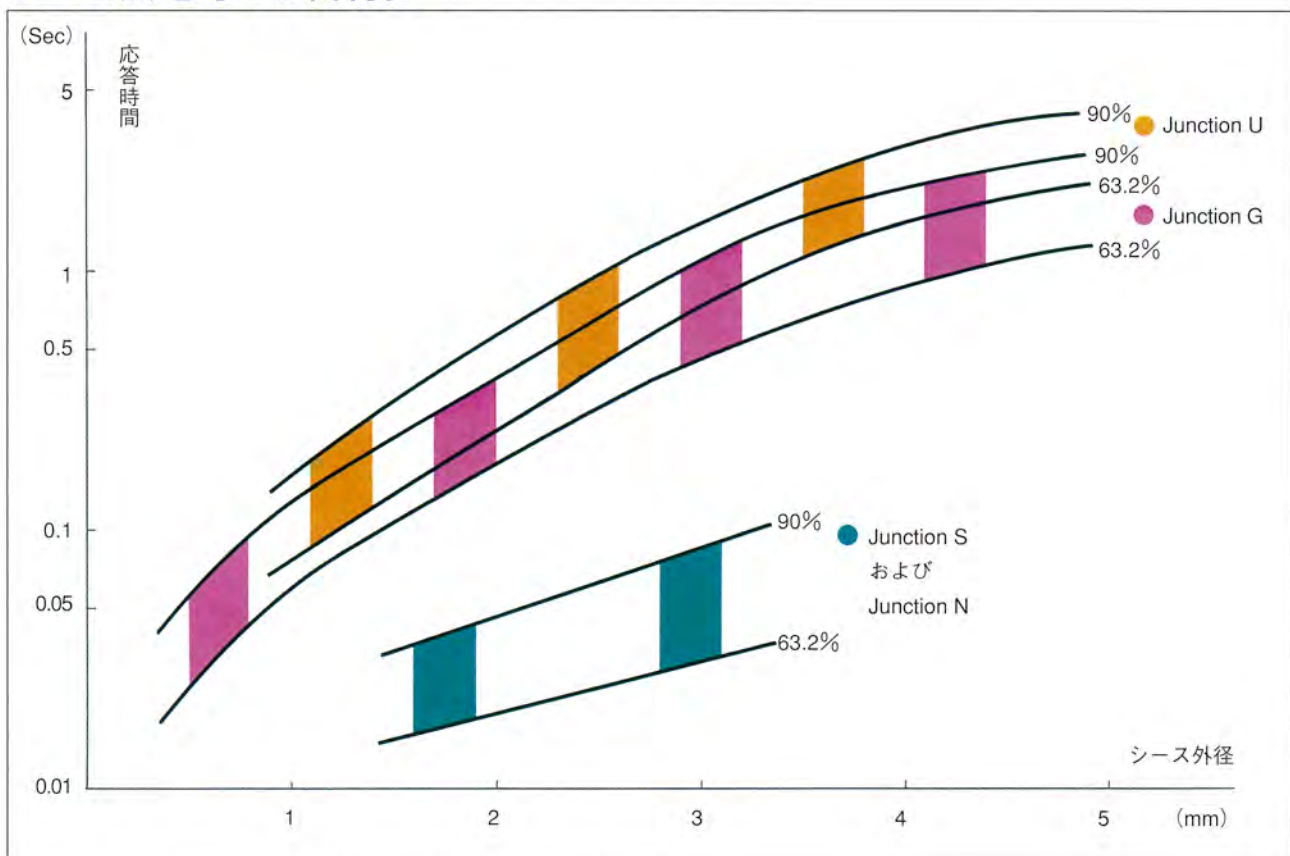
(注記) 常用限度とは、空气中において連続使用できる温度の限度をいいます。

測温接点は、使用条件によって次の四つの形状に分けられます。最も適した形状をお選び下さい。

測温接点の種類

JUNCTION S	JUNCTION N	JUNCTION G	JUNCTION U
			
高感度JUNCTION Nと似ていますが、露出型で先端がエポキシ樹脂で防湿シールされているために、最高100℃までの、湿度の高い雰囲気で使用できます。ただし腐食性雰囲気には注意が必要です。	JUNCTION Sのエポキシ樹脂のシールを取り除いたもので、高温乾燥の雰囲気中で使用できます。	測温接点がシースの先端に溶接された接地型です。非接地型に比べ応答速度は速くなりますが、電氣的誘導障害のある所での使用はさけて下さい。	測温接点が雰囲気より保護され、シースから絶縁された非接地型です。接地型に比べ応答速度がやや劣りますが、測定対象物に制限されることなく、電氣的誘導障害に対してシールド効果があります。

シース熱電対の応答特性



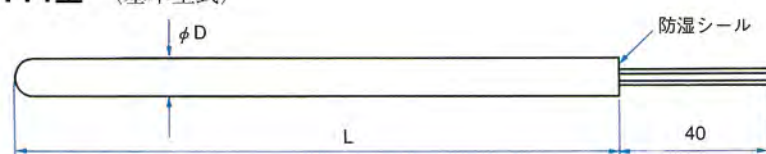
沸騰水中におけるレスポンス特性

標準型式と型式記号の作り方

弊社ではあらゆる種類の熱電対を設計、製作しておりますが、標準品としては次の型式を製作いたしますので、できるだけ標準品のご利用をおすすめいたします。

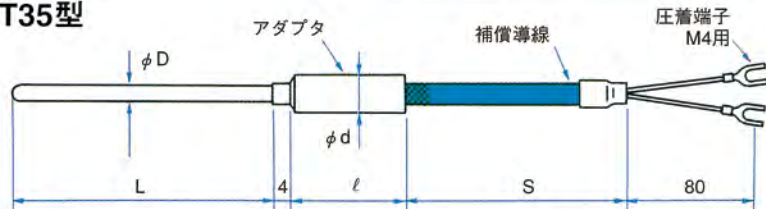
標準型式

T14型 (基本型式)



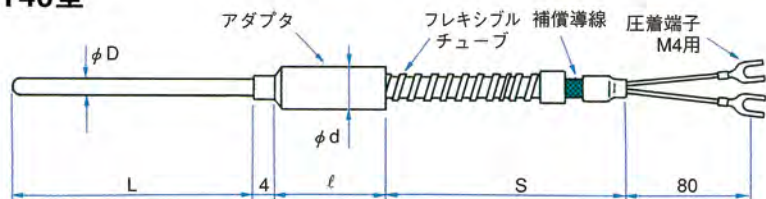
シース熱電対の素材を所定の長さに切断し、一端に測温接点を加工し、他端(基準接点側)には各種コネクタ取り付けのためにエレメントを露出させ、シース内への湿気の侵入を防ぐため防湿シール加工を施しています。

T35型



このT35型、T40型はともに、基本型式のT14型熱電対の基準接点側に、アダプタを用いて直接補償導線を接続したものです。リード線端末には圧着端子が取り付けられています。T40型は、さらに補償導線の外傷防止のため、ステンレス製フレキシブルチューブを装着してあります。

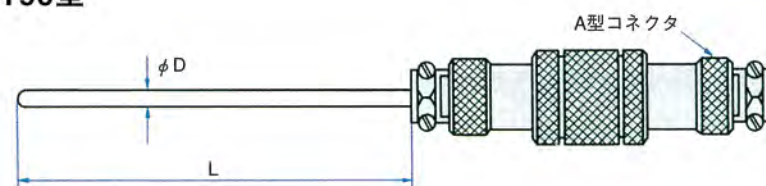
T40型



なお、アダプタ部の温度は、補償導線が一般用の場合90℃以下、耐熱用の場合は150℃以下の範囲内でご使用下さい。

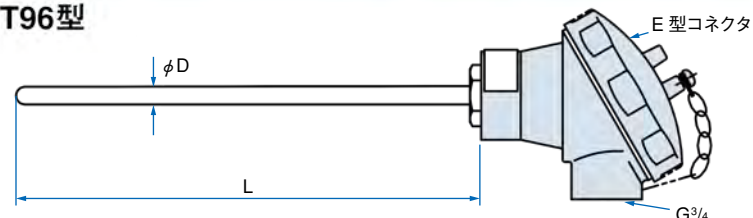
φd: アダプタ外径、ℓ: アダプタ長さ

T90型



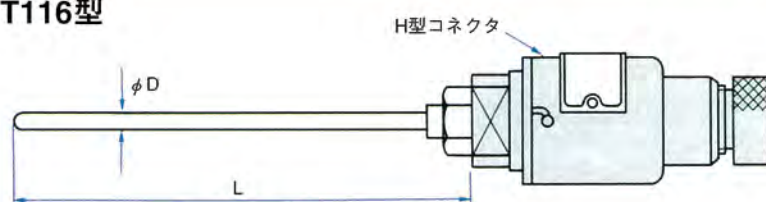
T14型熱電対の基準接点側に、A型コネクタ(金属製着脱式)を取り付けたもので、屋内用です。任意の長さに補償導線を接続できます。

T96型



T14型熱電対の基準接点側に、取付ネジを用いてE型コネクタ(金属製密閉型)を取り付けたもので屋内、屋外両用です。

T116型



T14型熱電対の基準接点側に、取付ネジを用いてH型コネクタを取り付けたもので、屋内用です。

型式記号の作り方

ご注文、ご照会に際しては、下記の記載例により型式記号でご指定下さい。なおコネクタについては13ページを、補償導線については16-17ページをごらん下さい。

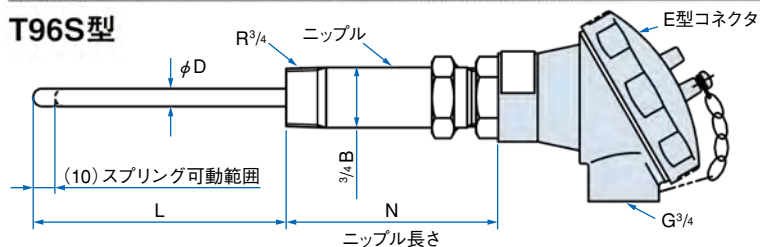
型式	シース熱電対の種類 (4ページ参照)	許容差 (12ページの下表参照)	金属シースの材質 (5ページ参照)	ϕD 金属シースの外径(mm) (5ページ参照)	测温接点の形状 (7ページ参照)	L 金属シースの長さ (mm)	S 補償導線の長さ (m)	補償導線の種類			
T14	SK	1	C	2.0	G	1000					
T14型	クロメル-アルメル	クラス1	SUS316	2mm	接地型	1000mm					
T35	ST	2	F	1.6	U	500	2	EXB			
T35型	銅-コンスタンタン	クラス2	SUS347	1.6mm	非接地型	500mm	2m	全ガラスウール被覆			
T40	SJ	1	C	4.8	G	500	2	EXD			
T40型	鉄-コンスタンタン	クラス1	SUS316	4.8mm	接地型	500mm	2m	全耐熱ビニール被覆			
アダプタ寸法 (T35型、T40型に適用される標準仕様) 単位(mm)				金属シースの外径	補償導線の型式と芯線構成			T35型(シングル)		T40型(シングル)	
				1.0~3.2	7/0.3×2 あるいは 4/0.65×2	EXA	EXB	EXBテフロン・EXC・EXD	EXB	EXBテフロン	
				4.5~6.4		$\phi 8 \times 36$	$\phi 8 \times 36$	$\phi 8 \times 36$	$\phi 10 \times 36$	$\phi 10 \times 36$	
				8.0		$\phi 8 \times 36$	$\phi 8 \times 36$	$\phi 10 \times 36$	$\phi 10 \times 36$	$\phi 15 \times 36$	
T90	SK	1	D	3.2	U	1000					
T90型	クロメル-アルメル	クラス1	SUS310S	3.2mm	非接地型	1000mm					
T96	SE	2	C	4.8	G	500					
T96型	クロメル-コンスタンタン	クラス2	SUS316	4.8mm	接地型	500mm					
T116	SK	2	C	6.4	U	1000					
T116型	クロメル-アルメル	クラス2	SUS316	6.4mm	非接地型	1000mm					

(注記) 1. ASTM(ANSI)、DIN規格の場合には、許容差のところにASTM(ANSI)、DINと明記の上その許容差の区分を記入して下さい。
2. 芯線がダブルの場合には、金属シースの外径の次にダブルのDを記入して下さい。



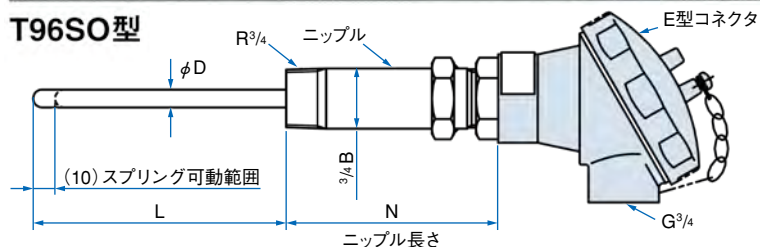
標準型式

T96S型



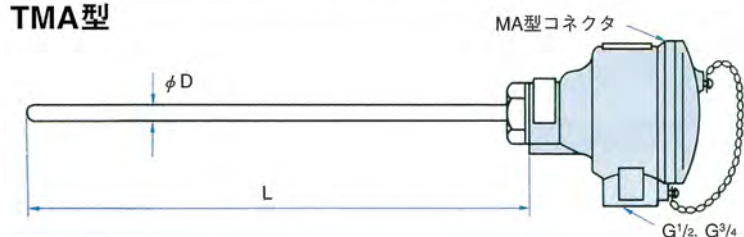
E型コネクタにスプリング圧着式機構を内装したニップルを取り付けて、熱電対の测温接点部を被測定物に密着させる構造としたものです。

T96SO型



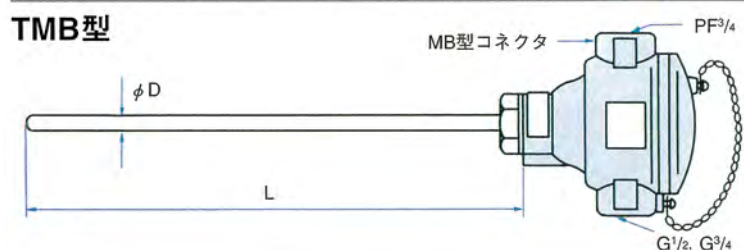
T96S型にオイルシール機構をもたせた構造です。

TMA型



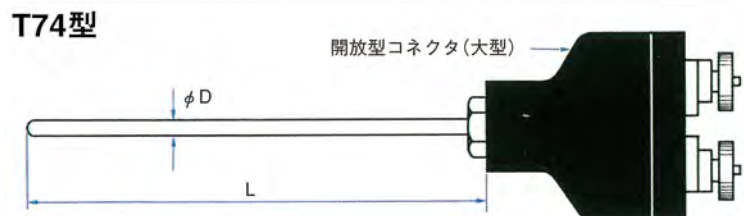
T14型熱電対の基準接点側に、取付ネジを用いてMA型コネクタを取り付け、耐圧防爆(d2G4)構造としたものです。

TMB型



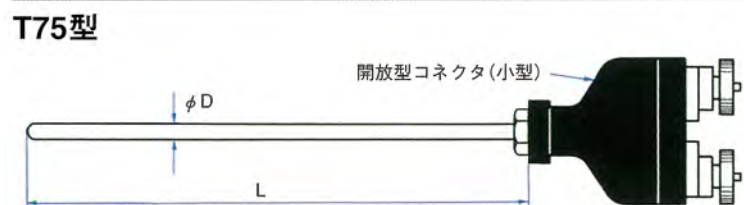
TMA型のリード線引き出し口が片方のみに対し、MB型コネクタを取り付けたTMB型は、ダブルエレメント用としてリード線引き出し口が両方にあります。

T74型



T14型熱電対の基準接点側に取付ネジを用いて開放型コネクタ(大型)を取付けたもので、屋内用、実験用に適しています。

T75型



開放型コネクタ(小型)を使用し、形状はT74型と同一です。

(注記) 構造規格(d2G4)以外の対応については、別途お問い合わせ下さい。

型式記号の作り方

型式	シース熱電対の種類 (4ページ参照)	許容差 (12ページの 下表参照)	金属シース の材質 (5ページ参照)	φD 金属シース の外径(mm) (5ページ参照)	测温接点の 形状 (7ページ参照)	L 金属シース の長さ (mm)	B ニップルの 外径 (B)	N ニップルの 長さ (mm)
T96S	SK	2	C	8	G	300	3/4B	100
T96S型	クロメル-アルメル	クラス2	SUS316	8mm	接地型	300mm	3/4B	100mm
T96SO	SK	1	C	8	U	1000	3/4B	100
T96SO型	クロメル-アルメル	クラス1	SUS316	8mm	非接地型	1000mm	3/4B	100mm
TMA	SK	2	C	4.8	U	1000		
TMA型	クロメル-アルメル	クラス2	SUS316	4.8mm	非接地型	1000mm		
TMB	SK	1	C	4.8	U	1000		
TMB型	クロメル-アルメル	クラス1	SUS316	4.8mm	非接地型	1000mm		
T74	SK	1	C	4.8	U	1000		
T74型	クロメル-アルメル	クラス1	SUS316	4.8mm	非接地型	1000mm		
T75	SK	2	C	4.8	U	1000		
T75型	クロメル-アルメル	クラス2	SUS316	4.8mm	非接地型	1000mm		

(注記)

TMA型、TBM型をご用命の際は、耐圧防爆 (ExdII、d2G4) 構造として約40種類の型式検定合格品がありますので、詳細についてはお問い合わせ下さい。

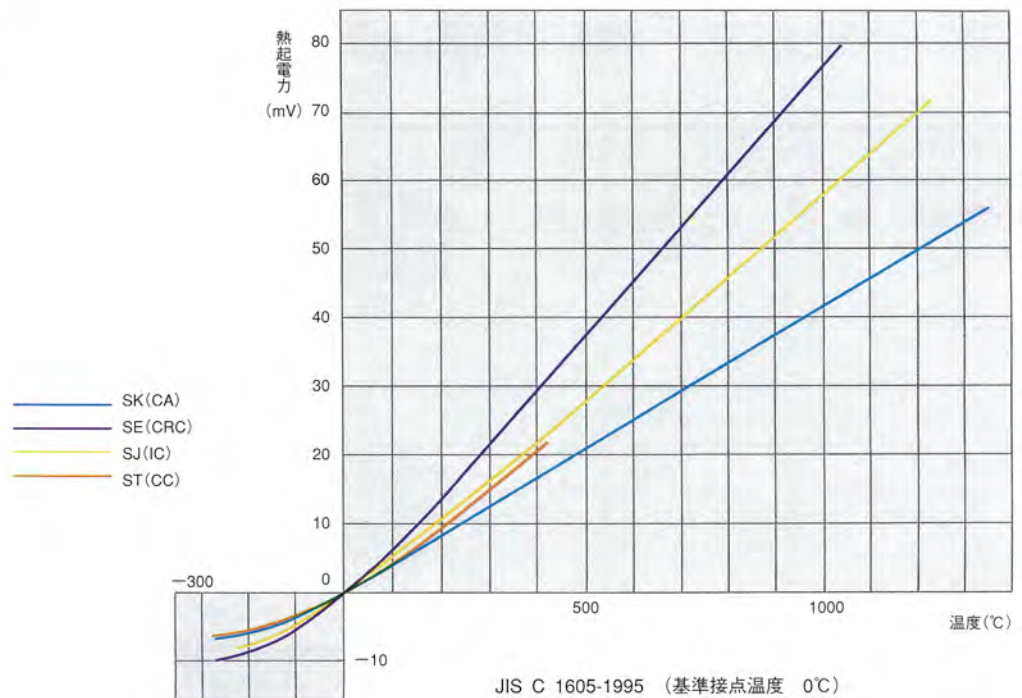
- (注記) 1. ASTM(ANSI)、DIN規格の場合には、許容差のところにASTM(ANSI)、DINと明記の上その許容差の区分を記入して下さい。
2. 芯線がダブルの場合には、金属シースの外径の次にダブルのDを記入して下さい。



熱電対の熱起電力

熱起電力値は、熱電対の種類により、それぞれ特性が相違します。ご使用条件に適した種類と規格の製品をお選び下さい。

熱起電力特性表



標準熱起電力

単位 (μV)

種類	規格	温度 (°C)	-200	-100	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
SK	JIS C 1605-1995		-5891	-3554	0	4096	8138	12209	16397	20644	24905	29129	33275	37326	41276
SE			-8825	-5237	0	6319	13421	21036	28946	37005	45093	53112	61017	68787	76373
SJ			-7890	-4633	0	5269	10779	16327	21848	27393	33102	39132	45494	51877	57953
ST			-5603	-3379	0	4279	9288	14862	20872	—	—	—	—	—	—

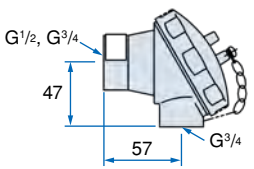
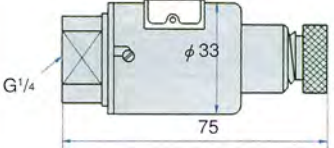
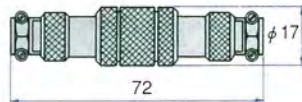
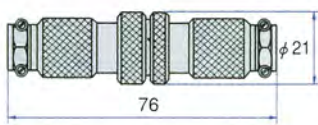
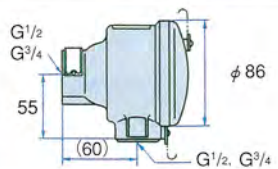
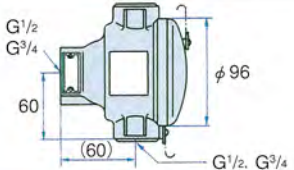
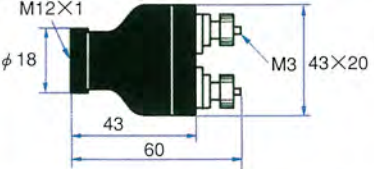
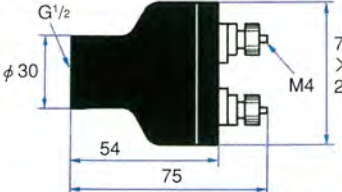
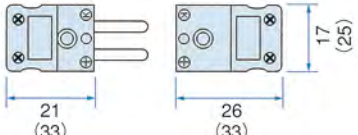
(JIS C 1605-1995より抜粋)

温度に対する熱起電力の許容差

規格 JIS C 1605-1995				規格 ASTM E230-1998		
種類	クラス1	クラス2	クラス3	TYPE	Standard	Special
SK	温度範囲 -40℃以上+375℃未満 許容差 ±1.5℃	-40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	-167℃以上+40℃未満 ±2.5℃	K	温度範囲 0~1260℃ 許容差 ±2.2℃Cor±0.75%	0~1260℃ ±1.1℃Cor±0.4%
	温度範囲 375℃以上1000℃未満 許容差 ±0.004・ t	333℃以上1200℃未満 ±0.0075・ t	-200℃以上-167℃未満 ±0.015・ t		温度範囲 -200~0℃ 許容差 ±2.2℃Cor±2%	—
SE	温度範囲 -40℃以上+375℃未満 許容差 ±1.5℃	-40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	-167℃以上+40℃未満 ±2.5℃	E	温度範囲 0~870℃ 許容差 ±1.7℃Cor±0.5%	0~870℃ ±1℃Cor±0.4%
	温度範囲 375℃以上800℃未満 許容差 ±0.004・ t	333℃以上900℃未満 ±0.0075・ t	-200℃以上-167℃未満 ±0.015・ t		温度範囲 -200~0℃ 許容差 ±1.7℃Cor±1%	-200~0℃ ±1℃Cor±0.5%
SJ	温度範囲 -40℃以上+375℃未満 許容差 ±1.5℃	-40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	—	J	温度範囲 0~760℃ 許容差 ±2.2℃Cor±0.75%	0~760℃ ±1.1℃Cor±0.4%
	温度範囲 375℃以上750℃未満 許容差 ±0.004・ t	333℃以上750℃未満 ±0.0075・ t	—		—	—
ST	温度範囲 -40℃以上+125℃未満 許容差 ±0.5℃	-40℃以上+133℃未満 ±1℃	-67℃以上+40℃未満 ±1℃	T	温度範囲 0~370℃ 許容差 ±1℃Cor±0.75%	0~370℃ ±0.5℃Cor±0.4%
	温度範囲 125℃以上350℃未満 許容差 ±0.004・ t	133℃以上350℃未満 ±0.0075・ t	-200℃以上-67℃未満 ±0.015・ t		温度範囲 -200~0℃ 許容差 ±1℃Cor±1.5%	-200~0℃ ±0.5℃Cor±0.8%

注：|t| は、測定温度の十、一の記号に無関係な温度(°C)で示される値です。

シース熱電対の基準接点側用コネクタとして種々用意しています。

型 式	形 状	材 質	外部取合	端 子 数	塗 装
E 型		アルミニウム合金	G1/2 G3/4 G1/2の場合はレジューサ付となります。	2端子 4端子	シルバー メタリック
H 型		黄 銅	φ9	2端子 4端子	ニッケルメッキ
A-14型	 (シース外径 1.0~3.2mmに使用します)	黄 銅	φ6	2端子 4端子	ニッケルメッキ
A-16型	 (シース外径 4.5~6.4mmに使用します)	黄 銅	φ8	2端子 4端子	ニッケルメッキ
MA型 (d2G4)		アルミニウム合金	G1/2 G3/4	2端子 4端子	シルバー メタリック
MB型 (d2G4) (Exd II)		アルミニウム合金	G1/2 G3/4	4端子	シルバー メタリック
開放型 (小型)		アルミニウム合金	M3ネジ	2端子	ブラック メタリック
開放型 (大型)		アルミニウム合金	M4ネジ	2端子	ブラック メタリック
プラグ型 小型 (大型)		セラミック ガラス強化 ナイロン樹脂他	オス、メス本 体の内部接続	2端子	熱電対の色別 と同じ



サーモウエル

サーモウエル(以下ウエルと呼ぶ)は、高温、高圧、振動などの厳しい条件下において、シース熱電対を保護するために使用されます。目的、用途により最適なものをお選び下さい。

DW-1 六角ネジ込み形	DW-2 六角ネジ込み形
DW-3 ネジ込み溶接形	DW-4 ネジ込み溶接形
DW-5 溶接形	DW-6 溶接形
DW-7 フランジ(ネジ込み)形	DW-8 フランジ(溶接)形
PW-1 六角ネジ込み形	PW-2 六角ネジ込み形

●記号説明

A：相手取合いネジ径
B：ニップル取合いネジ径
d1：ウエルネジ下外径
d2：ウエル先端外径
d3：溶接座外径寸法
D：ネジ長さ
E：締付部長さ
L1：ウエル全長
L2：挿入長

(注記) 1. ご使用されるシース熱電対のシース外径をご指示下さい。
2. DW-7、DW-8につきましては、フランジ仕様をご指示下さい。

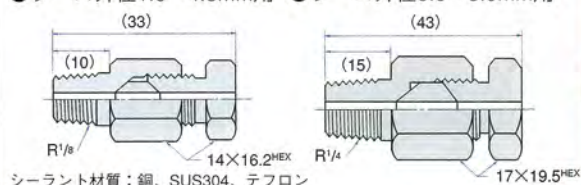
シース熱電対の固定用として、または気密性を必要とする場合などにおいて、用途に応じた付属品を取り揃えています。

コンプレッションフィッティング

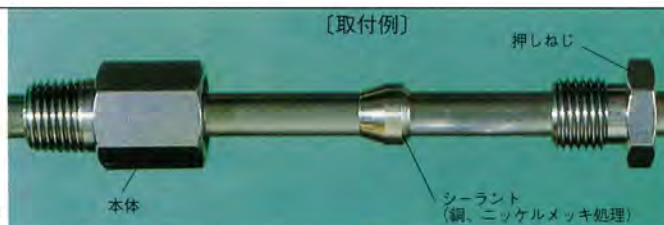
熱電対の挿入長さを、任意に調節できる取り付けネジです。

TYPE 5002(材質 SUS304)

●シース外径1.0～4.8mm用 ●シース外径6.0～8.0mm用



シーラント材質：銅、SUS304、テフロン



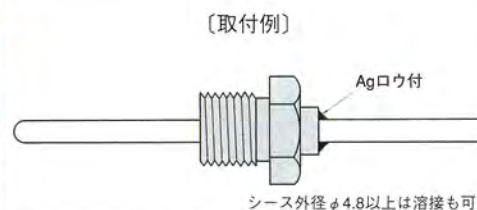
取付ネジ

TYPE 5008(材質 SUS304)

R (PT)	ℓ	h	L	B×C
1/8	10	6	16	14×16.2
1/4	15	8	23	17×19.6
1/2	20	13	33	24×27.7
3/4	22	16	38	32×37

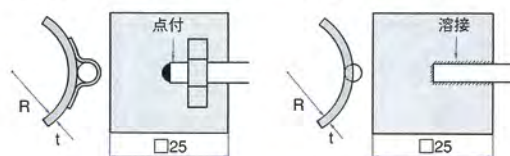
TYPE 5009(材質 SUS304)

G (PF)	ℓ	h	L	B×C
1/8	10	6	16	14×16.2
1/4	15	8	23	17×19.6
1/2	20	13	33	24×27.7
3/4	22	16	38	32×37



パッド

被測定物の表面温度測定時に、レスポンスをよくし、測定誤差を少なくするための受熱板として使用されます。



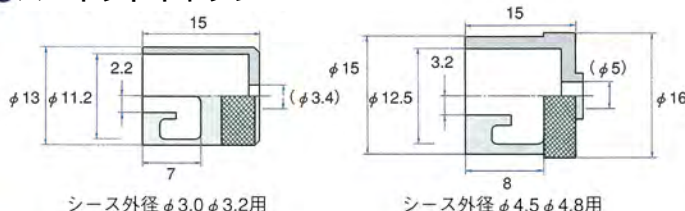
(注記) 1. パッドに曲げRの加工を必要とする場合には、その旨をご指示下さい。
2. 連続溶接の場合はシース外径が4.5mm以上、かつパッド肉厚は3mmとします。



バヨネット部品

熱電対の測温接点部を被測定物にスプリングで圧着させ、レスポンスをよくし温度誤差を少なくするために使用されます。

●バヨネットキャップ



シース外径φ3.0φ3.2用

シース外径φ4.5φ4.8用

(材質 黄銅、表面ニッケルメッキ処理)
※φ6.0、φ6.4用も有

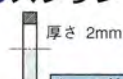
●スプリング



スプリング径	内 径	自由長	有効巻数
φ0.5	φ3.4	35	20
φ0.8	φ5.0	40	17

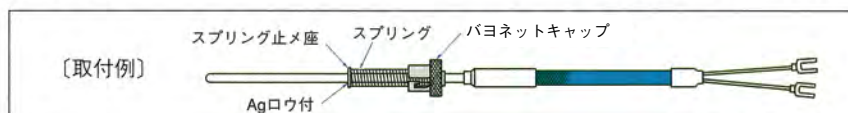
(材質 SWP、表面ニッケルメッキ処理)
※シース外径 φ3.0～φ6.4まで多種

●スプリング止メ座



シース外径	外 径
φ3.2用	φ6
φ4.8用	φ7

(材質 SUS304)
※シース外径 φ3.0～φ6.4まで多種





補償導線

補償導線は、ある温度範囲において熱電対と同じ熱起電力を有するような材料を導線とした構造のリードで、熱電対の端子と基準接点の間に接続し、端子の温度変化によって起る誤差を補償するものです。補償導線は熱電対の種類と使用雰囲気条件によって選定して下さい。

種類

組合せて使用する熱電対	JIS記号	表面被覆の色別		極性の色別				許容差 (μV)		補償接点温度 ($^{\circ}C$)	心線構成材料	
		区分1	区分2	表面被覆の色別							十側心線	一側心線
				区分1		区分2		1	2			
				十側	一側	十側	一側					
B	BC	灰	灰	灰	白	赤	白	—	—	0～+100	銅	銅
R	RCA	黄赤 (だいたい)	黒	黄赤 (だいたい)	白	赤	白	—	±30	0～+100	銅	銅及び ニッケルを 主とした合金
	RCB								±60	0～+200	銅	銅及び ニッケルを 主とした合金
S	SCA	黄赤 (だいたい)	黒	黄赤 (だいたい)	白	赤	白	—	±30	0～+100	銅	銅及び ニッケルを 主とした合金
	SCB								±60	0～+200	銅	銅及び ニッケルを 主とした合金
SK	KX	緑	青	緑	白	赤	白	±60	±100	－25～+200	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
	KCA							0～+150		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	
	KCB							0～+150		鉄	銅及び ニッケルを 主とした合金	
	KCC							0～+100		銅	銅及び ニッケルを 主とした合金	
SE	EX	青紫 (すみれ)	紫	青紫 (すみれ)	白	赤	白	±120	±200	－25～+200	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
SJ	JX	黒	黄	黒	白	赤	白	±85	±140	－25～+200	鉄	銅及び ニッケルを 主とした合金
ST	TX	暗い黄赤 (茶)	暗い黄赤 (茶)	暗い黄赤 (茶)	白	赤	白	±30	±60	－25～+100	銅	銅及び ニッケルを 主とした合金

(注記) JIS C 1610-1995を示しています。

補償導線の使用区分及び記号

補償導線の絶縁材料は使用区分により記号化されております。

使用区分	記号	絶縁体の材料	使用温度範囲 ($^{\circ}C$)	備 考
一般用	G	ビニール系	—20～+90	(1)RCB及びSCBには適用しない。 (2)BC,RCA,SCA,KCA,KCB及びKCCの補償接点温度範囲は0～+90 $^{\circ}C$ とする
耐熱用	H	ガラス系	0～+150	BC,RCA,KCC及びTXには適用しない。
高耐熱用	S	四ふっ化エチレン系	—20～+200	(1)コンベンション形芯線には適用しない。 (2)TXの補償接点温度範囲は、—25～+100 $^{\circ}C$ とする。

補償導線の絶縁材料の記号化例

ST熱電対用の補償導線で被覆材料がビニールの場合はTX-Gとする。

↑
——— ビニール系

仕様

型式記号	JIS記号	往復線の最大電気抵抗		仕上がり公称寸法		被覆構成	形 状
		4/0.65	7/0.3	芯線構成	概略寸法		
EXA	RCB-2-H	0.08	0.2	4/0.65×2	3.5×5.9	全ガラス ウール被覆 ステンレス シールド	
	KX-1-H	1.08	2.91				
	KX-2-H	1.08	2.91				
	KCB-2-H	0.39	1.05				
	EX-1-H	1.32	3.56	4/0.65×4	6.8		
	EX-2-H						
	JX-1-H	0.69	1.85	7/0.3×2	2.8×4.5		
	JX-2-H						
TX-1-H	0.56	1.51	7/0.3×4	5.2			
TX-2-H							
EXB	RCB-2-H	0.08	0.2	4/0.65×2	3.0×5.4	全ガラス ウール被覆	
	KX-1-H	1.08	2.91				
	KX-2-H	1.08	2.91				
	KCB-2-H	0.39	1.05				
	EX-1-H	1.32	3.56	4/0.65×4	6.3		
	EX-2-H						
	JX-1-H	0.69	1.85	7/0.3×2	2.3×4.0		
	JX-2-H						
TX-1-H	0.56	1.51	7/0.3×4	4.7			
TX-2-H							
EXB テフロン	RCB-2-S	0.08	0.2	4/0.65×2	3.5×5.9	全ガラス ウール被覆 外テフロン 被覆	
	KX-1-S	1.08	2.91				
	KX-2-S	1.08	2.91				
	KCB-2-S	0.39	1.05				
	EX-1-S	1.32	3.56	4/0.65×4	6.8		
	EX-2-S						
	JX-1-S	0.69	1.85	7/0.3×2	2.8×4.5		
	JX-2-S						
TX-1-S	0.56	1.51	7/0.3×4	5.2			
TX-2-S							
EXC	RCA-2-G	0.08	0.2	4/0.65×2	4.8×7.4	全耐熱 ビニール 被覆銅内 シールド付	
	KX-1-G	1.08	2.91				
	KX-2-G	1.08	2.91				
	KCA-2-G	0.39	1.05				
	EX-1-G	1.32	3.56	4/0.65×4	8.4		
	EX-2-G						
	JX-1-G	0.69	1.85	7/0.3×2	3.6×5.6		
	JX-2-G						
TX-1-G	0.56	1.51	7/0.3×4	6.3			
TX-2-G							
EXD	RCA-2-G	0.08	0.2	4/0.65×2	4.2×6.8	全耐熱 ビニール 被覆	
	KX-1-G	1.08	2.91				
	KX-2-G	1.08	2.91				
	KCA-2-G	0.39	1.05				
	EX-1-G	1.32	3.56	4/0.65×4	7.8		
	EX-2-G						
	JX-1-G	0.69	1.85	7/0.3×2	3.0×5.0		
	JX-2-G						
TX-1-G	0.56	1.51	7/0.3×4	5.7			
TX-2-G							

- (注記) 1. 上記以外にも多対型補償導線を制作致します。
 2. 往復線の最大電気抵抗の値は参考値と致します。
 3. 表中の形状色別は、JIS C 1610-1995区分2を示しています。JIS C 1610-2012の色別にも対応可能です。



被覆熱電対

熱電対素線そのものに、ビニール、ガラス編組、テフロンなどで絶縁被覆を施した軽量、手軽な熱電対です。

柔軟性に富み、自由に折り曲げられ、加工が簡単であることから、狭い箇所、多点の温度チェック、使い捨てしなければならない場合など、用途によっては非常に便利です。測温する状態(温度、湿度)に応じて使いわけて下さい。なお、補償導線としても利用できます。

■構成材料と使用温度範囲

型式	色別	芯線径 (mm)	芯線材料		使用温度 範囲(℃)	概略寸法	被覆構成	形 状
			十脚	一脚				
K-H	白地に青線	0.32 0.65	クロメル	アルメル	0～150	1.4×2.3 2.0×3.4	全ガラス被覆	
E-H	白地に紫線	0.32 0.65	クロメル	コンスタンタン	0～150	1.4×2.3 2.0×3.4		
J-H	白地に黄線	0.32 0.65	鉄	コンスタンタン	0～150	1.4×2.3 2.0×3.4		
T-H	白地に茶線	0.32 0.65	銅	コンスタンタン	0～150	1.4×2.3 2.0×3.4		
K-G	青	0.32 0.65	クロメル	アルメル	-20～90	2.1×3.2 2.6×4.0	全ビニール被覆	
E-G	紫	0.32 0.65	クロメル	コンスタンタン	-20～90	2.1×3.2 2.6×4.0		
J-G	黄	0.32 0.65	鉄	コンスタンタン	-20～90	2.1×3.2 2.6×4.0		
T-G	茶	0.32 0.65	銅	コンスタンタン	-20～90	2.1×3.2 2.6×4.0		
K-6F	青	0.32 0.65	クロメル	アルメル	-20～200	1.0×1.6 1.5×2.5	全テフロン被覆	
E-6F	紫	0.32 0.65	クロメル	コンスタンタン	-20～200	1.0×1.6 1.5×2.5		
J-6F	黄	0.32 0.65	鉄	コンスタンタン	-20～200	1.0×1.6 1.5×2.5		
T-6F	茶	0.32 0.65	銅	コンスタンタン	-20～200	1.0×1.6 1.5×2.5		

(注記) 色別は、JIS C 1610-1995区分2に準拠しています。



真空用熱電対



熱電対による温度測定法

Nimblox

■固体の温度測定法

固体の表面温度は、表面からの熱放散とのバランスによって成り立っているため、接触面積をなるべく大きくとる必要があります。また、内部の温度は、熱電対の挿入に伴う乱れ(じょう乱)が問題となるため、挿入深さを十分考慮し、熱電対の外部への熱伝導を小さくするなどの配慮が必要です。

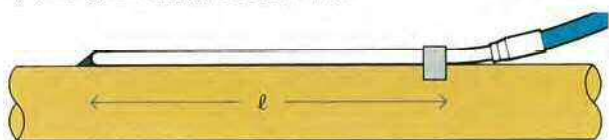


図1. 先端溶接式

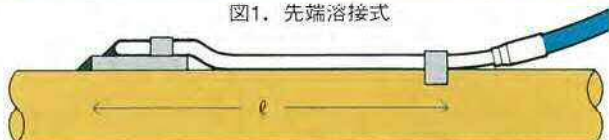


図2. パッド式

固体の表面温度測定法としては、一般的に図1のように、熱電対の先端を被測定物に直接溶接する方法と、図2のようなパッド式とが採用されています。いずれの場合も、ランディング長(ℓ)は、被測定物との熱伝導をよくするため、シース外径の20～30倍とる必要があります。溶接式やパッド式よりも、さらに精度を必要とする場合には、図3のような溝埋込式があります。

また、外部からの熱影響を受ける場合には、熱電対を内部から挿入して測定する、図4のような内部挿入式があります。

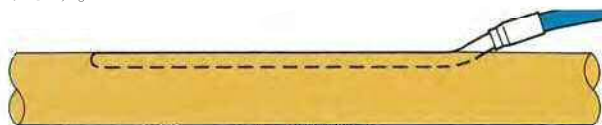


図3. 溝埋込式

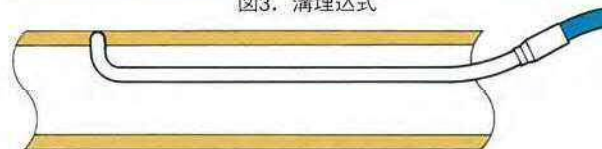


図4. 内部挿入式

固体の内部温度測定法としては、図5のように被測定物に穴加工をして、熱電対を挿入する方法があります。この場合は、熱伝導をよくするため、シースと穴とのギャップを極力小さくする必要があります。

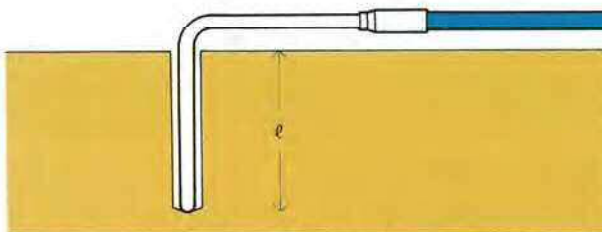


図5. 内部挿入式

■気体・液体の温度測定法

一般的に、気体は熱伝導が悪く、熱容量が小さいのですが、液体の熱伝導と熱容量は、気体に比べて、はるかに大きい性質がありますので、誤差の要因もそれぞれに異なります。いずれの場合でも、熱電対の挿入深さを十分にとり、しかも温度分布測定以外は、気体・液体を極力流動させ、熱電対に熱接触させる必要があります。また取り付け上、測温部側(内部)にある気体・液体の、外部への流出防止(耐圧・気密漏洩対策)を考慮することも、多くの場合、必要となってきます。

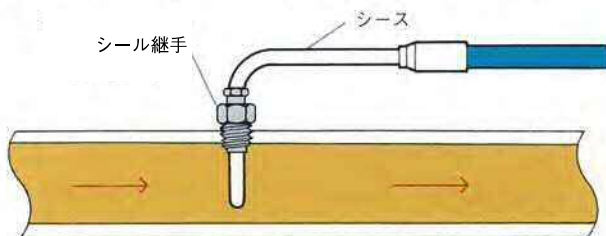


図6. シール継手

気体・液体の温度測定法として、配管内の温度測定の使用例を示します。図6はシール継手により、被測定物に取り付ける方法で、挿入深さが任意にとれ、取り付けも簡単な方法です。被測定物が高圧、または高流速の場合は、熱電対を圧力や流速から保護するため

に、管径が太く挿入深さが十分にとれるときは、図7、図8のように、ウエル式、フランジ式で垂直に取り付けます。被測定物が流れる配管等が細く、熱電対の挿入深さを十分に取れないときは、図9のように、流れに逆らって斜めに取り付ける方法と、配管の曲げ部を利用して取り付けする方法があります。

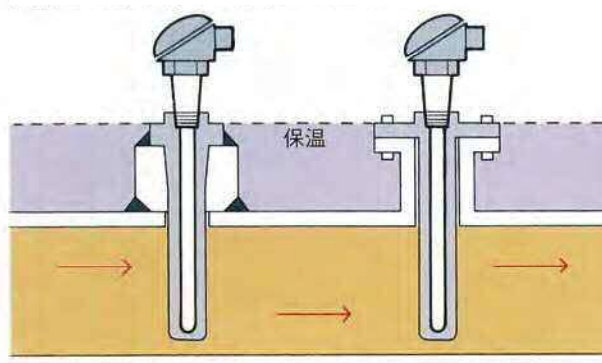


図7. ウエル式

図8. フランジ式

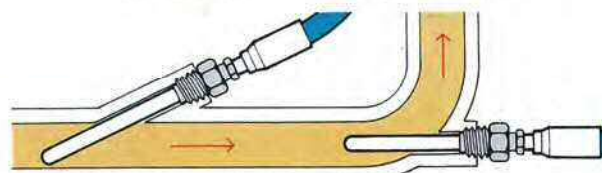


図9. シール継手式

用途

Nimbloxシース熱電対はその優れた特性を活かして、あらゆる産業の温度計測に使用されています。

- 〔原子力〕 …………… 原子炉系、冷却系、蒸気系、補助系などの温度。
- 〔電力・ガス〕 …………… ボイラー、過熱器、再熱器などの管壁温度。蒸気冷却系、給水、排水、油などの流体温度。
タービンケーシングメタル、ベアリングなどの温度。LNG、LPGの温度。
- 〔電機・電子〕 …………… モータ、トランス、発電機のコイル、絶縁油などの温度。エレクトロニクス関連品製造工程中の温度。
- 〔半導体・液晶〕 …………… シリコン基板・ガラス基板など基板プロセスにおける熱酸化、熱拡散、各種アニール・ペーキングなどに使用する各種熱処理装置の温度。
- 〔鉄鋼・非鉄金属〕 …………… 高炉、転炉、均熱炉、焼鈍炉、電気炉、真空誘導炉など各種炉の温度。高融点金属の温度など。
- 〔化学〕 …………… 気体、液体の反応塔、反応釜の温度。高温開発炉の温度。化学機械装置の各部の温度。押出機、成型機、石油精製の分解ライン、分溜塔の温度。
- 〔窯業〕 …………… セメント、ガラス、煉瓦、陶磁器などの焼成炉、徐冷炉などの温度。
- 〔造船〕 …………… LNG、LPGタンカーの槽壁温度。熱交換器の温度。各メタルの温度。ディーゼルエンジンの温度。
- 〔航空機・自動車〕 …………… 各種エンジンの燃焼ガス・排ガスの温度。
- 〔その他〕 …………… 燃焼実験、超高温、極低温物性研究などの温度。食品工業におけるプロセス温度。各種実験装置の温度。



熱電対の取り付け例

標準型式の取り付け例をご紹介します。

1. 図1は、ボイラの水管、過熱器、再熱器管などの管壁温度を測定するもので、基本型式(T14型)の熱電対を用い、直接ジョイントボックスに接続するか、T35型のようにアダプタで補償導線とつながかえて接続します。シースの長さは5~20mぐらいのものが使われます。

図1

コンプレッション
フィッティング

ジョイントボックス

T14型

T35型
2. 図2は、タービン軸受メタルに使われるもので、壁に加工された穴に、シーラント、押えネジを用いてアダプタの部分で固定されます。

図2

アダプタ

シーラント

押えネジ

T14型
3. 図3は、タービン、発電機の軸受油の温度測定用で、T40型が使われていますが、アダプタのかわりにT90型やT116型のようにコネクタを用いているものも使われます。この図のように金属シースを曲げてご使用になる場合、シース熱電対の最小曲げ半径は金属シース外径の3倍とします。

図3

コンプレッション
フィッティング

アダプタ

フレキシブルチューブ

T40型
4. 図4は、発電プラントの主蒸気などの温度測定用で、主蒸気管などの座にDW型ウエルを溶接したものです。ウエルと测温接点の熱伝達をよくするために、T96S型などのスプリング圧着式機構を内装した熱電対を取り付けます。ウエルを取り付けるものは高圧の用途に適しており、熱電対の交換にも便利です。爆発性ガス雰囲気では、コネクタが耐圧防爆構造になっているTMA型、TMB型のものが使われます。

図4

主蒸気管など

溶接

DW型ウエル

座

保温

T96S型
5. 図5は、ボイラのエアヒータ出入口空気、ガス温度などの測定用に使われます。PW型のウエルにスプリング圧着式機構を内装したT96S型の熱電対をネジ込んだもので、炉壁にはウエルのネジ部で固定されます。このためウエルの交換が可能です。

図5

炉壁

PW型ウエル

T96S型

ゆきとどいた品質管理によって完成された製品は、さらに次の規格によって試験検査が実施され出荷されます。

1. 外観検査

目視にて使用上有害な欠陥の有無を確認します。

2. 寸法検査

イ) 部品 特に指定のない場合の削り加工部品の寸法公差はJIS B 0405粗級に準拠します。

ロ) 熱電対シース長さ(L) $L \leq 300\text{mm}$ $\pm 3\text{mm}$

$300\text{mm} < L \leq 1,000\text{mm}$ $\pm 1.0\%$

$L > 1,000\text{mm}$ $\pm 1.5\%$

ハ) 熱電対シース外径(ϕD) $0.25 \sim 2.3\text{mm}$ ± 0.025

$3.0 \sim 3.2\text{mm}$ ± 0.030

4.5mm ± 0.045

4.8mm ± 0.050

$6.0 \sim 6.4\text{mm}$ ± 0.060

8.0mm ± 0.080

ニ) 補償導線長さ(S) $1,000\text{mm}$ 未満 $\pm 30\text{mm}$

$1,000\text{mm}$ 以上 $\pm 3\%$



3. 絶縁抵抗試験

イ) シース外径 $0.25 \sim 2.3\text{mm}$ 100VDCメガーにより出荷時 $20\text{M}\Omega$ 以上(Junction SおよびUのみ)

ロ) シース外径 $3.0 \sim 8.0\text{mm}$ 500VDCメガーにより出荷時 $100\text{M}\Omega$ 以上(Junction SおよびUのみ)

4. 電気抵抗試験

端子間の抵抗値を測定し、断線短絡の有無を確認します。

5. 熱起電力試験

イ) ロット試験…国家標準にトレーサブルな基準熱電対との比較法によって行っておりますが、特別の指示なき製品については、ロット試験時の値を適用いたします。ただし、原則として熱電対の常用限度内といたします。

種 類	温 度 (°C)			
SK(CA)	100	300	500	800
SE(CRC)	100	300	400	600
SJ(IC)	100	300	500	—
ST(CC)	100	200	300	350

※ ロ) 比較試験…国家標準にトレーサブルな基準熱電対との比較により、校正いたします。温度範囲は $-80 \sim 1,100^\circ\text{C}$ です。

※ ハ) 定点試験…各定点実現装置により、直接校正いたします。測定点は、下記によります。

・酸素の沸点…………… -182.954°C

・氷点…………… 0°C

・水の三重点…………… 0.01°C

・水沸点…………… 99.974°C

・錫の凝固点…………… 231.928°C

・亜鉛の凝固点…………… 419.527°C

・アルミニウムの凝固点… 660.323°C

・銀の凝固点…………… 961.78°C

・銅の凝固点…………… $1,084.62^\circ\text{C}$

・パラジウム融解点…………… $1,554^\circ\text{C}$

(注記) 上記の温度はITS-90による温度です。

6. その他

特別に指示がある場合、耐電圧・振動・X線・Heリーク等の特殊検査も実施いたします。

※印は、特別に御要求がある場合実施いたします



■アフターサービス

計装システムの高度化、複雑化にともない、熱電対の小さなトラブルがプラントの運転に大きな影響を与える場合もあります。

弊社では、製品を作り出すことだけでなく、機能、性能が完全に発揮され、確実に働き続けられるよう、アフターサービスには、ユーザーの要望に応えるべく万全の体制を敷いています。

■別冊カタログ案内

(カタログNo.)

- シーす测温低抗体 N-207
- 白金-白金・ロジウムシーす熱電対 N-208
- 高温、高耐食性熱電対 (Nimblox Super) N-209
- ハステロイ-Xシーす熱電対 N-204
- N型シーす熱電対 N-211
- 金鉄-クロメルシーす熱電対 N-212

Nimblox

助川電気工業株式会社
SUKEGAWA ELECTRIC CO.,LTD.

本 社 事 務 所	〒318-0004 茨城県高萩市上手綱 3333-23	TEL (0293) 23-6411 FAX (0293) 22-2909
	URL http://www.sukegawadenki.co.jp/	E-mail webadmin@net-sukegawa.com
東 京 支 店	〒101-0047 東京都千代田区内神田 3-16-9 松浦ビル 5F	TEL (03) 3254-7730 FAX (03) 3254-7759
大 阪 営 業 所	〒530-0041 大阪府大阪市北区天神橋 1-19-8 MF 南森町 3 ビル 10F	TEL (06) 6882-5155 FAX (06) 6882-5122
広 島 営 業 所	〒732-0052 広島県広島市東区光町 1-9-28 第一寺岡ビル 4F	TEL (082) 568-9101 FAX (082) 568-9102
つくばオフィス	〒305-0047 茨城県つくば市千現 2-1-6 つくば研究支援センター C-A-9	TEL (029) 858-6210 FAX (029) 858-6385
滑 川 工 場	〒317-0051 茨城県日立市滑川本町 3-19-5	TEL (0294) 21-5181 FAX (0294) 21-7591
高 萩 工 場	〒318-0004 茨城県高萩市上手綱 3333-23	TEL (0293) 23-6411 FAX (0293) 22-2909

・外観、仕様は改善のため予告なく変更することがありますのであらかじめご了承ください。

N-201・2019.10