

..... 温度センサ

暖かさの物理量を温度と呼び、それを検出する努力は昔からあらゆる方法で試みられてきました。

17世紀初め、ガリレオにより考案された気体温度計が、温度センサーの最初とされ、それから約100年後、アルコール温度計、水銀温度計が作られ、温度を知ると言う技術が一般に普及してきました。現在の工業分野で大部分を占めている熱電対、測温抵抗体の原理はこのころ既に考え出されたものです。

熱電対は1821年、ゼーベックによって見い出されたもので、異種金属の両端に温度差を与えるとその温度差に応じた熱起電力が起きるという原理によるものです。構造がシンプル且つ工業分野で必要とする温度範囲をほとんどカバーすることができる優れたものです。

金属の電気抵抗が温度によって変わることを用いた測温抵抗体は主に白金が用いられています。これは標準温度計に採用されているほど高精度の測定を可能にしています。

これらは温度を電気信号として出力できるので、離れた場所での測定や自動制御系の入力として、またコンピュータ制御主体の近年の産業機器には特に都合が良くできています。

その後開発された、各種半導体センサーは、安価な為、民生機器への応用が伸びているもののまだまだ開発途上の温度センサーといえます。

また工業分野の特殊用途として水晶温度計、超音波温度計、放射温度計等々、考え出されてきましたが、やはり熱電対、測温抵抗体は現在の産業界では温度センサーの代表といえます。

弊社ではこの熱電対、測温抵抗体を主力商品としてお客様のご希望に沿った製品を製作しています。

目 次

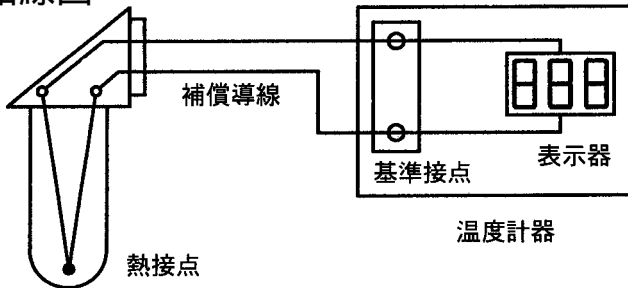
	頁		頁
熱電対	2	センサー形状	14
シース型	3	端子箱型	14
一般型	4	リード線型(熱電対)	15・16
被覆熱電対	5	(測温抵抗体)	16
シートカップル	6	ご注文に際して	17・18
補償導線	7	技術資料	19
標準補償導線	8	センサー時定数	20
測温抵抗体	9	固有振動数	20
シース型	10	出荷検査	21
一般型	10	取り扱い上の注意と警告	21
接続導線	11	熱電対規準熱起電力表	22・23・24
端子箱	11	測温抵抗体抵抗値表	24
保護管	12	マイクロヒーター	25・26
取付金具	13		

熱電対

熱電対とはゼーベック効果を利用した温度を測るための温度センサーです。

2種類の金属で閉回路をつくり、この2つの接点に温度差を与えると、その差と一定の関係にある熱起電力が生じます。接続点の片方を熱接点(感温部)、他方を基準接点(出力部)とします。そこで基準接点を固定しておけば熱接点の温度を知ることができるわけです。使用されるエレメント材質によりそれぞれの特徴にあわせて用います。現在、JISでは8種類の熱電対を規格化しています。また、接触式温度センサーの中で最も高い温度まで使用できるのがこの熱電対です。

結線図



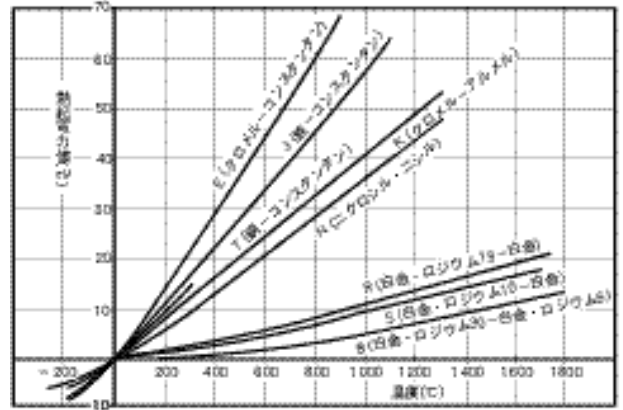
基準接点は通常、温度補償をするための回路が計器に内蔵されているので計器までは補償導線(熱電対線)で接続します。

熱電対の種類

()内は過熱使用限度

種類	エレメント	測定温度範囲	特徴
B	白金ロジウム (+)	600 ~ 1500 (1700)	酸化性及び不活性ガス雰囲気には強い。還元性雰囲気や金属蒸気に弱い。
	白金ロジウム (-)		
R S	白金ロジウム (+)	0 ~ 1400 (1600)	白金熱電対ではRタイプが最も多く用いられる。安定性がよい。
	白金 (-)		
N	ニクロシル (+)	-200 ~ 1200 (1250)	新しく開発された熱電対で、耐酸化性と長期安定性有り。長期ドリフトがK熱電対の1/3である。
	ニシル (-)		
K	クロメル (+)	-200 ~ 1000 (1200)	現在工業用に最も多く用いられている。安価で直線性がよい。酸化性雰囲気、金属蒸気に強く、還元性に弱い。
	アルメル (-)		
E	クロメル (+)	-200 ~ 700 (800)	熱起電力が最も大きい。素線抵抗は大きい、抵抗温度係数は小さい。
	コンスタンタン (-)		
J	鉄 (+)	-40 ~ 600 (750)	水素、一酸化炭素などの還元性雰囲気に強い。直線性は良いが、+側が錆びやすい。
	コンスタンタン (-)		
T	銅 (+)	-200 ~ 300 (350)	0 付近の精度が最も高い。熱伝導誤差が大きい。低温用。
	コンスタンタン (-)		

規準熱起電力表



温度に対する許容差

JIS C 1602-1995

種類	温度範囲	分類	許容差	旧級
B	600 ~ 1700	クラス2	測定温度の ±0.25%	
	600 ~ 1700	クラス3	±4 又は測定温度の ±0.5%	0.5
R S	0 ~ 1100	クラス1	±1	
	0 ~ 1600	クラス2	±1.5 又は測定温度の ±0.25%	0.25
N	-40 ~ 1100	クラス1	±1.5 又は測定温度の ±0.4%	
	-40 ~ 1200	クラス2	±2.5 又は測定温度の ±0.75%	
	-200 ~ 40	クラス3	±2.5 又は測定温度の ±1.5%	
K	-40 ~ 1000	クラス1	±1.5 又は測定温度の ±0.4%	0.4
	-40 ~ 1200	クラス2	±2.5 又は測定温度の ±0.75%	0.75
	-200 ~ 40	クラス3	±2.5 又は測定温度の ±1.5%	1.5
E	-40 ~ 800	クラス1	±1.5 又は測定温度の ±0.4%	0.4
	-40 ~ 900	クラス2	±2.5 又は測定温度の ±0.75%	0.75
	-200 ~ 40	クラス3	±2.5 又は測定温度の ±1.5%	1.5
J	-40 ~ 750	クラス1	±1.5 又は測定温度の ±0.4%	0.4
	-40 ~ 750	クラス2	±2.5 又は測定温度の ±0.75%	0.75
T	-40 ~ 350	クラス1	±0.5 又は測定温度の ±0.4%	0.4
	-40 ~ 350	クラス2	±1 又は測定温度の ±0.75%	0.75
	-200 ~ 40	クラス3	±1 又は測定温度の ±1.5%	1.5

JIS C 1602において上記の許容差は測定温度により更に規定されています。

JIS規格以外の特殊熱電対

用途	限界温度	エレメント
超高温用	2500	タングステン レニウム 熱電対
極低温用	-270	金、鉄 クロメル 熱電対

シース型熱電対

金属細管(シース)に熱電対素線が高純度のMgO絶縁粉末と共に密封入されたものです。

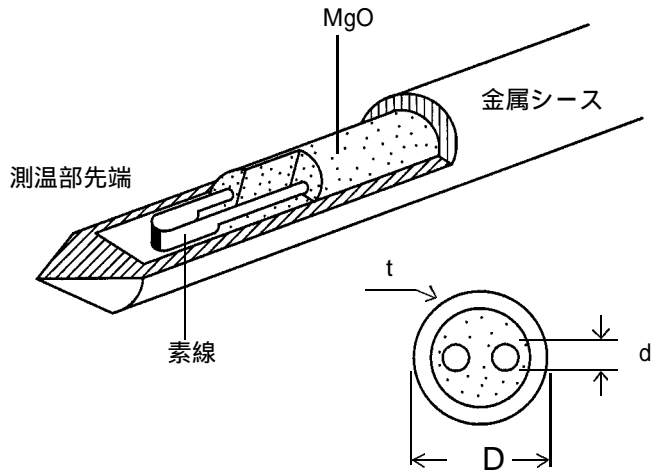
熱電対素線と耐食性の高いステンレス管との隙間に熱伝導率の高いMgO絶縁粉末を封入することにより、見かけは普通のステンレス針金のようなのですが、次のような多くの利点が生まれました。

振動、衝撃に強い。

熱応答性に優れ、わずかの温度変化にも追従できる。

形状を自由に曲げることができ、細部の測定が可能。

高い絶縁性が保てる。



常用温度

(JIS C 1605-1995)

単位

外径 材質 種類	1.0		1.6		3.2		4.8		6.4		8.0	
	A,B	A,B	A,B	A	B	A	B	A	B	A	B	
SN	650	650	750	800	900	800	1000	900	1050			
SK	650	650	750	800	900	900	1000	900	1050			
SE	650	650	750	800	900	800	900	800	900			
SJ	450	450	650	750		750		750				
ST	300	300	350	350		350		350				

シース材質(A : SUS316 B : インコネル)

シース寸法表

シース外径 Dmm	素線の径 dmm		シースの肉厚 tmm
	シングル(一対)	ダブル(二)	
0.25	シース外径の 15%以上	シース外径の 10%以上	シース外径の 10%以上
0.5			
1.0			
1.6			
2.3			
3.2			
4.8			
6.4			
8.0			

熱接点の形状

Sタイプ	Nタイプ	Gタイプ	Uタイプ
熱接点が露出した構造で先端はエポキシ樹脂により、シールされています。 特に熱応答に優れているが寿命が短い。低温で使用。	Sタイプの先端がシールされていない構造です。熱応答に優れ、ある程度高温での使用に用います。	熱接点がシースの先端に接触された接地タイプです。熱接点がアースに落ちることにより、ノイズが乗りやすい。	熱接点がシースより絶縁された非接地タイプです。特にご指摘のない限りこのタイプとなります。

一般型熱電対

熱電対素線を絶縁管に通し、それらを保護する保護管、及び端子板、端子箱で構成され、保護管にはフランジ、ネジ等の取付金具が付けられています。

使用される場所に最も合った素線径、エレメント、保護管材質を選ぶことができます。

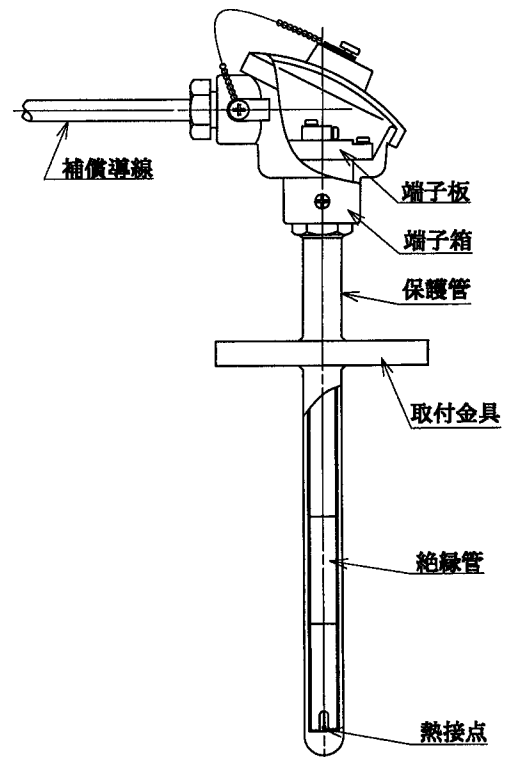
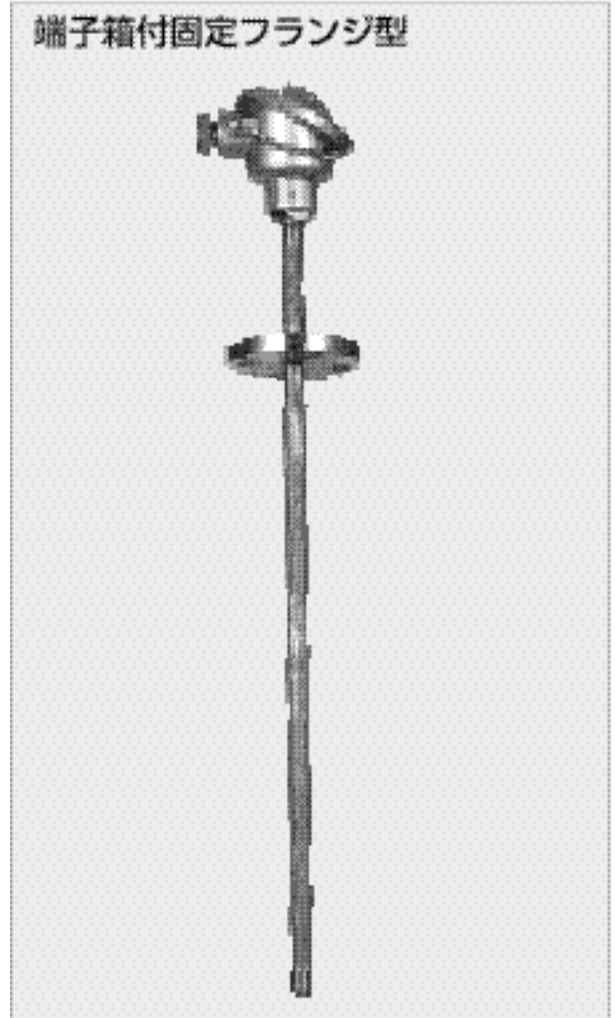
安価なタイプから特殊用途まで幅広く対応する事ができます。

ただ、特に振動の激しい場所、複雑な箇所での用いる場合は前頁に示すシース型をおすすめします。

素線径による使用温度の範囲

JIS C 1602-1995

種類に記号	素線径 mm	常用温度	過熱使用温度
B	0.5	1500	1700
R, S	0.5	1400	1600
N	0.65	850	900
	1	950	1000
	1.6	1050	1100
	2.3	1100	1150
	3.2	1200	1250
K	0.65	650	850
	1	750	950
	1.6	850	1050
	2.3	900	1100
	3.2	1000	1200
E	0.65	450	500
	1	500	550
	1.6	550	600
	2.3	600	750
	3.2	700	800
J	0.65	400	500
	1	450	550
	1.6	500	650
	2.3	550	750
	3.2	600	750
T	0.32	200	250
	0.65	200	250
	1	250	300
	1.6	300	350

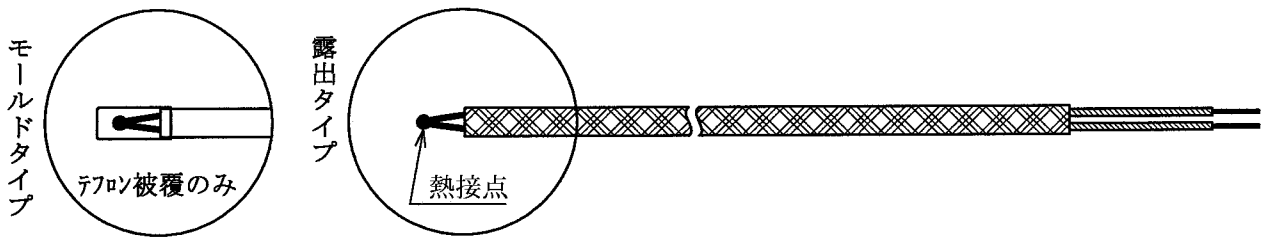


規準熱電対の0 における電気抵抗

単位 /m

種類 線径mm	種類							
	B	R	S	N	K	E	J	T
0.32								6.17
0.50	1.75	1.47	1.43					
0.65				3.94	2.95	3.56	1.70	1.50
1.00				1.66	1.25	1.50	0.72	0.63
1.60				0.65	0.49	0.59	0.28	0.25
2.30				0.31	0.24	0.28	0.14	
3.20				0.16	0.12	0.15	0.07	

被覆熱電対



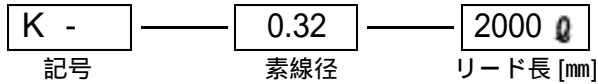
熱電対素線にガラス繊維被覆、またはテフロン被覆を施し、先端を溶接したシンプルな熱電対で最も安価な形状です。表面温度や簡易的な温度測定によく用いられます。

またテフロン被覆熱電対は特に耐薬品性、防水性に優れています。

標準使用

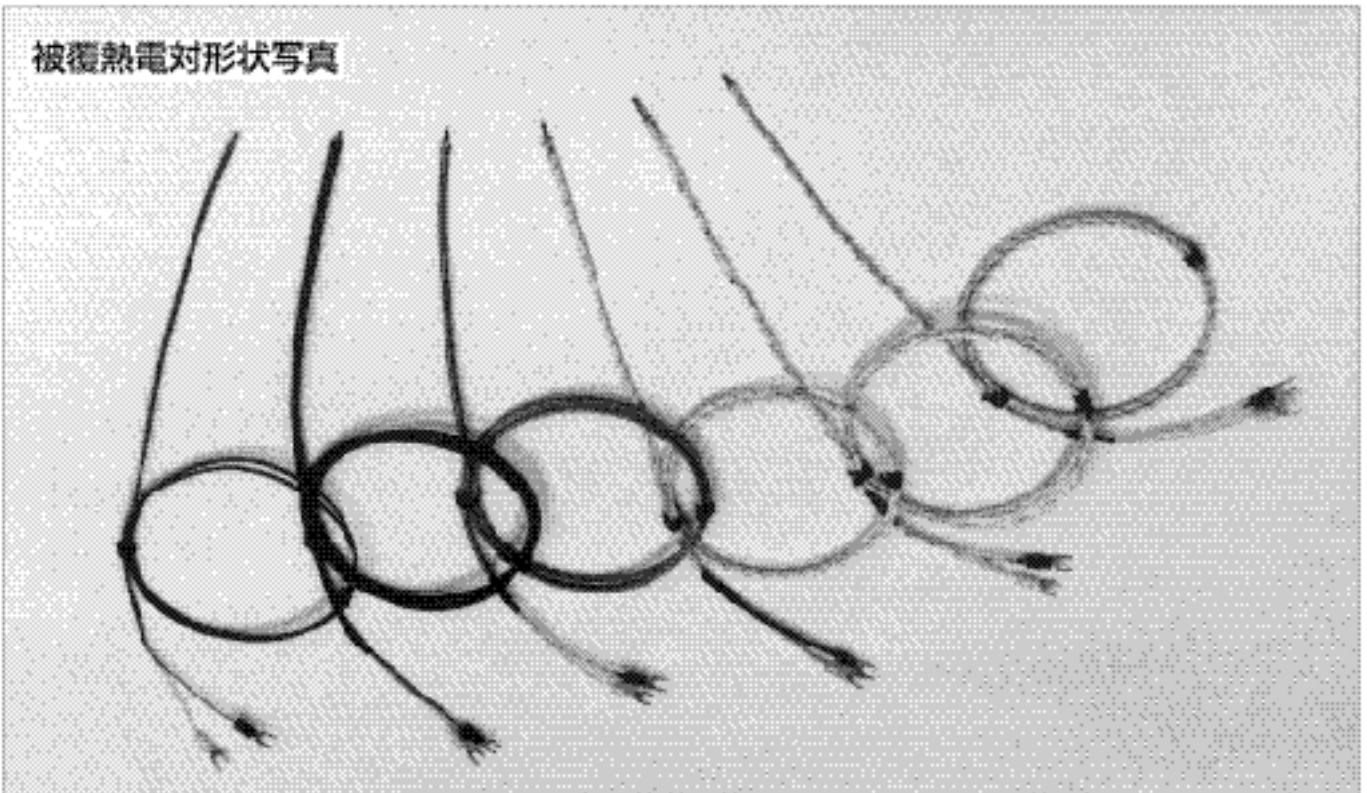
記号	種類	素線径 (mm)	使用温度 (°C)	被覆色	被覆材料
K - G	K	0.1	- 20 + 90	青	ビニール被覆
E - G	E	0.2		紫	
J - G	J	0.32		黄	
T - G	T	0.65		茶	
K - H	K	0.1	0 + 200	青	ガラス編組被覆
E - H	E	0.2		紫	
J - H	J	0.32		黄	
T - H	T	0.65		茶	
K - 6F	K	0.1	- 200 + 200	青	テフロン被覆
E - 6F	E	0.2		紫	
J - 6F	J	0.32		黄	
T - 6F	T	0.65		茶	

形式の決め方



ステンレスシールド被覆等の特殊形状もご用意できます。お問い合わせください。

被覆熱電対形状写真



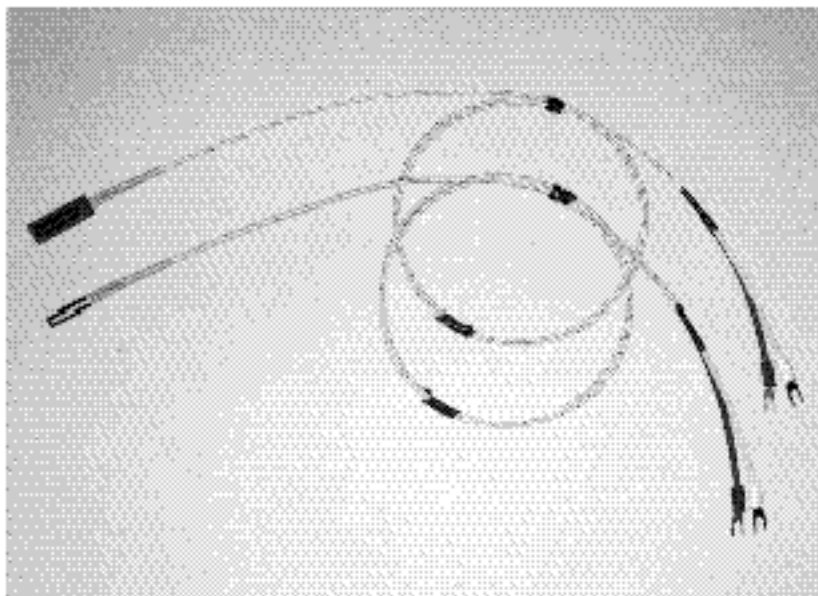
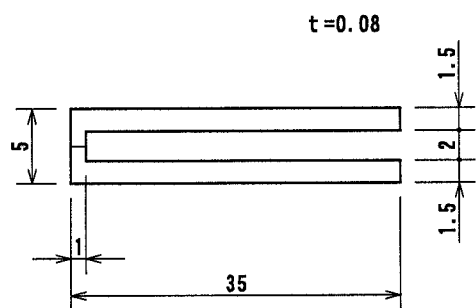
シートカップル

表面温度測定専用の熱電対です。比較的低温でかつ、簡易に測定物の表面温度測定を目的としたセンサーです。熱電対エレメントを箔にして、それに必要な長さの被覆熱電対線が接続され、機器まで導きます。またエレメントを箔にすることにより計測レスポンスを高めています。

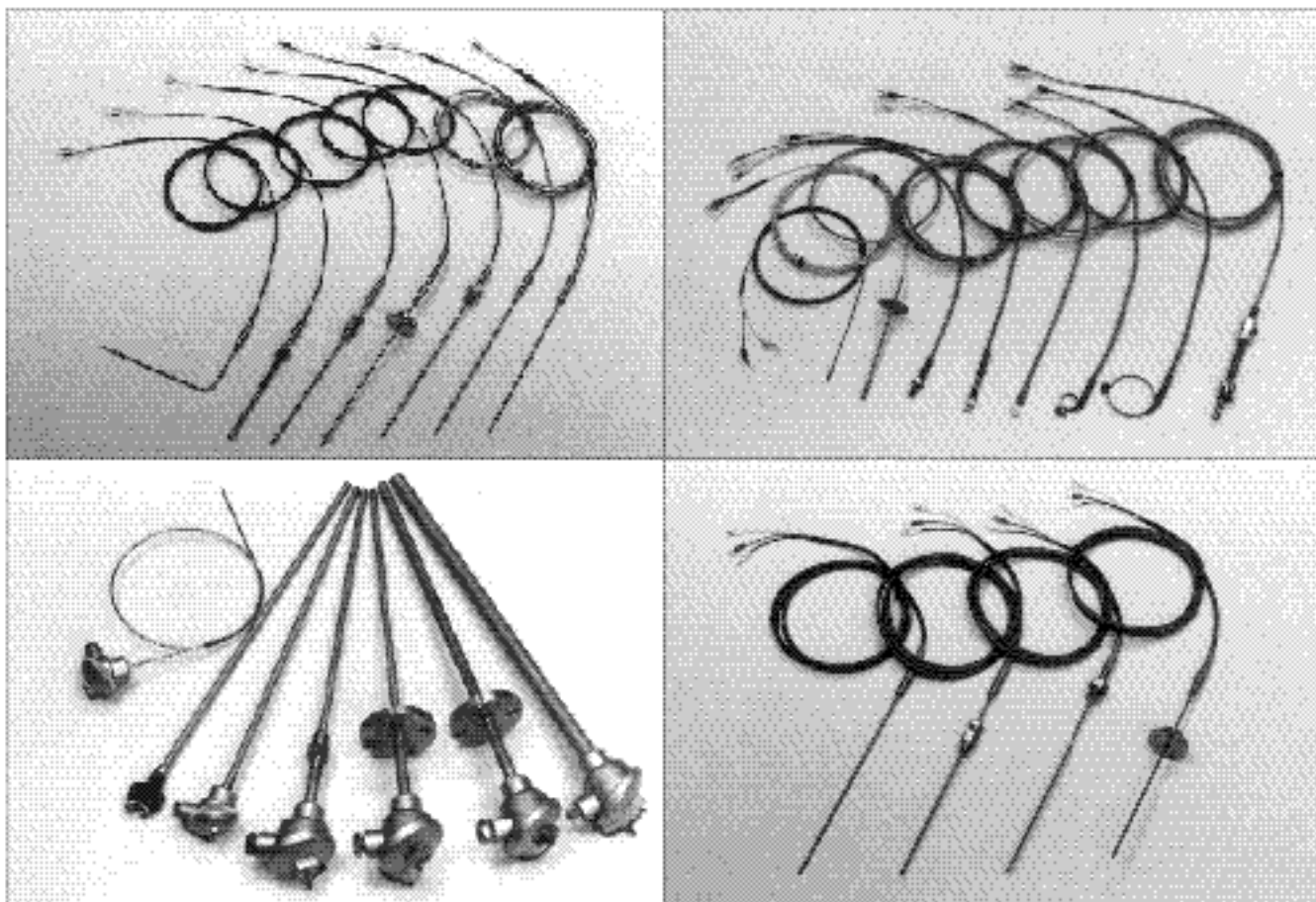
標準使用

エレメント : K熱電対、T熱電対
階 級 : クラス2
最高使用温度 : 250

寸法図



当社の温度センサー 製品各種



補償導線

熱電対素線を直接、計器に接続することができれば熱電対の原理からも理想的です。しかし、そうすると取り扱いが困難なうえ、高価でもあり、また誘導障害を受けやすい等の問題が生じてきます。

補償導線とは、それらの問題点を補った熱電対専用接続導線のことです。

種類と記号及び心線の構成材料

JIS C 1610-1995

使用する熱電対の種類	芯線の構成材料		記号	許容差			表面被覆色		旧記号
	+側	-側		クラス1 [μ V]	クラス2 [μ V]	補償接点温度 []	区分1	区分2	
B	Cu	Cu	BC	規定なし		0 ~ +100	灰	灰	BX
R	Cu	Cu, Ni合金	RCA	-	± 30	0 ~ +100	橙	黒	RX
S	Ni, Si合金	Cu, Ni合金	SCA	-	± 30	0 ~ +100	橙	黒	SX
N	Ni, Cr合金	Ni, Si合金	NX	± 60	± 100	- 25 ~ +200	桃		
K	Ni, Cr合金	Ni合金	KX	± 60	± 100	- 25 ~ +200	緑	青	KX
	Ni, Cr合金	Ni合金	KCA	-	± 100	0 ~ +150	緑	青	
	Fe	Cu, Ni合金	KCB	-	± 100	0 ~ +150	緑	青	WX
	Cu	Cu, Ni合金	KCC	-	± 100	0 ~ +100	緑	青	VX
E	Ni, Cr合金	Cu, Ni合金	EX	± 120	± 200	- 25 ~ +200	スミレ色	紫	EX
J	Fe	Cu, Ni合金	JX	± 85	± 140	- 25 ~ +200	黒	黄	JX
T	Cu	Cu, Ni合金	TX	± 30	± 60	- 25 ~ +100	黒	茶	TX

絶縁被覆材料

JIS C 1610-1995

項目	記号	絶縁体材料	使用温度範囲
使用区分	G	一般用：ビニール系	- 20 ~ +90
	H	耐熱用：ガラス系	0 ~ +150
	S	高耐熱用：四ふっ化エチレン系	- 25 ~ +200

















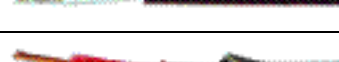

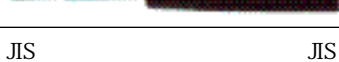
各種補償導線の電気抵抗

使用する熱電対	記号	芯構成			往復導体抵抗	
		素線径 [mm]	素線数 [本]	断面積 [/m]	標準 [/m]	最大 [/m]
B	BC	0.3	7	0.495	0.07	0.084
		0.65	4	1.327	0.026	0.031
R, S	RCA	0.3	7	0.495	0.136	0.163
	SCA	0.65	4	1.327	0.051	0.061
N	NX	0.3	7	0.495	2.668	3.201
		0.65	4	1.327	0.994	1.193
K	KX	0.3	7	0.495	1.96	2.352
		0.65	4	1.327	0.731	0.887
	KCB	0.3	7	0.495	0.859	1.031
		0.65	4	1.327	0.32	0.384
		0.65	7	2.323	0.183	0.22
		0.65	4	1.327	0.889	1.067
E	EX	0.3	7	0.495	2.385	2.862
		0.65	4	1.327	0.889	1.067
J	JX	0.3	7	0.495	1.243	1.492
		0.65	4	1.327	0.463	0.556
T	TX	0.3	7	0.495	1.025	1.23
		0.65	4	1.327	0.382	0.495

標準補償導線

使用場所及び使用条件を十分考慮し、それに適した芯線数、外装被覆の選定をお願い致します。

下記の補償導線は JIS C 1610 に準じて製作した社内標準品ですが、このほかにも特殊品まで多数そろっております。

組み合わせ する熱電対	JIS品		素線構成 本/mm	被覆材料	外 観 (被覆は旧JIS)	被覆色	
	記 号	旧記号				新	旧
B	BC	BX - H	7/0.3	ガラス		灰	灰
R・S	RCA, SCA	RX - G	7/0.3	ビニール		橙	黒
	RCA, SCB	RX - H		ガラス			
		RX - HS		ガラス・ステンシールド			
K	KCC	VX - G	7/0.3	ビニール		緑	青
	KCB	WX - H	7/0.3	ガラス			
		WX - HS	7/0.3	ガラス・ステンシールド			
		WX - 6FSR	20/0.18	シリコン			
		WX - 6F		テフロン			
E	EX	EX - G	7/0.3	ビニール		青紫	紫
		EX - H		ガラス			
		EX - HS		ガラス・ステンシールド			
J	JX	JX - G	7/0.3	ビニール		黒	黄
		JX - H		ガラス			
		JX - HS		ガラス・ステンシールド			
T	TX	TX - G	7/0.3	ビニール		茶	茶
		TX - H		ガラス			
		TX - HS		ガラス・ステンシールド			
		TX - 6FSR	20/0.18	シリコン			

旧JIS色の補償導線でも素線は新JIS規格を使用していま

測 温 抵 抗 体

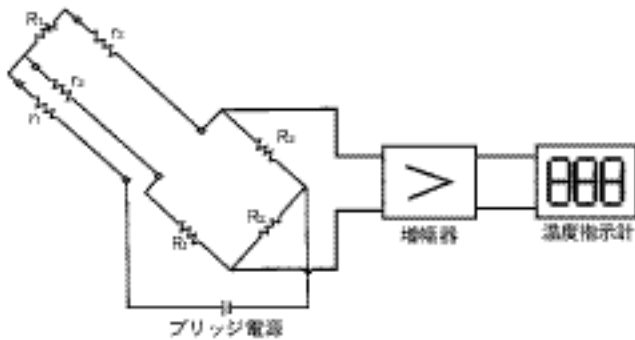
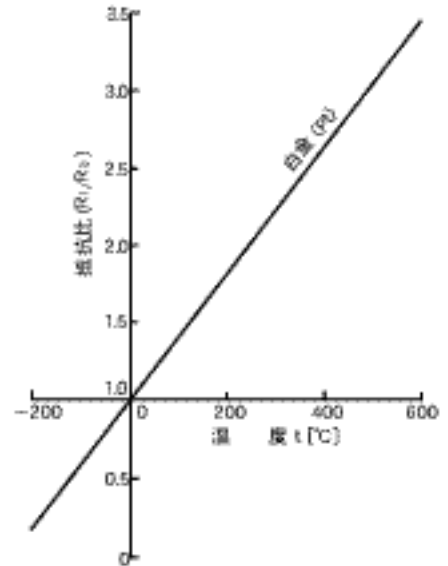
一般に金属の電気抵抗は温度に比例して増加していきます。測温抵抗体はその金属の性質を利用した温度センサーでわずかの温度変化にも微妙に抵抗値を変えるため、高精度の測定を行うことができます。

その感温素子に用いている白金はいろいろな金属がある中で、特に安定しており、その電気抵抗と温度の関係がよく調べられた金属です。

温度に対して電気抵抗がほぼ直線的に変化し、長期にわたって高い再現性と精度を示します。

通常、熱電対より低温で、高精度の測定を必要とするところに用いられます。また接続導線は通常の銅導線となります。

規準抵抗値100 の変化分を温度として取り出すため、接続される導線抵抗は無視できません。通常は下記のような3線式ブリッジにより導線抵抗(r_1, r_2)を無視する方法が取られています。



測定温度に対する許容差 JIS C 1604-1997

測定温度	許 容 差			
	クラスA		クラス	
- 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

白金測温抵抗体仕様

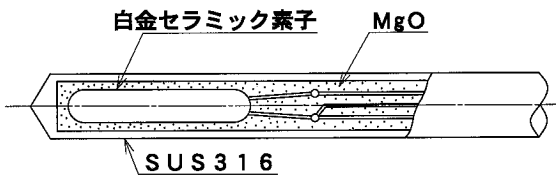
- 抵抗値 : Pt100 at 0
- 階 級 : クラスA クラスB
- 規定電流 : 0.5mA 1mA 2mA
- 導線形式 : 2導線式、3導線式、4導線式
(ただし、2導線式はクラスAには適用しない)

内部導線の結線方式

2 導 線 式	3 導 線 式	4 導 線 式
計器とセンサーが近い場合、また精度をあまり必要としない場合用いられます。	通常はこの方式となります。	導線抵抗を完全に無視できるこのタイプは精密測定用です。

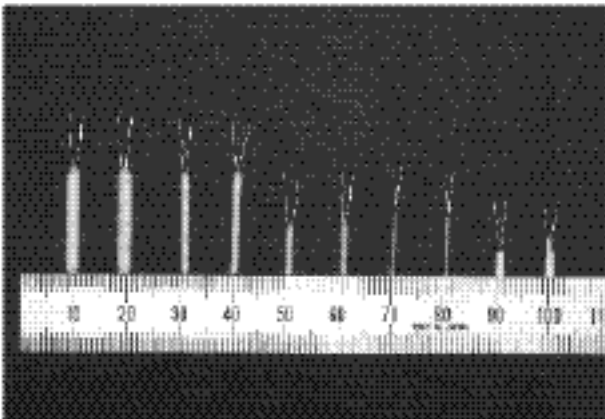
シース型測温抵抗体

金属細管(シース)に高純度のMgO絶縁粉末とセラミック白金測温抵抗体素子を密封入したものです。下記のような特徴があります。



形状を自由に曲げることができる。
 外径を細くできるので複雑な測定箇所への挿入も可能です。(ただし、先端から100mmは曲げられません)
 振動や衝撃に対して比較的強い。
 内部が完全密封のため熱応答が早い。

白金測温抵抗体素子



シース寸法表

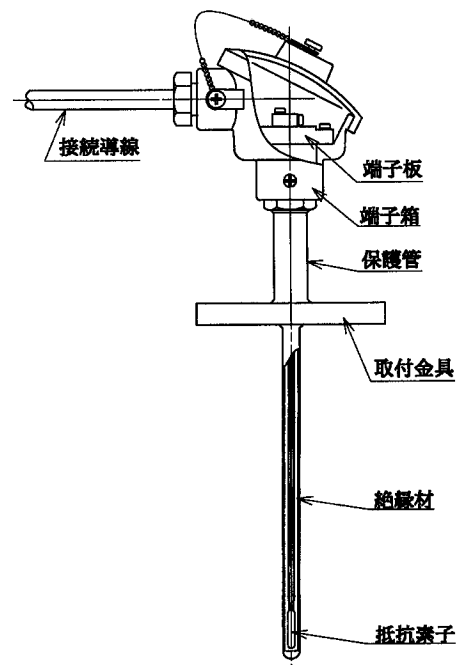
芯数	シース外径 [mm]	リード線径 [mm]	シース肉厚 [mm]	リード抵抗値 [Ω/m]
4	3.2	0.36	0.41	4.81 × 4
	4.8	0.54	0.61	2.14 × 4
	6.4	0.72	0.81	1.20 × 4
	8.0	0.90	1.00	0.77 × 4
6	4.8	0.48	0.58	2.71 × 6
	6.4	0.46	0.79	1.52 × 6
	8.0	0.80	1.00	0.975 × 6

一般型測温抵抗体

白金測温抵抗体素子、絶縁管、それらを保護する保護管、取り付け金具及び端子板で構成されています。

また、取り付ける場所によりその雰囲気にあった材質の保護管、取り付け金具を選ぶことができます。簡易型から特殊用途まで幅広く対応できることが特徴です。

ただ、振動、衝撃の加わる可能性のある場所や熱応答性を重視する場合は上記に示すシース型をおすすめします。



接続導線

測温抵抗体の出力は一般に3本のリード線で測定機器まで導かれています。この方式は先に述べたようにリード線抵抗がキャンセルできるため、ほとんどの測温抵抗体で使われていますが3本のリード線抵抗が揃っていないとその分が測定誤差となって表れてきます。従って3芯銅導線の信頼性も正確に測定するためには重要な要因となります。

その他に、測温抵抗体と測定機器との距離、配線場所の雰囲気に合わせて各種の外装被覆接続導線を揃えています。

標準接続導線

記号	断面積(mm ²)	芯構成 [mm/本]	外装被覆材質	耐熱温度 ()
VCTF	0.3	12/0.18	全耐熱ビニール被覆	105
6FSR	0.3	12/0.18	テフロン(コア) - シリコン(シース)	200/180
FEP	0.5	19/0.18	テフロン(コア) - シリコン(シース)	200/180
GB	0.5	20/0.18	全ガラス被覆	180
GB - SOS	0.5	20/0.18	ガラス被覆外ステンレス編組	180

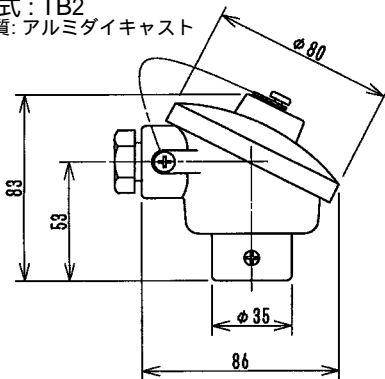
線路抵抗

スズメッキ軟銅線 断面積[mm ²]	1kmあたりの線路抵抗 [/km]
0.30	64.4
0.50	(20/0.18) 38.7 (19/0.18) 40.7
0.75	25.8
1.25	15.5

端子箱

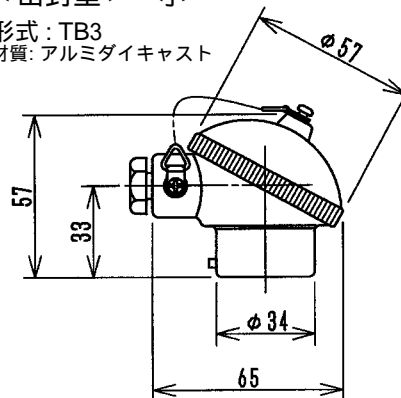
<密封型> 大

形式: TB2
材質: アルミダイキャスト



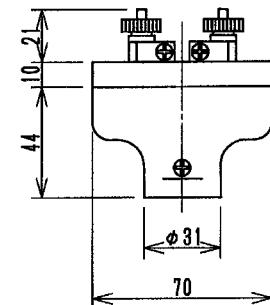
<密封型> 小

形式: TB3
材質: アルミダイキャスト

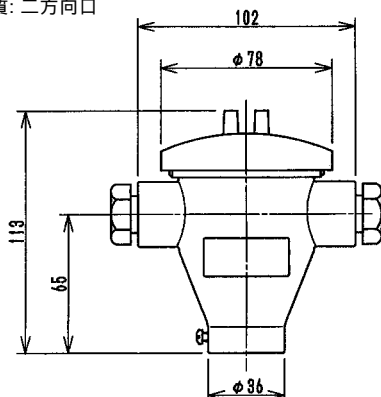


<開放型> 大

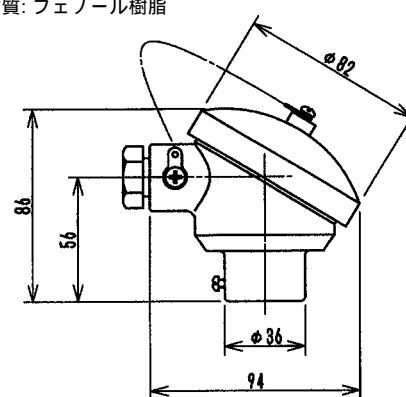
形式: OT1
材質: アルミダイキャスト



形式: TB4
材質: 二方向口

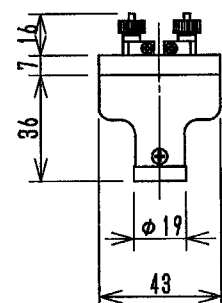


形式: TB5
材質: フェノール樹脂



<開放型> 小

形式: OT2
材質: アルミダイキャスト



保 護 管

温度を正確且つ、長期間にわたって計測するためには、被測定物あるいは雰囲気 directly さらされる保護管の選定は重要なポイントとなります。

金属保護管

種 類	記 号	使用温度()		適 要
		常用	過熱	
黄銅管	BS	300	400	低温用。主に水蒸気、油に使用。熱伝導率はよいが酸化性雰囲気に弱い。
銅管	Cu	250	300	
鋼管	SGP	600	800	安価で機械的強度が大きい。
ステンレス鋼管	SUS304	850	900	最も一般的で耐熱性、耐食性に優れていますがSO ₂ 雰囲気、還元性ガスに不向き。
	SUS316	900	950	耐熱性、耐酸性、耐アルカリ性、耐食性に良好。
	SUS316L	900	1000	Cを少なくすることにより耐食性がより向上している。
	SUS310S	1000	1150	耐食性、耐熱性に優れている。ステンレス鋼では最高温度用。
高クロム鋼管	P4	1000	1200	還元性雰囲気、SO ₂ ガスに強く機械的強度も大きい。
カンタル A1	A1	1100	1350	耐熱性に優れ硫化物、炭化水素ガス、還元性雰囲気に優れている。
インコネル	INCO	1050	1150	高温における酸化、還元性雰囲気によく耐える。
チタン	Ti	400	500	耐薬品性で海水に強い。低温での耐食性に特に優れている。
ハステロイ	HasB	1000	1050	すべての濃度の塩酸に耐え、還元性雰囲気にも優れている。
	HasC	1000	1050	湿った塩素、硫酸などに耐えます。
	HasX	1050	1100	高温での強度が大きく、石油ガス等での使用に適しています。
ユムコ	UMCO - 50	1100	1250	耐熱、耐摩耗性に優れ、サルファー、バナジウムアタックに耐える。
モネル	MO	500	600	強靱性に優れ、中性塩、アルカリ塩にも良好で濃度80%以下の硫酸にも好適。
タンタル	TA	2300(真空中)		300 以下なら弗酸を除くほとんどの酸に対して耐食性がある。真空中では2300 まで耐えるが、酸化雰囲気では300 まで。

非金属保護管

種 類	記 号	使用温度()		適 要
		常用	過熱	
硬質ガラス	GT	500	600	低温用の耐酸、耐アルカリ用に使用。パイレックスが代表的。
高純度アルミナ	PT - 0	1650	1750	耐熱性に優れ酸化、還元雰囲気中でも良好。熱伝導率も良好。
ムライト	PT - 1	1500	1550	耐熱性に優れているが、急熱、急冷にやや弱い。(JIS 1種)
	PT - 2	1400	1450	PT - 1より耐熱性がやや劣る。(JIS 2種)
石英	QT	1100	1200	急熱、急冷に耐える。アルカリに弱く酸性に強い。
ジルコニア	ZR	1800	2200	ガラス、金属、スラグに対して耐食性が良好。また耐熱衝撃性で気密質。
炭素珪素	SiC	1400	1450	耐熱性、耐摩耗性に優れ強靱性もある。
窒化珪素	SiN	1200	1250	耐熱、耐摩耗性に優れ、高温での機械的強度はSiCより優れている。
硬質ビニール	PVC	60	100	低温における耐薬品性に優れている。
黒鉛	C	1550	1600	気密性がないので熔融金属測定にはウェルとして使用。酸化雰囲気に弱い。
テフロン	TF	200	250	耐薬品性に優れている。

表面処理保護管

種 類	記 号	使用温度()		適 要
		常用	過熱	
ガラスコーティング	GC	350	400	普通鋼にガラスをコーティングし、保護管強度及び耐薬品性を増している。
テフロンコーティング	TC	200	250	低温度での耐薬品性を増し、保護管の強度も上げている。

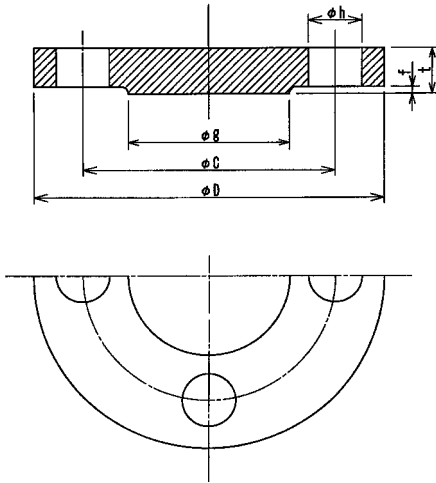
耐摩耗性加工保護管

タングステンカーバイト(WC)、クロムカーバイト(CrC)、アルミナ(AL₂O₃)等の溶射加工

取付金具

フランジ

寸法単位 mm



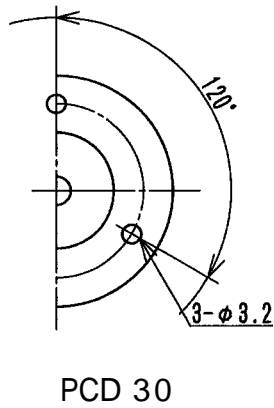
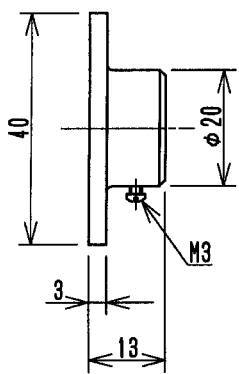
耐圧 kg/cm ²	呼び径 A	D	フランジの各部寸法				c	数	h	ボルトの ねじの呼び
			t		f	g				
			鋳鉄	鋳鉄以外						
5kg/cm ²	10	75	12	9	1	42	55	4	12	M10
	15	80	12	9	1	48	60	4	12	M10
	20	85	14	10	1	52	65	4	12	M10
	25	95	14	10	1	62	75	4	12	M10
10kg/cm ²	10	90	14	12	1	48	65	4	15	M12
	15	95	16	12	1	52	70	4	15	M12
	20	100	18	14	1	58	75	4	15	M12
	25	125	18	14	1	70	90	4	19	M16

(JIS B 2211, JIS B 2212)

材質.....SUS304, SUS316, その他
真空フランジ、ANSI規格フランジ、その他の規格フランジも扱います。

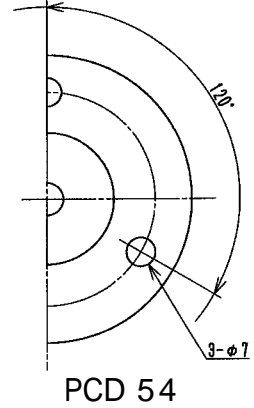
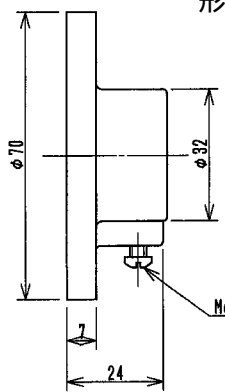
真鍮ルーズフランジ

形式: F1

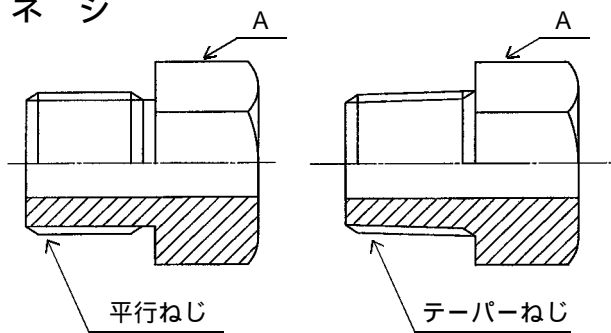


アルミルーズフランジ

形式: F2



ネジ

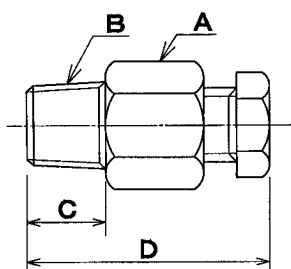


呼び径		適用する管の外径	ねじ寸法		A
平行ねじ	テーパねじ		外径	ピッチ	
PF1/8	PT1/8	6以下	9.73	0.9071	14
PF1/4	PT1/4	8以下	13.16	1.3368	17
PF3/8	PT3/8	10以下	16.66	1.3368	21
PF1/2	PT1/2	12以下	20.95	1.8143	26
PF3/4	PT3/4	16以下	26.44	1.8143	32
PF1	PT1	22以下	33.25	2.3091	41

(JIS B 0202, JIS B 0203)

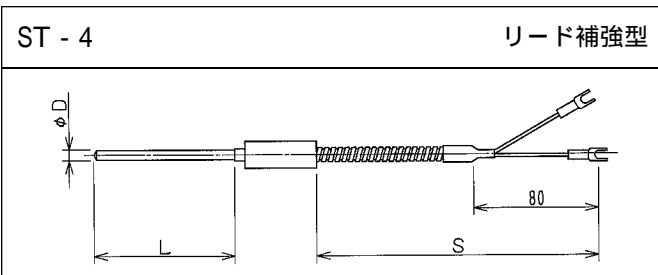
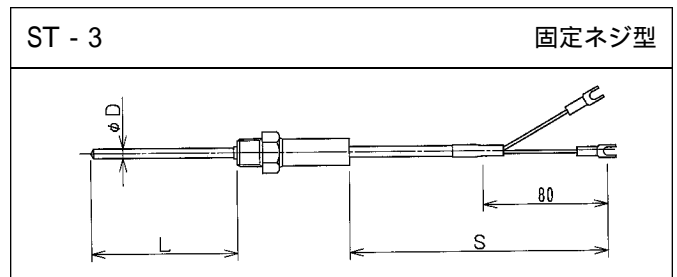
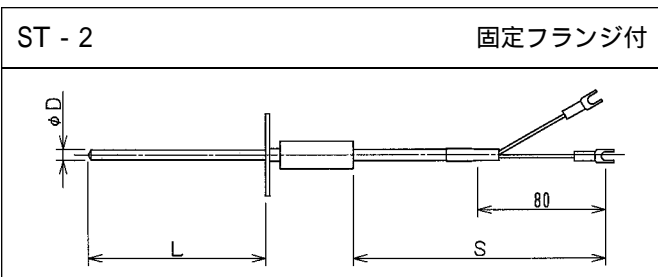
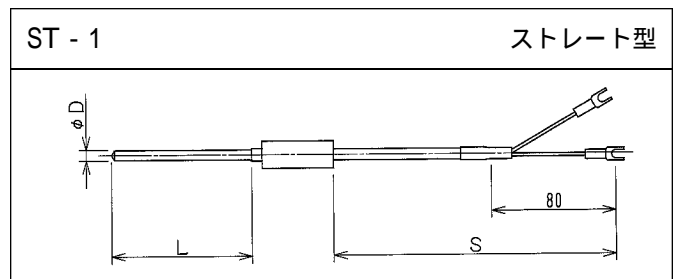
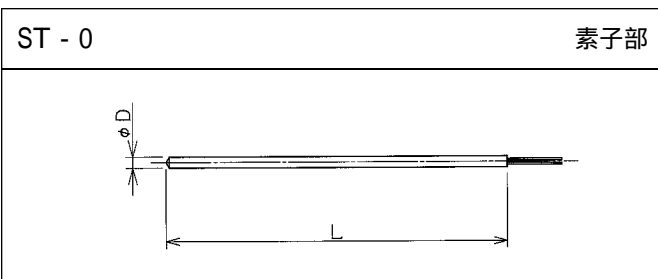
材質.....SUS304, SUS316, その他

コンプレッションフィッティング

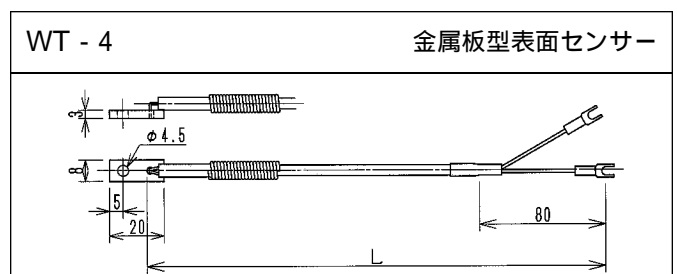
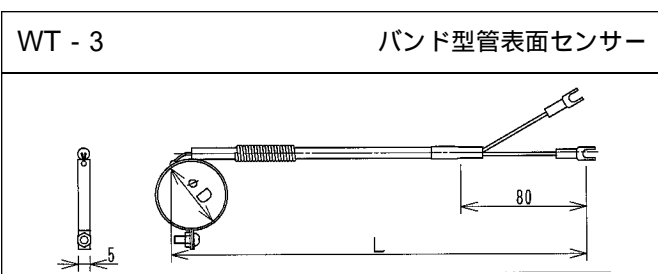
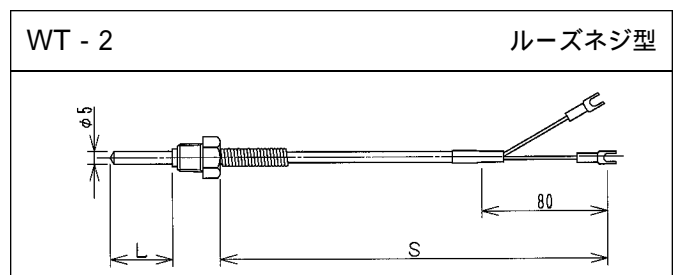
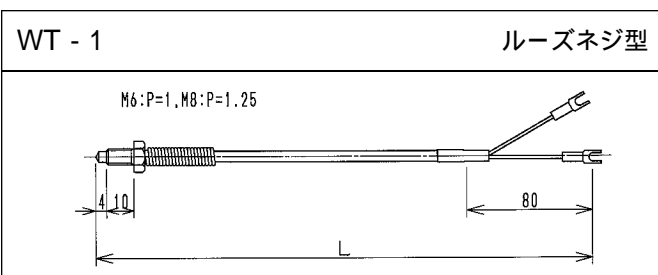
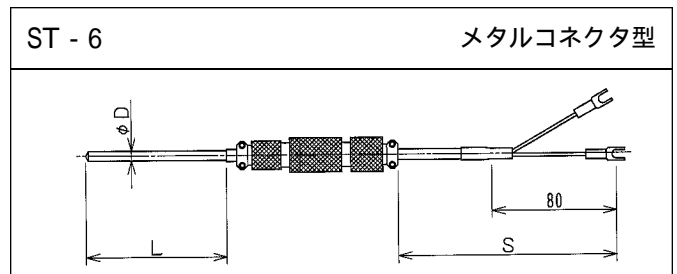
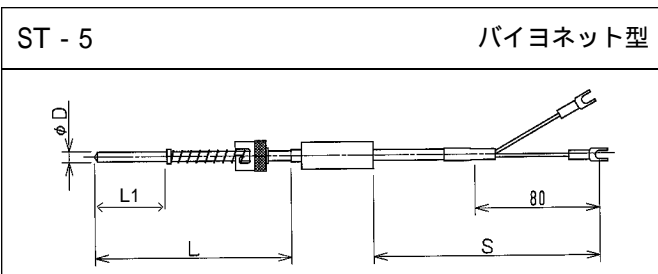


適用 保護管外径	1.0	1.6	3.2	4.8	6.4	8.0	10.0
A(HEX)	14	14	14 17	14 17	17	21 26	26
B	PT1/8	PT1/8	PT1/8 PT1/4	PT1/8 PT1/4	PT1/4	PT3/8 PT1/2	PT1/2
C(mm)	10	10	10 12	10 12	12	15 19	19
D(mm)	32	32	32 36	32 36	36	46 58	58

リード線型シース熱電対

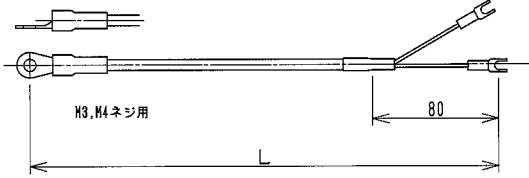


特殊形状熱電対



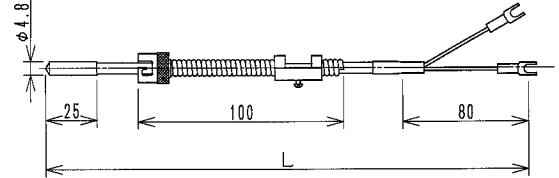
WT - 5

ラグ型表面温度センサー



WT - 6

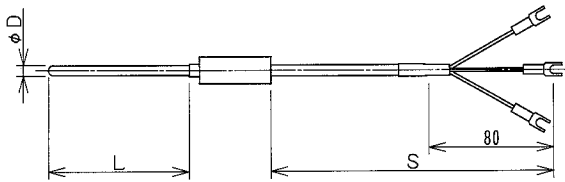
バイヨネット型



リード線型シース测温抵抗体

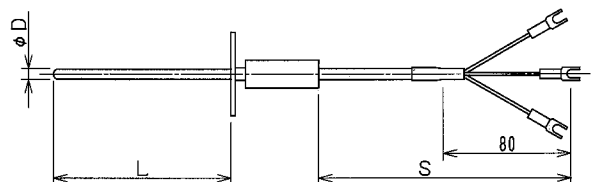
SR - 1

ストレート型



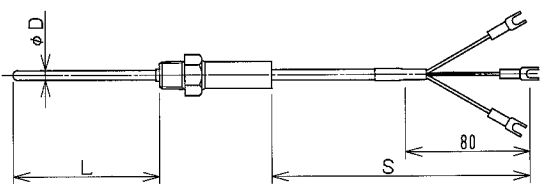
SR - 2

固定フランジ型



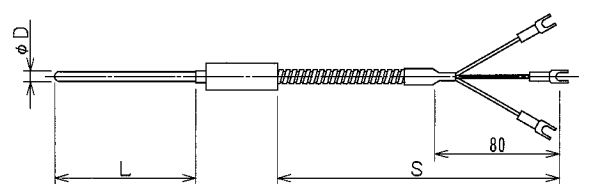
SR - 3

固定ネジ型



SR - 4

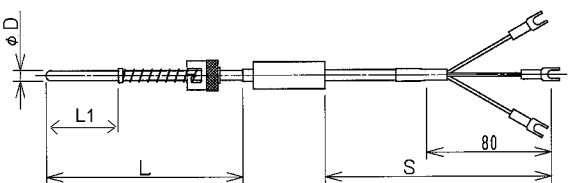
リード補強型



特殊形状测温抵抗体

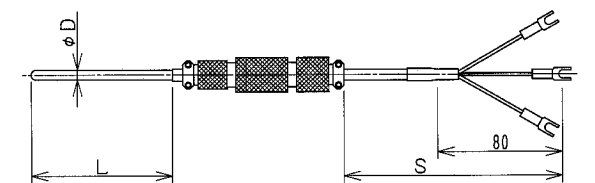
SR - 5

バイヨネット型

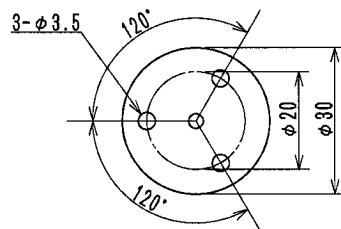


SR - 6

メタルコネクタ型



ST - 2 及び SR - 2用フランジ



熱電対・测温抵抗対の形状は上記に関わらず、自由な寸法、形状で製作できます。

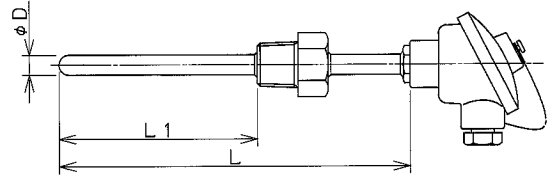
ご用命の際は測定箇所に適した形状を決めていただくか、お知らせ下さればアドバイスをさせていただきます。

ご注文に際して

ご注文の際には、下記の例に従って形式記号を作っていただくと簡単に間違いのないご希望の製品をお届けすることができます。形式は各項目の形式、あるいは網がけの名称を記入してください。

形式例1 一般型測温抵抗体

固定ニップル型測温抵抗体
Pt100 1対式
保護管材質 SUS316
取付ねじ PT1/2



MB - Pt100 S TB2 12 400/500 SUS316 PT1/2

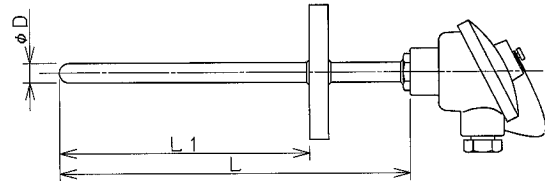
(形状 P.14参照) (エレメント P.9参照) (対数 1対:S 2対:W) (端子箱 P.11参照) (外径 Dmm) (挿入長/保護管全長 L_1 (mm) L (mm)) (保護管材質 P.12参照) (取付金具 P.13参照)

参考

取付金具のねじはSUS304が標準材質となります。

形式例2 一般型熱電対

固定フランジ型熱電対
K熱電対 2対式
保護管材質 SUS316
取付フランジ JIS10K20A



MB - K W TB2 12 400/500 SUS316 10K20A

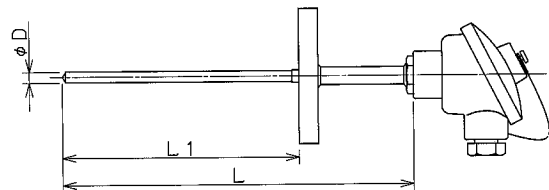
(形状 P.14参照) (エレメント P.2参照) (対数 1対:S 2対:W) (端子箱 P.11参照) (外径 Dmm) (挿入長/保護管全長 L_1 (mm) L (mm)) (保護管材質 P.12参照) (取付金具 P.13参照)

参考

取付金具のフランジはSUS304が標準材質となります。
また10kが耐圧、20Aが呼び径となります。

形式例3 シース型熱電対

固定フランジ型熱電対
シース型K熱電対 1対式
シース材質 SUS316
取付フランジ JIS10K20A



MBS - S S TB3 4.8 400/500 10K20A

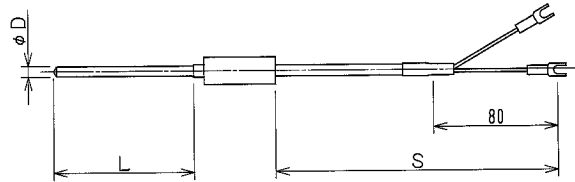
(形状 P.14参照) (エレメント P.3参照) (対数 1対:S 2対:W) (端子箱 P.11参照) (外径 Dmm P.3参照) (挿入長/保護管全長 L_1 (mm) L (mm)) (取付金具 P.13参照)

参考

シース熱電対のシース材質はSUS316が標準となります。
取付金具はSUS304が標準となります。その他の材質をご希望の場合は取付金具の後に項目を追加で記入してください。

形式例4 リード線型シース熱電対

ストレート型
K熱電対 1対式
シース材質 SUS316
ガラス編組補償導線

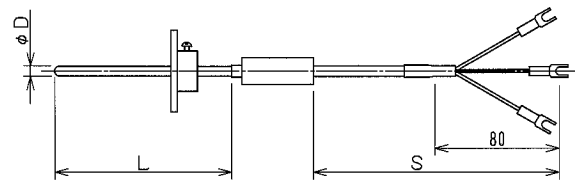


ST - 1 — S — S — 3.2 — 500 — WX- — 2000

(形状 P.15参照) (エレメント P.3参照) (対数) (外径 P.3参照 Dmm) (シース長 Lmm) (補償導線 P.8参照) (リード線長さ Smm)

形式例5 リード線型シース測温抵抗体

ルーズフランジ付き
Pt100 1対式
シース材質 SUS316
アルミ標準フランジ付き
全耐熱ビニール被覆接続導線



SR-1 — Pt100 — S — 4.8 — 400 — VCTF — 1500 — F1

(形状 P.16参照) (エレメント P.9参照) (対数) (外径 P.10参照 Dmm) (シース長 Lmm) (接続導線 P.11参照) (リード線 Smm) (取付 P.13参照)

その他に.....

形式に載らない仕様は特記事項としてご連絡下さい。

特にご指摘のない仕様は社内標準仕様として下記ようになります。

保護管材質 ... SUS316(10以下)、SUS304(12以上)

シース材質 ... SUS316

エレメント数 ... 1対(シングル)

熱接点 ... 非接地形(熱電対の場合)

結線方式 ... 3導線式(測温抵抗体の場合)

取付金具 ... SUS304

センサーの選定

今まで、使用していた場所に改めて種類の違うセンサーを用いると、その周辺機器をある程度変更しなければならず費用もかさみます。変更理由が何らかのトラブルが続くというのであれば、素子を変更する前に、次の項目を考えてみてください。

- 1 使用雰囲気にあった保護管材質か?
- 2 最高到達温度は使用範囲内か?
- 3 取付け場所の位置、環境は?
- 4 振動・衝撃の有無は?

新規に取り付ける場合は下記を選定の参考にしてください。

- 1 主に使用する温度と最高温度?
- 2 高精度を必要とするか?
- 3 取付け環境(一般型かシース型か?)
- 4 使用雰囲気(保護管の選定)
- 5 応答性は重要か?(構造・保護管の選定)
- 6 コスト

熱電対にする理由

- 振動・衝撃がある
- 仕様により低価格品の製作が可能
- 周辺機器が熱電対仕様
- 高温測定が可能
- 測温による被測定物の影響を軽減できる(微少部の測定が可能)
- 仕様により補助電源を使わず、表示が可能

測温抵抗体にする理由

- 比較的低温またはマイナス温度が得意
- 高精度の測定が可能
- 周辺機器が測温抵抗体仕様
- 補償導線が不要
- 出力信号が大きい

取付深度及び位置

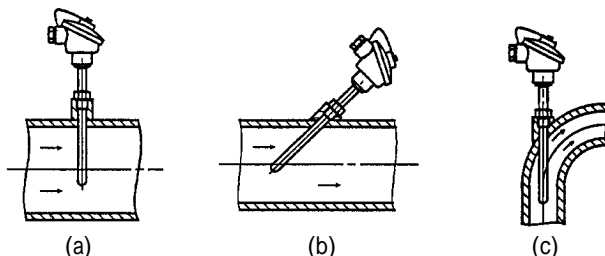
温度は、知りたい場所(被測定物)とセンサーの感温部が同一温度になってはじめて正確に計ることができます。

外気温の影響を受けにくくするためには、金属保護管で直径の15~20倍、非金属保護管では10~15倍の保護管挿入長が必要です。

配管内の流体温度を計る場合を下図に示します。

- a) 管径が比較的大きく挿入深度がとれる場合。
- b) 挿入深度がとれない場合、流れに逆らって斜めに取り付けます。
- c) さらに管径が細い場合、凸部をもたせたり、屈曲部に取り付けます。

管路の温度測定

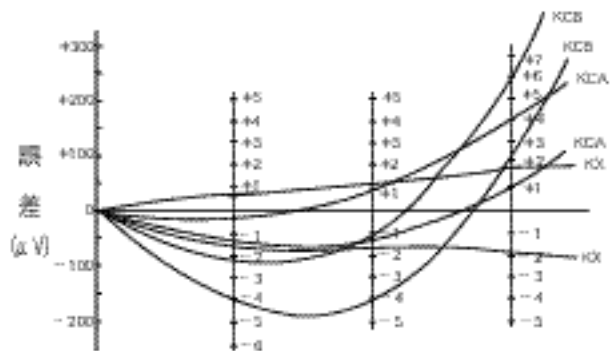


考えられる誤差要因

熱電対の場合

1. 熱電対を過熱使用限度付近で長時間使用すると、金属組成に影響を及ぼし、熱起電力に誤差が生じる場合があります。
2. 熱電対の素線と補償導線の総合電気抵抗が高いと計器によっては表示に誤差を与える場合があります。
やむをえず長くする場合はなるべく太い補償導線、または出力変換器をおすすめします。
3. 通常使用での誤差は、熱電対素線の誤差、補償導線の誤差、表示計器の誤差、以上3つの総合誤差となります。

KX, KCA, KCB補償導線の温度 - 誤差特



測温抵抗体の場合

1. シースの場合、抵抗体素子は先端より10mm程の所に約20mmの長さであります。また一般型では先端より2~3mmのところにあります。素子が長いので考慮して測定しないと、誤差を生じる場合があります。
2. 接続導線は、3本の線路抵抗が同一でないとその差が誤差となります。その誤差は0.4で1です。
リード線の温度上昇による抵抗変化を考慮し、接続導線には3線のまとまった線を使用して下さい。

その他

1. センサーの外径が太いほど、耐熱性及び耐食性はありますが、応答速度が遅くなります。
感温素子の大きさの関係で通常、測温抵抗体のほうが応答時間は遅くなります。

シース熱電対の場合の応答時間 [単位 秒]

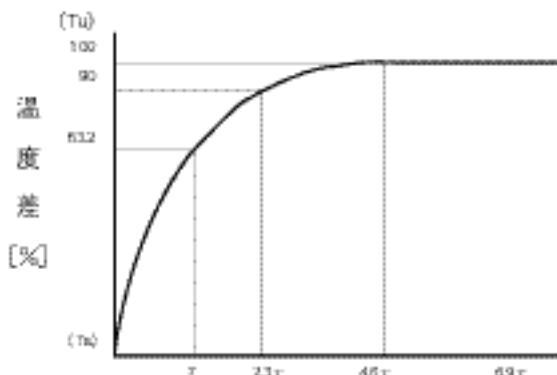
シース外径	0 100 (水中へ投入)		
	63.2%	90%	99.9%
1.0	0.07	0.15	0.49
1.6	0.13	0.31	0.91
3.2	0.71	1.52	4.97
4.8	1.83	3.55	12.81
6.4	2.80	6.43	19.62
8.0	3.34	7.68	23.46

センサーの時定数について

測温抵抗体や熱電対のような接触式温度センサーは、厳密に言うとセンサーが表示する温度の値は常にセンサー自身の温度であり必ずしも対象物の温度ではないといえます。

従って、いかに早く測定対象物とセンサーが同一温度になるかと言うことが重要で、それに要する時間が時間遅れ誤差として誤差要因に数えられます。

そして、その優劣はセンサーの時定数として応答評価によく用いられます。



ある被測定物の中へセンサーを投入した場合、経過時間に伴う温度誤差を T とし、被測定物の温度を T_u 、投入前のセンサー温度を T_a 、センサーの時定数を τ 、経過時間を t とすると次式となります。

$$T = (T_u - T_a) \exp(-t/\tau)$$

もし、温度差 $(T_u - T_a)$ の $n\%$ まで温度が達したとすれば

$$T = (1 - n/100)(T_u - T_a)$$

となり、要する時間は

$$90\% \text{ のとき } t/\tau = 2.303$$

$$99\% \text{ のとき } t/\tau = 4.606$$

$$99.9\% \text{ のとき } t/\tau = 6.909$$

ゆえに、測定目標物の90%に達するまでに要する時間は $t = 2.303\tau$ で時定数 τ の2.303倍となります。また、ほぼ真値に達するまでは約7倍の時間がかかります。

従って τ をいかに小さく押さえるかが問題となりますがセンサーの大きさ、構造、材質によって異なり、被測定物の種類、流速の有無などによっても著しく異なります。

センサーの熱容量： H 放熱係数： C とした場合

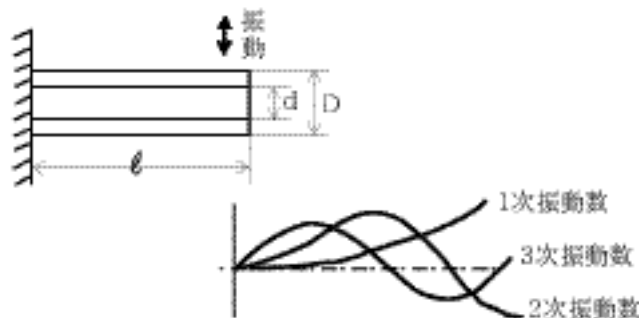
$$\tau = H/C$$

速応性を上げるには H を小さくして C を大きくするよう構造、およびセンサーの置かれ得る環境を考えなければなりません。 τ は水中では静止空気中の1/10以下です。それは C が10倍以上になっているためで水を攪拌すればさらには小さくなります。

固有振動数の計算

振動が加わる場所で使用する場合、その振動数がセンサーの固有振動数と合うと共振して非常に大きな力が加わり、堅牢な厚肉ステンレス保護管でも破損する場合があります。

1次振動で振れている保護管の固有振動数を考える。但し先端開放で中空の場合



$$f_n = \frac{2}{l} \sqrt{\frac{EIg}{A}} \quad [\text{Hz}]$$

$$I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$$

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

次数	1	2	3
振動係数:	1.875	4.694	7.855

g : 重力加速度(980cm/s²)

: 比重(sus304の場合 7.98 × 10³)

E : ヤング率(sus304の場合 1.97 × 10¹⁰)

当然、センサーですから、保護管内部に感温部、リード線等があり、そのため正確な固有振動数ではありませんが、おおよその値は導くことができます。

また、保護管を流速の早い液体中に挿入した場合、カルマン渦により強制的に管が振られる場合があります。



カルマン渦

$$f_k = k \cdot V/D \quad [\text{Hz}]$$

k : カルマン係数(通常は0.21)

V : 流速(m/s)

D : 保護管の直径(m)

$$\begin{aligned} \text{カルマン渦による振動数} &: f_k \\ \text{保護管の固有振動数} &: f_n \end{aligned} \quad 0.8 \frac{f_k}{f_n} < 1.2$$

上記の式を満足させれば保護管はカルマン渦による共振を起こしません。

出荷検査

出来上がった製品は、次の社内検査規定に従い試験検査が実施され出荷されます。

1. 外観検査

取り扱い上、有害となりうる欠陥の有無を目視にて確認します。

2. 寸法検査

保護管外径	8mm以下	±0.05mm
シース外径	1.0～8.0mm	±0.05mm
保護管長さ	300mm未満	±3mm
(シース)	300mm以上	±1%
導線長さ	1000mm未満	±30mm
	1000mm以上	±3%

3. 温度試験

熱電対

弊社では定期的に、ロット試験を行い、JISの許容差内にあることを確認します。特別な指示のない製品については、ロット試験時の値を適用いたします。

測温抵抗体

素子は抜き取りで、定期的に氷点試験装置を用いてJIS規格内にあることを確認します。また全数について導通試験を行います。

4. 絶縁抵抗試験

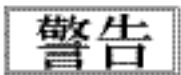
絶縁抵抗計を用いて、次の項目であることを確認します。

一般型管外径	4.8～22mm	
	...10M	/500VDC以上
シース型外径	0.5mm 1.0mm 1.6mm	
	...20M	/100VDC以上
シース型外径	3.2mm～8.0mm	
	...100M	/500VDC以上

取り扱い上の注意と警告

アムニス製品を安全にお使いいただくために、必ずお読みください。

梱包内の製品が発注品と同一であるか、または製品に損傷等使用上の支障がないことを確認して下さい。

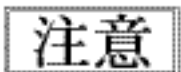


リード線タイプのセンサーはスリーブ部(接続部)を被測定物まで挿入しないで下さい。高温で過熱すると固着した樹脂が吹き出し、火傷のおそれがあります。



非金属保護管の急熱・急冷は避けて下さい。破損のおそれがあります。

ご発注時の用途(温度範囲、雰囲気等)以外への転用は避けて下さい。



シースは急角度で曲げた部分、また一度過熱した部分を再度伸ばして使用すると内部で切線する場合があります。曲げる場合はシース径の3倍の半径以上とし、溶接箇所では曲げないで下さい。また測温抵抗体の場合、先端より100mmは絶対に曲げないで下さい。



端子箱タイプの熱電対は制御機器との接続に、そのエレメントにあった補償導線が必要です。また測温抵抗体は3本が同一リード線抵抗を持つ銅導線が必要です。抵抗値誤差がそのまま大きな測定誤差となります。

熱電対規準熱起電力表

B熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
0	0	33	179	431	787	1242	1792	2431	3154	3957	4843	5780	6786	7848	8956	10099	11263	12433	13591
10	- 2	43	199	462	828	1293	1852	2499	3230	4041	4926	5878	6890	7957	9069	10215	11380	12549	13706
20	- 3	53	220	494	870	1344	1913	2569	3308	4127	5018	5976	6995	8066	9182	10331	11497	12666	13820
30	- 2	65	243	527	913	1397	1975	2639	3386	4213	5111	6075	7100	8175	9296	10447	11614	12782	
40	0	78	267	561	957	1451	2037	2710	3466	4299	5205	6175	7205	8286	9410	10563	11731	12898	
50	2	92	291	596	1002	1505	2101	2782	3546	4387	5299	6276	7311	8397	9524	10679	11848	13014	
60	6	107	317	632	1048	1561	2165	2854	3626	4475	5394	6377	7417	8508	9639	10796	11965	13130	
70	11	123	344	669	1095	1617	2230	2928	3708	4564	5489	6478	7524	8620	9753	10913	12082	13246	
80	17	141	372	707	1143	1675	2296	3002	3790	4653	5585	6580	7632	8731	9868	11029	12199	13361	
90	25	159	401	746	1192	1733	2363	3078	3873	4743	5682	6683	7740	8844	9984	11146	12316	13476	
100	33	178	431	787	1242	1792	2431	3154	3957	4843	5780	6786	7848	8956	10099	11263	12433	13591	

R熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
- 100		0	0	647	1469	2401	3408	4471	5583	6743	7950	9205	10506	11850	13228	14629	16040	17451	18849	20222
-		10	54	723	1558	2498	3512	4580	5697	6861	8073	9333	10638	11986	13367	14770	16181	17591	18988	20356
-		20	111	800	1648	2597	3616	4690	5812	6980	8197	9461	10771	12123	13507	14911	16323	17732	19126	20488
-		30	171	879	1739	2696	3721	4800	5926	7100	8321	9590	10905	12260	13646	15052	16464	17872	19264	20620
-		40	232	959	1831	2796	3827	4910	6041	7220	8446	9720	11039	12397	13786	15193	16605	18012	19402	20749
-	- 226	50	296	1041	1923	2896	3933	5021	6157	7340	8571	9850	11173	12535	13926	15334	16746	18152	19540	20877
-	- 188	60	363	1124	2017	2997	4040	5133	6273	7461	8697	9980	11307	12673	14066	15475	16887	18292	19677	21003
-	- 145	70	431	1208	2112	3099	4147	5245	6390	7583	8823	10111	11442	12812	14207	15616	17028	18431	19814	
-	- 100	80	501	1294	2207	3201	4255	5357	6507	7705	8950	10242	11578	12950	14347	15758	17169	18571	19951	
-	-	90	573	1381	2304	3304	4363	5470	6625	7827	9077	10374	11714	13089	14488	15899	17310	18710	20087	
0	0	100	647	1469	2401	3408	4471	5583	6743	7950	9205	10506	11850	13228	14629	16040	17451	18849	20222	

S熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
- 100		0	0	646	1441	2323	3259	4233	5239	6275	7345	8449	9587	10757	11951	13159	14373	15582	16777	17947
-		10	55	720	1526	2415	3355	4332	5341	6381	7454	8562	9703	10875	12071	13280	14494	15702	16895	18061
-		20	113	795	1612	2507	3451	4432	5443	6486	7563	8674	9819	10994	12191	13402	14615	15822	17013	18174
-		30	173	872	1698	2599	3548	4532	5546	6593	7673	8787	9935	11113	12312	13523	14736	15942	17131	18285
-		40	235	950	1786	2692	3645	4632	5649	6699	7783	8900	10051	11232	12433	13644	14857	16062	17249	18395
-	- 236	50	299	1029	1874	2786	3742	4732	5753	6806	7893	9014	10168	11351	12554	13766	14978	16182	17366	18503
-	- 194	60	365	1110	1962	2880	3840	4833	5857	6913	8003	9128	10285	11471	12675	13887	15099	16301	17483	18609
-	- 150	70	433	1191	2052	2974	3938	4934	5961	7020	8114	9242	10403	11590	12796	14009	15220	16420	17600	
-	- 103	80	502	1273	2141	3069	4036	5035	6065	7128	8226	9357	10520	11710	12917	14130	15341	16539	17717	
-	- 53	90	573	1357	2232	3164	4134	5137	6170	7236	8337	9472	10638	11830	13038	14251	15461	16658	17832	
0	0	100	646	1441	2323	3259	4233	5239	6275	7345	8449	9587	10757	11951	13159	14373	15582	16777	17947	

N熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	- 200	- 100	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
- 100		- 3990	- 2407	0	0	2774	5913	9341	12974	16748	20613	24527	28455	32371	36256	40087	43846
-		- 3884	- 2193	10	261	3072	6245	9696	13346	17131	21003	24919	28847	32761	36641	40466	44218
-		- 3766	- 1972	20	525	3374	6579	10054	13719	17515	21393	25312	29239	33151	37027	40845	44588
-	- 4345	- 3634	- 1744	30	793	3680	6916	10413	14094	17900	21784	25705	29632	33541	37411	41223	44958
-	- 4336	- 3491	- 1509	40	1065	3989	7255	10774	14469	18286	22175	26098	30024	33930	37795	41600	45326
-	- 4313	- 3336	- 1269	50	1340	4302	7597	11136	14846	18672	22566	26491	30416	34319	38179	41976	45694
-	- 4277	- 3171	- 1023	60	1619	4618	7941	11501	15225	19059	22958	26883	30807	34707	38562	42352	46060
-	- 4226	- 2994	- 772	70	1902	4937	8288	11867	15604	19447	23350	27276	31199	35095	38944	42727	46425
-	- 4162	- 2808	- 518	80	2189	5259	8637	12234	15984	19835	23742	27669	31590	35482	39326	43101	46789
-	- 4083	- 2612	- 260	90	2480	5585	8988	12603	16366	20224	24134	28062	31981	35869	39706	43474	47152
0	- 3990	- 2407	0	100	2774	5913	9341	12974	16748	20613	24527	28455	32371	36256	40087	43846	47513

K熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	- 200	- 100	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
- 100		- 5891	- 3554	0	0	4096	8138	12209	16397	20644	24905	29129	33275	37326	41276	45119	48838	52410
-		- 5730	- 3243	10	397	4509	8539	12624	16820	21071	25330	29548	33685	37725	41665	45497	49202	52759
-		- 5550	- 2920	20	798	4920	8940	13040	17243	21497	25755	29965	34093	38124	42053	45873	49565	53106
-	- 6458	- 5354	- 2587	30	1203	5328	9343	13457	17667	21924	26179	30382	34501	38522	42440	46249	49926	53451
-	- 6441	- 5141	- 2243	40	1612	5735	9747	13874	18091	22350	26602	30798	34908	38918	42826	46623	50286	53795
-	- 6404	- 4913	- 1889	50	2023	6138	10153	14293	18516	22776	27025	31213	35313	39314	43211	46995	50644	54138
-	- 6344	- 4669	- 1527	60	2436	6540	10561	14713	18941	23203	27447	31628	35718	39708	43595	47367	51000	54479
-	- 6262	- 4411	- 1156	70	2851	6941	10971	15133	19366	23629	27869	32041	36121	40101	43978	47737	51355	54819
-	- 6158	- 4138	-	80	3267	7340	11382	15554	19792	24055	28289	32453	36524	40494	44359	48105	51708	
-	- 6135	- 3852	-	90	3682	7739	11795	15975	20218	24480	28710	32865	36925	40885	44740	48473	52060	
0	- 5891	- 3554	0	100	4096	8138	12209	16397	20644	24905	29129	33275	37326	41276	45119	48838	52410	

E熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	- 200	- 100	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
- 100		- 8825	- 5237	0	0	6319	13421	21036	28946	37005	45093	53112	61017	68787
-		- 8561	- 4777	10	591	6998	14164	21817	29747	37815	45900	53908	61801	69554
-		- 8273	- 4302	20	1192	7685	14912	22600	30550	38624	46705	54703	62583	70319
-	- 9835	- 7963	- 3811	30	1801	8379	15664	23386	31354	39434	47509	55497	63364	71082
-	- 9797	- 7632	- 3306	40	2420	9081	16420	24174	32159	40243	48313	56289	64144	71844
-	- 9718	- 7279	- 2787	50	3048	9789	17181	24964	32965	41053	49116	57080	64922	72603
-	- 9604	- 6907	- 2255	60	3685	10503	17945	25757	33772	41862	49917	57870	65698	73360
-	- 9455	- 6516	- 1709	70	4330	11224	18713	26552	34579	42671	50718	58659	66473	74115
-	- 9274	- 6107	- 1152	80	4985	11951	19484	27348	35387	43479	51517	59446	67246	74869
-	- 9063	- 5681	-	90	5648	12684	20259	28146	36196	44285	52315	60232	68017	75621
0	- 8825	- 5237	0	100	6319	13421	21036	28946	37005	45093	53112	61017	68787	76373

J熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	- 200	- 100	0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
- 100		- 7890	- 4633	0	0	5269	10779	16327	21848	27393	33102	39132	45494	51877	57953	63792
- 90		- 7659	- 4215	10	507	5814	11334	16881	22400	27953	33689	39755	46141	52500	58545	64370
- 80		- 7403	- 3786	20	1019	6360	11889	17434	22952	28516	34279	40382	46786	53119	59134	64948
- 70		- 7123	- 3344	30	1537	6909	12445	17986	23504	29080	34873	41012	47431	53735	59721	65525
- 60		- 6821	- 2893	40	2059	7459	13000	18538	24057	29647	35470	41645	48074	54347	60307	66102
- 50		- 6500	- 2431	50	2585	8010	13555	19090	24610	30216	36071	42281	48715	54956	60890	66679
- 40		- 6159	- 1961	60	3116	8562	14110	19642	25164	30788	36675	42919	49353	55561	61473	67255
- 30		- 5801	- 1482	70	3650	9115	14665	20194	25720	31362	37284	43559	49989	56164	62054	67831
- 20		- 5426	-	80	4187	9669	15219	20745	26276	31939	37896	44203	50622	56763	62634	68406
- 10	- 8095	- 5037	-	90	4726	10224	15773	21297	26834	32519	38512	44848	51251	57360	63214	68980
0	- 7890	- 4633	0	100	5269	10779	16327	21848	27393	33102	39132	45494	51877	57953	63792	68553

T熱電対(JIS C1602 - 1995)

単位 μV

温度	- 200	- 100	0	温度	0	100	200	300
- 100		- 5603	- 3379	0	0	4279	9288	14862
- 90		- 5439	- 3089	10	391	4750	9822	15445
- 80		- 5261	- 2788	20	790	5228	10362	16032
- 70	- 6258	- 5070	- 2476	30	1196	5714	10907	16624
- 60	- 6232	- 4865	- 2153	40	1612	6206	11458	17219
- 50	- 6180	- 4648	- 1819	50	2036	6704	12013	17819
- 40	- 6105	- 4419	- 1475	60	2468	7209	12574	18422
- 30	- 6007	- 4177	- 1121	70	2909	7720	13139	19030
- 20	- 5888	- 3923	- 757	80	3358	8237	13709	19641
- 10	- 5753	- 3657	- 383	90	3814	8759	14283	20255
0	- 5603	- 3379	0	100	4279	9288	14862	20872

測温抵抗体抵抗値表

Pt100の規準抵抗値(JIS C1604 - 1997)

$R_{100}/R_{\infty} = 1.3851$

単位

温度	- 100	- 0	温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800
0	60.26 4.07	100.00 3.91	0	100.00 3.90	138.51 3.78	175.86 3.67	212.05 3.56	247.09 3.44	280.98 3.32	313.71 3.21	345.28 3.10	375.70 2.98
- 10	56.19 4.08	96.09 3.93	10	103.90 3.89	142.29 3.78	179.53 3.66	215.61 3.54	250.53 3.43	284.30 3.32	316.92 3.20	348.38 3.08	378.68 2.97
- 20	52.11 4.11	92.16 3.94	20	107.79 3.88	146.07 3.76	183.19 3.65	219.15 3.53	253.96 3.42	287.62 3.30	320.12 3.18	351.46 3.07	381.65 2.95
- 30	48.00 4.012	88.22 3.95	30	111.67 3.87	149.83 3.75	186.84 3.63	222.68 3.53	257.38 3.40	290.92 3.29	323.30 3.18	354.53 3.06	384.60 2.95
- 40	43.88 4.16	84.27 3.96	40	115.54 3.86	153.58 3.75	190.47 3.63	226.21 3.51	260.78 3.40	294.21 3.28	326.48 3.16	357.59 3.05	387.55 2.93
- 50	39.72 4.18	80.31 3.98	50	119.40 3.84	157.33 3.72	194.10 3.61	229.72 3.49	264.18 3.38	297.49 3.26	329.64 3.15	360.64 3.03	390.48
- 60	35.54 4.20	76.33 4.00	60	123.24 3.84	161.05 3.72	197.71 3.60	233.21 3.49	267.56 3.37	300.75 3.26	332.79 3.14	363.67 3.03	
- 70	31.34 4.24	72.33 4.00	70	127.08 3.82	164.77 3.71	201.31 3.59	236.70 3.48	270.93 3.36	304.01 3.24	335.93 3.13	366.70 3.01	
- 80	27.10 4.27	68.33 4.03	80	130.90 3.81	168.48 3.69	204.90 3.58	240.18 3.46	274.29 3.35	307.25 3.24	339.06 3.12	369.71 3.00	
- 90	22.85 4.31	64.30 4.04	90	134.71 3.80	172.17 3.69	208.48 3.57	243.64 3.45	277.64 3.34	310.49 3.22	342.18 3.10	372.71 2.99	
- 100	18.52	60.26	100	138.51	175.86	212.05	247.09	280.98	313.71	345.28	375.70	

マイクロヒーター

当社の熱電対・測温抵抗体の製造技術より生まれたマイクロヒーターは従来のヒーターに比べて数々の特徴を有するもっとも新しい形状の発熱体といえます。

構造はシース熱電対と同様に、金属管(シース)中に高純度のMgO絶縁粉末とともに発熱体が密封封入されたものです。

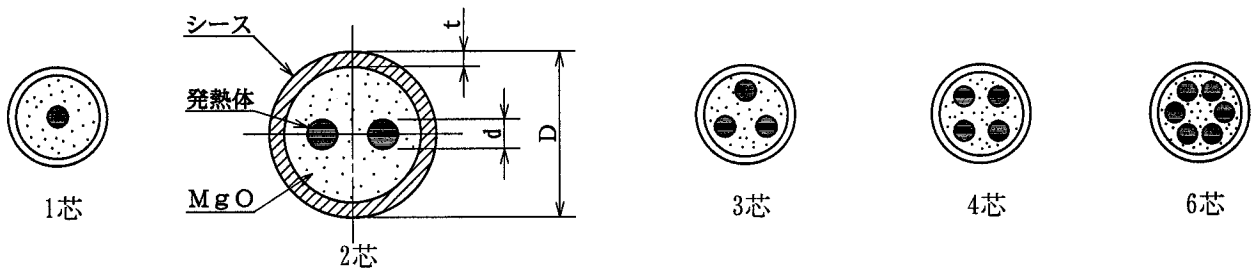
特徴

1. 外見は 極細管 ... 一見細い針金状のこの発熱体は完全に電氣的絶縁が施され、従来は不可能であった狭く複雑な場所でも容易に取り付けることができます。
2. 高い 屈曲性 ... 完全に焼鈍されており、その形状を自由に変えることができます。
(注: 最小曲げ半径はシース外径の3倍まで)
3. 任意の発熱容量 ... 単位長さ当りの抵抗値が決まっているため、加工時に長さを変えることにより自由にヒーター容量を決めることができます。

仕様

シース材質	SUS316
発熱体	ニッケルクロム発熱体
絶縁材	高純度MgO絶縁粉末

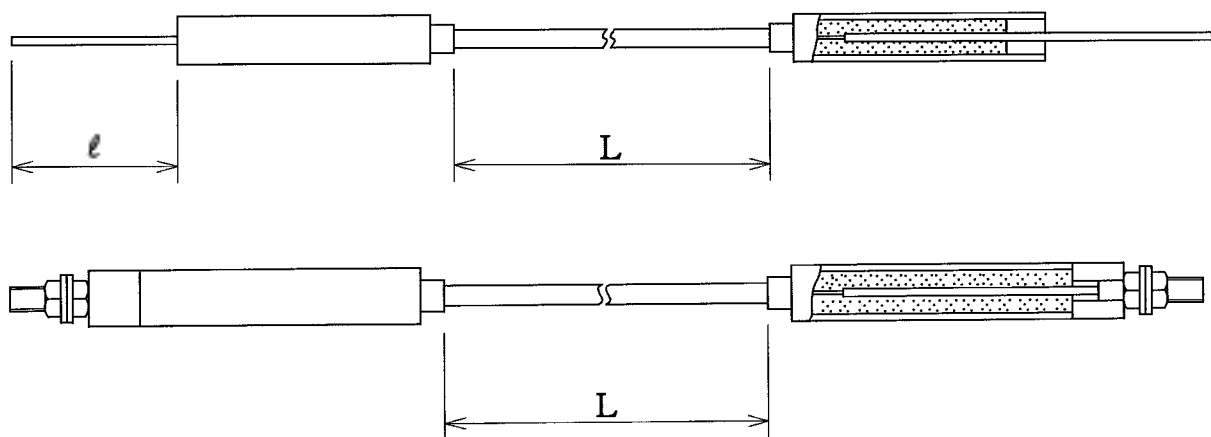
寸法表



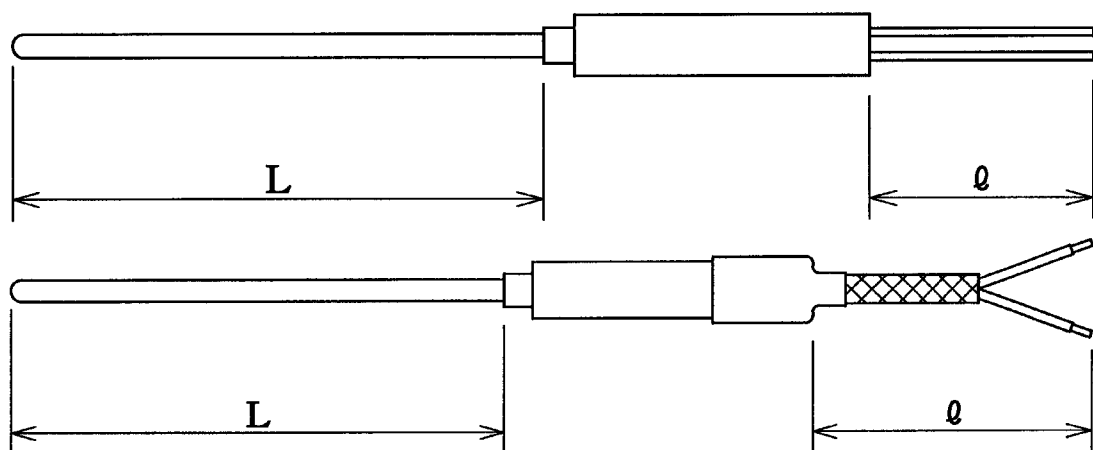
芯数 (本)	シース外径(D) mm	素線径(d) mm	シース肉厚(t) mm	抵抗値 /m
1	1.0	0.22	0.12	28.0
	1.6	0.35	0.19	11.0
	2.4	0.57	0.27	4.6
	3.2	0.68	0.36	2.4
	4.8	0.92	0.53	1.5
2	1.6	0.31	0.19	14.5 × 2
	2.4	0.47	0.27	6.4 × 2
	3.2	0.63	0.36	3.6 × 2
	4.8	0.96	0.53	1.6 × 2
3	3.2	0.40	0.30	8.5 × 3
	4.8	0.60	0.46	3.6 × 3
4	2.4	0.16	0.26	55.0 × 4
6	2.4	0.16	0.30	55.0 × 6

マイクロヒーター形状

両端リード取り出し



片端リード取り出し



マイクロヒーターの各種応用製品

