

**KANTHAL®**

# 熱電対、補償導線 および補償導線用合金

KANTHAL®合金





# 内容

はじめに、一般的なコメント	4
標準グレード	5
特殊グレード	5
外装グレード	5
その他の特殊な特性	6
<b>熱電対</b>	7
熱電対の選択	7
最高運転温度	7
<b>NICROSIL/NISIL熱電対 (タイプN)</b>	10
<b>熱電対THERMOTHAL™ P/THERMOTHAL N (タイプK)</b>	12
<b>熱電対THERMOTHAL P (EP) /CUPROTHAL® (EN) (タイプE)</b>	14
<b>熱電対銅/CUPROTHAL (TN) (タイプT)</b>	15
<b>熱電対鉄 (JP) /CUPROTHAL (JN) (タイプJ)</b>	16
<b>CUPROTHAL CL</b>	17
<b>EMF公差</b>	18
<b>ホットジャンクションの形成</b>	21
オキシアセチレンとガス溶接	21
アーク溶接	22
吐出容量溶接	22
<b>熱電対補償および補償導線グレード合金</b>	23
<b>表</b>	26
Thermothal Pワイヤー	26
Thermothal Nワイヤー	27
Cuprothal (EN) 、Cuprothal (JN) 、Cuprothal (TN) 、 Cuprothal WXワイヤー	28
鉄線	29
Cuprothal SXワイヤー	30
Nicrosilワイヤー	31
Nisilワイヤー	32
<b>納入形態</b>	33
<b>公差</b>	34
<b>標準耐火チューブ</b>	35
<b>KANTHAL® 保護管</b>	37

# はじめに、一般的なコメント

多くの産業用加熱プロセスの場合、特に高温で行われるプロセスでは、熱電対が最も精度が高く、便利でシンプルな温度測定方法です。場合によっては、それが唯一の実行可能な方法です。

Kanthalは、幅広い熱電対材料の製造におけるリーダーです。

現代の熱電対の動作原理は、ゼーベックの「一方の接合部が他方より高温の2本の異種金属導体で回路を構成すると、回路に電流が流れる」という発見に由来しています。結果として生じるEMFは、接合部間の温度差に比例します。

1260 °Cまで使用できる当社のThermothal™ PおよびThermothal N卑金属合金は、原子炉、原子力潜水艦、ジェットエンジン、工業炉など、最も過酷な用途で長年にわたって指定されています。NiCr/NiAlの固有の不安定性は、Nicrosil/Nisil熱電対の導入によって大幅に改善されました。他の熱電対の組み合わせでも、それほど厳密でない課題であれば、同等の精度で実現できます。

Kanthal®熱電対用合金の詳細は次のページに記載されています。技術的なアドバイスやヘルプが必要な場合は、この高度に専門化した分野で蓄積された知識とノウハウを利用することができます。

Kanthal合金は以下の標準規格に従って提供されます。

古い規格（以下にリストされているものと異なる規格）をまだ使用している場合、お客様のリクエストに応じて別の起電力で提供することもできます。同等のKanthal合金とその組み合わせは、確立された商標の下で取り扱われています。以下、各項目について、括弧内に該当するタイプコードを記します。「P」と「N」は、正極材と負極材を示すために使用されます。

## 標準グレード

このグレードは、動作温度範囲全体にわたって校正されており、カップルのEMFは関連する規格または顧客の規格に準拠しています。個々のアームは白金に対して校正され、起電力は各コイルまたはスプールのラベルに表示されます。熱電対タイプJ、Cuprothal® (JN)と鉄 (JP) は、通常、光輝焼きなまし上げで供給されます。

Thermothal PおよびThermothal Nワイヤー（タイプK熱電対）は、光輝状態または酸化状態で使用できます。

## 基準と規範

ASTM	(米国材料試験協会) E 230
ANSI	(米国国家規格協会) MC 96.1
IEC	(国際電気標準会議584で採択された欧州の規格) - 1/2/3
DIN	(ドイツ工業規格) EN 60584 - 1/2
BS	(英国規格) 4937-1041、EN 60584 - 1/2
NF	(フランス国家規格) EN 60584 - 1/2 - NFC 42323 - NFC 42324
JIS	(日本工業規格) C 1602 - C 1610
GOST	(ロシア国家標準規格) 3044

### 特殊グレード

すべての熱電対の組み合わせは、特別な精度が要求される用途向けに、通常よりも近い公差（1/2および1/4公差）を選択することで利用できます。追加料金がかかる特殊グレードの材料の公差は、次のページに一覧されています。

一部の用途では、特別な公差 $\pm 0.25$  °Cまたは $\pm 0.002$  T（どちらか大きい方 - 「T」は温度）を製造できます。

その他の特殊な公差のグレードもご要望に応じて提供可能です。

### 外装グレード

鉬物を充填した被覆要素への製造に熱電対が必要な場合は、特別なEMF要件に合わせて合金を選択する必要があります。ワイヤーは、以下の国際規格に準拠しています。

**JIS C 1605 - ASTM E 608、E 585**およびその他の主な基準。鉬物で満たされた被覆要素で使用される熱電対の製造中に、EMF値は次の理由で変化します。

- 準備方法とその後の温熱治療
- シースの材質の種類: 耐熱性のあるステンレス鋼またはニッケルクロム合金
- 断熱値

Sandvikは、これらのEMF変動を低減し、完成したケーブルの標準値からの偏差を最小限に抑えるために、特別な熱電対ワイヤーを製造しています。

### SANDVIKが製造する熱電対ワイヤーの種類

コード	ワイヤーコンポーネント熱電対	
	正極材	負極材
N	Nicrosil (NP)	Nisil (NN)
K	Thermothal™ P (KP)	Thermothal N (KN)
E	Thermothal P (EP)	Cuprothal® (EN)
J	鉄(JP)	Cuprothal (JN)
T	銅	Cuprothal (TN)

## その他の特殊な特性

### 酸化面

輝線は、H<sub>2</sub>SやCO<sub>2</sub>の雰囲気が存在すると簡単に攻撃されます。この腐食性の攻撃に対する耐性は、酸化仕上げワイヤーの使用によって改善されます。さらに、ワイヤーにはコールドジャンクション端にサイドベントがあり、ホットジャンクション端に開いているシースに少量の清浄な空気を送り込むことによって換気される閉じたシースによって保護することができます。Kanthalは、これらの酸化仕上げワイヤーを標準のEMF要件またはお客様の特別なニーズに合わせて製造しています。

EMFの高度な安定性は、特定の用途向けの特別な熱処理によって得られます。

### 較正

すべての熱電対タイプは、EMFが国際規格で要求される温度範囲にわたって正しいことを保証するように較正されています。氷点下の温度で使用するために必要な熱電対は、そのまま注文する必要があります。すべての熱電合金は、Pt 67に対して個別に校正されており、さまざまな温度でのEMF値が対応するラベルに示されています。

### ハードおよびハーフハード加工製品 (ジョイント)

熱電対を補償ケーブルまたは延長ケーブルに接続するためのジョイントを製造する必要があることがよくあります。この目的のためには、熱電対 (またはケーブル) と同じ合金を使用して、接合部の温度が異なる場合のスプリアスEMFを回避することが望ましいです。

機械加工の目的では、合金のより硬い焼き戻しを使用する方が満足できることがよくあります。

作業性を向上させるために、これらの材料は硬いまたは半分硬くなければなりません。加工硬化操作またはその他の処理によりEMFが変化するため、正しいEMFを取得するには、完成品を焼きなましする必要があります。

Thermothal™ P/Thermothal Nの光輝焼きなましは、還元雰囲気または真空中で1100°C、30分間行われます。大気は硫黄ガスや湿気があってはなりません。

# 熱電対

## 最も使用されている熱電対の組み合わせ

熱電対	熱電素子	合金	作業環境	温度範囲、°C	
タイプK	KP	Thermothal™ P	酸化	-200	+1200
	KN	Thermothal N	不活性		
タイプE	EP	Thermothal P (EP)	酸化	-200	+900
	EN	Cuprothal® (EN)	不活性		
タイプT	TP	銅	酸化、真空	-200	+350
	TN	Cuprothal (TN)	還元性、不活性		
タイプJ	JP	鉄(JP)	酸化性 (高温での使用制限)	-40	+750
	JN	Cuprothal (JN)	還元性、不活性、真空		
タイプN	NP	Nicrosil	酸化	-200	+1200
	NN	Nisil	不活性		

### 熱電対の選択

熱電対は、温度、動作雰囲気、およびコンポーネントの物理的特性に関連して選択する必要があります。

熱電対タイプJ (鉄 (JP) /Cuprothal® (JN)) を使用することの大きな利点は、酸化および還元性雰囲気で機能する能力です。

貯蔵寿命中の腐食を防ぐために、銅でコーティングされた鉄を提供することができます。

タイプK (Thermothal P / Thermothal N) は、酸化性雰囲気と還元性雰囲気の両方で使用できる高ニッケル含有量の2つの合金で作られています。

タイプKを還元雰囲気で使用する場合は、次の章で説明する予防措置を講じる必要があります。

熱電対タイプT (銅/銅 (TN)) は、主に室温および極低温で使用されます。

高い熱電値が必要なアプリケーションには、熱電対タイプE (熱電対P (EP) /キュプロタル (EN)) が使用されます。

### 最高運転温度

工業用熱電対が動作する条件は非常に大きく異なるため、熱電対の寿命を正確に測定することは不可能です。

### 熱電対の寿命に影響を与える主な要因

#### 温度:

熱電対の寿命は、50 °Cの上昇が発生すると約50%減少します。

#### 直径:

ワイヤーの直径を2倍にすることで、寿命が2~3倍になります。

#### 熱サイクリング:

熱電対が室温から500 °C以上までの熱サイクルにさらされると、同じ温度で連続して使用される熱電対と比較して、熱電対の寿命が約50%減少します。

#### 保護:

熱電対を保護シースで覆い、セラミック絶縁体に配置すると、熱電対の寿命が大幅に延びます。

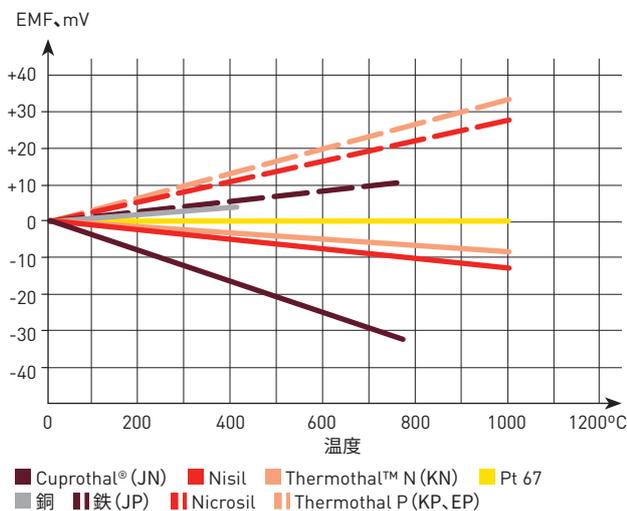
次の表に、さまざまな直径の裸線および保護線として使用され、循環せずに空気中で動作する熱電対に推奨される最高温度を示します。

### 裸線および保護線として使用される熱電対に推奨される最高温度

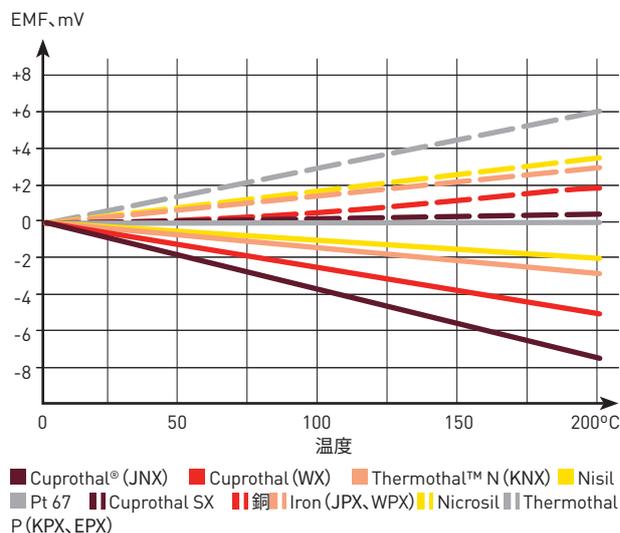
熱電対	種類	3.26 MM	1.63 MM	1.00 MM	0.80 MM	0.50 MM	0.30 MM	0.25 MM
Thermothal™ P/ Thermothal N (タイプK)	裸線	1050°C	930°C	900°C	860°C	800°C	750°C	710°C
	被覆線	1150°C	1080°C	1050°C	970°C	910°C	860°C	820°C
Thermothal P (EP) / Thermothal (EN) (タイプE)	裸線	860°C	800°C	750°C	700°C	660°C	620°C	580°C
	被覆線	1000°C	910°C	860°C	810°C	770°C	730°C	690°C
銅/ Cuprothal® (TN) (タイプT)	裸線	-	400°C	360°C	320°C	280°C	250°C	220°C
	被覆線	-	450°C	410°C	370°C	370°C	330°C	270°C
鉄 (JP) / Cuprothal (JN) (タイプJ)	裸線	760°C	760°C	720°C	680°C	650°C	600°C	560°C
	被覆線	760°C	760°C	760°C	760°C	760°C	710°C	670°C
Nicrosil/Nisil (タイプN)	裸線	1100°C	1010°C	960°C	930°C	890°C	840°C	800°C
	被覆線	1250°C	1180°C	1110°C	1040°C	1000°C	950°C	910°C

温度は、熱電対の焼損が発生する前に十分な寿命を得るためのガイドとして示されています。安定性のチェックは定期的に行う必要があります。

### 熱電対合金の公称EMFと Pt 67



### 公称EMF (熱電対、延長リード線、および補償導線用帯材と Pt 67)



熱電対と補償合金の特性とグレード

		THERMOTHAL™ P (+)	THERMOTHAL N (-)	CUPROTHAL® (EN)、(JN) 、TN (-)	CUPROTHAL WX (-)	CUPROTHAL SX (-)
公称組成、%	Ni	90	95	44	43	3
	Cr	10	-	-	-	-
	Fe	-	-	+	2	-
	Cu	-	-	バランス	バランス	バランス
	その他	+	AlMn- Si+	Mn+	Mn+	2 Mn
およその融点、単位: °C		1430	1400	1210	1210	1080
20 °Cでの比抵抗、マイクロオームcm		70.6	29.2	49	52	12
密度、g/cm <sup>2</sup>		8.72	8.60	8.90	8.90	8.91
抵抗温度係数、×10 <sup>-6</sup> /°C		300 20-100	1900 20-100	60 20-100	100 20-100	1500 20-100
線膨張係数、×10 <sup>-6</sup> /°C		17 20-100	17 20-100	14 20-100	15 20-100	16 20-100
熱伝導率 (20°C) Wm <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup>		19.2	29.7	21.2	21.0	-

(続き)

(続き)

		白金	鉄 (+)	NICROSIL (+)	NISIL (-)	銅 (+)	CUPROTHAL® CL (-)
公称組成、%	Ni	-	-	バランス	バランス	-	45
	Cr	-	-	14.2	-	-	-
	Fe	-	100	-	-	-	-
	Cu	-	-	-	-	100	バランス
	その他	-	+	Si+	4.3 Si	-	-
およその融点、単位: °C		1773	1535	1420	1420	1083	1210
20 °Cでの比抵抗、マイクロオームcm		10.6	13	100	36.5	1.72	49
密度、g/cm <sup>3</sup>		21.45	7.86	8.5	8.58	8.92	8.90
抵抗温度係数、×10 <sup>-6</sup> /°C		3000 20-100	5000 20-100	390 20-100	678 20-100	3930 20-100	100 20-100
線膨張係数、×10 <sup>-6</sup> /°C		89 20-100	11.7 20-100	17 20-100	17 20-100	16.6 20-100	14 20-100
熱伝導率 (20°C) Wm <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup>		69.5	66.2	13	27	388	21.2

# NICROSIL/NISIL熱電対 (タイプN)

長年にわたり、タイプKの卑金属熱電対は、約1000°Cまでの温度測定の最初の選択肢でした。その多くの利点にもかかわらず、この組み合わせにはそれにもかかわらず特定の欠点がありました。したがって、新しく改良された合金の組み合わせであるNicrosil/Nisilが開発されました。

タイプK熱電対は、校正精度、安定性、耐酸性、高熱起電力をリーズナブルな価格で兼ね備えています。特定の動作条件では性能が低下する可能性があります。

- 高温に長時間さらされると、EMFが徐々にドリフトする可能性があります
- 250–550°Cの範囲でEMFの短期的な変化が発生する可能性があります

EMFドリフトと短期EMF変化に対する責任の観点から、タイプNはタイプKの組み合わせを大幅に改善しています。また、Nisil負極材の耐酸性が向上しているため、寿命がはるかに長くなります。

Nicrosil / Nisilの熱EMF出力はタイプKの場合よりも低い。ため、既存の計装を変更せずに直接置換することはできません。ただし、温度の測定と制御が特に重要な航空宇宙、原子力、および半導体産業では、長寿命と改善された

熱EMF安定性の利点を無視することはできません。業界では一般的に、熱電対で作動する熱電対設備の検査、保守、および校正を節約する必要があります。

Nicrosil/Nisil熱電対用の延長用ケーブルが利用可能です。

次の表に、ITS90に基づくPt 67 (NISTモノグラフ175) に対するNicrosil/Nisil EMF温度特性を示します。

**NICROSIL/NISIL EMF参照表 (MV)、基準接点0°C**

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.261	0.525	0.793	1.065	1.340	1.619	1.902	2.189	2.479	2.774
100	2.774	3.072	3.374	3.680	3.989	4.302	4.618	4.937	5.260	5.585	5.913
200	5.913	6.245	6.579	6.916	7.255	7.597	7.941	8.288	8.637	8.988	9.341
300	9.341	9.696	10.054	10.413	10.774	11.136	11.501	11.867	12.234	12.603	12.974
400	12.974	13.346	13.719	14.094	14.469	14.846	15.225	15.604	15.984	16.362	16.748
500	16.748	17.131	17.515	17.900	18.286	18.672	19.059	19.447	19.835	20.224	20.613
600	20.613	21.003	21.393	21.784	22.175	22.566	22.958	23.350	23.742	24.134	24.527
700	24.527	24.919	25.312	25.705	26.098	26.491	26.883	27.276	27.669	28.062	28.455
800	28.455	28.847	29.240	29.632	30.024	30.416	30.807	31.199	31.590	31.981	32.371
900	32.371	32.769	33.151	33.541	33.930	34.319	34.707	35.095	35.482	35.869	36.256
1000	36.256	36.641	37.027	37.411	37.796	38.179	38.562	38.944	39.326	39.706	40.087
1100	40.087	40.466	40.845	41.223	41.600	41.976	42.352	42.727	43.101	43.474	43.846
1200	43.846	44.218	44.588	44.958	45.326	45.694	46.060	46.426	46.789	47.152	47.513
1300	47.513										

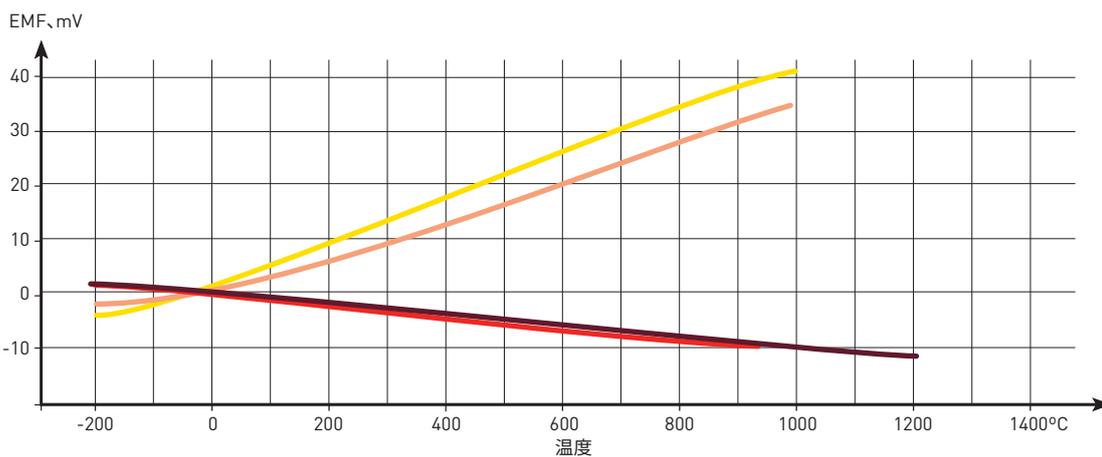
PT 67に対する標準EMF、基準接点°C

温度 °C	EMF, mV	
	NICOSIL材 (正)	NISIL材 (負)
0	0.000	0.000
100	1.784	0.990
200	3.943	1.970
300	6.348	2.993
400	8.919	4.055
500	11.603	5.145
600	14.370	6.243
700	17.202	7.325
800	20.094	8.360
900	23.045	9.327
1000	26.046	10.210
1100	29.083	11.004
1200	32.144	11.702
1300	35.221	12.292



NicosilとNisilを識別するために使用されるラベル。

EMF比較 (NICROSIL、NISIL、THERMOTHAL™ PおよびTHERMOTHAL Nと PT)



■ Thermothal™ N ■ Nisil ■ Nicosil ■ Thermothal P

# 熱電対THERMOTHAL™ P/ THERMOTHAL N (タイプK)

タイプK熱電対は、他の卑金属熱電対よりも耐酸化性に優れているため、500°Cを超える温度で最も広く使用されています。

Thermothal P / Thermothal N熱電対は、国際規格で要求されるすべての規格に対応しています。

各熱電対線は、プラチナに適合したときに特別な公差を満たすように製造されています。これにより、Thermothal PのコイルをThermothal Nのコイルと標準公差に一致させることができます。各コイルは、プラチナ67に対して200°C/400°C/600°C/800°C/1000°Cでテストされ、各コイルには、Pt 67に対するEMF値を示すタグが付いています。

次の表に、Pt 67 (NISTモノグラフ175) に対するKP/KNEMFの特性を示します。

## タイプKの使用上の注意

タイプKの電対を使用する際の注意事項を以下に示します。これらは、ASTM STP 470Aにリストされています。

タイプK熱電対は、タイプNを除く他の組み合わせよりも耐酸化性に優れており、酸化性または不活性雰囲気で推奨されます。

熱電対タイプKは、次の場合に直接または被覆なしで使用することはできません。

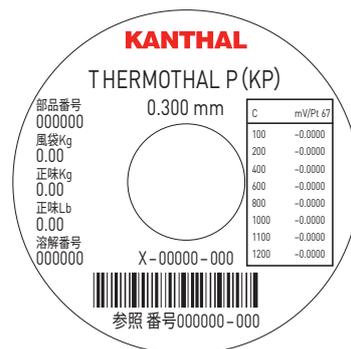
- あるいは、酸化および還元性雰囲気。
- 硫黄含有ガスのある雰囲気。合金が攻撃され、粒界腐食、脆化、および負極材 (Thermothal N) の亀裂が発生します。
- 保護シースは、油、脂肪、炭素含有物質、汚れを取り除くために洗浄する必要があります。
- 真空中では、短時間を除いて、クロムは主に正極材のThermothal Pから蒸発し、電対のEMFを変化させます。
- 水素、解離したアンモニア、酸素含有量の少ない一酸化炭素などの還元性雰囲気。

**THERMOTHAL P (KP) /THERMOTHAL N (KN) EMF参照表 (MV) 、基準接点0°C**

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.612	2.023	2.437	2.851	3.267	3.682	4.096
100	4.096	4.509	4.920	5.328	5.735	6.138	6.540	6.941	7.340	7.739	8.139
200	8.139	8.539	8.940	9.343	9.747	10.153	10.561	10.971	11.382	11.795	12.209
300	12.209	12.624	13.040	13.457	13.875	14.293	14.713	15.133	15.554	15.975	16.397
400	16.397	16.820	17.243	17.667	18.091	18.516	18.941	19.366	19.792	20.218	20.644
500	20.644	21.071	21.497	21.924	22.350	22.776	23.203	23.629	24.055	24.480	24.906
600	24.906	25.330	25.755	26.179	26.602	27.025	27.447	27.869	28.290	28.710	29.129
700	29.129	29.548	29.965	30.382	30.798	31.214	31.628	32.041	32.453	32.865	33.275
800	33.275	33.685	34.093	34.501	34.908	35.313	35.718	36.121	36.524	36.925	37.326
900	37.326	37.726	38.124	38.522	38.918	39.314	39.708	40.102	40.494	40.885	41.276
1000	41.276	41.665	42.053	42.440	42.826	43.211	43.595	43.978	44.359	44.740	45.119
1100	45.119	45.497	45.873	46.249	46.623	46.996	47.367	47.737	48.105	48.473	48.839

PT 67に対する標準EMF、基準接点°C

温度 °C	EMF, mV	
	THERMOTHAL™ P (KP) 正極材	THERMOTHAL N (KN) 負極材
0	0.000	0.000
100	2.814	1.283
200	5.970	2.168
300	9.323	2.886
400	12.764	3.633
500	16.214	4.431
600	19.618	5.287
700	22.951	6.178
800	26.205	7.070
900	29.386	7.940
1000	32.499	8.777
1100	35.544	9.575
1200	38.508	10.330



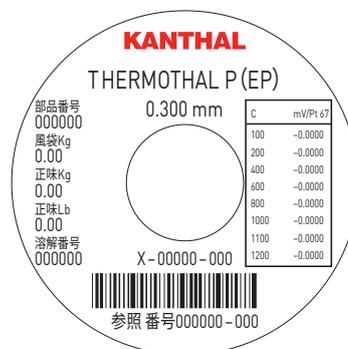
Thermothal PおよびThermothal Nを識別するために使用されるラベル。

還元性雰囲気では、正極材（ニッケル90%、クロム10%）は、次のような緑色の酸化物を生成します。「緑の腐敗」（ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ）ニッケル-酸化クロム（NiO-Cr）の代わりに $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ）。緑色酸化物の発生により、Thermothal Pのクロム含有量が減少します。これにより、EMFが減少し、特に816°Cから1038°Cの範囲でEMF出力が最大で55%減少します。この状態は、クロムの損失によりKPアームが磁性を帯びることを伴います。

適切なシース材料を使用することにより、腐食性ガスが熱電対を攻撃するのを防ぐことができます。直径が小さすぎるシースは避けてください。

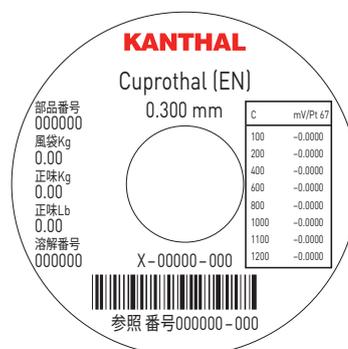
# 熱電対THERMOTHAL™ P (EP) / CU-PROTHAL® (EN) (タイプE)

タイプEの熱電対は、一般的な熱電対の中で最大のEMFを持つため、熱発電機（熱電対列）で使用されることがよくあります。900℃まで使用され、300℃までの極低温範囲で優れた安定性を備えています。電対の正のアームは熱電対Pで、タイプKの熱電対と同じで、負のアームはCuprothal (EN) です。



## PT 67に対する標準EMF、基準接点℃

温度 ℃	EMF, mV	
	THERMOTHAL™ P (EP) 正極材、	CUPROTHAL® (EN) 負極材
0	0.000	0.000
100	2.814	3.505
200	5.970	7.457
300	9.323	11.713
400	12.764	16.182
500	16.214	20.792
600	19.618	25.475
700	22.951	30.161
800	26.205	34.812
900	29.386	39.401



Thermothal P (EP) およびCuprothal (EN) を識別するために使用されるラベル。

## THERMOTHAL P (EP) /CUPROTHAL (EN) EMF参照表 (MV)、基準接点0℃

℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.591	1.192	1.801	2.420	3.048	3.685	4.330	4.985	5.648	6.319
100	6.319	6.998	7.685	8.379	9.081	9.789	10.504	11.224	11.951	12.684	13.421
200	13.421	14.164	14.912	15.664	16.420	17.181	17.945	18.713	19.484	20.257	21.036
300	21.036	21.817	22.600	23.386	24.174	24.964	25.757	26.552	27.348	28.146	28.946
400	28.946	29.747	30.550	31.354	32.159	32.965	33.772	34.579	35.388	36.196	37.005
500	37.005	37.815	38.624	39.434	40.244	41.053	41.862	42.671	43.479	44.286	45.093
600	45.093	45.900	46.705	47.510	48.313	49.116	49.917	50.718	51.517	52.315	53.112
700	53.112	53.908	54.703	55.497	56.289	57.080	57.870	58.659	59.446	60.232	61.017
800	61.017	61.801	62.583	63.364	64.144	64.922	65.698	66.473	67.246	68.017	68.787
900	68.787	69.554	70.319	71.083	71.844	72.603	73.360	74.115	74.869	75.621	76.373

# 熱電対銅/CUPROTHAL (TN) (タイプT)

銅(正の元素として)とキュープロタル(TN)(負の元素として)の組み合わせは、-185°Cから+370°Cの温度範囲で実験室と産業の両方で使用できる熱電対を生み出します。銅の酸化に対する耐性は限られているため、この温度を超えないようにすることを推奨します。通常、負の要素(Cuprothal (TN))のみを供給します。これは、優れた純粋な電解銅(ASTM標準B3に準拠など)が、EMFでバッチ間で十分に均一で一定であり、特に-185°Cを超える温度で一定であるためです。

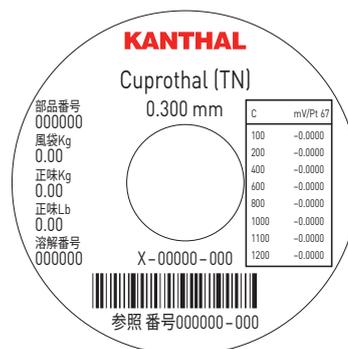
Thermothal P (EP) - Cuprothal (EN) および銅 - Cuprothal (TN) の負の要素は、鉄 (JP) -Cuprothal (JN) と同じEMF出力を与えないため、Cuprothal (EN) および

## PT 67に対する標準EMF、基準接点°C

温度 °C	EMF, mV	
	銅 正極材、	CUPROTHAL® (TN) 負極材
-200	-0.195	-5.408
-100	-0.369	-3.010
0	0	0
100	0.773	3.505
200	1.837	7.451
300	3.149	11.713
400	4.690	16.182

Cuprothal (TN) は、Cuprothal (JN) と互換性がありません。

銅/Cuprothal (TN) 熱電対のEMF温度特性を以下に示します。氷点下の温度で使用するために材料が必要な場合は、特別な品質のCuprothalを選択する必要があるため、注文時にこれを記載することが不可欠です。



Cuprothal (TN) を識別するために使用されるラベル。

## 銅 - CUPROTHAL (TN) EMF参照表 (MV)、基準接点0°C

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-200	-5.603	-5.439	-5.261	-5.070	-4.865	-4.648	-4.419	-4.177	-3.923	-3.657	-3.379
-100	-3.379	-3.089	-2.788	-2.476	-2.153	-1.819	-1.475	-1.121	-0.757	-0.383	0.000
0	0.000	0.391	0.789	1.196	1.612	2.036	2.468	2.909	3.358	3.814	4.279
100	4.279	4.750	5.228	5.714	6.206	6.704	7.209	7.720	8.235	8.760	9.288
200	9.288	9.822	10.362	10.908	11.458	12.013	12.574	13.139	13.709	14.283	14.862
300	14.862	15.445	16.032	16.624	17.219	17.819	18.422	19.030	19.641	20.255	20.872

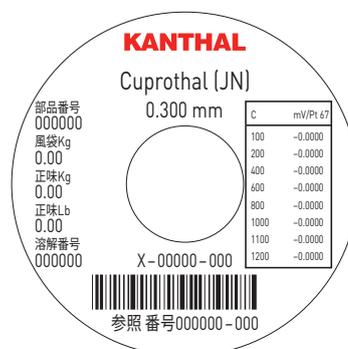
# 熱電対鉄 (JP) / CUPROTHAL® (JN) (タイプJ)

この熱電対は、EMFが高くコストが低いため、頻繁に使用されます。760°Cまでの酸化条件または900°Cまでの還元条件で使用できます。高温でより大きな線径を使用することをお勧めします。770°Cで鉄に磁気変換が起こり、900°Cで結晶学的変化が起こることも考慮に入れる必要があります。これは、鉄の熱電特性に非常に大きく影響します。

タイプJ熱電対は、500°Cを超える硫黄雰囲気では使用しないでください。また、脆化のため、ゼロ未満の温度では推奨されません。

熱電対で使用するために割り当てられている鉄線の世界生産量はごくわずかであるため、鉄の生産者は溶融物をEMF値に制御することに関心がありません。

したがって、利用可能な鉄に基づいて、鉄に結合され、それぞれの許容誤差で標準化曲線に従うCuprothalの適切な溶融物を選択する必要があります。Sandvikは、J熱電対用の特殊鉄を供給しています。Cuprothal (JN) は、Cuprothal (TN) およびCuprothal (EN) と互換性がなく、他の種類の鉄と交換できないことを覚えておく必要があります。



鉄 (JP) とCuprothal (JN) を識別するために使用されるラベル。

## 鉄 (JP) / CUPROTHAL (JN) EMF参照表 (MV)、基準接点0°C

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.507	1.019	1.537	2.059	2.585	3.116	3.650	4.187	4.727	5.269
100	5.269	5.814	6.360	6.909	7.459	8.010	8.562	9.115	9.669	10.224	10.779
200	10.779	11.334	11.889	12.445	13.000	13.555	14.110	14.665	15.219	15.773	16.327
300	16.327	16.881	17.434	17.986	18.539	19.091	19.642	20.194	20.745	21.297	21.848
400	21.848	22.400	22.952	23.504	24.057	24.610	25.164	25.720	26.276	26.834	27.393
500	27.393	27.953	28.516	29.080	29.647	30.216	30.788	31.362	31.939	32.519	33.102
600	33.102	33.689	34.279	34.873	35.470	36.071	36.675	37.284	37.896	38.512	39.132
700	39.132	39.755	40.382	41.012	41.645	42.281	42.919	43.559	44.203	44.848	45.494
800	45.494	46.141	46.786	47.431	48.074	48.715	49.353	49.989	50.622	51.251	51.877

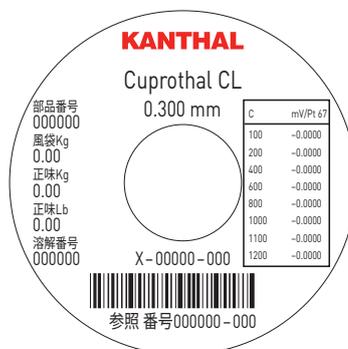
Sandvikは、ご要望に応じて、鉄 (LP) と組み合わせて、タイプL熱電対の古いドイツ規格DIN 43710に適合するCuprothal (LN) を提供できます。

# CUPROTHAL CL

Cuprothal CLは、Pt 67に対して非常に高いEMF値を持ち、さまざまなタイプのCuprothalの中で最も高くなっています。この特性は、化学組成に含まれる追加の元素の含有量が少ないことに由来します。それどころか、他のタイプのキュプロタルでは、規格によって要求されるEMF値を満たすためにいくつかの追加が必要です。高い熱電出力を持つというこの特性により、Cuprothal CLは、多くの場合一般的に熱電対の製造で安全装置に接続されたガスバーナー内の火炎の有無を検出するために使用されます。

## 納入形態

ワイヤーは通常、半硬質状態のコイルで供給され、引張強度は600～800MPaの範囲です。



Cuprothal CLを識別するために使用されるラベル。

## CUPROTHAL CL - PT 67に対するEMF最小値 (MV)、0°Cでの基準接点

温度、単位: °C	EMF最小、MV
0	0
100	-4.00
200	-8.62
800	-38.68

EMFテストは、焼きなましされた材料で実行する必要があります

# EMF公差

特に指定のない熱電対の場合、補償および延長材料は次の場所に供給されます。「標準」公差。

ご要望に応じて、材料は特別な公差で供給できます。各スプールとコイルは、0°Cから各合金の組み合わせに示されている最高温度値までの温度範囲で較正されています（最高温度は1000°C、1100°C、1200°Cです）。

標準公差と特殊公差については、以下の表で詳しく説明しています。

見てわかるように、0°C未満の温度範囲ではさまざまな許容誤差が適用されます。材料を0°C未満で使用する必要がある場合は、特別な材料を選択する必要があるため、注文時にこれを要求する必要があります

## アメリカ規格ASTM E 230-ANSI MC 96.1

熱電対の種類	温度 範囲、°C	公差		
		標準規格	特殊規格	標準規格
Thermothal™ P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	0~1250	± 2.2°Cまたは ± 0.75%	-	-
Thermothal™ P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	0~900	± 1.7°Cまたは ± 0.5%	-	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	0~350	± 1°Cまたは ± 0.75%	-	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	0~750	± 2.2°Cまたは ± 0.75%	-	-
Nicrosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	0~1300	± 2.2°Cまたは ± 0.75%	-	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	0~1250	-	± 1.1°Cまたは ± 0.40%	-
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	0~900	-	± 1°Cまたは ± 0.40%	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	0~350	-	± 0.5°Cまたは ± 0.40%	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	0~750	-	± 1.1°Cまたは ± 0.40%	-
Nicrosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	0~1300	-	± 1.1°Cまたは ± 0.40%	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-200~0	-	-	± 2.2°Cまたは ± 2%
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-200~0	-	-	± 1.7°Cまたは ± 1%
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-200~0	-	-	± 1°Cまたは ± 1.5%

公差は、大きい方の値のいずれかです

欧州規格IEC584-2 (DIN EN 60584-2; BS EN 60584-2; JIS C1 602)

熱電対の種類	温度 範囲、°C	公差		
		クラス1	クラス2	クラス3
Thermothal P™ (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-40~1000	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Thermothal™ P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-40~800	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-40~350	± 0.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	-40~750	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Nicosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-40~1000	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-40~1200	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-40~900	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-40~350	-	± 1°Cまたは ± 0.75%	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	-40~750	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
Nicosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-40~1200	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-40~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-40~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-40~+40	-	-	± 1°Cまたは ± 1.5%
Nicosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-200~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%

公差は、大きい方の値のいずれかです

## フランス規格NF EN 60584-2

熱電対の種類	温度 範囲、°C	公差		
		クラス1	クラス2	クラス3
Thermothal™ P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-40~1000	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Thermothal™ P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-40~800	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-40~350	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	-40~750	± 0.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Nicrosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-40~1000	± 1.5°Cまたは ± 0.40%	-	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-40~1200	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-40~900	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-40~750	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
鉄 (JP) / Cuprothal® (JN) (タイプJ)	-40~350	-	± 1°Cまたは ± 0.75%	-
Nicrosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-40~1200	-	± 2.5°Cまたは ± 0.75%	-
Thermothal P (KP) /Thermothal N (KN) (タイプK)	-200~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%
Thermothal P (EP) /Cuprothal® (EN) (タイプE)	-200~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%
銅/Cuprothal (TN) (タイプT)	-200~+40	-	-	± 1°Cまたは ± 1.5%
Nicrosil (NP) /Nisil (NN) (タイプN)	-200~+40	-	-	± 2.5°Cまたは ± 1.5%

公差は、大きい方の値のいずれかです

### 注:

熱電対材料は通常、-40°Cを超える温度で表に指定されている許容誤差を満たすように供給されます。ただし、これらの材料は、タイプT、E、K、およびNのクラス3での低温に与えられた許容範囲内に収まらない場合があります。熱電対がクラス3の制限、およびクラス1または2の制限を満たす必要がある場合、通常は材料の選択が必要になるため、購入者はこれを述べる必要があります。

# ホットジャンクションの形成

ホットジャンクションからは、熱電対ワイヤ間の良好な電氣的接触を得るために適切な方法を採用する必要があります。

低温で、一般的に銅/Cuprothal® (TN) カップルを使用し、ソフトはんだ付けまたはシルバーはんだ付けを採用できます。

Thermothal™ P/Thermothal Nおよびその他の組み合わせの場合、高温測定で使用する場合、適切な接合部を得るには、溶接が唯一の方法です。

この目的のために、オキシアセチレン溶接が主に使用されますが、アーク溶接も良い結果をもたらします。

## オキシアセチレンとガス溶接

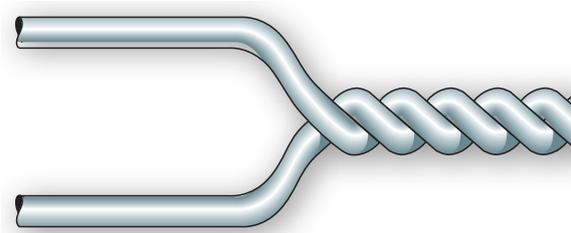
下の写真に示すように、ワイヤーの端は、ファイリングまたは研削によって洗浄し、2~3回転で撚り合わせる必要があります。

この手順により、溶接中の接触が良好になり、溶接継手の張力が防止されます。ワイヤーは万力で垂直に保持され、炎は溶接のためにねじれたワイヤーの上に下向きに配置されます。

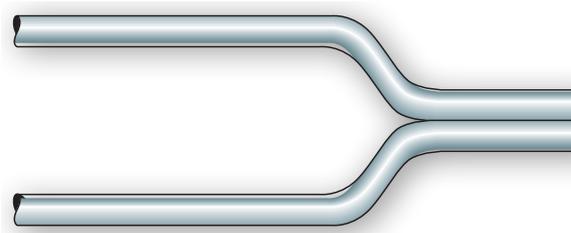
良好な溶接は、ねじれた端でワイヤーを融合する小さな液滴によって形成されます。ガス炎のサイズは線径に応じて変更する必要があり、中性または還元性の炎を使用する必要があります。過熱するとワイヤーの脆化を引き起こす可能性があるため、避ける必要があります。

経験を積むと、フラックスを使用しなくても十分な溶接が可能ですが、問題が発生した場合はホウ砂を使用できます。溶接部が冷えた後、金属から完全に洗浄する必要があることを忘れないでください。

再溶接は困難です。溶接が不十分な場合は、通常、ワイヤーを切断して新しい溶接を開始する必要があります。



ツイストワイヤー端。



ワイヤーの端が接触している。

### アーク溶接

ワイヤーは、ガス溶接の場合と同様に洗浄および撚り合わせられ、DC電源の+VEアームに接続されたバイスに保持されます。次に、-VE材としてのカーボン電極をツイストワイヤーに接触させて、アークを作成し、ワイヤーの端を溶接します。必要な電圧は線径によって異なりますが、直径3.2mmの場合は約40Vの電圧が必要です。このタイプの溶接ではフラックスは必要ありません。

炭素電極をタングステン電極に置き換えると、熱電対材料の溶接にも非常に一般的なTIG（タングステン不活性ガス）溶接が行われます。この場合、不活性ガスの流れが溶接継手に吹き付けられ、空気汚染に対する完全な保護を提供します。

### 吐出容量溶接

この溶接方法は、小径のワイヤー（最大0.8mm）に採用されています。

下の写真に示すように、熱電対の端をエメリー紙で洗浄し、ワイヤーを接触させておく必要があります。

# 熱電対補償および拡張グレード合金

熱電対を機器に接続するときは、熱電対と同じEMF出力を持つケーブルを使用することが不可欠です。そうしないと、これらの接合部でスプリアスEMFが生成されます。最善の解決策は、熱電対（延長ケーブル）と同じ材料を使用することです。これらの許容誤差を次の表に示します。

より安価な代替手段は、補償ケーブルを使用することです。その合金は熱電対の合金とは異なりますが、限られた温度範囲で同じ出力を持ちます。

これは、銅/Cuprothal® (VNX) タイプKCB (VX) ケーブルの使用例です。Thermothal™ P / Thermothal N (タイプK) 熱電対で使用します。

当社のCuprothalSX合金 (RCA-SCA、RCB-SCB、SNX-RNX) は、Pt/PtRh熱電対 (S&R) の補償のために銅とともに使用されます。

ワイヤの補償グレードと延長グレードは、光輝焼きなまし状態で提供されます。

以下は、主要なKanthal®補償ケーブルと延長ケーブルのリストです。

## 米国規格ANSI MC 96-1

熱電対の種類	補償導線または延長用ケーブル	ケーブルの公称構成	米国規格ANSI MC 96-1			
			MV	温度、単位: °C	公差	
					標準規格	特殊規格
Thermothal™ P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	Thermothal P (KPX) / Thermothal N (KN) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90% Ni - 10% Cr Thermothal N (KNX) : 95% Ni + Al-Mn-Si	4.096 8.139	100 200	± 2.2°C 0°C~ 200°C	
Thermothal P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	銅/ Cuprothal® (VNX) (VX) *	銅: 100% Cu Cuprothal (VNX) : 44% Ni-バランスCu	4.096 -	100	± 2.2° 0°C~ 100°C	
Thermothal P (EP) / Cuprothal (EN) (タイプE)	Thermothal P (EPX) / Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90% Ni-10% Cr Thermothal N (KNX) : 95% Ni M+Al-Mn-Si バランスCu	6.319 13.421	100 200	± 1.7°C 0°C~ 200°C	
銅/ Cuprothal (TN) (タイプT)	銅/ Cuprothal (TNX) (TX)	銅: 100% Cu Cuprothal (TNX) : 44% Ni-バランスCu	4.279	100	± 1°C 0°C~ 100°C	± 0.5°C 0°C~100°C
鉄 (JP) / Cuprothal (JN) (タイプJ)	鉄 (JXP) / Cuprothal (JNX) (JX)	鉄 (JXP) : 100% Fe Cuprothal (JNX) : 44% Ni-バランスCu	5.269 10.779	100 200	± 2.2°C 0°C~ 200°C	± 1.1°C 0°C~200°C
Pt/Pt 10% Rh Pt/Pt 13% Rh (タイプS、R)	銅/ Cuprothal SX (SX) (RX)	銅: 100% Cu Cuprothal SX: 3% Ni-Mn-バランスCu	0.646 1.441	100 200	± 0.057 mV 0°C~ 200°C	
Nicosil (NP) / Nisil (NN) (タイプN)	Nicosil (NPX) / Nisil (NNX) (NX)	Nicosil (NPX) : 84% Ni - 14.2% Cr - Si Nisil (NNX) : 95% Ni - 4.3% Si	2.774 5.913	100 200	± 2.2°C 0°C~ 200°C	

\*タイプVXは最近の米国規格には含まれていませんが、引き続き使用されています

欧州規格IEC 584-3 (DIN EN 60584-3; BS 4937; NFC 42324)

熱電対の種類	補償導線または延長用ケーブル	ケーブルの公称構成	欧州規格IEC 584-3			
			MV	温度、単位: °C	公差	
					標準規格	特殊規格
Thermothal™ P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	Thermothal P (KPX) / Thermothal N (KN) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90%Ni - 10%Cr Thermothal N (KNX) : 95%Ni+Al-Mn-Si	4.096	100	± 2.5°C	± 1.5°C
			8.139	200	-25°C~ 200°C	-25°C~ 200°C
Thermothal P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	鉄 (WPX) / Cuprothal® (WX) (WNX) (KCA)	鉄 (WPX) : 100% Fe Cuprothal WX (WNX) : 43%Ni - 2%Mn 2%Fe - バランスCu	4.096	100	± 2.5°C	
			8.139	200	0°C~ 150°C	
Thermothal P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	銅 / Cuprothal (VNX) (KCB)	銅: 100% Cu Cuprothal (VNX) : 44% Ni-バランスCu	4.096	100	± 2.2°C	
			-		0°C~ 100°C	
Thermothal P (EP) / Cuprothal (EN) (タイプE)	Thermothal P (EPX) / Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90%Ni-10%Cr Cuprothal (ENX) : 44%Ni-バランスCu	6.319	100	± 2.5°C	± 1.5°C
			13.421	200	-25°C~ 200°C	-25°C~ 200°C
銅 / Cuprothal (TN) (タイプT)	銅 / Cuprothal (TNX) (TX)	銅: 100% Cu Cuprothal (TNX) : 44% Ni-バランスCu	4.279	100	± 1°C	± 0.5°C
			-		-25°C~ 100°C	-25°C~100°C
鉄 (JP) / Cuprothal (JN) (タイプJ)	鉄 (JPX) / Cuprothal (JNX) (JX)	鉄 (JPX) : 100% Fe Cuprothal (JNX) : 44%Ni-バランスCu	5.269	100	± 2.5°C	± 1.5°C
			10.779	200	-25°C~ 200°C	-25°C~200°C
Pt/Pt 10%Rh Pt/Pt 13%Rh (タイプS、R)	銅 / Cuprothal SX RCA-SCA  RCB-SCB	銅: 100% Cu Cuprothal SX: 3%Ni-Mn-バランスCu	-	-		
			0.646	100	± 2.5°C	
			-	-	0°C~ 100°C	
			0.646	100	± 5°C	
			1.441	200	0°C~ 200°C	
Nicosil (NP) / Nisil (NN) (タイプN)	Nicosil (NPX) / Nisil (NNX) (NX)	Nicosil (NPX) : 84%Ni - 14.2%Cr - Si Nisil (NNX) : 95%Ni - 4.3%Si	2.774	100	± 2.5°C	± 1.5°C
			5.913	200	-25°C~ 200°C	-25°C~200°C

## 日本規格JIS C 1610

熱電対の種類	補償導線用または延長用ケーブル	ケーブルの公称構成	日本規格JIS C 1610			
			MV	温度、単位: °C	公差	
					クラス2	クラス1
Thermothal P™ (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	Thermothal P (KPX) / Thermothal N (KN) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90% Ni - 10% Cr Thermothal N (KNX) : 95% Ni + Al-Mn-Si	4.096	100	± 100 mV -25°C~ 200°C	± 60 mV -25°C~ 200°C
			8.139	200		
Thermothal P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	鉄 (WPX) / Cuprothal® (WX) (WNX) (KCA)	鉄 (WPX) : 100% Fe Cuprothal WX (WNX) : 43% Ni - 2% Mn 2% Fe - バランスCu	4.096 8.139	100 200	± 100 mV 0°C~ 150°C	
Thermothal P (KP) / Thermothal N (KN) (タイプK)	銅 / Cuprothal (VNX) (KCB)	銅: 100% Cu Cuprothal (VNX) : 44% Ni - バランスCu	4.096 -	100	± 100 mV 0°C~ 100°C	
Thermothal P (EP) / Cuprothal (EN) (タイプE)	Thermothal P (EPX) / Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90% Ni - 10% Cr Cuprothal (ENX) : 44% Ni - バランスCu	6.319 13.421	100 200	± 200 mV -25°C~ 200°C	± 120 mV -25°C~ 200°C
銅 / Cuprothal (TN) (タイプT)	銅 / Cuprothal (TNX) (TX)	銅: 100% Cu Cuprothal (TNX) : 44% Ni - バランスCu	4.279 -	100	± 160 mV -25°C~ 100°C	± 30 mV -25°C~100°C
鉄 (JP) / Cuprothal (JN) (タイプJ)	鉄 (JPX) / Cuprothal (JNX) (JX)	鉄 (JPX) : 100% Fe Cuprothal (JNX) : 44% Ni - バランスCu	5.269 10.779	100 200	± 140 mV -25°C~ 200°C	± 185 mV -25°C~200°C
Pt/Pt 10% Rh Pt/Pt 13% Rh (タイプS、R)	銅 / Cuprothal SX RCA-SCA  RCB-SCB	銅: 100% Cu Cuprothal SX: 3% Ni-Mn-バランスCu	-	-	± 30 mV 0°C~ 100°C	± 60 mV 0°C~ 200°C
			0.646	100		
			-	-		
			0.646 1.441	100 200		
Nicrosil (NP) / Nisil (NN) (タイプN)	Nicrosil (NPX) / Nisil (NNX) (NX)	Nicrosil (NPX) : 84% Ni - 14.2% Cr - Si Nisil (NNX) : 95% Ni - 4.3% Si	2.774 5.913	100 200	± 200 mV -25°C~ 200°C	± 60 mV -25°C~200°C

# 表

## THERMOTHAL™ Pワイヤー

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.62	116.0	8	4.064	8.84	113.1
7	3.658	10.91	91.64	9	3.658	10.91	91.64
8	3.251	13.82	72.38	10	3.251	13.82	72.38
10	2.591	21.75	45.98	12	2.642	20.92	47.80
12	2.057	34.51	28.98	14	2.032	35.36	28.28
14	1.626	55.23	18.11	16	1.626	55.23	18.11
16	1.295	87.07	11.49	18	1.219	98.26	10.18
18	1.016	141	7.07	19	1.016	141	7.07
20	0.813	221	4.53	20	0.914	175	5.72
22	0.643	353	2.83	21	0.813	221	4.53
24	0.511	559	1.79	22	0.711	289	3.46
25	0.455	705	1.418	24	0.559	467	2.14
26	0.404	895	1.12	26	0.457	699	1.43
28	0.320	1426	0.70	30	0.315	1472	0.68
32	0.203	3543	0.28	34	0.234	2667	0.38
36	0.127	9053	0.11	36	0.193	3920	0.26

## THERMOTHAL Pワイヤー

メトリック					
直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.46	684.9	1.20	101	9.86
8.00	2.28	438.3	1.15	110	9.06
7.00	2.98	335.6	1.13	114	8.75
6.00	4.06	246.6	1.00	146	6.85
4.70	6.61	151.3	0.81	223	4.49
4.00	9.13	109.6	0.64	356	2.81
3.90	9.60	104.2	0.63	368	2.72
3.26	13.74	72.8	0.60	406	2.47
3.20	14.26	70.1	0.51	561	1.78
3.00	16.22	61.6	0.50	584	1.71
2.50	23.36	42.8	0.45	721	1.39
2.30	27.60	36.2	0.40	913	1.10
2.05	34.74	28.8	0.32	1426	0.70
2.00	36.50	27.4	0.30	1622	0.62
1.63	54.96	18.2	0.25	2336	0.43
1.50	64.89	15.4	0.20	3650	0.27
1.40	74.50	13.41	0.18	4507	0.22
1.29	87.74	11.41	0.10	14601	0.07

## THERMOTHAL Nワイヤー

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.7	114.4	8	4.064	8.96	111.6
7	3.658	11.1	90.3	9	3.658	11.06	90.38
8	3.251	14.0	71.3	10	3.251	14.01	71.39
10	2.591	22.1	45.34	12	2.642	21.21	47.15
12	2.057	35.0	28.58	14	2.032	35.86	27.89
14	1.626	56.0	17.86	16	1.626	56.00	17.86
16	1.295	88.3	11.33	18	1.219	99.63	10.04
18	1.016	143	6.97	19	1.016	143	6.97
20	0.813	224	4.46	20	0.914	177	5.64
22	0.643	353	2.79	21	0.813	224	4.46
24	0.511	567	1.76	22	0.711	293	3.41
25	0.455	715	1.36	24	0.559	474	2.11
26	0.404	907	1.10	26	0.457	709	1.41
28	0.320	1446	0.69	30	0.315	1492	0.67
32	0.203	3593	0.28	34	0.234	2704	0.37
36	0.127	9179	0.11	36	0.193	3975	0.25

## THERMOTHAL Nワイヤー

メトリック					
直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.48	675.4	1.20	103	9.73
8.00	2.31	432.3	1.15	112	8.93
7.00	3.02	331.0	1.13	116	8.62
6.00	4.11	243.2	1.00	148	6.75
4.70	6.70	149.2	0.81	226	4.43
4.00	9.25	108.1	0.64	361	2.77
3.90	9.73	102.7	0.63	373	2.68
3.26	13.93	71.78	0.60	411	2.43
3.20	14.46	69.17	0.51	569	1.76
3.00	16.45	60.79	0.50	592	1.69
2.50	23.69	42.22	0.45	731	1.37
2.30	27.99	35.73	0.40	925	1.08
2.05	35.23	28.39	0.32	1446	0.69
2.00	37.01	27.02	0.30	1645	0.61
1.63	55.72	17.95	0.25	2369	0.42
1.50	65.80	15.20	0.20	3701	0.27
1.40	75.54	13.24	0.18	4569	0.22
1.29	88.97	11.24	0.10	14805	

**CUPROTHAL® (EN) 、CUPROTHAL (JN) 、CUPROTHAL (TN) 、CUPROTHAL WXワイヤー**

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.4	118.4	8	4.064	8.66	115.4
7	3.658	10.7	93.53	9	3.658	10.69	93.53
8	3.251	13.5	73.88	10	3.251	13.54	73.88
10	2.591	21.3	46.93	12	2.642	20.50	48.79
12	2.057	33.8	29.58	14	2.032	34.65	28.86
14	1.626	54.1	18.48	16	1.626	54.11	18.48
16	1.295	85.3	11.72	18	1.219	96.27	10.39
18	1.016	139	7.22	19	1.016	138.6	7.22
20	0.813	216	4.62	20	0.914	171.2	5.84
22	0.643	346	2.89	21	0.813	216.4	4.62
24	0.511	548	1.83	22	0.711	283.0	3.53
25	0.455	691	1.45	24	0.559	457.8	2.18
26	0.404	877	1.14	26	0.457	685	1.46
28	0.320	1397	0.72	30	0.315	1442	0.69
32	0.203	3472	0.29	34	0.234	2613	0.38
36	0.127	8870	0.11	36	0.193	3841	0.26

**CUPROTHAL® (EN) 、CUPROTHAL (JN) 、CUPROTHAL (TN) 、CUPROTHAL WXワイヤー**

メトリック					
直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.43	699.0	1.20	99	10.07
8.00	2.24	447.4	1.15	108	9.24
7.00	2.92	342.5	1.13	112	8.93
6.00	3.97	251.6	1.00	143	6.99
4.70	6.48	154.4	0.81	218	4.59
4.00	8.94	111.8	0.64	349	2.86
3.90	9.41	106.3	0.63	360	2.77
3.26	13.46	74.29	0.60	397	2.52
3.20	13.97	71.58	0.51	550	1.82
3.00	15.90	62.91	0.50	572	1.75
2.50	22.89	43.69	0.45	707	1.42
2.30	27.04	36.98	0.40	894	1.12
2.05	34.04	29.38	0.32	1397	0.72
2.00	35.77	27.96	0.30	1590	0.63
1.63	53.84	18.57	0.25	2289	0.44
1.50	63.58	15.73	0.20	3577	0.28
1.40	72.99	13.70	0.18	4415	0.23
1.29	85.97	11.63	0.10	4306	0.07

鉄線

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	9.57	104.51	8	4.064	9.8	102.0
7	3.658	12.11	82.60	9	3.658	12.1	82.60
8	3.251	15.33	65.24	10	3.251	15.3	65.24
10	2.591	24.13	41.44	12	2.642	23.2	43.09
12	2.057	38.28	26.12	14	2.032	39.2	25.49
14	1.626	61.27	16.32	16	1.626	61.3	16.32
16	1.295	96.59	10.35	18	1.219	109	9.17
18	1.016	157	6.37	19	1.016	157	6.37
20	0.813	245	4.08	20	0.914	194	5.16
22	0.643	392	2.55	21	0.813	245	4.08
24	0.511	620	1.61	22	0.711	320	3.12
25	0.455	783	1.28	24	0.559	518	1.93
26	0.404	992	1.01	26	0.457	776	1.29
28	0.320	1582	0.63	30	0.315	1633	0.61
32	0.203	3931	0.25	34	0.234	2958	0.34
36	0.127	10043	0.10	36	0.193	4349	0.23

鉄線

メトリック

直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.62	617.3	1.20	112	8.89
8.00	2.53	395.1	1.15	122	8.16
7.00	3.31	302.5	1.13	127	7.88
6.00	4.50	222.2	1.00	162	6.17
4.70	7.33	136.4	0.81	247	4.05
4.00	10.12	98.77	0.64	395	2.53
3.90	10.65	93.89	0.63	408	2.45
3.26	15.24	65.61	0.60	450	2.22
3.20	15.82	63.21	0.51	623	1.61
3.00	18.00	55.56	0.50	648	1.54
2.50	25.92	38.58	0.45	800	1.25
2.30	30.62	32.66	0.40	1012	0.99
2.05	38.55	25.94	0.32	1582	0.63
2.00	40.50	24.69	0.30	1800	0.56
1.63	60.97	16.40	0.25	2592	0.39
1.50	72.00	13.89	0.20	4050	0.25
1.40	82.65	12.10	0.18	5000	0.20
1.29	97.34	10.27	0.10	16199	0.06

## CUPROTHAL® SXワイヤー

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.4	118.5	8	4.064	8.7	115.6
7	3.658	10.7	93.64	9	3.658	10.7	93.64
8	3.251	13.5	73.96	10	3.251	13.5	73.96
10	2.591	21.3	46.98	12	2.642	20.5	48.85
12	2.057	33.8	29.61	14	2.032	34.6	28.89
14	1.626	54.0	18.50	16	1.626	54.0	18.50
16	1.295	85.2	11.74	18	1.219	96	10.40
18	1.016	138	7.22	19	1.016	138	7.22
20	0.813	216	4.63	20	0.914	171	5.85
22	0.643	346	2.89	21	0.813	216	4.63
24	0.511	547	1.83	22	0.711	283	3.54
25	0.455	690	1.45	24	0.559	457	2.19
26	0.404	876	1.14	26	0.457	684	1.46
28	0.320	1390	0.72	30	0.315	1440	0.69
32	0.203	3468	0.29	34	0.234	2610	0.38
36	0.127	8860	0.11	36	0.193	3836	0.26

## CUPROTHAL® SXワイヤー

### メトリック

直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.43	699.8	1.20	99	10.08
8.00	2.23	447.9	1.15	108	9.25
7.00	2.92	342.9	1.13	112	8.94
6.00	3.97	251.9	1.00	143	7.00
4.70	6.47	154.6	0.81	218	4.59
4.00	8.93	112.0	0.64	349	2.87
3.90	9.40	106.4	0.63	360	2.78
3.26	13.45	74.37	0.60	397	2.52
3.20	13.96	71.66	0.51	549	1.82
3.00	15.88	62.98	0.50	572	1.75
2.50	22.86	43.74	0.45	706	1.42
2.30	27.01	37.02	0.40	893	1.12
2.05	34.00	29.41	0.32	1396	0.72
2.00	35.73	27.99	0.30	1588	0.63
1.63	53.78	18.59	0.25	2286	0.44
1.50	63.51	15.75	0.20	3573	0.28
1.40	72.91	13.72	0.18	4410	0.23
1.29	85.87	11.65	0.10	14290	0.07

## NICROSILワイヤー

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.8	113.4	8	4.064	9.0	110.6
7	3.658	11.2	89.65	9	3.658	11.2	89.65
8	3.251	14.1	70.81	10	3.251	14.1	70.81
10	2.591	22.2	44.98	12	2.642	21.4	46.76
12	2.057	35.3	28.35	14	2.032	36.2	27.66
14	1.626	56.5	17.71	16	1.626	56.5	17.71
16	1.295	89.0	11.24	18	1.219	100	9.96
18	1.016	145	6.92	19	1.016	145	6.92
20	0.813	226	4.43	20	0.914	179	5.60
22	0.643	361	2.77	21	0.813	226	4.43
24	0.511	572	1.75	22	0.711	295	3.39
25	0.455	721	1.39	24	0.559	478	2.09
26	0.404	915	1.09	26	0.457	715	1.40
28	0.320	1458	0.69	30	0.315	1504	0.66
32	0.203	3622	0.28	34	0.234	2726	0.37
36	0.127	9255	0.11	36	0.193	4007	0.25

## NICROSILワイヤー

### メトリック

直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.49	669.9	1.20	104	9.65
8.00	2.33	428.8	1.15	113	8.86
7.00	3.05	328.3	1.13	117	8.55
6.00	4.15	241.2	1.00	149	6.70
4.70	6.76	148.0	0.81	228	4.40
4.00	9.33	107.2	0.64	364	2.74
3.90	9.81	101.9	0.63	376	2.66
3.26	14.05	71.20	0.60	415	2.41
3.20	14.58	68.60	0.51	574	1.74
3.00	16.59	60.30	0.50	597	1.67
2.50	23.88	41.87	0.45	737	1.36
2.30	28.22	35.44	0.40	933	1.07
2.05	35.52	28.15	0.32	1458	0.69
2.00	37.32	26.80	0.30	1659	0.60
1.63	56.18	17.80	0.25	2388	0.42
1.50	66.34	15.07	0.20	3732	0.27
1.40	76.16	13.13	0.18	4607	0.22
1.29	89.70	11.15	0.10	14927	0.07

## NISILワイヤー

B&SまたはAWG				SWG			
B&SまたはAWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	SWG	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
6	4.115	8.8	114.1	8	4.064	9.0	111.3
7	3.658	11.1	90.17	9	3.658	11.1	90.17
8	3.251	14.0	71.22	10	3.251	14.0	71.22
10	2.591	22.1	45.24	12	2.642	21.3	47.04
12	2.057	35.1	28.51	14	2.032	35.9	27.82
14	1.626	56.1	17.82	16	1.626	56.1	17.82
16	1.295	88.5	11.30	18	1.219	100	10.01
18	1.016	144	6.96	19	1.016	144	6.96
20	0.813	225	4.45	20	0.914	178	5.63
22	0.643	359	2.79	21	0.813	225	4.45
24	0.511	568	1.76	22	0.711	294	3.41
25	0.455	717	1.40	24	0.559	475	2.11
26	0.404	909	1.10	26	0.457	711	1.41
28	0.320	1449	0.69	30	0.315	1496	0.67
32	0.203	3601	0.28	34	0.234	2710	0.37
36	0.127	9201	0.11	36	0.193	3984	0.25

## NISILワイヤー

### メトリック

直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M	直径、MM	長さ、M/KG	重量、G/M
10.00	1.48	673.9	1.20	103	9.70
8.00	2.32	431.3	1.15	112	8.91
7.00	3.03	330.2	1.13	116	8.60
6.00	4.12	242.6	1.00	148	6.74
4.70	6.72	148.9	0.81	226	4.42
4.00	9.27	107.8	0.64	362	2.76
3.90	9.76	102.5	0.63	374	2.67
3.26	13.96	71.62	0.60	412	2.43
3.20	14.49	69.00	0.51	571	1.75
3.00	16.49	60.65	0.50	594	1.68
2.50	23.74	42.12	0.45	733	1.37
2.30	28.05	35.65	0.40	927	1.08
2.05	35.31	28.32	0.32	1449	0.69
2.00	37.10	26.95	0.30	1649	0.61
1.63	55.85	17.90	0.25	2374	0.42
1.50	65.95	15.16	0.20	3710	0.27
1.40	75.71	13.21	0.18	4580	0.22
1.29	89.181	11.21	0.10	14840	0.07

# 納入形態

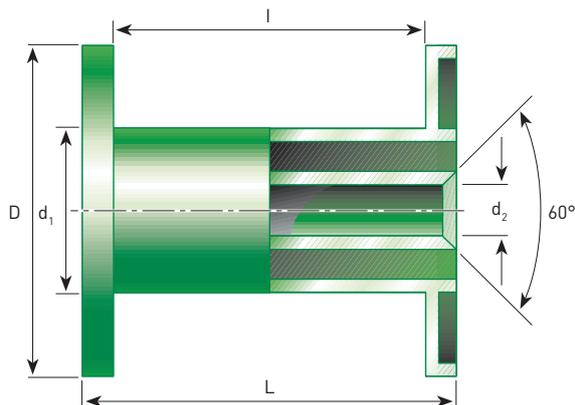
## 梱包

Kanthal®ブランド素材は通常、右記のように梱包されています。場合によっては、可能であれば、個々の要件に合わせてワイヤーを特別に梱包することもできます。追加の保護が必要な場合は、スプールをプラスチックフィルムで包みます。

## ワイヤー

表記の通り、直径約1.40mmまでのスプールが用意されています。

内径1.50 mm、直径6 mmまでのワイヤーは、内径が約1 mmのコイルで供給されます。500-600 mm。2 mmから6 mmまでのワイヤーを、ご要望に応じてハーフハードの状態、3 mの長さで矯正することができます。6 mmを超える10 mmまでの線材は、酸化処理または矯正処理されたもののみ供給可能です。ストレートの長さはバンドルで提供されます。



## リボン

リボンは通常、K125スプールで提供されます。サイズが $\geq 0.3$  mm<sup>2</sup>のセクションは、K100スプールに巻かれています。必要に応じて、最小サイズをK80スプールで提供できます。

スプールの寸法。

## 帯材

標準の配送形態はコイルです。

## ロッド

合金に応じて、剃毛または剃毛なしで利用できます。

## さまざまなタイプのスプールの寸法

スプール指定	直径、MM	公称ワイヤー重量、KG	D、MM	D <sub>1</sub> 、MM	D <sub>2</sub> 、MM	L、MM	I、MM	風袋、G
K 500	0.80-1.40	90	500	315	36	250	189	8000
K 355	0.50-1.40	40	355	224	36	200	160	1850
K 250	0.30-1.00	20	250	160	36	200	160	1050
K 200	0.25-0.80	10	200	125	36	200	160	600
K 160	0.20-0.80	6	160	100	22	160	128	350
K 125	0.15-0.80	3	125	80	16	125	100	200
K 100	0.10-0.50	1.5	100	63	16	100	80	125
K 80	0.04-0.15	0.5	80	50	16	80	64	70

# 公差

特に明記されていない限り、すべてのワイヤー、帯材、リボンは、光輝、マット、または酸化仕上げのいずれかで、完全に焼きなましされた状態で提供されます。仕上げの種類は注文時に明記する必要があります。

ワイヤ、直線の長さ、および帯材の標準公差を以下に示します。

## 冷間圧延リボンの寸法の公差

リボンは通常、抵抗公差で指定されます。必要に応じて、下の表のように幅の寸法公差を適用できます。

## 切断および矯正長さ（ロッド）の公称長に対する公差

すべての直径について、すべての長さは公称長さの-0/+1%です。

## ワイヤー直径の公差

線径	公称値からの最大偏差、MM	最大楕円率、MM
d	$Tol = \pm 0.015 \cdot \sqrt{d}$	$Tol = \pm 0.015 \cdot \sqrt{d}$

## 直線の長さの直径の公差

直径、MM	公差、MM
1.7~3	+0/-0.060
3.01~6	+0/-0.075
6.01~10	+0/-0.09

## 冷間圧延リボンの寸法の公差

幅、MM	厚さ、MM		
	0.07-0.2	0.2-0.5	0.5-0.8
0.5-1.5	+0.02-0.04	+0.01-0.03	
1.5-2.5	+0.04-0.07	+0.03-0.04	+0.02-0.04
2.5-4.0		$\pm 0.08$	+0.12

# 標準耐火管

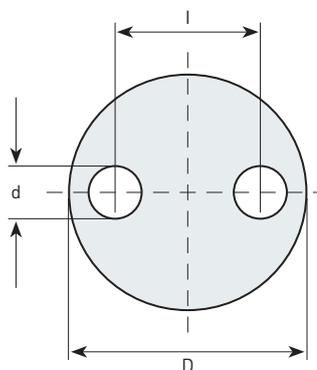
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	最大 運転温度、 °C	吸収H <sub>2</sub> O、%ボリ コーム	バルク密度 KG/DM <sup>3</sup>	20-100°C間の 熱伝導率 W/MK	冷間圧縮強度	100-1000°C間 の比熱 J/KGK	FE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %含有量	サーマルショツ ク耐性	標準規格
44	1250	12-18	1.9	1.28-1.74	300	837	< 1	良	KER 530 DIN 40685
63プレート 80チューブ	1350	12-18	2.2	1.74-2.32	400	837	0.8	良	KER 610 わずかに多 孔質
堇青石	1200	10-15	1.9	1.28-1.63	500	837	< 1	優	KER 520

標準的な含有量の耐火物と高Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の耐火物の選択は、線材合金と使用温度によって決定されます。

## 図1寸法

番号	D	D, MM	I, MM
028	3	0.8	1.3
028	3.5	1	1.6
028	3.8	1.15	1.8
028	4	1	1.8
028	4	1.2	1.8
028	4.5	1.3	2.35
028	5	1.5	2.35
028	5	1.8	2.35
028	6	2	2.8
028	6.5	2	3.2
028	7	2.5	3.2
028	7.5	2	3.6
028	7.5	2.5	3.6
028	8	2.2	3.6
028	8	3	3.6
028	8.5	3	4.1
028	9	3	4.1
028	10	3	4.5
028	12	4	5.4
028	12	4.5	5.4
028	14	4	6.4
028	14	5	6.4
028	16	5	7

図1

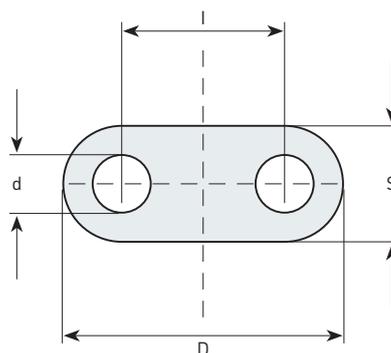


標準の長さ: L = 25/50/100 mm、その他の長さについてはお問い合わせください。

### 図2寸法

番号	D	D、MM	I、MM
029	3	2	1.6
029	4.3	3	1.8
029	12	7	5.5
029	12.7	7.21	5.5
029	15	9	7
029	15	9	7

図2



### 図3寸法

番号	D	D、MM	I、MM	穴の数
030	4	0.8	2.2	4
030	4.5	1	2.5	4
030	6	1.5	3.0	4
030	8.5	2	4.5	4
030	8.5	2.5	4.7	4
030	8.5	1.5	4.25	4
030	9.5	3	5.3	4
030	12	3	6.5	4
030	12	3.5	6.7	4
030	13	4	7.3	4
030	14	4	7.7	4
030	16	5	9	4
030	16	4.5	9.5	4
030	17	5	10	4

図3

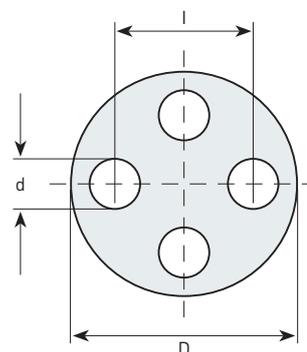
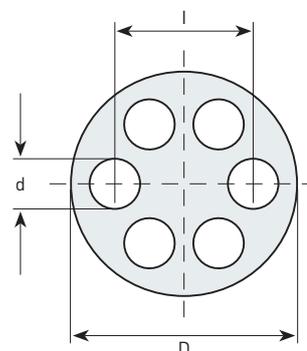


図4



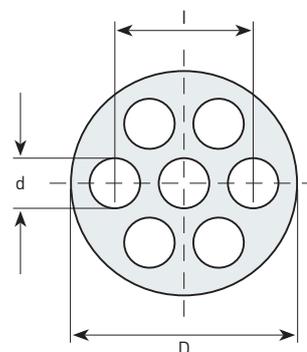
### 図4寸法

番号	D	D、MM	I、MM	穴の数
030	5.5	1	3.4	6
030	8	1.6	5.1	6
030	10	2.2	6.5	6
030	14	3.5	9	6
030	15	3.5	9.5	6

### 図5寸法

番号	D	D、MM	I、MM	穴の数
030	11.5	2.7	8	7
030	12.4	2.7	8	7
030	13	3	8.5	7
030	14.5	2	9	7
030	16	4	10	7
030	18	4.5	11.5	7

図5



標準の長さ: L = 25/50/100 mm、その他の長さについてはお問い合わせください。

# KANTHAL®保護管

## 1400°CまでのKANTHAL金属保護管

これらの金属保護管は、当社の高温耐性合金Kanthal AF、直径6.0–22.0 mm、およびKanthal APM™ 22.0–40.0 mm、空気中の最高動作温度が1400°Cから製造されています

熱電対にKanthal保護管を使用することで得られるメリットは次のとおりです。

- 他のタイプの金属保護管よりも、150~200°C高い温度耐性。
- 硫黄または炭素化合物による攻撃に対する高い耐性。
- 材料の高温耐性により、長寿命の薄肉チューブの製造が可能。薄い壁は急速な熱伝達をもたらします。これは、温度変化に対する感度が高いことを意味します。
- 保護管の酸化アルミニウム層はフレーク状になる傾向が最小限であるため、汚染が回避されます。

## 最大1700°Cの熱耐性を持つKANTHAL® SUPER保護管

これらのチューブは、Kanthal® Super発熱体同様ニッケイ化モリブデンで作られています。Kanthal® Super保護管には次のメリットがあります。

- 最高作動温度は1700°Cです。

## KANTHAL金属保護管

寸法外径、MM	壁の厚さ、MM	最大長、MM
6.0	0.4	6000
15.0	1.3	6000
19.1	1.3	6000
22.0	1.3または2.0	6000
26.0	2.9	6000
33.7	3.0または6.0	6000
40.0	3.0	6000

Kanthal金属管は、一方の端が閉じて供給され、もう一方の端が接続ヘッド用にねじ山で供給されます。また、両端を開いた状態で最大6 mの標準長さで供給することもできます。OD 6–22 mm溶接、26–40 mm押し出し。

- 気孔率と脆性は、セラミック保護管よりも低くなっています。したがって、保護管は、高温および腐食性の炉雰囲気での操作に特に適しています。
- 金属製の保護管は、状況によっては、熱電対の機能を妨げる可能性のある電磁振動の影響を受ける可能性があります。Kanthal® Super保護管は、そのような振動を抑制します。

## KANTHAL® SUPER保護管

寸法外径、MM	壁の厚さ、MM	最大長、MM
7.0	2.0	2000
10.0	2.0	2000
12.0	4.5	2000
12.0	3.0	2000
18.0	4.0	2000
22.0	4.5	2000
25.0	5.0	2000
32.0	7.0	1000
50.0	11.0	1000

Kanthal® Super管は、一端を閉じた状態で供給でき、ねじ山付きの管フィッティングも備えています。



### **Sandvik Group**

Sandvikグループは、130カ国に47,000人の従業員を擁するグローバルなハイテク企業です。Sandvikの事業は、5つの事業分野に集約されており、特定のニッチ分野で世界有数の地位を占めています。Sandvik Mining、Sandvik Machining Solutions、Sandvik Materials Technology、Sandvik Construction、およびSandvik Venture。

### **Sandvik Materials Technology**

Sandvik Materials Technologyは、厳しい環境向けのステンレス鋼や特殊合金を使用した製品および工業加熱用の製品やシステムの分野で世界をリードするメーカーです。

Kanthalは、Sandvikが所有するブランドで、世界クラスの加熱技術製品およびソリューションを提供しています。Sandvik、Kanthal、Nifethal、Nikrothal、Alkrothal、およびCuprothalは、Sandvik Intellectual Property ABが所有する商標です。

### **品質管理**

Sandvik Materials Technologyの品質管理システムは、国際的に認められた組織の承認を得ています。取得済みの認証として、材料メーカー向けのASME品質システム認証、ISO 9001、ISO/TS 16949、ISO 17025、PED 97/23/ECなどがあります。TÜV、JIS、DNV、Lloyd's Registerなどの団体による製品や工場に関する認証も取得しています。

### **環境、健康と安全性**

環境意識、健康、安全性は、私たちのビジネスに不可欠な要素であり、私たちの事業活動におけるすべての活動の最前線に位置しています。ISO 14001およびOHSAS 18001認定を取得しています。

推奨事項はあくまで参考用であり、当社では実際の使用条件がわかっている場合にのみ、特定用途向け材料の適合性を確認することができます。継続的な開発により、予告なしに技術データの変更が必要となる可能性があります。

この印刷物はSandvikの資料にのみ有効です。同じ国際仕様をカバーする他の資料は、この印刷物に示されている機械および腐食特性に必ずしも準拠していません。

