

「産業技術論」講義

追加

高い固有技術を有する中小企業例

社名	株式会社ネツシン	アルファ・エレクトロニクス株式会社
所在地	埼玉県	秋田県
創立	昭和46年	昭和53年
資本金	4,800万円	6,300万円
従業員数	約70名	約160名
売上げ	約6億円	約20億円
主な業務	温度センサ製造・販売	精密抵抗の製造・販売

外観



ネツシン株式会社



アルファ・エレクトロニクス株式会社

製品

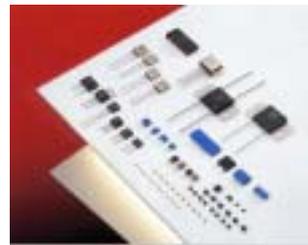
ネツシン



超微細白金温度センサ



温度計測機器



超精密抵抗



標準抵抗器

アルファ・エレクトロニクス

トピックス(ネツシン)

世界最高精度の白金測温抵抗体

1000°Cを±0.01°Cで測定

初年度は 1998年10月1日 から販売

ネツシンが工技院計量研と共同開発



計量院計量研は、山形県立大と共同で、世界最高精度の白金測温抵抗体（PRT）を開発した。このPRTは、1000°Cを±0.01°Cで測定できる。初年度は1998年10月1日から販売される。計量院計量研は、山形県立大と共同で、世界最高精度の白金測温抵抗体（PRT）を開発した。このPRTは、1000°Cを±0.01°Cで測定できる。初年度は1998年10月1日から販売される。

トピックス(アルファ・エレクトロニクス)

NASA技術陣秋田工場訪問



土星探査衛星に超精密抵抗採用



温度センサ・温度計の概要

主な温度センサ、温度計

- 熱膨張式センサ
(アルコール、水銀、バイメタル)
- 熱電対
(ゼーベック効果利用)
- サーミスタ
(PTC,NTC)
- 金属測温抵抗体
(白金、ニッケル、銅)
- IC温度センサ
- 赤外線温度センサ
(サーモパイル、熱電型)
- 水銀温度計
- 超音波温度計
- NQR温度計
- 熱雑音温度計

- ・腐食性が優れ、経時変化が非常に小さい
- ・ヒステリシス効果がない。
- ・温度以外の他の条件(圧力、湿度など)で変化しない。
- ・温度変化率が大きいこと。
- ・国際温度目盛(ITS-90)で-259.3467 から961.78 の範囲で標準温度計として採用。



**高精度温度計測には
白金測温抵抗体が適している**

温度目盛・温度定点

国際実用温度目盛

幾つかの再現可能な物質の平衡状態(定義定点)に与えられる温度値に基づいて目盛られる白金測温抵抗体に基づいている

定義定点

定義定点	与えられた値	不確かさの概定値
平衡水素の三重点	13.81 K	0.01 K
平衡水素の17.042 K点	17.042 K	0.01 K
平衡水素の沸点	20.28 K	0.01 K
ネオンの沸点	27.102 K	0.01 K
酸素の三重点	54.360 K	0.01 K
酸素の沸点	90.188 K	0.01 K
水の三重点	273.16 K	定義として正確に
水の沸点	100 °C	0.005 K
メプの凝固点	231.9081 °C	0.015 K
銀の凝固点	419.58 °C	0.03 K
鉛の凝固点	961.83 °C	0.2 K
金の凝固点	1063.43 °C	0.2 K

物性理論と演算精度の関係 Step 1

各金属には固有の抵抗、その温度係数を持ち、基本的には物性論(固体電子論)により説明できる

オームの法則により金属の抵抗率は

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

m : 電子質量、 n : 自由電子数
 e : 電子の電荷値、 τ : 平均自由時間

金属中の格子は熱振動しており、調和振動であるとする、その変位 x の平均の2乗は

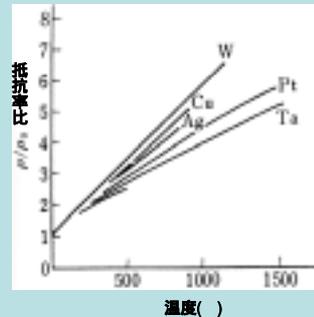
$$\bar{x}^2 \propto kT$$

また、 $\frac{1}{\tau} \propto \bar{x}$ であるので $\rho \propto T$

よって、

$$R = R_0 + \alpha \cdot t$$

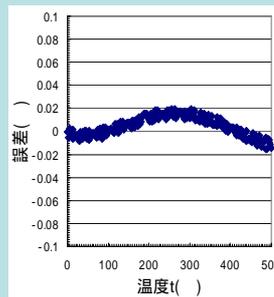
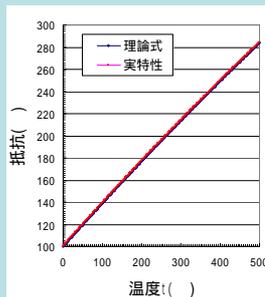
R_0 : 0 における抵抗値、 α : 温度係数
 $t = T - 273.15$: ケルビン温度



金属抵抗の温度特性

金属中の格子振動を調和振動(線形)と仮定(近似)するのではなく、非調和振動(非線形)として理論を展開する。

$\bar{x}^2 \propto kT$	⇒	$\bar{x}^2 \propto aT + bT^2 + \dots$
$\rho \propto T$	⇒	$\rho \propto aT + bT^2 + \dots$
$R = R_0 + \alpha \cdot t$	⇒	$R = R_0 + A \cdot t + B \cdot t^2$



実特性と2次式特性の比較 実特性に対する2次式特性の誤差

$$R = R_0 + A \cdot t + B \cdot t^2$$

理論2次式においても
最大0.016 (温度換算0.04)の誤差がある

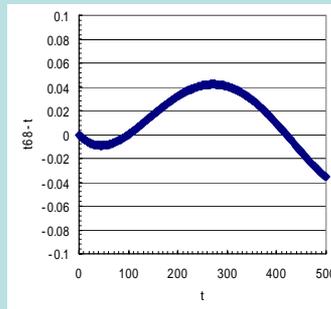


2次をこえる高次項を省略したこともあるが、
これ以上の温度の精度を論じるには
温度目盛の概念を取入れる必要がある

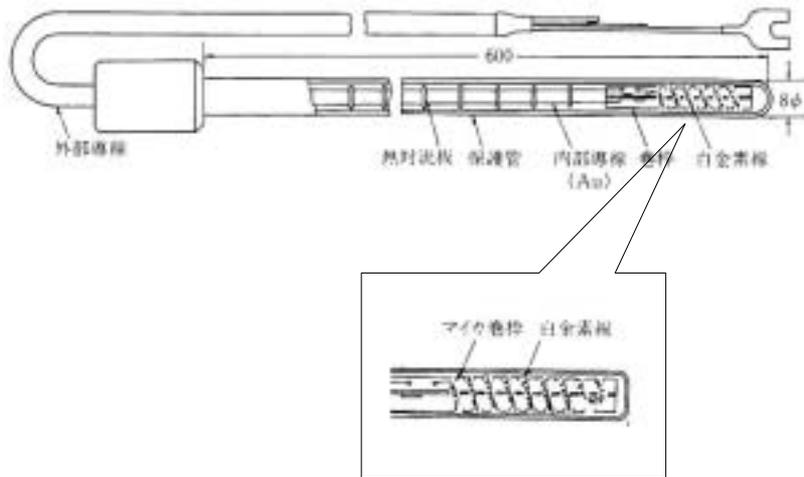
国際温度目盛 IPTS-68 t_{68}

$$R = R_0 + A \cdot t + B \cdot t^2$$

$$t_{68} = t + 0.045 \left(\frac{t}{100} \right) \left(\frac{t}{100} - 1 \right) \left(\frac{t}{419.58} - 1 \right) \left(\frac{t}{630.74} - 1 \right)$$



標準白金温度センサ



抵抗の性能比較

抵抗の種類	抵抗値	温度係数	ノイズ	安定性	用途
炭素皮膜	低～高	×	×	×	一般電子回路
炭素ソリッド	低～高	×	×	○	高信頼性回路
金属皮膜	低～高		○	○	一般アナログ回路
金属薄膜	低～高	○		○	高精度アナログ回路
金属箔	低～中				超高精度アナログ回路
金属酸化物皮膜	低～高				中電力回路
巻き線	低～中	○			高精度電力回路
セメント	低				一般電力回路
ホウロウ	低～中				大電力回路
金属板	超低～低		○	○	電流検出・制限回路

金属膜抵抗

【構造】セロミック基板に合金薄膜を形成し、エポキシ樹脂塗層を付与、レーザ加工でレジスタしたもの、焼成により完成するもの、レーザ線と金属膜との間に酸化防止剤がインジウムされている。

【特徴】温度係数が非常に小さく、精度が高い（±0.1%）、またインジウム塗層が成膜し、用途に合わせて樹脂塗層からレーザ加工型まで揃っている。高圧「アルファ」抵抗、圧力。

【用途】極めて高い精度が必要な計測回路、微小電圧回路、増幅回路、下実装回路、抵抗基準。

【注意】モデルごとに抵抗値範囲や精度が異なるので、目的を明確にして選択すること、抵抗値は付いた抵抗値で電気回路設計するには4端子型を使用する。

【仕様例】P:1/4W~2W、R:E24系列(E10~E96)、または標準値(E10~E96)E24、T:±0.05%/100V~±1%/100V、TCW:±1~±25ppm/°C、表示:3桁半数字表示+文字表示。



金属線状物に形成抵抗

【構造】セロミック棒に金属線状物(線)はエポキシ樹脂(塗層)を付与、両端にリード線が付いた金属ワイヤを挿入の組み、これに焼成処理を施す。目的の抵抗値としたもの。

【特徴】抵抗の値に大きな電力を発生し、他の抵抗と比較して安定で、オーバervoltage、過熱「熱安定」特性。

【用途】中電力回路全般。

【注意】抵抗値範囲に注意すること、パルス負荷の場合には有効抵抗が必要、過熱に留意が必要なので、あまり高電圧のインダクタなどに使用しない。

【仕様例】P:1/2W~3W、R:E24系列(E10~E96)E24、T:±0.5%/100V~±2%/100V、TCW:±20ppm/°C、表示:3桁半数字表示、または文字表示。



巻き線抵抗

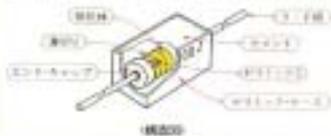
【構造】セロミック棒に抵抗線(マンガン酸バリウム系など)を巻き付けたもの、抵抗線は線巻や巻き型で巻かれる。

【特徴】抵抗値で高電力のものが多い。温度係数の低いものも可能。

【用途】一般的な電力回路、高電力電力回路。

【注意】抵抗値の高いものは大型かつ高価になる。高価のものは比較的長寿命からインダクタンスが問題になることがある。無誘導巻きの製品でも異周波での使用は避けたいのが特徴、温度係数は高抵抗ごとに異なるので巻線+高抵抗と別個的に考えたいこと。

【仕様例】P:1/2W~20W、R:E24系列(E10~E96)E24、T:±0.5%/100V~±1%/100V、TCW:±20~±200ppm/°C、表示:3桁半数字表示、または文字表示。



セメント抵抗

【構造】巻き線型または線状合金抵抗の抵抗ユニットをセロミック製のケースに入れ、シリコン系の樹脂(セメント)で封止したもの。

【特徴】不燃性のケースで封止されているので、高温時にも熱安定性、信頼性に変わらぬのが特徴。

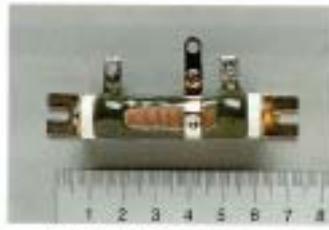
【用途】一般的な電力回路。

【注意】外形は同じように見えても、抵抗値によって特徴や欠点があるので、メーカーのカタログをよく見ること、高電力では基板から浮かせて実装する。

【仕様例】P:1/2W~20W、R:E24系列(E10~E96)E24、T:±1%/100V~±1%/100V、TCW:±20~±200ppm/°C、表示:3桁半数字表示、または文字表示。

ホウロウ抵抗

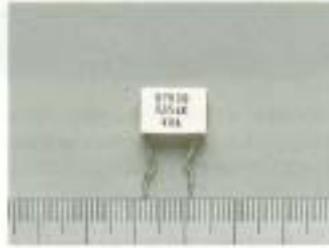
【構造】セラミックのパイプに抵抗線を巻き、その上にホウロウ(黒輝)膜を形成したものである。
 【特徴】高温に耐えるので、大電力を扱う場合に適する。スライダ・バンドで抵抗値を調整できるものもある。
 【用途】大電力回路。
 【注意】電気的には巻き線と同じ注意が必要。実装時には専用スタンドを使用し、端子温度にも注意(通常のはんだや溶剤熱処理は使用不可の場合が多い)。
 【仕様例】 $P: 5W \sim 1kW$, $R: E24$ 系列(1Ω ~ 10kΩ), $T: \pm 1\% (F) \sim \pm 10\% (E)$, $TCR: \pm 50 \sim 500 ppm/^\circ C$, 表示: 文字表示。



10W, 100Ω, スライダ・バンド付きのタイプ。

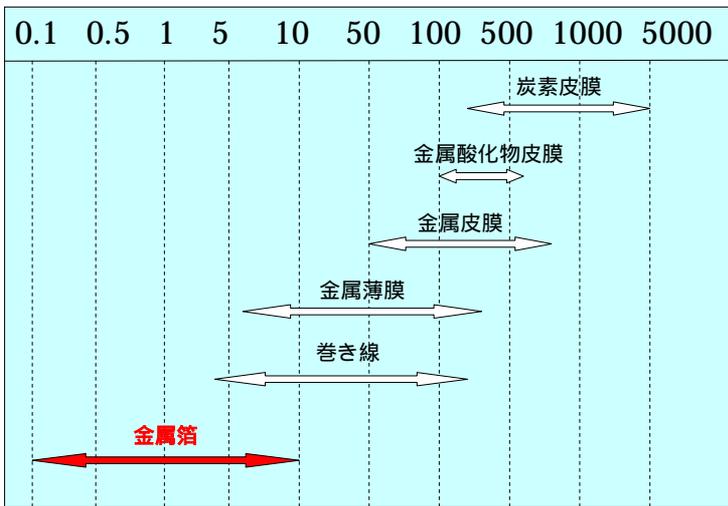
金属板抵抗

【構造】金属板型の抵抗エニツトをセラミック製のケースに入れ、シリコン系の樹脂で封止したものである。
 【特徴】とくに差動抵抗の製造が得られる。不燃性のケースで囲われているので、高温でも腐食しない。
 【用途】電流検出回路、電流制限抵抗。
 【注意】抵抗値の範囲に注意すること。抵抗抵抗では配線抵抗にも注意すること。
 【仕様例】 $P: 1W \sim 20W$, $R: E12$ 系列, および整数値(10割合 ~ 100倍), $T: \pm 1\% (F) \sim \pm 10\% (E)$, $TCR: \pm 200 ppm/^\circ C$, 表示: 文字表示。

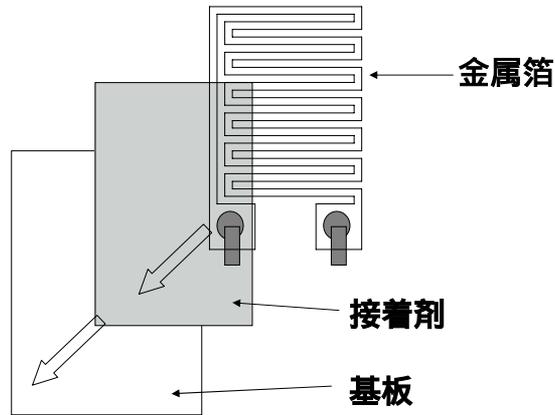


2W, 0.05Ω, ±20%の差動抵抗(3014)

抵抗の温度係数の比較



金属箔抵抗の基本構造



ネツシンの白金温度センサ

金属(白金)を巻き線状にし、線に加わる応力を減らし、金属の持つ温度特性を如何に忠実に引出すかの技術に磨きをかけた。

エレクトロニクスの精密抵抗

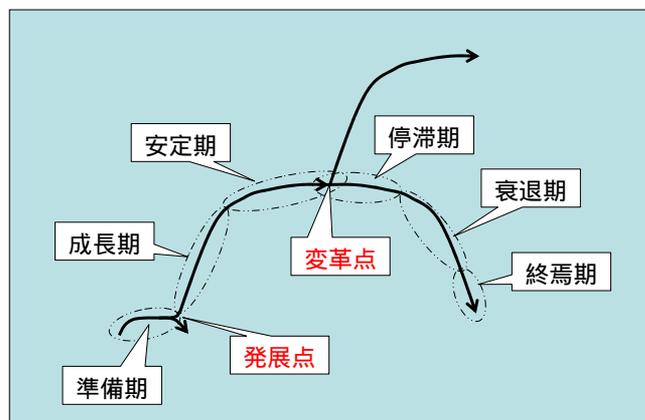
金属を圧延し、板に加わる応力を接着剤の工夫で制御し、金属の持つ温度特性を如何に殺すかの技術に磨きをかけた。

金属に対する技術的アプローチは全く逆であるが、究極の性能を得るため技術を追求

ネツシンと エレクトロニクスの共通点

- 金属部品の究極の性能を目指す
- ハイテクと言うよりロウテクに近い
- 世界のトップクラスの技術
- 会社の規模・年数、生産数量
- 電子機器に使用される部品を供給
- 大企業が手を出しにくい隙間産業
- 技術も市場も成熟しつつある
- 新たな技術・市場の展開への迷い
- 世代交代の悩み

組織の発展・衰退模式図



ネツシンと エレは次の成長期に入れるか？

- 金属部品の究極の性能を目指す
 - ハイテクと言うよりロウテクに近い
 - 世界のトップクラスの技術
 - 会社の規模・年数、生産数量
 - 電子機器に使用される部品を供給
 - 大企業が手を出しにくい隙間産業
- **技術も市場も成熟しつつある**
 - **新たな技術・市場の展開への迷い**
 - **世代交代の悩み**

新たな技術・挑戦

部品 から 機器へ



超微細白金温度センサ



温度計測機器



超精密抵抗



標準抵抗機器

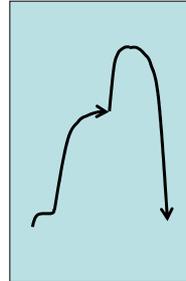
最大の課題 変革点・新成長期に対応した人材 世代交代

昔のハイテク・ベンチャーの例

ソアーの短い歴史の概略



昭和49年:ソアー創設
昭和55年:北米子会社設立
昭和58年:シンガポール工場設立
ヨーロッパ子会社設立
昭和59年:本社新社屋完成
昭和63年:倒産



創設時、創設メンバー8名の大半は40代の営業系、
倒産時には役員の大半が50～60歳代

ソアーに対するアルファ・エレクトロニクスの違い

- 6,7名のスピアウトによる起業化は同じでも、アルファ・エレクトロニクスは大企業から
- 6名の創業(S53)メンバーは若い(30代)
- 自前技術を持つての独立、その維持—保守的
- 拡張主義ではない—地道、地味
- 成長速度が速くない
- カリスマ性のある人がいない

高い成長を求めて、果敢且つ継続的にリスクに挑戦するベンチャーは自己保存則として正しいか？

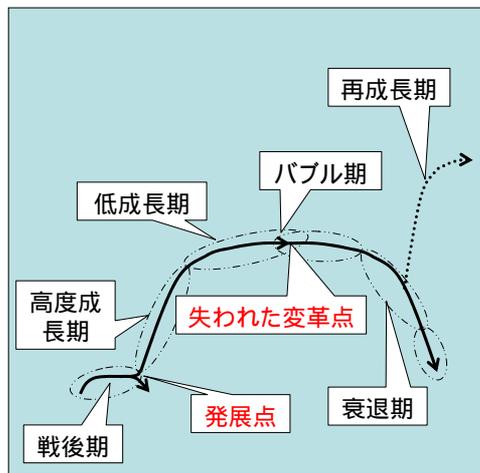
安定性・リスク回避を求める中小企業は自己保存則として正しいか？



- ・人的能力の成長・人的資源の交代が鍵を握る
- ・変革点への対応が鍵を握る

日本産業の再成長に向けて

戦後期	軍事技術の民間への移転拡散 品質管理運動
高度成長期	大量生産技術の確立
低成長期	国際競争力確立
バブル期	方向性無き拡張・拡大路線
衰退期	失われた時代
再成長期？	科学・技術の真の融合



新産業創立へのシナリオ

