

過酷な環境条件に強いセンサーとして幅広い分野で利用されています。

位置・角度の変位を抵抗変化でアナログ検出します。
ポテンシオメータ&トリマは、米国航空宇宙局（NASA）の宇宙開発によって急速に発展した精密可変抵抗器で、回転角や直線的な変位をアナログ量で正確に検出するセンサとして民生及び産業分野で幅広く利用されています。特に、工業計器、コンピュータ周辺機器、理化学機器、医療機器、宇宙・航空関連など過酷な環境条件下で数多く採用されているのが特色です。



導電性プラスチック型

[導電性プラスチック型ポテンシオメータ]

抵抗素子の表面が滑らかなために無限の分解度をもっています。1回転型と直線型の2タイプがあり、1回転型は回転寿命が極めて長く、高速追従性に優れているので超高速サーボ機構の検出機などに最適です。また、直線型は長寿命が要求されるレコーダなどに数多く用いられています。

(特徴)

- 分解度が理論的に無限小
- 長寿命で、高速追従性に優れている
- 使用温度範囲が広域で幅広い
- トルクが低い
- 動的な摺動ノイズが小さい

ポテンシオメータセレクションガイド

タイプ、外形寸法、抵抗値から選択（掲載ページ）

タイプ	外形寸法 mm	抵抗値 Ω	掲載ページ
導電性 プラスチック型	φ36×	2K、5K	H-7
	φ12×10	1K、5K、10K	H-8
	φ26×15	5K、10K	H-9

機種名の見方

●一回転導電性プラスチック型

N22 S 5K

●機種名

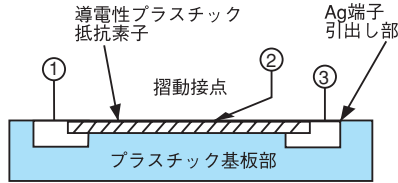
●抵抗値

●取付方法

S:サーボマウント
B:プッシュマウント
T:タップマウント

導電性プラスチック型ポテンシオメータについて

■構造



プラスチック基板上に導電性プラスチックのカーボン系導電材料と熱硬化性樹脂との混合物が数10 μ mの厚さで形成され、その表面は鏡面状に仕上げられる。導電性プラスチック型の場合、この抵抗素子の精度がポテンシオメータの性能に大きく影響する。また、抵抗素子上を摺動する接点もポテンシオメータの性能を決定する重要な要素である。一般的には、接点圧を低く抑えることにより寿命向上を図り、しかも信頼性を上げるため複数接点とし、耐環境性を考慮して材質にAg-Pd系の貴金属合金を使用している。

■特徴

[長所]

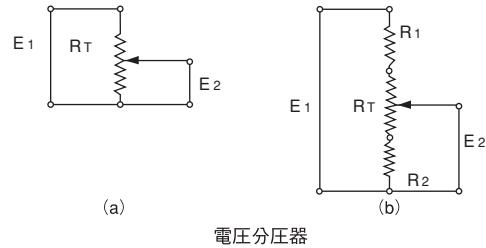
- 長寿命（巻線型の数10倍）
 - 高分解度（理論的に無限小）
 - 動的な摺動ノイズが小さい（抵抗素子表面が平滑であるため摺動子の摺動限界速度が高く、この特徴は高分解度であることと合わせ、他の抵抗素子では使用できないような高利得のサーボ系での使用を可能にしている。高速追従性については一般に、巻線型の10倍以上となっている）。
 - 高周波特性に優れている。
 - 低トルク
 - 耐環境性に優れている（巻線型のような抵抗素子の酸化による接触不良がない）。
 - 使用温度範囲が広い（一般に、-55 $^{\circ}$ C \sim +125 $^{\circ}$ C）。
 - 直線性に優れる（直線性とは機械的変位量に対する出力電圧の変化量が理論直線に対してどれだけずれているかを印加電圧に対するパーセントで表すもので、ポテンシオメータの重要な特性の1つである。巻線型の場合、抵抗値により抵抗線径が変わるため、低抵抗ほど直線性が劣る傾向があるが、導電性プラスチック型では抵抗値と無関係に高精度化が可能である。
- また、他の非接触式位置センサに対しては、低価格、絶対位置の検出が容易、使用温度範囲が広い、非線形の特異関数の製作が容易、といった利点がある）。

[短所]

- 他の抵抗素子と比べて短所はつぎの通り。
- 定格電力が小さい（許容電流が小さい）。
 - 抵抗温度係数が大きい（Cu-Ni系巻線型の約10倍）。
 - 接触抵抗が大きい（初期的に全抵抗値の数%あり、しかも摺動回数が進むにつれ増加する傾向にある。使用时、特に注意が必要）。
 - 抵抗値範囲が狭い（カーボンと樹脂の配合比および抵抗体形状により抵抗値が決定されるため、製作可能範囲が限定される）。また、接点という接触部を有するため、非接触タイプに比べると寿命の点で劣る。

■検出精度

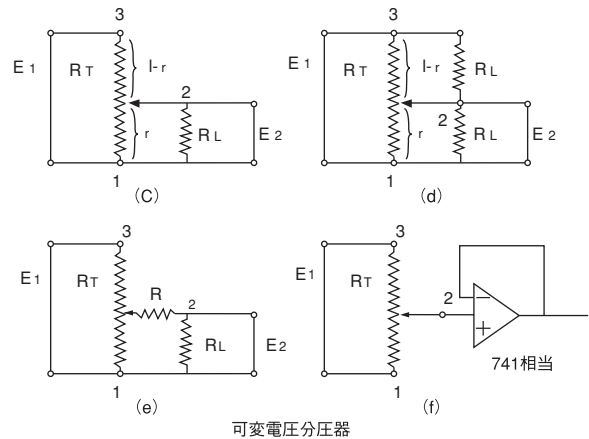
ポテンシオメータは電圧分圧器としての使用を前提としているので導電性プラスチック型の場合、レオスタットでの使用（抵抗パラメータとしての使用）は絶対に避けるべきである。ポテンシオメータそのものの精度（直線性）以外に、回路の影響を受ける場合があるので、使用にあたっては注意が必要である。



電圧分圧器

(1) 抵抗温度係数

ポテンシオメータの全抵抗値は周囲温度により変化する。温度が1 $^{\circ}$ C変化した時の全抵抗値の変化量を全抵抗値に対する%で表わしたものを抵抗温度係数（TCRと略す）という。このTCRは抵抗素子の種類によって異なる。導電性プラスチック型の場合、前述のように比較的大きいが、図（a）のような入力電圧 E_i がポテンシオメータRTの両端に加えられる単純な電圧分圧器では問題にならない。しかし、図（b）のようにポテンシオメータRTの両端（またはどちらか片側）に補正抵抗 R_1 , R_2 が接続される場合、補正抵抗とポテンシオメータのTCRの違いから、温度変化により設定値がずれるという問題が生じる。



可変電圧分圧器

(2) 負荷誤差（ローディング・エラー）

図（c）に示すように、可変電圧分圧器の出力回路に負荷抵抗 R_L があるとき、出力電圧の直線性はポテンシオメータの直線性と異なった値を示す。これを負荷誤差（ローディング・エラー）という。図（c）において、ポテンシオメータの全抵抗値を1とし、端子1-2間の抵抗値が r のとき、負荷抵抗 R_L を接続した場合の負荷誤差 Δ は、

$$\Delta = \frac{r^2(1-r)}{R_L+r(1-r)} \times 100 [\%]$$

となる。 $R_L=100$ 、すなわち R_L がポテンシオメータの全抵抗値の100倍とすると、 Δ は $r = \frac{2}{3}$ で最大となり、その時の Δ は約0.15%となる。 R_L を可能な限り大きくとる配慮が必要である。さらに Δ を小さくするたすには、図（d）のように端子2-

3間にも1-2間と同じ抵抗を接続すればよい。この時の Δ は図(c)の場合の約 $\frac{2}{3}$ となる。

(3) 接触抵抗 (ノイズ)

図-4 (a) の出力回路はポテンシオメータの接触抵抗を考慮すると図-4 (c) と等価になる。すなわち、接触抵抗が R だけ

変化すると設定値は $\frac{R}{RL} \times 100$ [%] 変動する、 $RL = 100K$

Ω とし、ノイズが発生した場合、設定値は1%ずれることになる。前項の負荷誤差同様、RLを大きくする配慮が必要となる。最も効果的な方法は図 (f) に示すように、オペアンプを使用することである。

■導電性プラスチック型ポテンシオメータと用途

機種名	特徴	用途
VP12-5K	コネクタ付き	業務用VTR
VP12-10K	直線性 $\pm 2\%$	監視用カメラ
VP12-10K	密閉型・直線性 (特)	トラック搭載用クレーンのラジコン部
VP22-2K	立上がり角 0.1° 以下、 エンド電圧 0.1° 以下	CAD入力装置図形処理
VP22N	直線性精密級 ($\pm 2\%$)	ジョイスティックコントローラ
N22S	関数型 (SIN-COS)	船舶用

取扱い上の注意事項

ポテンシオメータは、精密電子部品ですから取り扱いには細心の注意をお払いください。特に下記の点にご留意願います。

- 品物同志の衝突や落下等は端子部やケースの破損シャフトの曲がり等を生じ、ポテンシオメータとしての正常な機能が損われる恐れがあります。またシャフトやケースにハンマー等にて衝撃を加えることもお避けください。
- シャフトの切削加工は絶対に行わないでください。どうしても特殊寸法が必要な場合は注文の際、その旨ご指定ください。
- 端子には1Kg以上の力 (引張、曲げ) を掛けないようご注意ください。
- 不用意にテストをご使用になると過電流が流れる場合があります。また、組み込み後の導通試験などで、誤って過電流を流さぬようご注意ください。(特に#2端子〈ワイパ〉に通電する場合ご注意ください。)
- 配線の際の半田付けはできる丈速やかに行ない、ポテンシオメータ内部に不必要な熱が伝わらないようご注意ください。また、半田付け直後の熱いうちに端子部に力を掛けることはお避けください。(30W半田ごてにて、5秒以内)
- 多回転型ポテンシオメータの保証ストッパー強度は、静荷重にて2.8Kg-cmです。ご使用にあたっては、充分注意してください。
- 温度、高湿、塵埃や有機ガスの発生し易い場所での保存や使用は極力避けてください。(特殊環境下で使用する場合、発注時ご相談ください。)
- 長期保存の場合はプラスチック製の容器や袋に防湿剤と共に密封し湿気、塵埃等から防護するとともに、振動や衝撃の掛からない場所をお選びください。
- 回転軸への機械的荷重はスラスト、ラジアル方向とも1/2、ポンド (= 277g) 以下 (軸径 $\phi 3 \sim \phi 6$ の場合) としてください。(軸根元部より1/2インチの位置にて)

取付け方法

ポテンシオメータの取り付け方法には、サーボマウント (S型)、プッシングマウント (B型)、タップマウント (T型) の3種類があります。

●S型 (サーボマウント)

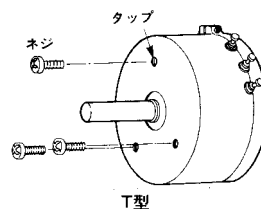
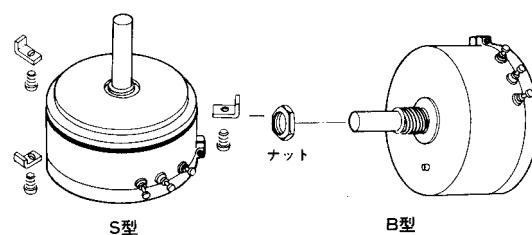
3本の爪でパネルに取り付ける方法で、爪をゆるめて、ケースを回転させることができるため、サーボ機構で必要な位相調整が可能です。

●B型 (プッシングマウント)

主に設定用ポテンシオメータとして使用され、パネル板にナットで締め付ける方法です。

●T型 (タップマウント)

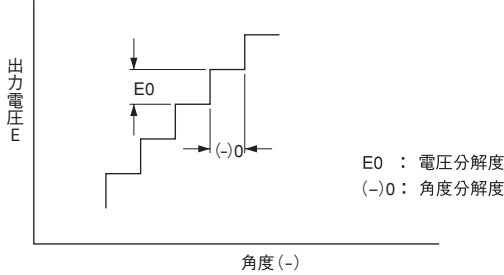
主に自動平衡記録計に使用され、タップに3本のネジで取り付けるもっとも簡単な方法です。



■分解度

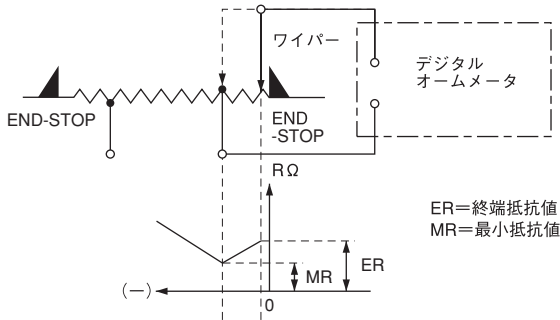
巻線型ポテンシオメータやトリマは、巻線の間隔により、段階的に抵抗値（電圧）が変化します。この階段が全変化範囲と比較して、何%になるかを示するのが分解度であり、次式で理論分解度を表します。

$$\text{分解度 (\%)} = \frac{1}{N} \times 100 \quad N: \text{巻線数}$$



■終端抵抗

ポテンシオメータ及びトリマのEND-STOP部にワイパーが位置した時、出力端子とワイパー間の抵抗値（ER）を表します。

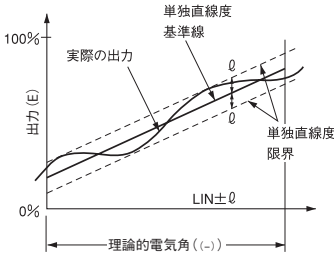


■直線性

・単独直線性

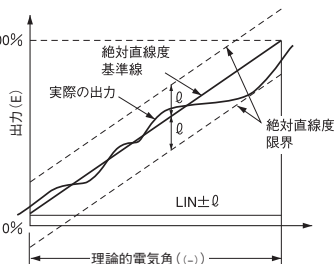
基準線に対し実際の出力誤差が、もっとも小さくなるように基準線を動かすことが認められた定義です。

終端電圧が調整できる使用される場合、この定義が経済的に柔軟性があり合理的な定義で、当社のポテンシオメータ全般に採用されています。



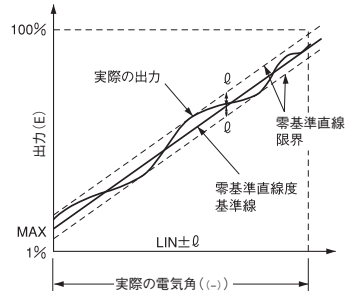
・絶対直線性

もっとも厳しい定義で通常は使用されません。ポテンシオメータ自体の性能をその規格に合うように製作しなければならず、価格が非常に高くなります。ユーザー側で調整するのが経済的に合わない場合のみこれを採用するのがよいと考えます。



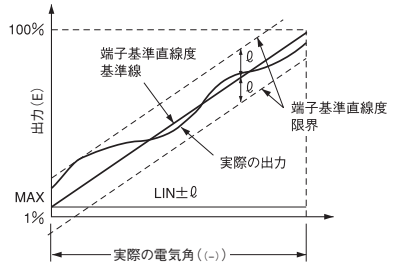
・零基準直線性

実際の電気角の零点を基準原点として出力の誤差が最小になるように基準線を動かすことが認められた定義です。この定義は、外部のセット側での終端電圧調整がむずかしい場合に用いられています。



・端子基準直線性

基準線を実際の電気角の原点から100%の点を結んだもので絶対直線性に近い厳しい定義です。この規格は、N35Sで一部採用しておりますのでご相談ください。

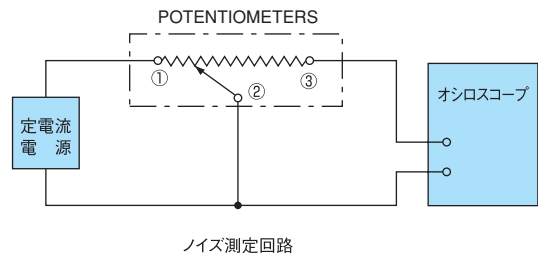


■等価ノイズ（ピークノイズ）

ノイズ測定回路でポテンシオメータ端子①と端子②の間に1mA定電流を流して端子②と端子③をオシロスコープに接続し、電圧を測定します。ポテンシオメータ端子②軸回転速度は4 ± 1 r/min トリマの場合は5秒～2分で1サイクルさせます。巻線型ポテンシオメータ及びトリマの初期ノイズは、100Ω以下と規定されております。

$$\text{等価ノイズ抵抗ENRは} ENR = \frac{E_p}{0.001} (\Omega)$$

Ep: オシロスコープ上で観測された先頭ノイズ電圧値



■印加電圧

$$E = \sqrt{P \cdot R}$$

E = 端子①-③間に印加する電圧 (rms)
P = 定格電力
R = 全抵抗値

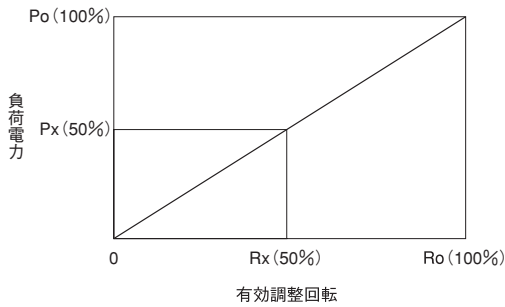
ポテンシオ、トリマの端子①-③間に印加する電圧（E）は、上式によって表されます。実用上は印加電圧（E）又は最大印加電圧の小さい方以下とすることが望ましい。

■部分負荷電力軽減曲線

抵抗体の一部分に電力を加えて使用する場合は、負荷電力は有効調整回転角の減少に比例してお使いください。

- Po：定格全負荷（端子①-③間）
- Px：部分許容負荷（端子①-②間又は②-③間）
- Ro：全抵抗値（端子①-③間）
- Rx：部分負荷の抵抗値（端子①-②間又は②-③間）

$$P_x = \frac{R_x}{R_o} \times P_o$$



■出力スムーズネス

出力スムーズネス測定回路で、有効電気角の全範囲に渡って測定し、得られた波形を θ_i の幅で最大ピーク電圧が得られるようにし、ピーク電圧 E_p を読み、次式で判定します。

$$\theta_i = \text{有効電気角} / 100E = \text{印加電圧 (端子①-③間)}$$

$$\text{出力スムーズネス} = \frac{E_p}{E} \times 100(\%)$$

Nシリーズでは、ピーク電圧の上限と下限の差を E_p として、上式で出力スムーズネスを判定していますので、MIL-R-39023より厳しい規格で検査しています。

