

PRINCIPLE AND USE OF LOADCELL

ロードセルの原理と使用方法

ロードセルは、力の大きさを電気信号に変える変換器です。

高精度ロードセル、劣悪環境で使用するロードセル、シングルポイントロードセルなど、用途に応じ数多くの種類が生産されています。

力の測定には、光、磁歪、弦振動、静電容量、インダクタンスなどをセンサとして使用したものもありますが、本カタログでは、応力に比例してひずむ起歪体とストレンゲージを使用しているロードセルについて説明します。



ロードセルの性能を引き出す多彩な計測器をラインアップ

ロードセルを使用するためには、ロードセルからの電気信号を増幅し数値化するための計測器が必要です。

ロードセルの電気信号(電圧)は、最大でも20 mV程度しかありません。

この小さな電圧をさらに数万分の一にまで分割して計測するため、使用する計測器は安定性が高く、高精度でなければなりません。

しかも、ロードセルが使用される環境は劣悪な場合が多いため、ノイズなどの不要な信号の影響を受けにくくし、必要な信号のみを取り出す技術が必要です。

弊社ではロードセル用高精度アンプ、重量計測用のウェイングインジケータ、圧力・トルク計測用のデジタルインジケータなど、ロードセルの性能を100%引き出す多彩な製品群を取り揃えています。

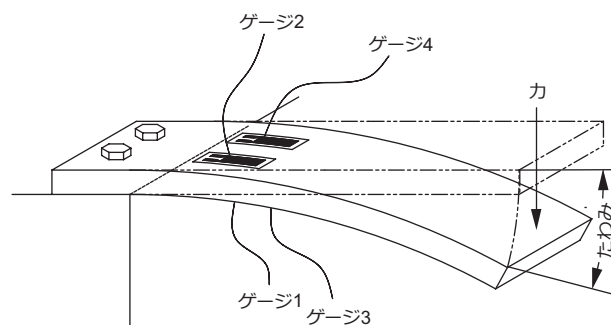


ロードセルの原理

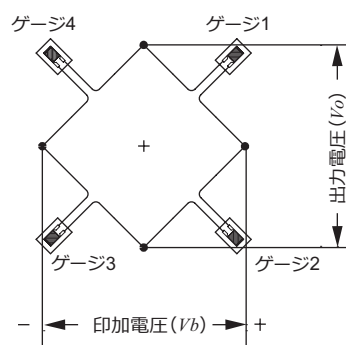
ロードセルは、力に比例して変形する起歪体とその変形量“ひずみ”を測定するストレングージからできています。

図のように、板の一方を固定した片持梁を作ります。他方に力を加えたときにひずみが発生する場所にストレングージを貼付けます。

その力に比例する変形量“ひずみ”を測定します。



片持梁に力が負荷されると梁はたわみ上側には伸びのひずみ、下側には圧縮のひずみが発生します。



片持梁に貼られた4枚のゲージで、図のようなホイートストンブリッジを形成します。

ひずみに比例して電気抵抗が変化する4箇所のストレングージでホイートストンブリッジを作ります。

このホイートストンブリッジからは、印加電圧に比例し、かつひずみに比例した非常に小さい電圧信号が出力されます。この小さな信号を増幅し、数値として表示器で表示します。

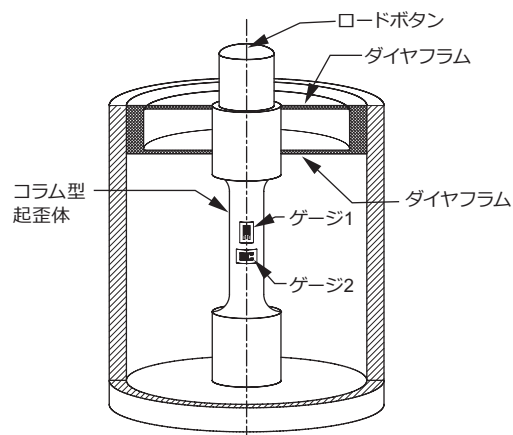
このとき、増幅器はロードセルの性能を引き出すのに重要な役目をします。増幅器には1 μV に満たない信号を正確に識別できる性能が求められます。

ロードセルの出力感度の表示は mV/V で示されます。これは印加電圧当りの定格荷重時の出力電圧です。

仮に、定格容量200 Nのロードセルに1.5 mV/V が示されていたとすれば、200 Nを負荷し印加電圧を1 Vにしたとき1.5 mV が出力されます。もし印加電圧が10 Vであれば15 mV が出力されます。

ひずみの検出方法

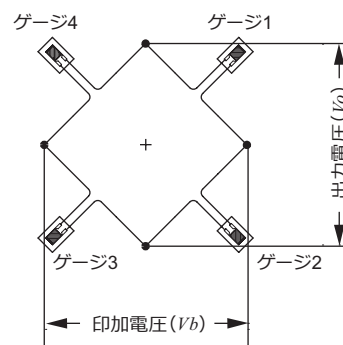
起歪体には、ベンディング型、コラム型、シェア型などがあります。起歪体の構造は、測定軸以外からの力の影響を受けないように工夫されています。



上図中、筐体の中にはコラム型起歪体があり、その起歪体にストレングージ1, 2, 3, 4が貼られています。1, 3は荷重方向2, 4は荷重方向に対して直角な円周方向のひずみをそれぞれ感知します。

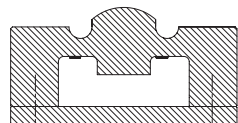
ゲージ3, 4はコラムの裏側に貼られています。

ロードボタンに力がかかりコラムが圧縮されると、ゲージ1, 3の電気抵抗は小さくなり、ゲージ2, 4のゲージは圧縮でコラムが太くなることで伸ばされ、電気抵抗が大きくなります。

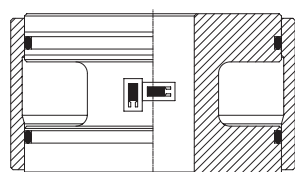


ゲージ1, 2, 3, 4で上図のようなホイートストンブリッジを作り印加電圧をかけると、その電圧に比例し、かつ抵抗変化に比例した出力電圧が得られます。

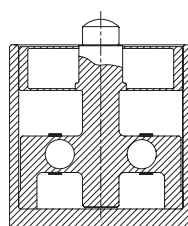
ロードセルの内部構造例(ひずみの検出方法の種類)



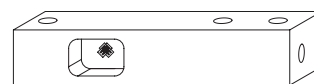
ベンディング型
(円輪盤曲げタイプ)



コラム型
(中空コラム圧縮タイプ)



ベンディング型



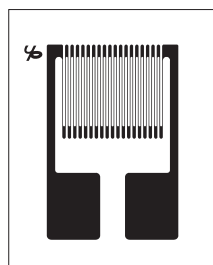
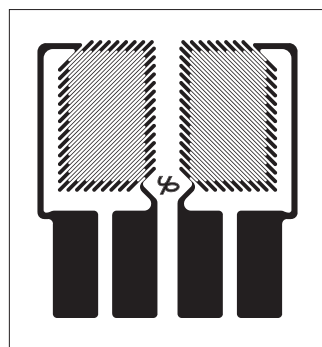
シア型

ストレンゲージとは

フィラメント状の導電体が絶縁シートに貼付けられていて絶縁シートが伸ばされると一緒に導電体も伸びるようになっています。

そのストレンゲージを起歪体に貼付けておくと、起歪体が伸びると導電体も一緒に伸び、抵抗値が変化することになります。

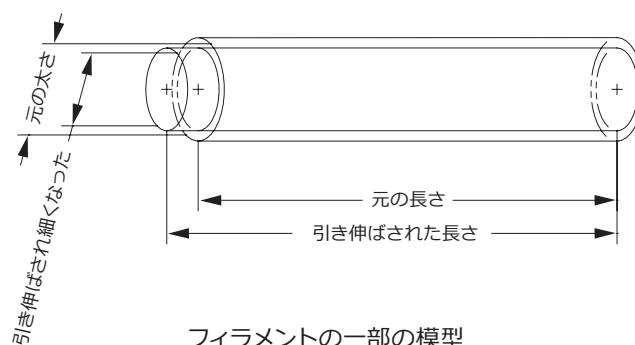
縞の方向が感度方向で、その部分はフィラメントと呼ばれ多くの導電体はニクロムなどが主成分です。絶縁シートはベースと呼ばれ、ポリイミドと呼ばれるシリコン系の薄い樹脂フィルムなどでできています。ベークライトやエポキシでできているベースもあります。



ストレンゲージの働くわけ

ストレンゲージには、120 Ω 、350 Ω 、1000 Ω などの電気抵抗があり、ゲージ抵抗と呼ばれています。このフィラメント状の導電体を引き延ばすと長さが伸び、かつ太さが細くなります。伸ばされた割合で電気抵抗が増え、かつ細くなった割合で電気抵抗が増えますので、両方の和で電気抵抗が増えることになります。

したがって、引き伸ばされた割合のおよそ2倍の割合で電気抵抗が変化します。この比率のことをゲージ率またはゲージファクタと呼び、多くのストレンゲージではゲージ率2ないし2.1程度です。



この電気抵抗変化をホイートストンブリッジによって電圧信号に変換します。

出力電圧は印加電圧が高いほど大きな出力電圧が期待できますが、印加電圧が高すぎるとゲージが焼損したり起歪体に温度膨張などの悪影響を与えてしまいます。

一般にはゲージ抵抗350 Ω でゲージ1枚あたり5 V程度が推奨されています。

また、印加電圧が変化すると出力電圧が変わってしまいますので、印加電圧の安定性は測定に大きな影響を与えます。

ロードセルの使用方法

ロードセルは、ひずみ増幅器やロードセルインジケータなどの印加電圧電源を持つ計測器に接続して使用します。性能を充分引き出すためには、ロードセルの設置には振動の少ない機械的に高剛性の台が必要で、風雨の直撃のないことや急激な温度変化や太陽光に暴露されない工夫も必要です。

ひずみ増幅器やロードセルインジケータは、安定したゼロ点、感度、電圧電流の印加電源が必要です。

ノイズが少なく、高分解能であることも重要です。

高精度が要求される場合には、ケーブルの抵抗による印加電圧低下を常に監視するいわゆるリモートセンス方式の6線式が必要になります。

非常に小さい信号を増幅するため、電氣的ノイズの影響を受けない工夫も必要です。

ロードセルは力を測定する変換器ですので、測定値はN(ニュートン)の単位で読むことになります。重力加速度が既知の場合には、質量(kg)を測定することも可能です。

例えば、力較正されたシステムにおいて重力加速度が 9.8 m/s^2 のとき、ある質量を測定し 9.8 N を表示した場合ある質量は 1 kg です。

逆に、較正された質量 1 kg の分銅があり重力加速度が 9.8 m/s^2 であるとき、インジケータのメモリを 9.8 に合わせることで、メモリ $1 = 1 \text{ N}$ を簡易的に較正できます。

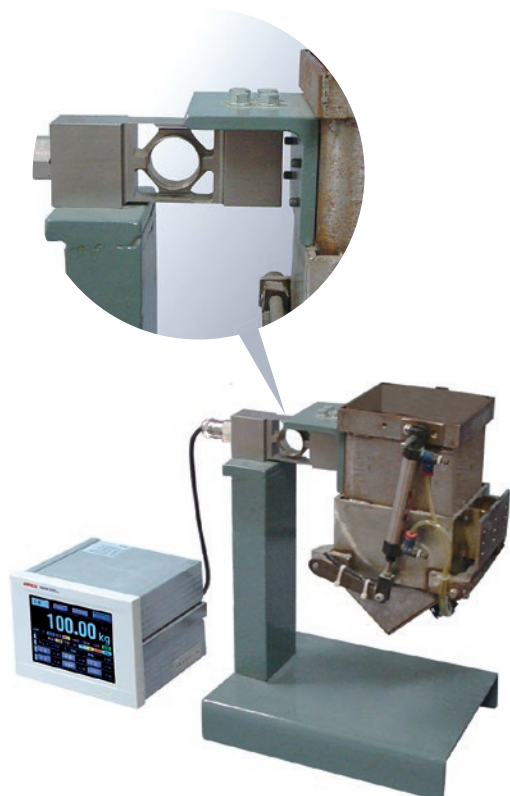
重力加速度が安定で変化がなければ、質量 1 kg をメモリ 1 に合わせることで、メモリ $1 = 1 \text{ kg}$ を簡易的に較正できます。

しかし、重力加速度は場所や高度により異なりますので、質量較正は現地で行う必要があります。

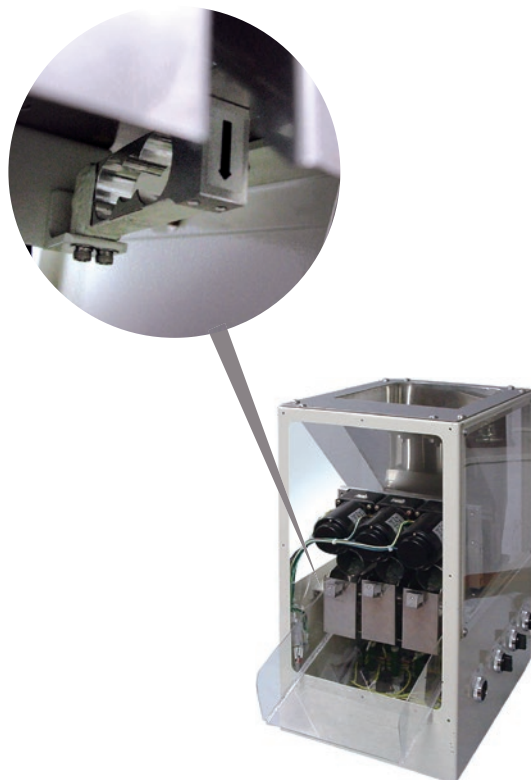
例えば、稚内と鹿児島では 1 kg の質量をロードセルの秤で計ると約 1.2 g の差がでてしまいます。

(国土地理院重力加速度 稚内 980642.6 mGal 鹿児島 979471.18 mGal)

応用例



(粉体計量装置)



(顆粒計量装置)

シングルポイント型ロードセル使用例

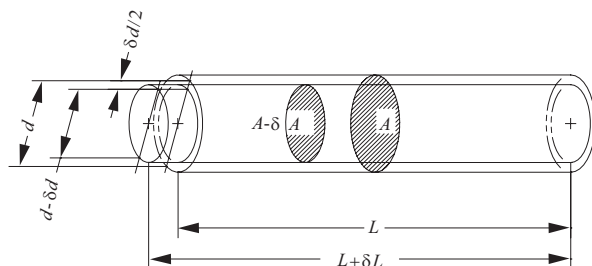
付録 1

●ストレンゲージの働く理論

絶縁シート上の導電体が引き伸ばされ変形したとき、電気的変化は以下のようになります。

変形しないときの電気抵抗は

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{4\rho L}{\pi d^2} \quad (1)$$



R : 抵抗, ρ : 導電体固有の比抵抗値, L : 導電体長さ

A : 導電体の断面積, d : 直径

導電体が δL だけ変形したとすると電気抵抗 R_1 は

$$R_1 = \frac{\rho_1 (L + \delta L)}{A - \delta A} = \frac{4\rho_1 L (1 + \varepsilon)}{\pi d^2 (1 - \varepsilon v)^2} \quad (2)$$

ここで、 v :ポアソン比、 ε :ひずみ

(1)と(2)の差を(1)で除すことにより、抵抗の変化率を得られます。

$$\frac{R_1 - R}{R} = \frac{\frac{4\rho_1 L (1 + \varepsilon)}{\pi d^2 (1 - \varepsilon v)^2} - \frac{4\rho L}{\pi d^2}}{\frac{4\rho L}{\pi d^2}} = \frac{\rho_1}{\rho} \frac{(1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon v)^2} - 1$$

ε が小さい範囲では、 $\frac{R_1 - R}{R} \cong (k + 1 + 2v)\varepsilon$

ここで、 $\frac{\rho_1}{\rho} = k\varepsilon + 1$

抵抗の変化率は $\frac{R_1 - R}{R} = K\varepsilon$

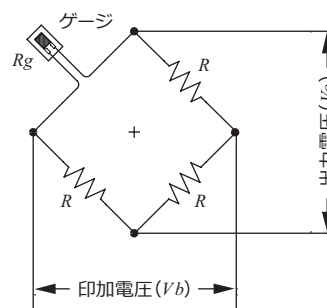
ここで、 $K = (k + 1 + 2v)$

一般のストレンゲージでは、 K は2ないし2.1程度を示しこの K をゲージファクタまたはゲージ率と呼んでいます。

参考：金属のポアソン比 v は0.33程度ですので、 $K = 2.1$ とすれば、 k は、0.44であり、比抵抗値がひずみに対し大きな比率で変化しており、無視できないことがわかります。

付録 2

●ひずみ(ε)と出力(mV/V)の関係



上図のよう(初期抵抗値 $R_g = R$)なホイートストンブリッジを考えると、起歪部にひずみ ε が発生するとゲージの抵抗 R_g は

$$R_g = R(1 + K \cdot \varepsilon)$$

ここで、 K :ゲージファクタ

出力電圧(V_o)は

$$V_o = \left[\frac{R_g}{R + R_g} - \frac{R}{R + R} \right] \times V_b$$

$$V_o = \left[\frac{R(1 + K \cdot \varepsilon)}{R + R(1 + K \cdot \varepsilon)} - \frac{R}{2R} \right] \times V_b \cong \frac{K \cdot \varepsilon}{4} \times V_b$$

ここで、 $K = 2$ 、 $\varepsilon = 0.001$ とすると

$$V_o = \left[\frac{2 \times 0.001}{4} - \frac{1}{2} \right] \times V_b = 0.0005 \times V_b$$

V_b が1 V、ひずみ ε が0.001のとき、出力電圧(V_o)は0.0005 Vであることを示しています。

つまり、 $K = 2$ のゲージでは、1000マイクロひずみ($\varepsilon \cdot 10^{-6}$)が発生すると、0.5 mV/Vの出力を得られることになります。起歪部に4枚のゲージが使用されていれば、4倍のひずみが検出され、4倍の出力が得られます。つまり、起歪体の機械的ひずみが、1000 $\varepsilon \cdot 10^{-6}$ であれば、電気的には4000 $\varepsilon \cdot 10^{-6}$ の電圧変化率、あるいは、2 mV/Vの出力が得られます。ただし、ロードセル内部の機械的ひずみは、出力に比較し2割程度大きなひずみを発生させ、温度補償や感度調整で出力を定格値に合わせています。

付録 3

ポアソン比(Poisson's Ratio)は弾性範囲で、引っ張りを加えたときの伸び(ひずみ)と荷重に対し直角方向の縮み(ひずみ)の比を言います。

ポアソン比 = -横ひずみ/縦ひずみとされています。

金属の場合0.33 程度が多く用いられています。

NON-CONTACT DISPLACEMENT SENSOR SELECTION GUIDE

非接触変位計セクションガイド

変位計の選定にあたっては、以下の項目を明確にする必要があります。

測定対象物	測定可能な領域の寸法、形状は平面か曲面か、表面粗さの程度、導電体か絶縁体か
測定範囲	測定対象の変位はどの程度か
測定分解能	どの程度の測定分解能(動いたかどうか判別できる最小値)が必要か
測定精度	変位量を正確に測定する必要があるのか
測定対象物の動き	単純に一方方向の動きを測定するのか 回転体など測定面が測定方向に直角に運動しているものなのか
測定の応答速度	どの程度の変位の応答速度が必要か



測定ワークが導電体で、測定ギャップに水滴やオイルミストが存在しない場合には、まず、静電容量型変位計のご採用をご検討ください。静電容量方式は、ワークによる感度変化がなく、高安定・高分解能で、表面粗さの影響を受けず5 kHzまでの応答速度が得られます。測定プローブの大きさを変化させることで、標準プローブで10 μm ~ 10 mmの測定レンジが得られます。

測定ギャップに水滴やオイルミストなどが存在する場合には、渦電流方式一択となります。渦電流方式は測定ギャップの水や油などの影響を受けずに測定が可能です。ただし、測定ワークの導電率や厚さに依存して特性が変化しますので、測定の度にワークが変化したり、測定位置が変化する場合には、どの程度値がばらつくか検証する必要があります。

光ファイバー型変位計には、通常タイプ(PM-E)と差動型(ATW200)があり、いずれも高速応答が特徴で、他の方式では得られない応答速度が得られます。しかし、直線性が悪いため、応用範囲は限られ主に振動測定に用いられます。

方式	静電容量	光ファイバー	渦電流	接触式
測定ギャップ	0.01 ~ 10 mm	0.03 ~ 3 mm	1 ~ 2 mm	~ 50 mm
分解能	1 nm ~ 1 μm	1 nm ~ 1 μm	0.2 ~ 0.4 μm	2.5 μm , 10 μm
測定範囲	ϕ 1.3 ~ ϕ 15 mm	ϕ 0.6 ~ ϕ 3 mm	ϕ 15 mm	< ϕ 1 mm
応答速度	~ 5 kHz	~ 200 kHz(PM-E) ~ 3 MHz(ATW200)	~ 100 kHz	~ 1 Hz
長所	・ 高安定、高分解能 ・ 原理的に直線性が高い ・ 表面粗さの影響を受けない ・ 導電性ワークであれば感度不変(シリコンウエハも測定可能)	・ 光を反射する物体であれば測定可能 ・ 高速応答	・ 測定ギャップの水や油の影響を受けない ・ 高速応答(~ 100 kHz)	・ 測定箇所の水や油の影響を受けない ・ 表面粗さの影響を受けない
短所	・ 測定ギャップの水や油などの影響を受ける ・ ワークをGNDに接続する必要がある	・ 特性が非線形 ・ ワーク表面の反射率の影響を受ける(PM-E) ・ 測定ギャップの水や油などの影響を受ける	・ 測定ワークの導電率や厚さの影響を受けるためワークごとにキャリブレーションが必要 ・ 測定領域が広い	・ 応答速度が遅い ・ 分解能が低い ・ プローブがワークに接触するためワークの損傷や汚染が避けられない
主なアプリケーション	・ 微動ステージのフィードバックセンサ ・ 厚み測定 ・ すきま測定 ・ 回転体のぶれ測定 ・ 平面度測定 ・ 真直度測定	・ 振動測定 ・ 回転速度検出	・ 振動測定 ・ エンジン	・ プレス機のストローク測定 ・ 治具の変位測定

アプリケーション

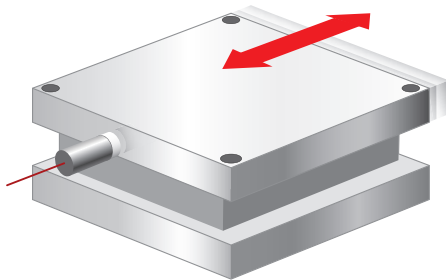
いつも同じワークで測定ギャップや変位を測定する場合

静電容量方式変位計(PS-IA, PS-IA-HS, PS-Ⅲ, PS-Ⅲ-HS, UMA-500-R)、渦電流方式変位計(UEC-1)、光ファイバー方式変位計(PM-E, ATW200)が使用できます。

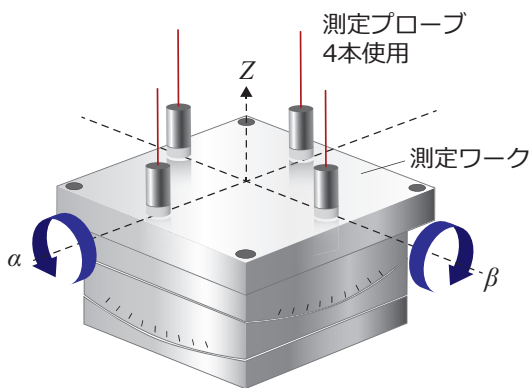
静電容量方式変位計を使用する場合には、測定ワークを変位計のGNDに接続する必要があります。

渦電流方式変位計では、測定領域がプローブ径の3倍程度必要になりますので、ワークサイズにご注意ください。

光ファイバー方式変位計では、表面粗さが粗い場合、感度が変化することがあります。そのような場合には現物でのキャリブレーションも可能です。弊社営業までお問い合わせください。



ピエゾステージやVCM駆動部材の微小変位測定や位置決め用のフィードバックセンサとして

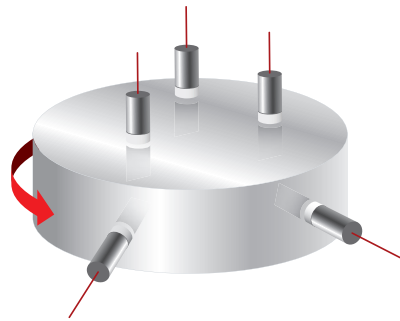


傾斜ステージの角度測定やフィードバックセンサとして

測定面が変位測定面に平行に移動する場合

円板の面ぶれ測定やシャフトの軸ぶれ測定などでは、測定面が測定プローブの測定面に平行に移動するため、測定面が絶えず変化します。光を使った変位計では、表面粗さの影響が避けられません。このようなアプリケーションには、静電容量方式変位計が最適です。静電容量方式では表面粗さの影響がなく、高精度な測定が可能です。

ただし、静電容量方式では測定ワークを変位計のGNDに接続する必要があります。



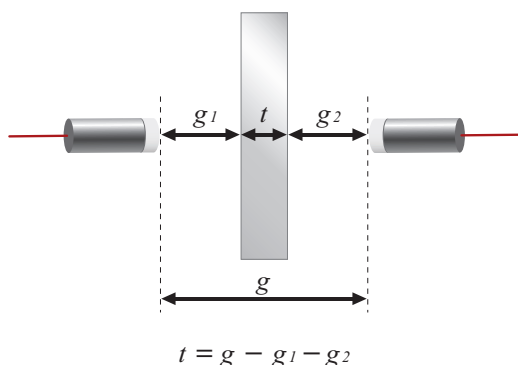
回転体の軸ぶれ測定

シャフトの軸ぶれ測定では、静電容量方式が適していることは前述した通りですが、シャフトの径が小さくなってくると平面对平面との測定とは特性が変化してきます。その影響度は、ワークの曲率半径と測定ギャップ、測定プローブ径と関連して変化しますので、詳細については、弊社営業までお問い合わせください。

また、測定プローブの表面形状をワークの曲率半径に合わせた、測定プローブもご提案可能です。

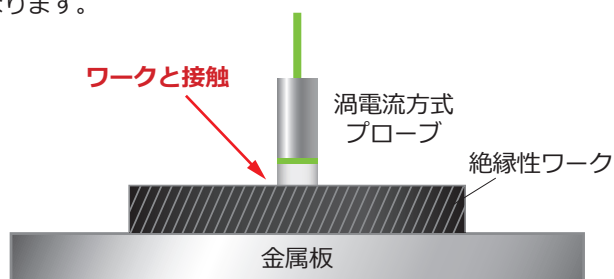
導電体の厚さ測定

導電体の厚さを測定する場合、表裏両側から静電容量方式変位計で挟み込むように各表面までの距離を測定し、測定プローブ間の距離から各ギャップの値を差し引くことによりワークの厚みを算出できます。このような応用では、変位計の直線性が悪い場合、測定ギャップの位置によって測定値がばらつくことになります。静電容量方式変位計は高い直線性を持つため、このような用途に最適です。特にUMA-500-Rにはデジタルリニアライザと厚さ測定モードを搭載しており、厚さ測定に最適です。



渦電流方式を使った絶縁体の厚さ測定

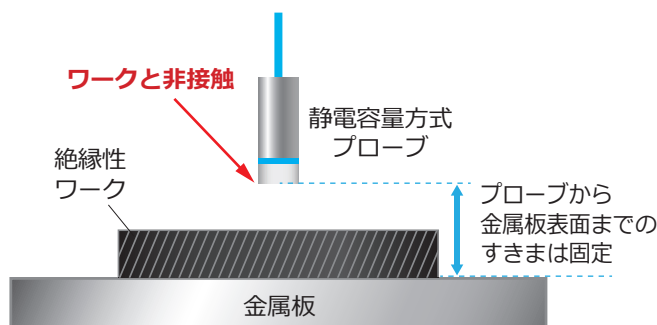
絶縁体の厚さ測定は、渦電流方式変位計を使う方法と、静電容量方式変位計を使う方法があります。渦電流方式変位計は絶縁体には感度がないため、渦電流方式のプローブと金属板の間に絶縁性ワークを挟み込んでプローブを接触させたときのプローブと金属板の間の距離が、ワークの厚さになります。



渦電流方式プローブと金属板の間の距離 = ワークの厚さ

静電容量方式を使った絶縁体の厚さ測定

渦電流方式で絶縁体の厚さを測定する場合、ワーク表面にプローブを接触させる必要がありますが、静電容量方式ではプローブを接触させずに絶縁体の厚さを測定することができます。プローブと金属板のすきまを固定しておいて、絶縁性ワークをそのすきまに差し入ると、静電容量方式変位計の出力はワークの厚さに比例して変化します。厚さが既知のワークを使って、厚さに対する出力電圧変化を測定して感度を校正します。すきまが一定であれば、出力から厚さが算出できます。静電容量方式を使用した場合には、下地の金属板とプローブとのすきまを固定しておく必要があります。



絶縁性ワークのあり・なしの出力差 $\propto$ ワークの厚さ

静電容量方式での交流でのGND接続

静電容量方式では、ワークと静電容量方式アンプのGNDを接続する必要があります。しかし、電線を直接接続させることが難しい場合でも交流的に接続できる場合があります。静電容量方式変位計では、静電容量の測定に交流信号を使用しています。交流信号は金属面同士が狭いすきまで対向していると、その間の静電容量を通じて交流信号が流れます。

PRINCIPLE OF DC AMPLIFIER

DCプリアンプの原理

DCプリアンプは、ストレングージを応用した各種センサからの微小な信号を増幅するためのものです。

ユニパルスのDCプリアンプは、熱的設計を徹底的に行い、長期間エージング並びに部品の選別技術の開発、電圧特性の改良により、モノリシックあるいはチップ部品による薄膜集積回路などでは到底実現困難な精度と安定性を保証しています。



高精度DCプリアンプを搭載した計測器ラインアップ

●ウェインゲインジケータ



F805AT



F800

●直流増幅器



AM32AZ

なぜDCプリアンプが必要なのか

各種物理量（荷重、圧力、トルク、加速度など）に対応して処理しやすい出力信号に変換する器具のことをセンサと呼びます。

このセンサから出力される信号は一般的に低レベル信号であり、表示器、記録計、調節計などの機器で扱いやすくするためには安定した増幅器が必要となります。

ストレンゲージを使用したセンサからは数 mV ～ 数十 mV と非常に小さな電圧信号が出力されます。

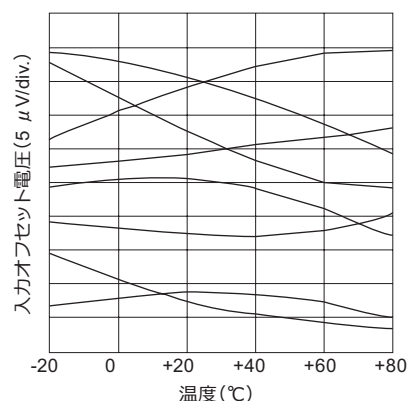
DCプリアンプは、この小さな電圧信号を数 V ～ 10 V 程度の電圧へ正確にかつ安定的に増幅し、各種計測機器で入力信号として処理することを可能にします。

また、数 mV の電圧を 1/10000 (0.01%) 程度の精度で処理するためには 0.1 μ V 程度の電圧を識別できる性能が求められます。

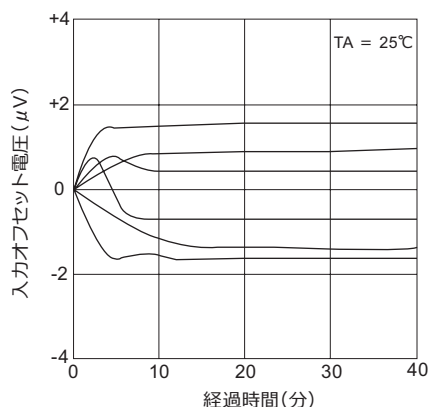
高精度DCプリアンプ U300

ストレンゲージ式センサには、荷重(重量)、圧縮・引張などの力、油圧・空気圧・ガス圧などの圧力、回転体のねじれ力ねじ込み・締付けトルク、振動や衝撃の加速度などの物理量を電気信号に変換するものがあります。また、荷重を変換するセンサのことは、特にロードセルと呼んでいます。ストレンゲージ式センサから出力される小さな電圧を正確にかつ安定的に増幅することを目的にDCプリアンプ U300 は製品化され、モノリシックICでは得ることができない高性能を実現しています。

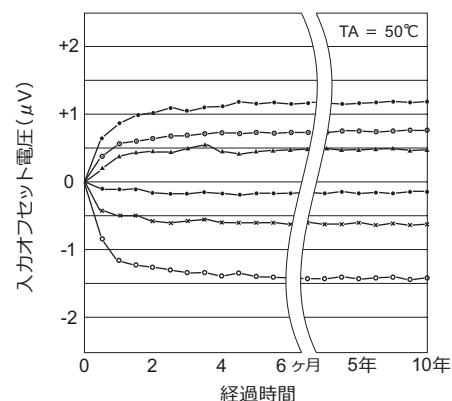
またU300は、ロードセルを使用した工業はかりなどに特に適するように、ゲインを200倍の固定とし、ゲインドリフトを低く抑えています。



図B: 温度によるゼロドリフトの変化



図C: 電源投入立上り特性



図D: 経過時間によるゼロドリフトの変化

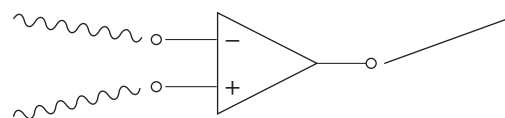
DCプリアンプは平衡差動入力

ストレンゲージ式センサの内部回路は、ホイートストンブリッジ回路のため平衡型信号源になっています。

U300の入力回路には、平衡型信号源を接続し同相モード電圧を打ち消すことができるように平衡差動型を採用しています。

商用電源の50 Hzまたは60 Hzに由来する誘導ノイズ(ハムノイズ)は、平衡差動の信号ラインには2線に対して等しい電圧レベルで重畳します。(図A)

平衡差動型の入力回路では差動電圧のみを増幅することになるため、2線に等しいレベルで重畳された同相モード電圧はここで打ち消されることになります。



図A: 平衡差動入力

ゼロドリフト (オフセット電圧ドリフト)

U300はオフセット電圧ドリフトが非常に小さいことがその特長の1つです。

U300は 0.25 μ V/°C、U300Aでは0.1 μ V/°Cを全数保証しています。

ドリフト試験温度は-10 ～ +40°Cですが、図Bでも示されているように-20 ～ +80°Cの温度範囲でも特性が変化するようなことはありません。

U300のウォームアップドリフトは周囲温度や実装状態によって多少の差がありますが、電源投入直後より20分間で1 ～ 2 μ V程度と非常に小さく、通常の使用目的には面倒なプレヒートなどは必要なく電源投入と同時に使用できます。(図C)

また内蔵素子の熱膨張や機械的ストレスなどに起因する経年変化が少なくなるように内部構造に工夫がされています。温度一定条件下での経時ドリフトは最初の1ヶ月間で2 μ V以内、その後の1年間で1 μ V 以内と非常に小さくなっています。また更に5年、10年の経過に対するドリフトは極めて僅かな電圧であり、定期的な再調整を不要にします。

(図D)

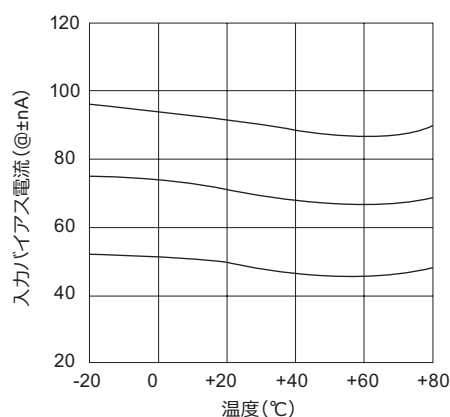
ゲインドリフト

工業はかりなどの応用分野ではゲインドリフト特性は極めて重要な要素となります。

ゲインドリフト特性は使用している抵抗素子の安定性によりのみ依存しますのでU300では内蔵抵抗素子の温度係数のトラッキング特性を管理し5 ppm/℃を保証しています。ゲインドリフト値は信号源抵抗がほぼ0 Ωにて規定されています。

しかし実際にはストレインゲージ式センサなどのように必ず個別に信号源抵抗をもっており、バイアス電流の温度ドリフトが大きいと、これによってゲインドリフトなどの誤差が出てしまいます。

U300には温度センサが組込まれており、周囲温度の変化に対してバイアス電流が変動しないような補償回路を内蔵しています。したがってバイアス電流の温度依存性は極めて低く抑えられており、ゲインドリフトなどへの影響はほとんど無視できます。(図E)



図E: 温度による入力バイアス電流の変化

入力電圧ノイズ

U300の入力部で発生する電圧ノイズ、 $f = 0.1 \sim 10 \text{ Hz}$ は $0.2 \mu\text{Vp-p}$ と非常に小さく、高精度、高分解能を得るアプリケーションに最適です。(図F)

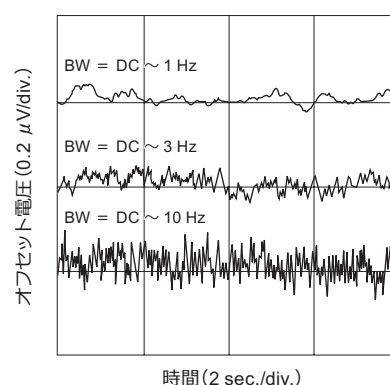
工業はかりでは、ロードセルには大きな初期荷重(風袋)がかかります。また衝撃荷重や過負荷に耐えられるように実際に計量・計測する範囲よりも高容量のロードセルを使用するのが一般的です。

この場合、計量・計測する範囲はロードセルのフルスケールを大きく下回りますので、出力される電圧も比例して小さくなります。

高分解能を求める場合、最小目盛に相当する電圧値が電圧ノイズの値を上回っていないと、ノイズに影響され安定したデータを得ることができません。

定格荷重6 kg、定格出力2 mV/Vのロードセルを1個使用し、500.0 gの計量をする場合に最小目盛を0.1 gとするとこれに相当する電圧は、 $0.33 \mu\text{V}$ (印加電圧10 V時)になります。

このような条件でも、U300をプリアンプとして搭載した弊社インジケータでは、安定した目量を指示し、高精度な計量を実現できます。



図F: ノイズ特性

GLOSSARY

用語集

トルクメータ関連用語

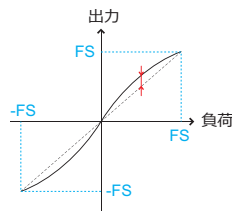
GLOSSARY OF TORQUE METER

【測定レンジ】 Measurement range

トルクメータが測定できるトルクの範囲 (N m)。

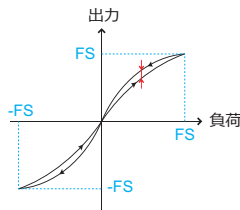
【非直線性】 Non-linearity

ゼロ点とフルスケールまでの理想直線と実際の出力との最大偏差 (% FS)。



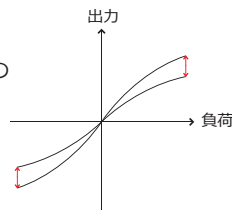
【ヒステリシス】 Hysteresis

ゼロ点からフルスケールまで負荷を加えたときの昇降時の最大偏差 (% FS)。



【繰返し性】 Repeatability

同条件で複数回負荷を加えたときの最大ばらつき (% FS)。



【許容過負荷】 Safe overload

フルスケールを超えた負荷に対して正常復帰が望める範囲 (% FS)。

【動作温度範囲】 Operation temperature

使用可能な温度範囲 (°C)。

【ゼロ点の温度影響】 Temperature effect on zero

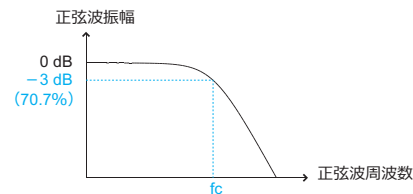
周囲の温度変化がもたらすゼロ点の変動範囲 (% FS/°C)。

【出力の温度影響】 Temperature effect on span

周囲の温度変化がもたらす出力 (FS) に対する変動範囲 (% FS/°C)。

【カットオフ周波数】 Cut-off frequency

正弦波状のトルク変動に対して出力が -3 dB (約0.7倍) となる周波数 (Hz)。



【ねじりばね定数】 Torsional constant

1 radねじるために必要なトルク (N m/rad)。

【最大ねじれ角】 Maximum torsional angle

最大負荷を加えた状態でのねじれ角 (rad)。

【慣性モーメント(イナーシャ)】 Inertia moment

角加速度とトルクの比例定数 (kg m²)。

【ねじり固有振動数】 Torsional natural frequency

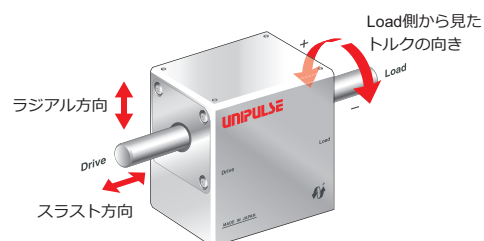
ねじれモードの固有振動数 (Hz)。

【スラスト方向】 Thrust direction

回転軸に対して平行となる方向。

【ラジアル方向】 Radial direction

回転軸に対して垂直となる方向。



【単位】

単位	読み方	説明
N m	ニュートンメートル	トルクの単位。1 N mは1 mの腕の先に1 Nの力を加えた場合、回転中心に加わるねじれ方向の力(モーメント)
rpm	アールピーエム	1分間あたりの回転速度(回転数)
rad	ラジアン	角度の単位。1 radはおよそ57.2957°
FS	フルスケール	測定レンジ内の最大値。% FS は % of Full Scaleの略

【換算表】

	N m	N cm	kg m	kg cm	g cm	mN m
N m ⇒	1	10 ²	0.10197	10.197	1.0197×10 ⁴	10 ³
N cm ⇒	10 ⁻²	1	1.0197×10 ⁻³	0.10197	1.0197×10 ²	10
kg m ⇒	9.8067	9.8067×10 ²	1	10 ²	10 ⁵	9.8067×10 ³
kg cm ⇒	9.8067×10 ⁻²	9.8067	10 ⁻²	1	10 ³	98.067
g cm ⇒	9.8067×10 ⁻⁵	9.8067×10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻³	1	9.8067×10 ⁻²
mN m ⇒	10 ⁻³	0.1	1.0197×10 ⁻⁴	1.0197×10 ⁻²	10.197	1

ロードセル関連用語

GLOSSARY OF LOADCELL

【許容温度範囲】 Safe temperature range

仕様は満足しないが、永久的な特性変化を生じることなく使用できる温度範囲(℃)。

【許容過負荷】 Safe overload

仕様は満足しないが、特性上永久変化を起こさない負荷。定格容量に対する百分率で表す(% R.C.)。

【起歪体】 Spring

応力に比例したひずみを発生させる部材。

【クリープ】 Creep

一定条件のもとで、定格負荷を一定時間加えたときに現れる出力の変化。30分間における変化を定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O./30 min)。

【繰返し性】 Repeatability

同一条件において繰返し負荷したとき、負荷増加時の同一負荷に対する出力の差の最大値。定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O.)。

【固有振動数】 Natural frequency

変換器の無負荷時における自由振動の振動数(Hz)。

【最大印加電圧】 Maximum excitation voltage

変換器の特性を変化させることなく加えられる最大の印加電圧(V)。

【最大プラットフォームサイズ】 Maximum platform size

JIS B 7611-2に規定されている偏置荷重の規定を満たすことができる積載面の最大サイズ(mm)。

【出力端子間抵抗】 Output resistance

標準試験温度において、無負荷で入力端子を開いた状態のもとで測定する出力端子間抵抗(Ω)。

【出力の温度影響】 Temperature effect on span

周囲温度の変化に起因する定格出力の変化。10℃当たりの変化を定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O./10℃)。

【推奨印加電圧】 Recommended excitation voltage

変換器の使用上、最も適している印加電圧(V)。

【絶縁抵抗】 Insulation resistance

変換器の電気回路と変換器本体間の直流抵抗。通常はDC 50 Vで測定する(M Ω)。

【零点の温度影響】 Temperature effect on zero

周囲温度の変化に起因する無負荷出力(ゼロバランス)の変化。10℃当たりの変化を定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O./10℃)。

【ゼロバランス】 Zero balance

無負荷時の出力。定格出力に対する百分率で表す(% R.O.)。

【定格出力】 Rated output (R.O.)

定格負荷出力から無負荷出力(ゼロバランス)を差し引いた値。印加電圧1 V当たりの出力で表す(mV/V)。

【定格容量】 Rated capacity (R.C.)

変換器がその仕様を保って測定できる最大負荷。

【入力端子間抵抗】 Input resistance

標準試験温度において、無負荷で出力端子を開いた状態のもとで測定する入力端子間抵抗(Ω)。

【変換器】 Transducer or Sensor

物理的現象を電気信号に変えるもの。

【ヒステリシス】 Hysteresis

定格負荷までの負荷増加時と負荷減少時に生じる同一負荷に対する出力の差の最大値。定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O.)。

【ストレンゲージ】 Strain gage

ひずみの大きさを電気抵抗の変化に変換する素子。

【非直線性】 Non-linearity

負荷増加時の校正曲線において、無負荷点と定格負荷点とを結ぶ直線に対する最大偏差。定格出力に対する百分率の絶対値で表す(% R.O.)。

【ポアソン比】 Poisson's ratio

縦ひずみに対する横ひずみの比。ポアソン比 = -横ひずみ/縦ひずみで表す。

【ホイートストンブリッジ】 Wheatstone bridge

電気抵抗変化を電圧変化にする電気回路。

【保護等級】 Degrees of protection

外来固形物の侵入 および/または 水の浸入に対する保護の度合。JIS C 0920に規定するIPコードにより表す。

【補償温度範囲】 Compensated temperature range

零点の温度影響および出力の温度影響が仕様を満足するように補償されている温度範囲(℃)。

【ロードセル】 Load cell

力の大きさを電気信号に変える変換器。

規格

STANDARD

【CE】 Conformance Europeenne

安全性やノイズ性能などの該当する全てのEC指令の求める要件を、その製品が満足していることを示すマーク。EU域内での商取引における必須条件である。EC指令に適合していれば、自己の責任でCEマークを貼付することができる。

イギリス向けのUKCAマーキングにも対応できます。詳しくは弊社営業までお問い合わせください。

【DIN】 Deutsche Industrie Normen

日本のJISに相当するドイツの工業規格。

【IP】 International Protection

防塵、防水に対する保護等級。

【精度等級】 Accuracy Class

取引または証明用に使用できる型式承認用の指示計モジュール。計量法(規格番号 JIS B 7611-2)に対応していることを示すマーク。(精度等級:3級)



その他

OTHERS

【RoHS2】

Restriction of the use of the certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment
電気電子機器の特定有害物質使用規制のことでありEU域内で取り扱われる電気・電子機器製品について環境や人体への悪影響が懸念される有害な化学物質の使用を禁止する指令。
対象となる有害物質は、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、PBB(ポリ臭化ビフェニール)、PBDE(ポリ臭化ジフェニルエーテル)、DEHP(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))、BBP(フタル酸ブチルベンジル)、DBP(フタル酸ジブチル)、DIBP(フタル酸ジイソブチル)の10物質。



インジケータ関連用語 (デジタルインジケータ、ウェイングインジケータ、増幅器)

GLOSSARY OF INDICATOR

【RTI】 Referred to input

入力換算のこと。

【上がり目】 Scale division

指示値が変化する場合の最小変化幅。通常は最小目盛に一致。

【アナログフィルタ】 Analog filter

センサからの信号に対して、ノイズや不要な振動成分を除いて目的とする信号周波数成分を取り出す信号処理。量子化(デジタル化、A/D変換)に先立ち、電子回路で実現。→ デジタルフィルタ、ノイズ参照

【印加電圧】 Excitation voltage

センサのブリッジに印加する電圧値。

【ゲインドリフト】 Gain drift

1℃当りの温度変化に対するゲインのズレ(ppm/℃)。一般的には、ある温度変化を加えたときの指示変動率からゼロ点変動分を差し引いた値を加えた温度差で割った値。指示変動率とは変化分を最大表示値(フルスケール)で割った値。

【最小入力感度】 Sensitivity

指示値を1目盛変化させるのに必要な最小入力電圧(μV/count)。

$$\text{最小入力感度} [\mu\text{V/count}] = \frac{\text{入力電圧} [\mu\text{V}]}{\text{分解能}}$$

$$\text{入力電圧} [\mu\text{V}] = \frac{\text{定格出力} [\text{mV/V}] \times \text{フルスケール}}{\text{定格容量}} \times \text{印加電圧} [\text{V}] \times 10^3 (\mu\text{V換算})$$

分解能 = 量子化(デジタル化)の最大値

【最大秤量値】 Capacity

計量器として使用することのできる最大値。

【実負荷較正】 Actual load calibration

センサに実際の重量や圧力をかけて較正する方法。

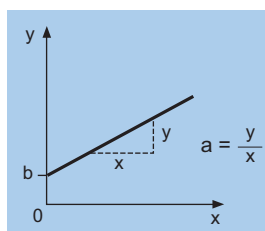
→ 等価入力較正参照

【信号入力範囲】 Signal input range

信号入力端子に加えることができる電圧や電流の範囲。

【ゼロ・スパン較正】 Zero・span calibration

センサからの入力信号を量子化し、その値を実際の物理量、たとえば、重量・圧力などの値に変換することをスパン較正という。任意の信号を強制的にゼロにすることをゼロ較正という。



$$y = ax + b$$

y: 指示値

x: センサからの入力信号を量子化した値

a: 傾き

b: ゼロ較正值

【ゼロドリフト】 Zero drift

入力換算で 1℃当りの温度変化に対するゼロ点のズレ(μV/℃ RTI)。

一般的には、ある温度変化を加えたときのゼロ点変動を最大表示値で割った値を入力換算した値。

【typ.】 Typical

標準値のこと。

【DZ規制値】 Digital zero regulation value

デジタルゼロやゼロトラッキングによるゼロ点補正ができる範囲。

【デジタルフィルタ】 Digital filter

移動平均型デジタルフィルタのことで、量子化された値の移動平均を行うこと。→ アナログフィルタ参照

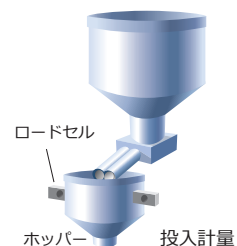
【等価入力較正】 Equivalent input calibration

実際の重量や圧力をセンサに加えたときに生ずる電氣的な信号変化と同等な電気信号を直接入力して較正を行うこと。

→ 実負荷較正参照

【投入計量】 Feed weighing

計量タンク(ホッパー)に原料を投入して増加する重量値をもとに投入量を制御する計量方式。



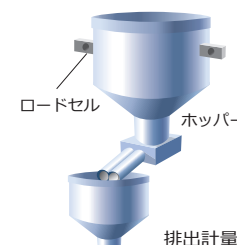
【ノイズ】 Noise

信号に影響を与え、計量を妨げる外乱のこと。モータ振動などのセンサへの機械的ノイズのほか、ラインノイズ、電磁波、静電気などの電氣的ノイズがある。

→ アナログフィルタ参照

【排出計量】 Discharge weighing

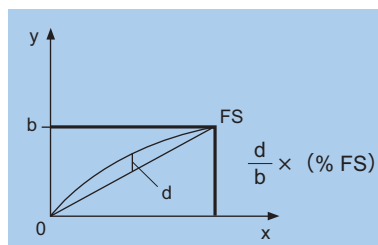
計量タンク(ホッパー)に原料を補給しておき、そこから排出して減少する重量値をもとに排出量を制御する計量方式。



【非直線性】 Non-linearity

ゼロ点と最大値を結ぶ仮想直線に対する実際の指示値のズレのことで、最大値に対する比率で表す。

指示値において、基点と出力の最大値を結ぶ直線に対する測定曲線の最大偏差。フルスケール(FS)に対する比率で表す(% FS)。



y: 指示値

x: 入力信号を量子化した値

【分解能】 Resolution

最大入力信号を量子化する場合、それを何等分して取得しているのか。量子化の最大値で表現する場合とその逆数で表現する場合がある。

【1/4目盛】 1/4 Scale

重量値の目量の中央(±1/4目盛以内)であることを検出する機能。

インジケータ内部では1目盛の4倍の分解能を持つことによって可能になる。

【リモートセンス方式】 Remote sensing type

センサに電源を供給する電源線とその電源線の電圧降下を検出する線を設け、電源線の長さや温度変化に影響されことなく自動的にセンサに加える電圧を一定に保つ機能を備えた方式。

【レシオメトリック方式】 Ratio metric type

センサに加える電圧と量子化のための基準電圧を同一にする方式で温度や経年変化などによって起こる電圧誤差を相殺し、正確な量子化を行うことができる方式。

CORPORATE PROFILE

会社案内

社長メッセージ

ユニパルスは、「得意なパルス回路技術でユニークな製品づくりをしていこう」という志のもと、若手技術者数名により発足しました。1970年のことでした。

当初からストレングージを使った応力測定やロードセルによる荷重・重量測定を専門とし特にウェービングインジケータにおいては世界に先駆けて製品化を果たしました。

以降、圧入・カシメなどを最適荷重で行うためのデジタルインジケータ、静電容量方式非接触変位計、回転トルクメータなど、幅広い技術をもって数多くの製品を開発しました。特に回転トルクメータUTMシリーズは、シャフト型のトルク計測のスタンダードとなり多くの開発・製造現場で使われています。

近年ではストレングージを社内生産しており、ねじタイプやシリコンフリータイプなど多様な用途に合わせた新しいロードセルの開発も進んでおります。

また、電動トルクアクチュエータ ユニサーボ、電動バランス ムーンリフタなどの各種ロボットの開発・販売も順調に伸びております。特に、重量物を人の手感覚で思いのままに移動させることができる電動バランスは、今までにない使い勝手の良さから多くのお客様に導入いただき累計販売台数が5000台を突破いたしました。

これからもユニパルスは、研究開発を最重視し、日本初・世界初の製品をお届けしてまいります。

皆さまには、より一層のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

社長
玉久 明子

会社概要

設立 : 1970 年 4 月 1 日
資本金 : 9500 万円
代表者 : 社長 玉久 明子 (たまひさ あきこ)
従業員数 : 268 名 (2025 年 1 月 1 日時点)
事業内容 : ストレングージ・荷重・変位・トルク・振動などのセンサ
並びに 光学機器・メカトロニクス機器・エレクトロニクス機器の製造・販売
拠点 : 本社 / 東京都中央区日本橋久松町
埼玉工場 / 埼玉県越谷市
営業所 / 名古屋、大阪、広島
子会社 : ユニパルス貿易(無錫)有限公司
海外販売拠点 : Unipulse Instruments Thailand (バンコク)
Unipulse Instruments (ニューデリー)



本社



埼玉工場



埼玉工場 別館

沿革

西暦	会社の歩み	製品
1970 年	吉本喬美がユニパルス(株)を資本金 100 万円で設立、会社を東京都文京区後楽一丁目に置く	制御装置・電源装置・通信機器
1972 年	会社を東京都千代田区外神田に移転	マイクロ波機器や造船関連試験機
1974 年	会社を台東区入谷に移転、自社製品としてロードセルアンプやロードセルインジケータを発表、工業はかり分野に進出	パチンコ台全自動釘打ち機、材料試験機用データ処理装置 駐車場料金計算システム、選果機
1977 年	ソフトウェア開発用コンピュータを導入、他社に先駆けて製品にマイコン(8080, 8085A)を組み込むことにより製品の高性能化を図る	F300、F400、AM53
1979 年	埼玉県越谷市千間台に工場を建設し各種製品の量産を開始この頃より自社製品の売上比率が急伸	
1981 年	本社を越谷市千間台に移転	AM55、LC610、F230、U20
1985 年	本社ビルを建設、生産設備を増強	U200、LC612、AM20、F330、U300、F252、LC240 AM30
1986 年	名古屋市北区平安通に名古屋営業所を開設	F360
1989 年	本社ビルに隣接して工場を増築	F272、F270 II
1990 年	広島市中区舟入本町に広島営業所を、福岡市博多区博多駅南に福岡営業所をそれぞれ開設	F362、F800
1993 年	大阪市淀川区新大阪駅前に大阪営業所を開設	F850
1994 年	資本金を約 5 億 2 千万円に増資 福島県羽鳥高原に保養施設「楽山亭」を開設	F340、F740
1997 年	資本金を約 7 億 1 千万円に増資	CMS 物流業界向け重量検品機能付き ピッキングカートシステムの開発
1998 年	株式を店頭登録、資本金を約 8 億 2 千万円に増資	F158、F370
1999 年	越谷市千間台に新本社ビルを建設	UL120
2000 年	銀座一丁目に東京事務所を開設	F805
2001 年	東証 2 部に株式を上場、資本金を約 17 億円に増資	F156、F395
2002 年	本社を銀座七丁目に移転、越谷市の新本社ビルは技術センターとする	UL81、UL84
2006 年	協同電子システム(株)および(株)昭永電設の全株式を取得し子会社とする	F381、F720A
2007 年	協同電子システム(株)を(株)ナノテストに社名変更する	F372、UL82
2008 年	(株)ナノテックスの全株を TOB により取得、子会社とする	F490、F741-C
2009 年	(株)ナノテストを合併	F350
2010 年	本社を東京都中央区日本橋久松町に移転	F730
2011 年	中国にユニパルス貿易(無錫)有限公司設立	
2012 年	シンガポールに Unipulse Asia Pacific を設立 インドに Unipulse India を設立	F331、F388、F701-P
2013 年	MBO を実施、TOB などにより吉本喬美が全株を取得、上場を廃止 タイに Unipulse Instruments Thailand を設立 (株)ナノテックスを合併する 新たに知財グループを設置、特許などの取得に注力 センサー工場でストレングージやロードセルの製造を本格化	回転トルクメータ UTM II (0.05 ~ 10000 N m)、F325
2014 年	展示会開催多数、UTM II の販売が軌道に乗る 出力軸トルク測定機能付きギヤードサーボモータ(ユニサーボ)の開発佳境に入る 技術センター内技術本部を解体、部員を新設の生産本部と既設の製品企画本部などに振り分ける	小径把持力計(グリップマスタ)、F820、F735
2015 年	旧ナノテックス長野工場閉鎖、技術センターに統合 ユニサーボの制御性能が飛躍的に向上、6 月の機械要素技術展を経て販売開始 東京都中央区日本橋久松町に子会社(株)ロボテックを設立	コントローラ付ユニサーボ 80 W(SVM-80)、200 W(SVM-200)

西暦	会社の歩み	製品
2016 年	ストレンゲージの内製化を確立、ロードセルの生産を増強 NC 旋盤、マシニングセンタ、フライス盤、放電加工機などの 工作機械を導入、機械加工の試作のスピードアップを進める	高応答デジタルインジケータ FS2000、ウェイングインジケータ FC1000、組込型インジケータ FC400 高剛性・高応答ロードセル SCB(スーパーセル) 静電容量方式非接触変位計 PS-IA-HS
2017 年	ストレンゲージの生産設備を増強 ムーンリフタの量産開始 特許多数取得	電動バランサ(ムーンリフタ) 60・120・240 kg リニアエンコーダ ULE-50 光ファイバー変位計 ATW200 渦電流変位計 UEC-1、多分力計シリーズ ブレロード測定システム ユニサーボ 15・40・80・200・750 W ラインアップ拡大 パラレルリンクロボット製品化
2018 年	ムーンリフタの出荷量増加 サーボプレスコントローラ分野に新規参入 物流業界向け重量検品機能付きピッキングカートシステム 「CMS」新開発 8 秤カートの受注好調 特許出願数累計 160 件、登録数 25 件	電動バランサ 無線タイプ・防塵タイプ・ 480・960 kg ラインアップ拡大 ユニサーボ 1500 W ラインアップ拡大 8 秤ピッキングカート(CMS)、はかり付き仕分け棚(LAP) 圧縮型ロードセル(UNBF2)、小型主軸クランプ力測定器(UCF) サーボプレスコントローラ(PFA10)、トルクフランジ(UTF) 回転トルクメータ UTM Ⅲ (0.05 ~ 2 N m)
2019 年	ムーンリフタの出荷量増加 サーボプレスコントローラ受注好調 特許出願数累計 171 件、登録数 34 件	電動バランサ 30 kg ラインアップ拡大、圧縮型ロードセル (UCW、ULS、UBFH、USH)、引張・圧縮型ロードセル (URM)、回転トルクメータ UTM Ⅲ (5 ~ 200 N m)、UTM Ⅲ 用ロータリーエンコーダオプション、UTM Ⅲ用トルクモニタ (TM320)、UTM Ⅲ用トルクコンバータ(TC80)
2020 年	ムーンリフタの試験棟を新設 ムーンリフタの出荷量増加 特許出願数累計 179 件、登録数 40 件	UTM Ⅲ用インローオプション UTM Ⅲ用トルクモニタ(TM380、REM)、小型大容量圧縮型 ロードセル(UCC)、インテリジェントレコーダ(MD252) 減速機無ユニサーボ、ユニサーボ 400 W ラインアップ拡大 ユニサーボ用トルク&角度モニタ(USV-EC30)、電動バラ ンサ用フィンガーリモコン(ML-FRC)、電動バランサ用充電 式リモコン(ML-RFC2、ML-WPT)
2021 年	越谷市の技術センターを埼玉工場 センサー工場を埼玉工場 別館とする トルクフランジの試験棟を新設 高性能ターニングセンターを増設 特許出願数累計 199 件、登録数 54 件	電動バランサ 60 kg 小型・1500 kg ラインアップ拡大 HACCP 対応電動バランサ、超薄形圧縮型ロードセル(UST) 引張・圧縮型ロードセル(UTTC)、小型大容量圧縮型ロード セル(USLC)、引張・圧縮・薄形センターホール型ロードセル (UCPI)、高温対応小型大容量圧縮型ロードセル(UCC(HL)) 回転トルクメータ UTM Ⅲ (500 ~ 10000 N m)、トルク フランジ UTF Ⅱ
2022 年	玉久明子が代表取締役社長に就任 吉本喬美が代表取締役会長に就任 JCSS 校正(登録区分:トルク)の事業者認定 ムーンリフタの出荷量増加 トルクメータ、ロードセル受注好調 特許出願数累計 225 件、登録数 69 件	防塵・全天候型電動バランサ(MLT)、両端雄ねじ引張・圧縮型 防水ロードセル(UIS)、ダイレクト荷重測定器(DSCB)、組込 型サーボプレスコントローラ(PFAE)、ストレンゲージ式 センサ用計測ユニット(WI510)
2023 年	0.01 N m からの小容量 JCSS 校正に対応 ビルドアップ式の JCSS 校正を開始 3D スキャナ型三次元測定機、画像寸法測定器を導入 特許出願数累計 236 件、登録数 80 件	電動バランサ用無線 SI/F 変換器(ML-RF2SIF)、電動バラ ンサ用無線外部制御器(ML-RFIO)、目葉型トルクメータ、シリ コンフリービーム型ロードセル(UWR)、ワッシャー型 ロードセル(UWP)、チャック把握力測定器(WI610)、組込型 インジケータ(FC500 シリーズ)
2024 年	特許出願数累計 250 件、登録数 84 件	小型大容量圧縮型ロードセル(USLC(HL)) 電動バランサ 一体型クレーン(ジブムーン)

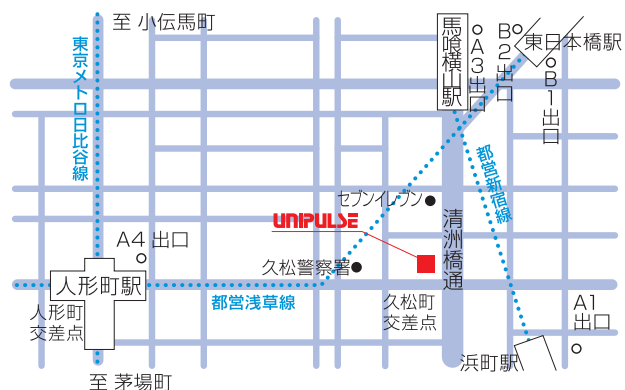
(注)製品欄の製品名の説明

- U シリーズ(U20、U300 など)はロードセル用直流ブリアンブ
- LC シリーズ(LC240、LC610 など)はロードセルアンプ
- F シリーズ(F360、F800 など)はロードセルインジケータおよびデジタルインジケータ
- AM シリーズ(AM20、AM30 など)は直流型ストレンアンプ
- UL シリーズ(UL82、UL120 など)はハンディタイプデータロガー

所在地

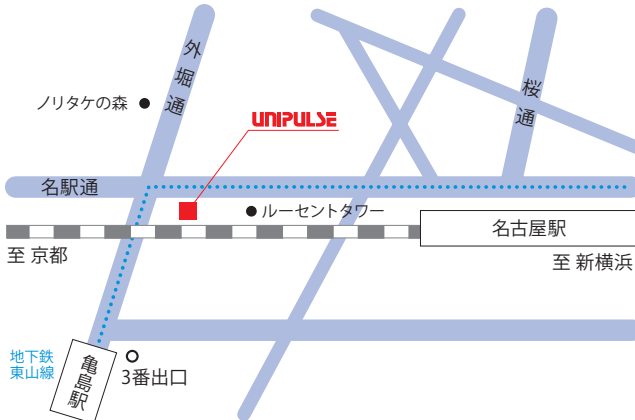
本社

〒103-0005 東京都中央区日本橋久松町9-11
Tel: 03-3639-6120 Fax: 03-3639-6130



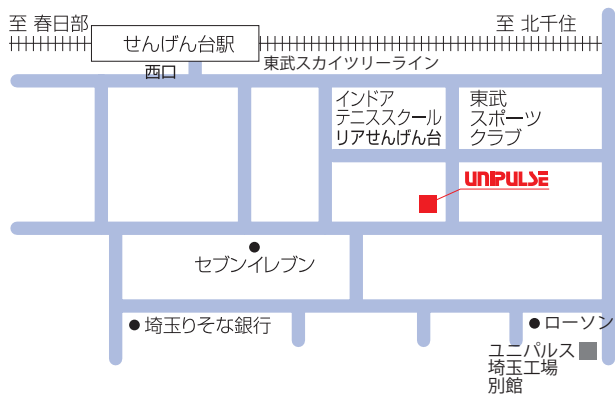
名古屋営業所

〒451-0046 名古屋市西区牛島町2-5 TOMITAビル
Tel: 052-300-8760 Fax: 052-433-6609



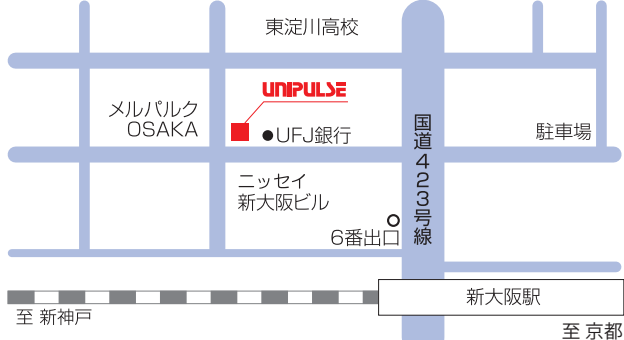
埼玉工場

〒343-0041 埼玉県越谷市千間台西1-3
Tel: 048-977-1111 Fax: 048-976-5200



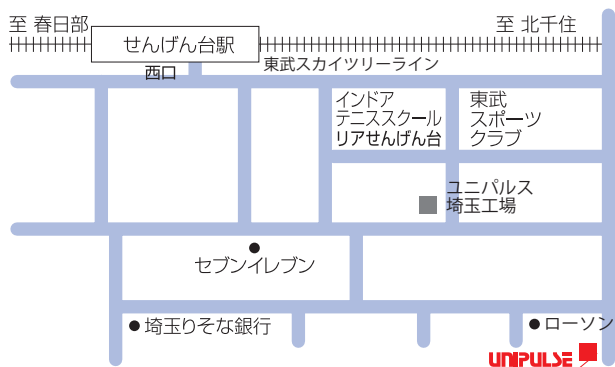
大阪営業所

〒532-0003 大阪市淀川区宮原4-1-14 住友生命新大阪北ビル
Tel: 06-6150-1511 Fax: 06-6150-1513



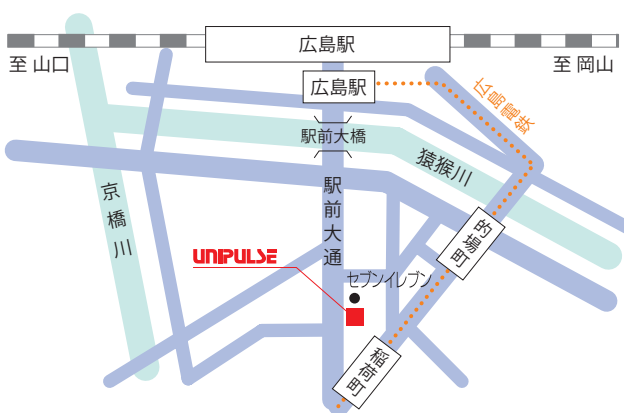
埼玉工場 別館

〒343-0041 埼玉県越谷市千間台西2-7-10
Tel: 048-978-4681 Fax: 048-978-4682



広島営業所

〒732-0824 広島市南区的場町1-2-21 広島第一生命OSビル
Tel: 082-563-7542 Fax: 082-263-9080



保証とアフターサービス

■ 保証期間について

製品のご購入日から1年間は、製造上の問題に起因することが明らかな故障について無償で修理または交換をいたします。

■ 保証期間経過後の修理について

お客様のご依頼に基づき、有償修理いたします。

部品の生産終了などで修理箇所を修復できない場合がございます。

■ 修理のご依頼について

製品名と製造番号ならびにできるだけ詳しい故障の症状を弊社営業までお知らせください。

■ 生産終了製品について

弊社ホームページにて情報を公開しております。

<https://www.unipulse.tokyo/techinfo/endproduct/>

生産終了製品につきましては、原則生産終了後5年を目安に修理サポートを終了とさせていただきます。

■ その他のご相談について

アプリケーションなどに関してお困りのことがございましたら、お気軽に弊社営業までお問い合わせください。