

静電容量センサー – 接地されていないターゲット

Contents

概要-2

接地されていないターゲットの兆候-2

静電容量センシングでの接地の役割-2

数学的な詳細は以下の通りです-2

接地されていないターゲット-2

静電容量の接地-2

オフセットおよび感度誤差-3

ターゲット/接地の静電容量の変動-3

接地されていないターゲットに関する解決策-3

2チャンネル、位相差の測定-3

ブラシによる接地-4

固有データ-4

該当する装置:

静電容量変位測定システム

アプリケーション:

スピンドルやリニア エア ベアリングなどの浮いているターゲットの静電容量測定

サマリー:

場合によって、接地されていないターゲットが測定結果に影響を与えることがあります。この TechNote では、接地されていないターゲットがエラーを発生させる場合、その大きさを決定するパラメータについて説明します。

概要

接地されていないターゲットは、大半が接地に対してかなりの静電容量を持ちます。これらの例では、測定誤差はありません。これは、接地されていないターゲットのアプリケーションの大半に当てはまります。接地されていないターゲットによる誤差の可能性が最も大きいのは、ターゲットが非常に小さいか、他の接地されている物体からの距離がかなり長い場合です。より高い解像度での較正は、標準あるいは拡張範囲の較正よりこれらの誤差に影響されやすくなります。

接地されていないターゲットの兆候

感度の低下、スタンドオフの減少、測定領域にオペレータの手が近づいた場合に出力が変化する、こうした現象はターゲットの接地が不十分である可能性を示しています。

静電容量センシングでの接地の役割

静電容量センサは、プローブのセンシング表面と接地（通常はターゲット）の間で流れる電流の量を測定して機能します。プローブとターゲットの間での静電容量が大きくなる（両方の間の距離が近い）ほど、流れる電流が大きくなります。ドライバの電子回路が、センシング電流の生成、制御、測定を行います。

数学的な詳細は以下の通りです。

$$I = V/X_C, \text{ および } X_C = 1/(2\pi FC)$$

場所:

I = 電流

V = ドライバの電子回路によるドライバの電圧

F = ドライバの電子回路によるドライバの周波数

C = 静電容量

X_C = 静電容量リアクタンス（電流の流れに対する抵抗）

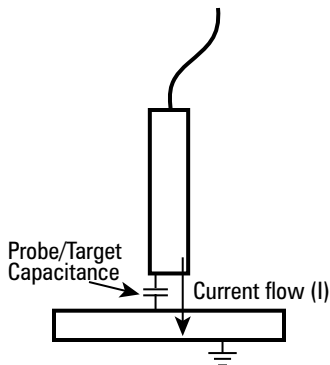
静電容量センサは、センシング電流における変化はすべてプローブ/ターゲット間の距離の変化によるプローブ/ターゲット間の静電容量であると想定します。

接地されていないターゲット

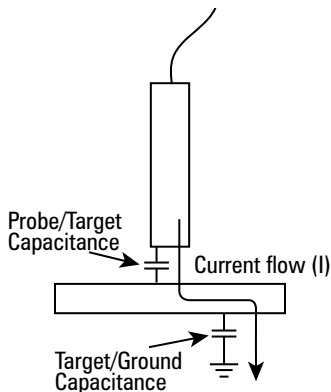
センシング電流が流れるには、接地への経路を見つける必要があります。電流の流れに対する抵抗を変化させるすべてのことが、測定に影響します。接地されていないターゲットを使用することの影響は、センシング電流が接地まで流れる代替の経路により、その経路でどれだけの抵抗 (X_C) を受けるかによります。

静電容量の接地

多くのターゲットは、直接接地されていなければ、接地に対する静電容量があります。この場合、センシング電流はプローブ/ターゲットの静電容量を通じて流れ、その後ターゲット/接地の静電容量を通じて流れます。ターゲット/接地の静電容量がプローブ/ターゲットの静電容量よりかなり大きい (>100 倍) と考えられる場合は、電流の流れに対する抵抗での変化全体が無視できる程度であり、測定には影響は出ません。ターゲット/接地の静電容量の方が小さい場合は、測定に影響があります。



センシング電流は、プローブ/ターゲットの静電容量を通じて接地に流れます。静電容量の量（ターゲットの近接）が、流れる電流の量を決めます。



接地されていないターゲットの場合、センシング電流はプローブ/ターゲットの静電容量を通じて流れ、その後ターゲット/接地の静電容量を通じて流れます。ターゲット/接地の静電容量は、プローブ/ターゲットの静電容量の 100 倍（またはそれ以上）であるため、測定は実質的に影響を受けません。

静電容量の除去

概略として、プローブとターゲットの間での静電容量は約1pF (ピコファラッド) です。2つの並行なプレートの間でのおよその静電容量は:

$$\text{メートル: } C = [8.86 \times 10^{-15}] [\text{面積}(\text{mm}^2) / \text{ギャップ}(\text{mm})]$$

$$\text{インチ: } C = [0.225 \times 10^{-12}] [\text{面積}(\text{mm}^2) / \text{ギャップ}(\text{インチ})]$$

例: 2つの1" 平方のプレートが、0.001" 離れている場合、静電容量は 225pF です。

通常のエアベアリングスピンドルのローターは接地に対して約 1000pF 静電容量があり、測定誤差は実質的にゼロになります。

オフセットおよび感度誤差

接地されていないターゲットによって誤差が生じている場合、次の2種類の形態があります。オフセット誤差—ゼロボルト出力でのプローブ/ターゲットの絶対距離のシフトによる誤差、および感度誤差—プローブ/ターゲットの距離の変化に関連する出力電圧の変化量の変化による誤差。絶対ギャップ測定と対比して、静電容量測定は通常、一部の設定ポイントに関連しているため、オフセット誤差はほとんど重要ではありません。システムによる測定結果が変わるので、最大の課題は感度の変化です。

ターゲット/接地の静電容量の変動

ターゲット/接地の静電容量が誤差の発生については十分小さく、かつ、時間と共に変動する場合、静電容量の変動は出力では時間で変動するノイズとして表れます。静電容量が変化すると、出力電圧で小さいDCシフトが発生します。静電容量が連続的に変化すると、出力電圧にも対応する連続的な変化が生じ、ノイズとして表れます。

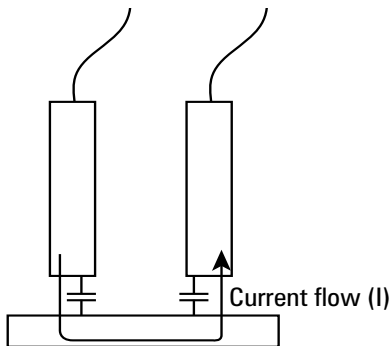
接地されていないターゲットに関する解決策

2チャンネル、位相差の測定

2つのドライバチャンネルが180°の位相差にある2チャンネルシステムによって測定を行います。この構成では、電流経路は、一方のプローブから「出て」、もう一方のプローブに「入り」ます。接地は、問題にはなりません。単純なギャップ測定では、一方のチャンネルからの出力だけが必要です。2番目のチャンネルは、センシング電流の戻り経路となるだけです。2チャンネルの厚さ測定などの一部の測定では、両方のチャンネルを使用します。

注記:

それぞれのチャンネルでの電流の流れは同じです。2つのチャンネルでの差異は、ターゲットでの残留電荷となります。両方のチャンネルは同じモデルのプローブおよび電子回路であり、同じ仕様で較正されている必要があります。また、2つのチャンネルが同期していて、180°の位相差である必要があります。適切に設定しないで、2つのチャンネルを使用するだけではあまり利点はありません。



2チャンネル測定では、センシング電流の戻り経路を提供することでターゲットの接地の必要性を排除していますが、これが有効であるのは2つのチャンネルが180°の位相差で同期している場合だけです。

ブラシによる接地

柔軟なコンダクターの接地されている小片を「ブラシ」として使用し、他の方法で接地されていないターゲットへの接地接続を維持することができます。銅または金属製のブラシの帯は、この目的でよく機能します。

固有データ

以下の表は、2つの異なる較正がされている、接地されていないターゲットに固有の結果を示しています。どちらの較正も、高解像度の較正です。高解像度の較正によって、プローブをターゲットに近い位置に保つことができます。これによって、プローブ/ターゲットの静電容量が増加し、その結果として、必要なターゲット/接地の静電容量が増加します。

プローブのモデル	較正	範囲	スタンドオフ	感度
C7-C	微細	±25μm	100μm	0.400V/μm
プローブ/ターゲットの静電容量 pF	ターゲット/接地の静電容量 pF	静電容量比	スタンドオフ μm (% 変化)	感度 V/μm (% 変化)
0.43	10	23:1	95.8 (4.2%)	0.389 (2.8%)
0.43	100	230:1	99.7 (0.3%)	0.399 (0.3%)
0.43	接地	—	100	0.400

プローブのモデル	較正	レンジ	スタンドオフ	感度
C7-C	超微細	±5μm	25μm	2.000V/μm
プローブ/ターゲットの静電容量 pF	ターゲット/接地の静電容量 pF	静電容量比	スタンドオフ μm (% 変化)	感度 V/μm (% 変化)
1.74	10	6:1	20.0 (20%)	1.750 (12.4%)
1.74	100	60:1	24.53 (1.8%)	1.970 (1.4%)
1.74	接地	—	25	2.000