

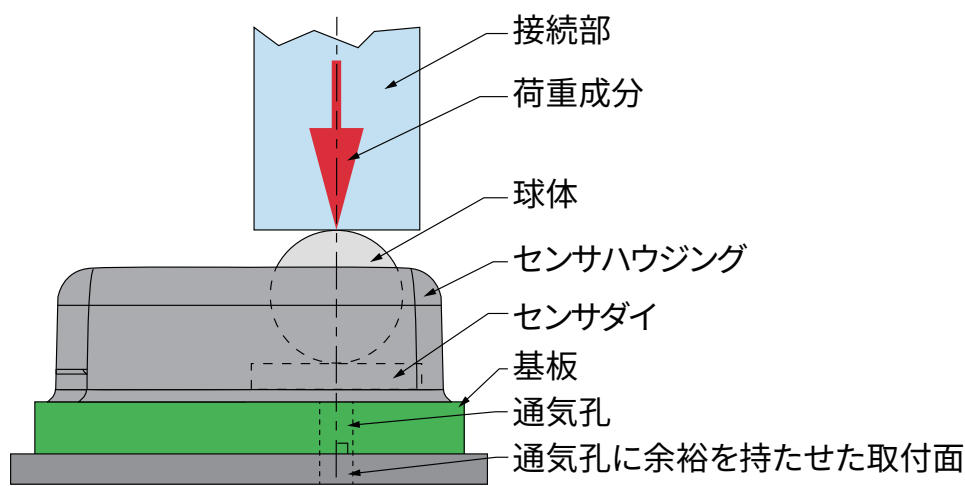
マイクロフォース センサの 接続方法

テクニカルノート

ハネウェルのピエゾ抵抗体を用いたマイクロフォースセンサは、シリコンセンサダイ上に直接実装された金属製の球体を介し、センサ部に直接機械的に接続することで動作します。

このパッケージ構造は、再現性と信頼性の高い機械的な接続を実現するように設計されています。ユーザーのアプリケーションにて信頼性の高い結果を得るためには、正しい機械的な接続と設計上の制約を考慮する必要があります。このテクニカルノートでは、センサへの正しいアライメントに関する力学的な考察、接続に関する一般的な課題、および起こりうる誤差を克服するための効果的な設計について説明しています。

図 1. マイクロフォースセンサに対する負荷力の最適配置



1.0 最適な負荷力のアライメント

以下の点に留意することで、最適な測定結果を得ることができます(図1参照)。

- 結合球体の上部中心点に、角度ずれなく垂直な軸に沿って、最適で理想的な負荷力を加えます。これは、基板に垂直な角度で球体に点で接触する平らな硬い表面を使用することによって達成されます。
- 接触点を安定させて、変形、振動、ずれ、滑りを防止してください。
- 基板やセンサハウジングにストレスがかからないように、センサを完全に固定してください。
- 取付け面(センサ背面)に通気孔のスペースを十分確保してください。
- お客様のアプリケーションにて実装時のズレが発生した場合は、オートゼロ技術を使用して補正してください。(詳細はテクニカルノート「FMAシリーズマイクロフォースセンサのオートゼロ補正技術」をご参照ください)
- 高い分解能を得るために、適用される負荷力の最高値ができるだけフルスケールに近いことを確認してください。
- 印加する負荷力がセンサの過負荷の限界値を超えないことを確認してください。(詳細については、テクニカルノート「過負荷設計の考慮事項」を参照してください)。

2.0 接続時に考慮すべきこと

センサとの接続を確実に成功させるためには、球体への適切なアライメントとセンサの正しい取り付けが、再現性のある正確な出力結果を得るのに非常に重要です。球体は接点を介して荷重を内部のセンサダイに伝達します。接触点が一致していなかったり、アライメント角が一定でなかったりすると、球体がセンサのハウジングを押ししたり擦ったりして、センサの出力値が変動することがあります。ピンやブッシングを機械的な接続部品として使用することで、この重要なアライメントを正確かつ一貫性のあるものに保つことができます。

また、公差のばらつきは、負荷力を歪ませたり、接続面に対して滑りを許したりする可能性があります。これらの結果として生じるパッケージへの応力は、センサ精度の低下やその他の問題につながる可能性があります。

表1、表2にマイクロフォースセンサを使用した場合の根本原因となるカップリングエラーと実装エラーの例を示します。

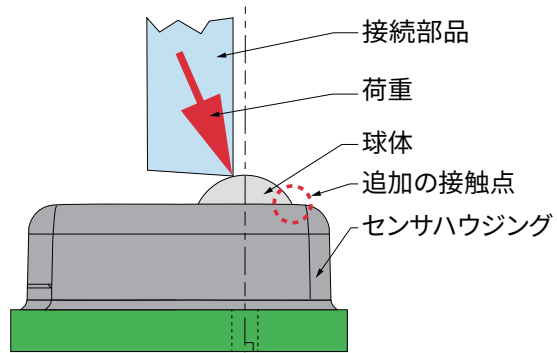
注意事項

アプリケーションでの特定ニーズを満たすためのソリューションは、お客様の設計に依存します。

表1. カップリングエラー

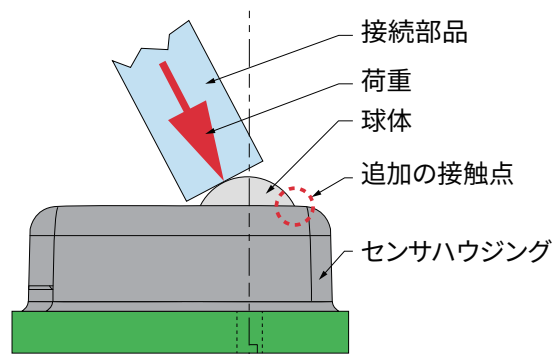
位置

接続部品の先端形状が細い場合や、平坦な表面を持っていない場合に誤差が発生します。また、公差の積み上げにより、接触点へのアライメントが不均一になり、荷重のミスアライメントによる誤差が発生したり、球体がセンサハウジングに押し付けられ追加の接触点が発生したりすることで誤差が発生します。



回転

接続部品とセンサが直角に配置されていない場合に発生し、荷重のずれによる誤差や、球体がセンサハウジングに押し付けられ追加の接触点により誤差が発生します。



ハウジングとの接触

接続部品がセンサハウジング上面にも接触することで、2つの接触点で負荷力を分散させる場合に誤差が発生します。さらに、ハウジングにかかる負荷力が十分に大きい場合、その力によりパッケージ全体へ応力が作用しセンサ精度の低下につながる可能性があります。

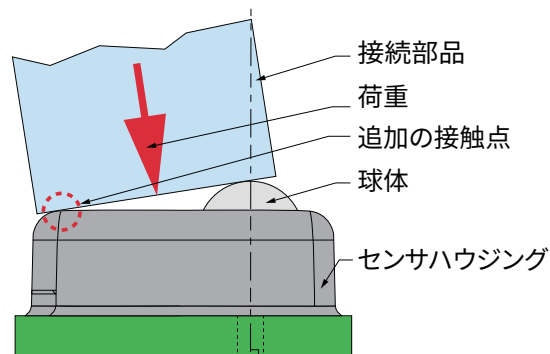
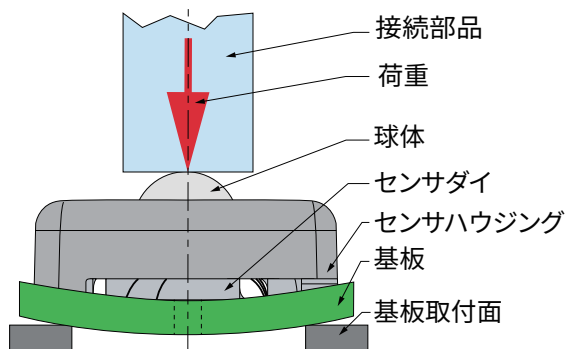


表2. 搭載エラー

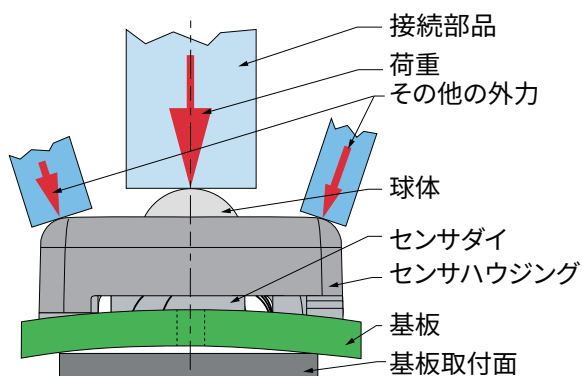
搭載

センサが実装面に正しく半田付けされていない場合や、実装面に正しく固定されていない場合に発生します。正しく搭載されていないと、基板からの曲げ応力により、不必要な応力がセンサダイに伝達される可能性があります。これらの誤差の中には、センサのオートゼロ機能により補正できるものもあります。



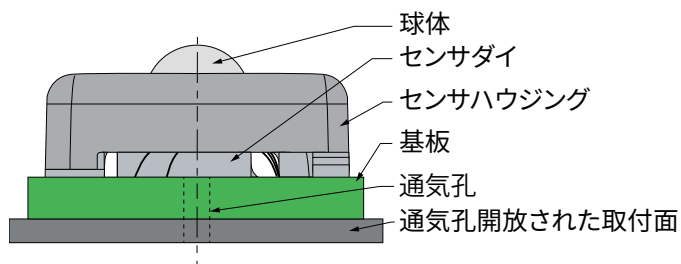
パッケージへのストレス

搭載エラーと同様に、他の外力がパッケージに歪を発生させ、それがセンサダイに伝達されると発生します。これらの誤差の中には、センサのオートゼロ機能にて補正できるものもあります。



通気

通気孔が塞がれている場合に発生します。その結果、球体がセンサダイを押圧した時に、通気孔に閉じ込められた空気圧が誤差を発生させることがあります。



3.0 接続機構の例

3.1 レバー機構を利用して荷重を加える

一般的なフォースセンサと負荷の接続部の設計は、レバーを使用して負荷力の位置と強さで調整します。この方法では、センサの接続部の球体に対して接するため、平らで水平な接触面上で荷重を制御します。

スペースを節約したり、荷重の精度を上げるために、異なるレバー構成を使用することができ、1つのセンサで異なる荷重範囲を使用することができます。

センサに過大な力が作用しないように注意してください（推奨：一般的にはセンサの指定測定範囲の3倍まで）。

センサに伝達される荷重の値を以下の式で示します。

図2及び図3に示す例

$$F_s = \frac{(FX_a + F_g X_g)}{X_s}$$

記号定義：

F_s : センサの反力

F : 接続された時にレバーにかかる荷重

X_a : 回転軸からの荷重力の垂直距離

F_g : 重力による力

X_g : レバーの重心から回転軸までの垂直距離

X_s : センサの接点から回転軸までの垂直距離

図 2. 平行レバー

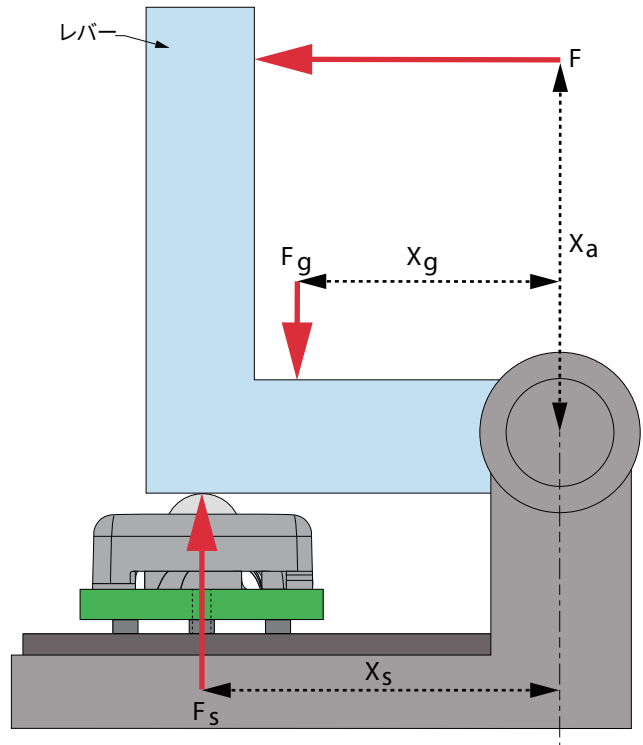
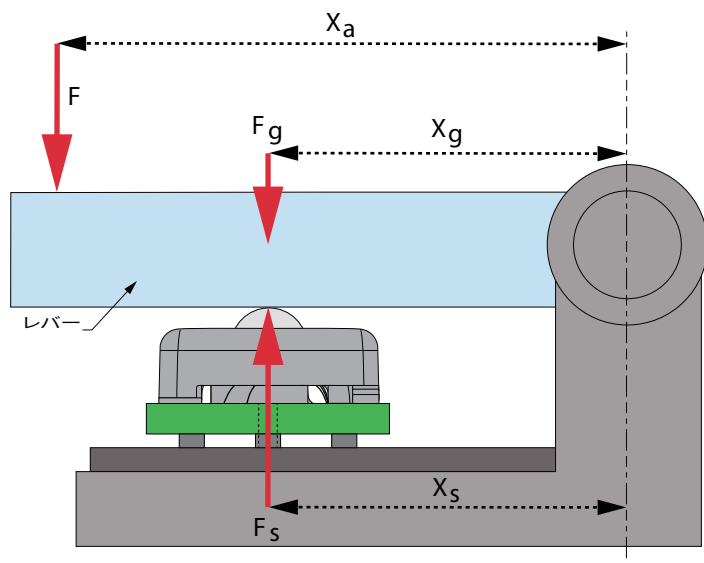


図 3. 右アングル・レバー



3.2 チューブを使用した圧力変化による負荷力の測定

アプリケーションには、フォースセンサの接続状態を変更することで独自の使用方法もあります。例えば、医療用としてはフォースセンサをチューブの外表面に接触させてチューブの内圧測定に採用されています。

3.2.1 チューブ単体

図4は、センサの上部にチューブを押し付け初期的な負荷を加えられた状態を示しています（この初期負荷力はセンサの校正範囲の一部となります）。また、チューブはカップリング球体と同様にセンサハウジングに接触する可能性があります。これらの方法は、パッケージへの力を発生させる可能性があります、出力のシフトを最小化することができます。

設計条件の変更は、センサの出力に影響を与える可能性があります。例えば、チューブの直径または材質の硬度を変更すると、球体に接触する表面積が変化する可能性があります。以下の図例は、センサがチューブに押し付けられた時に、どのようにセンサが圧力を計算するのかに使用されます。以下の式は、チューブの内圧とセンサ出力との関係式となります。

$$F_s = (2pRh)P$$

記号定義:

- F_s : センサへの力
- R: 球体の半径 (1/32")
- h: チューブ接部の高さ
- P: チューブの内圧

図4.チューブ

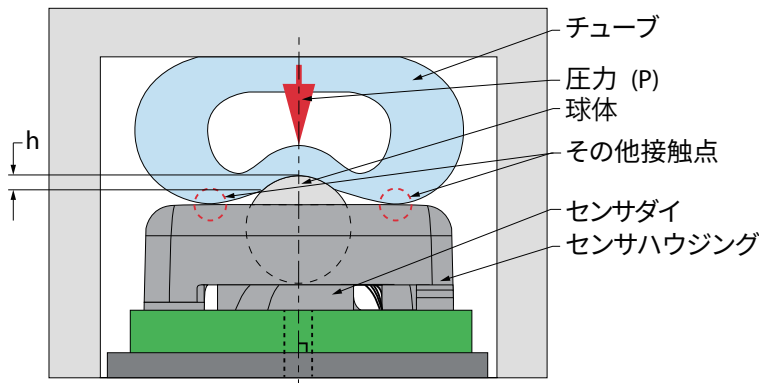
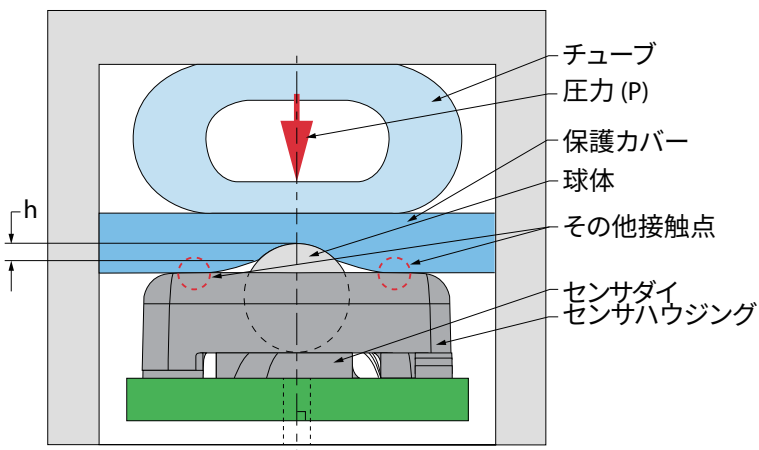


図5.保護カバー付きチューブ



3.2.2 保護カバー付きチューブ

図5は、センサとチューブの間にシリコンカバーを使用する別の設計を示しています。

この方法は、液体や他の環境要因からセンサを保護するだけでなく、システムの振動からセンサを保護するという利点があります。これは、センサ出力への最小限の影響となるような振動による減衰性を考慮した設計となります。

図4の例に示す様な方法は、パッケージへある程度力を付加することになりますが、出力のシフトを最小にする方法となります。

設計のバリエーションは、センサ出力に影響を与える可能性があります。例えば、カバー素材の厚さや硬度を変更すると、球体に接触する表面積が変化する可能性があります。

製品保証

当社は、保証期間中に本製品に製造上の不具合あるいは誤った素材の使用が無いことを保証します。尚、別途の書面合意がない限り、製品保証については当社の標準保証が適用となります。保証内容の詳細については、当社並びにお近くの当社代理販売店にご相談ください。保証期間中に本製品が当社に返却されるその製品に不具合があった場合、無償で修理または交換いたします、修理か交換かについては当社が判断いたします。

当社は、上記以外の補償はお受けいたしません、又ここで明示する以外の保証あるいは、本製品の特定目的合致性についても保証いたしません。当社は事情の如何にかかわらず、特別損害あるいは間接損害については責任を負いません。

当社は、資料および当社ウェブサイトを紹介して、個別のアプリケーション支援の提供を行うことがあります。各個別アプリケーションへの製品適合性の判断は購入側の責任で行ってください。

仕様は予告なく変更することがあります。本仕様書を作成した時点では正確で信頼性がある情報を記載しておりますが、その使用結果についての責任は負いません。

日本ハネウェル株式会社
セーフティ&プロダクティビティ ソリューションズ
〒105-0022 東京都港区海岸1-16-1
ニューピア竹芝サウスタワー20階
電話:03-6730-7344 FAX:03-6730-7224
SPSJapanMarketing@Honeywell.com