

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3771354号
(P3771354)

(45) 発行日 平成18年4月26日(2006.4.26)

(24) 登録日 平成18年2月17日(2006.2.17)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 L 9/08 (2006.01) GO 1 L 9/08
GO 1 L 5/16 (2006.01) GO 1 L 5/16
GO 1 L 19/04 (2006.01) GO 1 L 19/04

請求項の数 7 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-117774 (22) 出願日 平成9年5月8日(1997.5.8) (65) 公開番号 特開平10-68665 (43) 公開日 平成10年3月10日(1998.3.10) 審査請求日 平成15年7月16日(2003.7.16) (31) 優先権主張番号 1996 1192/96 (32) 優先日 平成8年5月9日(1996.5.9) (33) 優先権主張国 スイス(CH)</p>	<p>(73) 特許権者 502281471 キストラー ホールディング アクチエン ゲゼルシャフト スイス国 ウィンターツール、オイラッハ シュトラーセ 22 (74) 代理人 100066692 弁理士 浅村 皓 (74) 代理人 100072040 弁理士 浅村 肇 (74) 代理人 100080263 弁理士 岩本 行夫 (74) 代理人 100072822 弁理士 森 徹</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 力および（または）慣性測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

数個の多成分の力測定セル(A, B)と、前記力測定セルへ力および（または）慣性を加えるプラットフォーム(8, 11, 22)と、増幅器および評価装置とを有し、前記力測定セル(A, B)のそれぞれが剪断および引張り/圧力を感知する圧電センサディスク(6)を具備している測定装置において、前記力測定セル(A, B)が、圧電センサディスク(6)の引張り/圧力感知方向にみたときに、前記プラットフォーム(8, 11, 22)の互いに反対側にある両端領域に位置しており、プラットフォーム(8, 11, 22)内で膨張可能な共通の予荷重ねじ(10)が、互いに対をなして引張り/圧力を感知する圧電センサディスク(6)を貫通してそれら圧電センサディスク(6)に予荷重を与えており、また、それらの対をなす圧電センサディスク(6)が互いに反対方向で等しい強度の極性を有することを特徴とする測定装置。

10

【請求項 2】

プラットフォーム(8, 11)が機械加工すべき工作物(4)のための堅固な取付け板であり、力測定セル(A, B)が工作物(4)を取り付ける面に対して直角に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の測定装置。

【請求項 3】

プラットフォーム(11)が最小高さの動力計用に設計されており、力測定セル(A, B)の外側の2個の取付けブロック(12)が、前記力測定セル(A, B)の近傍に位置する固定要素を介して、前記測定装置を取り付けるようになっていることを特徴とする請

20

求項 2 に記載の測定装置。

【請求項 4】

前記予荷重ねじ(10)の軸線が、プラットフォーム(11)の撓みに対する中立軸(13)に位置することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の測定装置。

【請求項 5】

前記プラットフォームが、ディスクプレート(22)の形態をなして、ディスク状の2個の力導出プレート(23, 24)の間に位置しており、該プラットフォームと2個の力導出プレートのそれぞれとの間に2個の多成分の力測定セル(A, B)のそれぞれが位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の測定装置。

【請求項 6】

力測定セル(A, B)からの測定信号のための信号リード(15)が集合導管に集められて、集合プラグコネクタ(16)を介して導き出され、その集合プラグコネクタ(16)から前記信号リードは増幅器や評価装置へのケーブル接続部(17)として導かれることを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の測定装置。

【請求項 7】

増幅器および評価装置が前記プラットフォーム(8, 11)、前記取付けブロック(12)の一方、又は前記力導出プレート(23, 24)の一方に収容され、すでに増幅されかつ処理された信号をさらに伝送することが可能であることを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、数個の多成分の力測定セルと、前記力測定セルへ力および(または)慣性を加えるプラットフォームと、増幅器および評価装置とを有し、前記力測定セルのそれぞれが剪断および引張り/圧力を感知する圧電センサディスクを具備している測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ドイツ国特許公報 DE - C 1952522 号から、ベースプレートとカバープレートとの間で予荷重をかけられて位置した、数個の多成分の力測定セルを有する、力やトルクを測定する測定装置が知られている。剪断および引張り/圧力を感知するセンサディスクを収容している測定セルの予荷重は、測定セルを通り、カバープレートからベースプレートへねじ込まれた予荷重ねじによって加えられる。典型的に、例えば水晶のような単結晶あるいは多結晶圧電セラミックからなるセンサの多成分測定セルにおける方向性は、センサの引張り/圧力に対する感応性が、機械加工すべき工作物の取付け板として作用するカバープレートの表面に対して直角(z方向)にあるようなものである。

【0003】

例えば工作物を機械加工することから生じる熱による、測定装置における温度変動は、カバープレートや予荷重ねじでの異なる熱膨張を生ぜしめ、従って予荷重を変えるため、圧力成分に対する力測定を誤まらせることが判明している。

【0004】

特に工作物を微細に、かつ高精度に機械加工する場合、温度変化による圧力成分におけるこれらの測定値の誤差は許容されない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は温度変化によって生じる測定誤差を可能な限り補正する力測定装置を提供することである。新規の、温度変化を補正した測定装置の使用は工作物の機械加工における力および慣性の測定に限定されないことは勿論である。

【0006】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

前記の目的は、力測定セルが、圧電センサディスクの引張り／圧力感知方向にみたときに、プラットフォームの互いに反対側にある両端領域に位置しており、プラットフォーム内で膨張可能な共通の予荷重ねじが、互いに対をなして引張り／圧力を感知する圧電センサディスクを貫通してそれら圧電センサディスクに予荷重を与えており、また、それらの対をなす圧電センサディスクが互いに反対方向で等しい強度の極性を有することを特徴とする本発明によって達成される。

【0007】

センサディスクが反対方向に向いているため、センサ間に位置した力導入プレートにわたって長さを変化させ、この長さ変化を介して相互に対して反対方向のセンサに作用する温度変化がこれらのディスクにおいて反対の符号の電荷を設定するため、従って測定信号において双方のセンサを中立化する。他方、一方向に作用している力成分により、2個のセンサの電荷を追加し、必要な力の測定信号を提供する。

10

【0008】

同様に、測定装置が一方向に加熱されるとすれば、温度変化により測定信号が発生する。熱は貫通している予荷重ねじ内へ導かれ、これも多成分力測定セルにおける温度依存の測定信号を中立化する。

【0009】

工作物を機械加工するには、プラットフォームを、機械加工すべき工作物を取りつける剛性の取付板とし、力測定セルを工作物を取付ける面に対して直角に位置することが有利であることが判明した。

20

【0010】

全高が最小の動力計を得るには、プラットフォームを測定点と、2個の外側組立てブロックとの間に位置させればよく、それにより測定装置の設置をセンサに対して近接して位置した2個のクランプねじにより実行できるようにする。このため測定装置の極めて堅固に、従って高い固有周波数のものとする。さらに、共通の予荷重ねじを、撓みに関してプラットフォームの中立軸に位置させることにより、プラットフォームの撓みによる誤差信号を小さく保つか、あるいは排除できる。

【0011】

例えば車両の車輪ハブのような、この新規の測定装置の他の応用に対して、力を導入するプラットフォームがディスクプレートの形態であり、該プラットフォームは、2個の対向した多成分の力測定セルで相互に離隔した、これも同様にディスクの形態の2個の力導入プレートの上に配置される。

30

【0012】

数個の測定セルの信号の誘導は、もしも個々の測定セルからの測定信号に対する信号リードが集合導管に集められ、集合プラグコネクタを介して導出され、そこからケーブルリンクによって増幅器と評価装置とへ導かれるとすれば簡単となる。しかしながら、増幅器と評価装置とを力導入プラットフォーム自体、あるいは取付けブロックのうちの1個に、あるいは力導入プレートのうちの1個に収容することができ、そのため既に増幅され、処理された信号を前進伝送することも可能である。このような構成により新規な測定装置の作動の信頼性を高める。

40

【0013】

【発明の実施の態様】

図1に示す現在の技術水準を実施した装置において、ベースプレート1とカバープレート2との間で配設された予荷重のかけられた4個の多成分力測定セルAが設けられている。予荷重はカバープレート2と測定セルAとを通り、ベースプレート1にねじ込まれている予荷重ねじ3によって加えられる。カバープレート2には、極く簡単に示す工具5によって機械加工されている工作物4が取り付けられている。

【0014】

図2に示す1個の力測定セルAは数個の圧電センサディスク6を含み、該ディスクのうちの少なくとも1個は長方形座標系のz方向における引張り／圧力を感知し、少なくともそ

50

れぞれ1個はxおよびy方向における剪断を感知する。前述のように予荷重ねじ3を通すために、測定セルAは孔7を有している。x, yおよびz方向における信号成分に対する測定セルAの信号リード接続は、x, y, およびzで指示する。測定セルAの引張り/圧力に対する感知を再現するとセルのz方向は測定装置に加えられた圧力の方向と同一であるため、測定装置と、測定セルとに対する2つの座標系は図1と図2とを比較すれば判るように同じ方向性を有している。

【0015】

工作物4を機械加工することにより、測定装置は、一方では温度上昇T(図1)を持続し、他方では力Fを持続しており、前記力のz方向の成分 F_z のみを図2に示す。温度上昇Tのため、予荷重ねじ3は1だけ伸び(図1)、z方向での力 F_z の測定において測定誤差を生ぜしめる。

10

【0016】

本発明による装置(図3および図4)によれば、カバープレート2は、U字形支持体9に担持されたT字形取付けプラットフォーム8に代っている。力測定セルAとBとはもはや水平方向に配置されるのではなく、U字形支持体9の直立部とT字形プラットフォーム8の胴部との間で垂直方向に抑制されている。本発明によれば、測定セルAとBとは、プラットフォーム8の胴部を通り、プラットフォーム8を摩擦することなく貫通している単一の予荷重ねじ10によって予荷重が与えられている。さらに、測定セルA, Bのセンサディスク6は、まずセンサディスク6の引張り/圧力感知方向に固定されたセンサディスク6のz方向が予荷重ねじ10の方向と一致し、一方測定セルAの引張り/圧力感知方向が測定セルBのそれとは反対となるように配置され、かつ方向づけられている。図5で示すように、測定セルの座標系は結果的に、測定装置のそれに対して90度回転している。

20

【0017】

測定セルAとBとの間でプラットフォーム8の胴部における、従って予荷重ねじ10における温度上昇が力 F_T を発生させ、この力はセルAとBとの間で等分に分けられる。測定セルの座標に関して、例えば測定セルAにおける引張り/圧力感知センサディスクの所定方向性においては、電荷 $-Q_z$ は力 $1/2 F_T$ の関数として発生し、一方測定セルBにおいては電荷 $+Q_z$ が、引張り/圧力感知センサディスクの方向性が反対のため、これも力 $1/2 F_T$ の関数として発生する。2つの温度依存性信号電荷が合わされると、全体の電荷は温度による力 F_T (図3)の影響により $Q_z(F_T) = 0$ となり、そのため温度による影響が補正される。

30

【0018】

他方、工具5によって加えられる一方向に作用する力F(図4)により、電荷 $+Q_z$ は測定セルAの成分 A_z および測定セルBの成分 B_z に対する力 $1/2 F$ の関数として、(測定セルに対する座標系において)z方向に追加され、全体の電荷 $2Q_z$ を力Fの関数として提供する。本発明の双方の効果については図3と図4とに示し、公式で表現する。

【0019】

図5と図6は、工作物の機械加工用に用いる動力計の構造を、それぞれ三次元および断面で示す。この動力計の特徴は全高Hが極めて低いことである(図6)。この動力計は、回転工具5(図6)で機械加工される工作物4を取り付ける極めて堅固な取付け板11を有し、該取付け板はまた測定セルAおよびBのための力導入板としても作用する。測定セルAとBは取付け板11と取付けブロック12との面の間で垂直位置に保持され、予荷重は前記取付け板11と取付けブロック12とを通る予荷重ねじ10によって加えられる。取付け板11と予荷重ねじ10との変形による誤差を最小とするために、予荷重ねじ10の軸線は、取付け板11の撓みに対する中立軸13(図6)に位置している。

40

【0020】

取付けブロック12は、図示していない取付けボルトを通すための多数の孔14を有する。取付けボルトは測定装置自体を例えば工作機械に取り付けようとする。孔14は測定セルAおよびBにできるだけ近く位置させることにより取り付けられた測定装置の剛性をできるだけ高くし、本装置に高い固有周波数を与える。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 および図 2 と同様、図 5 は、一方が取付け板 1 1 の上方で左側にある測定装置全体に係わるもので、他方は前方右側の測定セル A と、その背後の測定セル B とに係わる 2 種類の座標系を示す。測定セル A および B における引張り / 圧力感知センサの方向性が反対のため、測定セルに係わる座標系の z 軸は反対方向にあり、反対の符号で示す。

【 0 0 2 2 】

個々の測定セルからの信号リード 1 5 (図 5) は集合プラグコネクタ 1 6 まで達し、そこからケーブル 1 7 を介して、図示していない増幅器および評価装置まで来る。しかしながら、増幅器と評価装置とを取付け板 1 1 および (または) 取付けブロック 1 2 のうちの 1 個、あるいは図 5 において点線で示す空洞 1 8 , 1 9 に収容することも可能である。これらの空洞 1 8 , 1 9 から、既に増幅し、処理した信号がさらに導かれ、本装置の安定性を高める。

10

【 0 0 2 3 】

図 7 に示す典型的な実施例は車輪の力と慣性とを測定するために車輪のハブに取り付けた回転測定装置を示す。中間リング 2 0 を介して、自動車の車輪のリム 2 1 が、力導入プラットフォームを構成するディスクプレート 2 2 に接合されている。ディスクプレート 2 2 の二方の側に測定セル A と B とが接触しており、測定セルの方はディスクプレート 2 2 と、2 個の力導出プレート 2 3 , 2 4 との間に貫通した予荷重ねじ 1 0 によって抑制されている。前述の例と同様、これらのセンサディスクは、それらの引張り / 圧力感知性が予荷重ねじ 1 0 の方向にあるように方向づけられ、測定セル A および B におけるディスクプレート 2 2 と予荷重ねじ 1 0 の膨張による温度上昇によって起因する力からの測定信号が相互に相殺し、一方一方向の力によって提供される測定セル A および B の電荷が所望の測定信号に付与される。図示していない車輪のハブに取り付けるために、力導出プレート 2 3 , 2 4 はこれもディスク状の取付け部 2 5 に接合されている。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 現在の技術水準を実施した力測定装置を示す図。

【 図 2 】 図 1 で用いる現在の技術水準の多成分力測定セルを示す図。

【 図 3 】 純粋に熱負荷された本発明による力測定装置を示す概略図。

【 図 4 】 外部からの力で負荷された力測定装置の概略図。

【 図 5 】 高さが最小の動力計としての本発明による力測定装置の概略図。

30

【 図 6 】 温度や力の影響を受ける状態で工作物を機械加工するために採用した図 5 に示す装置を示す図。

【 図 7 】 車両の車輪ハブに対して回転ディスクを用いた本発明の別の実施例を示す図。

【 符号の説明 】

1 ベースプレート

2 カバープレート

A , B 超小形構成要素力測定セル

3 予荷重ねじ

4 工作物

5 工具

40

6 センサディスク

7 孔

x , y , z 測定された力の x , y および z 成分の信号のための測定セルの信号リード接続

T 温度上昇

l 長さ変化

8 T 字形プラットフォーム

9 U 字形支持体

1 0 貫通予荷重ねじ

F_T 温度上昇 T によって生じた力

50

F 工作物の機械加工によって生じた力

$\pm Q_z$ $1/2 F_T$ あるいは $1/2 F$ の力によってそれぞれ発生した (測定セルに係わる座標系における) z 方向の電荷

A_z (測定セルに係わる座標系における) 測定セル A の引張り / 圧力感知要素

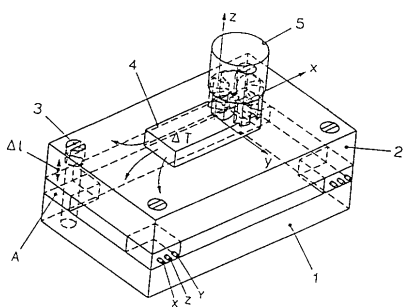
B_z (測定セルに係わる座標系における) 測定セル B の引張り / 圧力感知要素

- 1 1 取付け板
- 1 2 取付けブロック
- 1 3 中立軸線
- 1 4 孔
- 1 5 信号リード
- 1 6 集合プラグコネクタ
- 1 7 ケーブル
- 1 8 空洞
- 1 9 空洞
- 2 0 中間リング
- 2 1 リム
- 2 2 ディスクプレート
- 2 3 力導出プレート
- 2 4 力導出プレート
- 2 5 取付け部

10

20

【 図 1 】

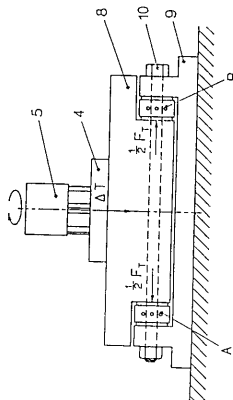


【 図 3 】

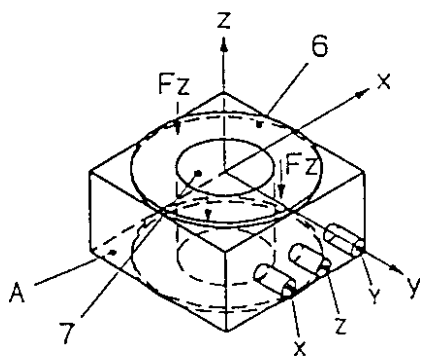
$$A_z : -Q_z (1/2F_T)$$

$$B_z : +Q_z (1/2F_T)$$

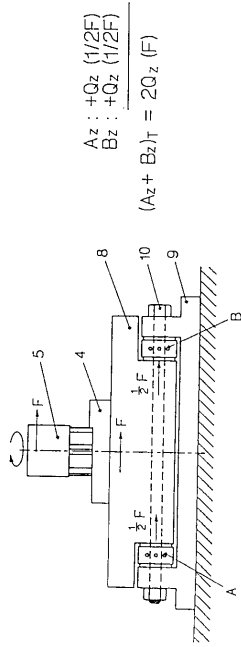
$$(A_z + B_z)_T = 0 \cdot Q_z (F_T)$$



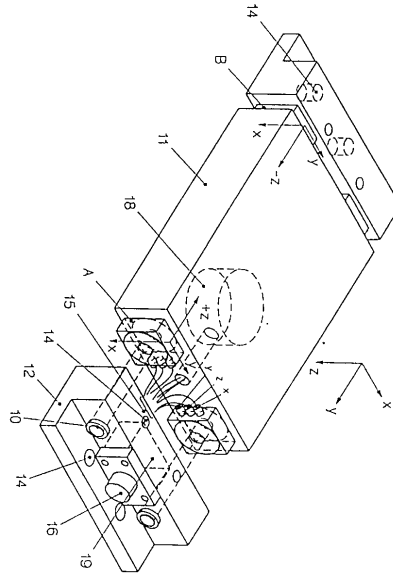
【 図 2 】



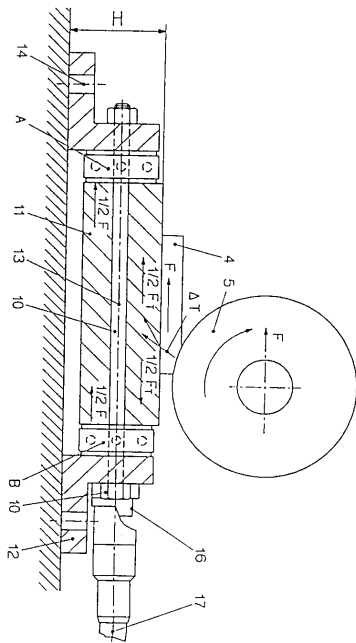
【 図 4 】



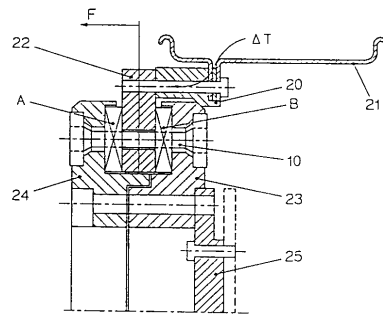
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 アンドレアス シドラー
スイス国ワングィ, フロヘッグウェグ 70
- (72)発明者 ピーター ウォルファー
スイス国クライナンドルフィンゲン, アルテ シュタイネルシュトラッセ 9
- (72)発明者 ヨゼフ スティルニマン
スイス国ウィンターツール, オストシュトラッセ 10
- (72)発明者 デニス コーラー
スイス国ネフテンバッハ, チューリッヒシュトラッセ 28エイ

審査官 井上 昌宏

- (56)参考文献 特開平04-022820(JP,A)
特開昭63-134929(JP,A)
特開昭61-145427(JP,A)
実開平06-014931(JP,U)
実開昭55-032416(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01L1/00~1/26;25/00
G01L5/00~5/28
B23Q17/00~23/00