

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5990390号
(P5990390)

(45) 発行日 平成28年9月14日(2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 G	23/01	(2006.01)	GO 1 G	23/01	C
GO 1 G	3/14	(2006.01)	GO 1 G	3/14	
GO 1 L	1/22	(2006.01)	GO 1 L	1/22	E

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-74446 (P2012-74446)	(73) 特許権者	000147833
(22) 出願日	平成24年3月28日(2012.3.28)		株式会社イシダ
(65) 公開番号	特開2013-205214 (P2013-205214A)		京都府京都市左京区聖護院山王町4番地
(43) 公開日	平成25年10月7日(2013.10.7)	(74) 代理人	110000202
審査請求日	平成27年1月27日(2015.1.27)		新樹グローバル・アイピー特許業務法人
		(72) 発明者	織田 一輝
			滋賀県栗東市下鉤959番地1 株式会社
			イシダ 滋賀事業所内
		(72) 発明者	万木 太
			滋賀県栗東市下鉤959番地1 株式会社
			イシダ 滋賀事業所内
		審査官	濱本 禎広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロードセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

長手方向左右の形状が非対象である起歪体と、荷重による前記起歪体の変位を検出する複数のセンサとを備えたロードセルであって、

前記起歪体は、

前記起歪体の長手方向における第1端側に配置され、土台となるベースユニットに固定される固定部と、

前記起歪体の長手方向において、前記第1端の反対側にある第2端側に配置され、受け皿が取り付けられて可動する可動部と、

前記固定部および前記可動部を連結し、前記起歪体の高さ方向中央に前記起歪体の幅方向を貫通する孔が形成されている連結部と、

を有し、

前記連結部は、前記複数のセンサを貼り付けるための複数の貼り付け部位を有し、

前記複数の貼り付け部位のうち少なくとも1つは、残渣量の位置感度が小さくなる第1調整範囲に設けられ、

前記複数の貼り付け部位は、前記複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、第2調整範囲に設けられる、

ロードセル。

【請求項2】

前記連結部は、

前記固定部と隣接する固定部側隣接部と
 前記可動部と隣接する可動部側隣接部と、
 前記固定部側隣接部の上部と、前記可動部側隣接部の上部とを繋ぐ上方連結部と、
 前記固定部側隣接部の下部と、前記可動部側隣接部の下部とを繋ぐ下方連結部と、
 を含み、

前記複数の貼り付け部位のうち二つは、前記上方連結部の上面に設けられ、前記複数の貼り付け部位のうち二つは、前記下方連結部の下面に設けられる、
 請求項 1 に記載のロードセル。

【請求項 3】

前記複数の貼り付け部位のそれぞれは、前記長手方向において前記基準位置からプラス
 方向およびマイナス方向のいずれか一方に独立してずらされる、
 請求項 1 または請求項 2 に記載のロードセル。

10

【請求項 4】

前記起歪体は、前記長手方向における断面形状が L 字型である、
 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のロードセル。

【請求項 5】

長手方向左右の形状が非対象である起歪体と、荷重による前記起歪体の変位を検出する
 複数のセンサとを備えたロードセルであって、

前記起歪体は、

前記起歪体の長手方向における第 1 端側に配置され、土台となるベースユニットに固定
 される固定部と、

20

前記起歪体の長手方向において、前記第 1 端の反対側にある第 2 端側に配置され、受け
 皿が取り付けられて可動する可動部と、

前記固定部および前記可動部を連結する連結部と、
 を有し、

前記連結部は、前記複数のセンサを貼り付けるための複数の貼り付け部位を有し、

前記複数の貼り付け部位のうち少なくとも 1 つは、残渣量の位置感度が小さくなる第 1
 調整範囲に設けられ、

前記複数の貼り付け部位は、前記複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、
 第 2 調整範囲に設けられる、

30

ロードセル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロードセル、特に、起歪体と、荷重による起歪体の変位を検出するセンサと
 を備えたロードセルに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、計量機器などで用いられるロードセルは、起歪体に対する荷重負荷に伴う変位
 をセンサにより検出し、検出結果を被計量物の重量に変換する。起歪体は、例えば、特許
 文献 1（特開 2001-343294 号公報）に示すように、固定端部と、可動端部と、
 固定端部および可動端部を連結する連結部とからなる。可動端部には上皿が取り付けら
 れる。センサは、連結部に取り付けられる。ロードセルは、受け皿に被計量物を載せたとき
 に発生する連結部の歪を検出することにより、被計量物の重量を求める。ロードセルの製
 造時には、計量機器の受け皿の四隅に被計量物を載せた場合に、出力される値が所定の範
 囲に収まるように、四隅調整が行われる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、近年、計量機器の薄型化の需要に伴い、ロードセルの薄型化が期待される。

50

しかし、ロードセルを薄型化すると、ロードセルの剛性が低下する。その結果、四隅調整では調整しきれない残渣が発生する場合がある。

【0004】

そこで、本発明の課題は、残渣を低減するロードセルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るロードセルは、長手方向左右の形状が非対象である起歪体と、複数のセンサとを備える。複数のセンサは、荷重による起歪体の変位を検出する。起歪体は、固定部と、可動部と、連結部とを有する。固定部は、起歪体の長手方向における第1端側に配置され、土台となるベースユニットに固定される。可動部は、起歪体の長手方向において、第1端の反対側にある第2端側に配置され、受け皿が取り付けられて可動する。連結部は、固定部および可動部を連結する。また、連結部は、起歪体の高さ方向中央に起歪体の幅方向を貫通する孔が形成されている。連結部は、複数のセンサを貼り付けるための複数の貼り付け部位を有する。また、複数の貼り付け部位のうち少なくとも1つは、残渣量の位置感度が小さくなる第1調整範囲に設けられる。また、複数の貼り付け部位は、複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、第2調整範囲に設けられる。

10

【0006】

これにより、残渣量のばらつきを抑制することができる。

【0007】

また、連結部は、固定部側隣接部と、可動部側隣接部と、上方連結部と、下方連結部とを含むことが好ましい。固定部側隣接部は、固定部と隣接する。可動部側隣接部は、可動部と隣接する。上方連結部は、固定部側隣接部の上部と可動部側隣接部の上部とを繋ぐ。下方連結部は、固定部側隣接部の下部と可動部側隣接部の下部とを繋ぐ。また、複数の貼り付け部位のうち二つは、上方連結部の上面に設けられ、複数の貼り付け部位のうち二つは、下方連結部の下面に設けられることが好ましい。

20

【0008】

これにより、起歪体の幅方向中央にセンサを設けることが可能になる。その結果、偏置時等のねじれ方向の変形による影響を抑えることができる。

【0009】

また、複数の貼り付け部位のそれぞれは、長手方向において基準位置からプラス方向およびマイナス方向のいずれか一方に独立してずらされる。これにより、残渣量のばらつきを抑制することができる。

30

【0010】

また、起歪体は、長手方向における断面形状がL字型である。これにより、ロードセルの厚みを低減することができる。

【0011】

また、複数の貼り付け部位は、複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、第2調整範囲に設けられるので、ロードセルの精度を向上させることができる。

【0012】

また、本発明に係るロードセルは、長手方向左右の形状が非対象である起歪体と、複数のセンサとを備える。複数のセンサは、荷重による前記起歪体の変位を検出する。起歪体は、固定部と、可動部と、連結部とを有する。固定部は、起歪体の長手方向における第1端側に配置され、土台となるベースユニットに固定される。可動部は、起歪体の長手方向において、第1端の反対側にある第2端側に配置され、受け皿が取り付けられて可動する。連結部は、固定部および可動部を連結する。さらに、連結部は、複数のセンサを貼り付けるための複数の貼り付け部位を有する。複数の貼り付け部位のうち少なくとも1つは、残渣量の位置感度が小さくなる第1調整範囲に設けられる。また、複数の貼り付け部位は、複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、第2調整範囲に設けられる。

40

【0013】

これにより、残渣量のばらつきを抑制することができる。

50

【 0 0 1 4 】

また、複数の貼付け部位は、複数のセンサの残渣量の合計がゼロに近くなるように、第2調整範囲に設けられるので、ロードセルの精度を向上させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明に係るロードセルによれば、残渣を低減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明に係るロードセルの側面図である。

【 図 2 】 本発明に係るロードセルを用いた秤の例である。

10

【 図 3 】 本発明に係るロードセルの概略斜視図である。

【 図 4 】 本発明に係るロードセルの概略斜視図である。

【 図 5 】 上方第1歪測定部を基準点に設けた場合における、中央負荷時の歪分布および偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示すグラフである。

【 図 6 】 上方第1歪測定部を第1調整点に設けた場合における、中央負荷時の歪分布および偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示すグラフである。

【 図 7 】 全歪測定部を基準点に設けた場合における、中央負荷時の歪分布および偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示すグラフである。

【 図 8 】 全歪測定部を第1調整点に設けた場合における、中央負荷時の歪分布および偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示すグラフである。

20

【 図 9 】 残渣量がゼロになるような歪測定部の求め方を説明するための図である。

【 図 1 0 】 二つの歪測定部を第1調整点に設け、残り二つの歪測定部を第2調整点に設けた場合における中央負荷時の歪分布および偏置負荷時の歪分布との差（歪量差）の変化を示すグラフである。

【 図 1 1 】 フレキシブルプリント基板が取り付けられたロードセルの斜視図である。

【 図 1 2 】 フレキシブルプリント基板が取り付けられたロードセルの平面図である。

【 図 1 3 】 変形例Aに係るロードセルの斜視図である。

【 図 1 4 】 変形例Cに係る一のロードセルの斜視図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

30

(1) ロードセルの構成

図1に、本発明の第1実施形態に係るロードセル10を示す。ロードセル10は、ローバル型である。ロードセル10は、主として、起歪体12と、4つの歪ゲージ（歪センサ）17a, 17b, 18a, 18bとから構成されている。

【 0 0 1 8 】

起歪体12は、アルミニウム合金を原材料とする。アルミニウム合金は、日本工業規格（JIS）で定められる2000番台のアルミニウム合金（Al-Cu系合金）である。

【 0 0 1 9 】

起歪体12は、図1～図4等を示すように、側面視でL字形状を有する。言い換えると、起歪体12は、長手方向における断面形状がL字型である。具体的に、起歪体12は、長手方向に置ける一端側の上面部分が矩形に切り抜かれた形状を有する。これにより、起歪体12は、長手方向において、異なる高さ寸法を有する。

40

【 0 0 2 0 】

起歪体12は、固定剛体部（固定部）13と可動剛体部（可動部）14とを有する。固定剛体部13は、起歪体12の長手方向における第1端側に配置されている。固定剛体部13は、起歪体12の内、最も高さ寸法が大きい部分である。固定剛体部13は、図2に示すように、土台となるベースユニット21に固定される。固定剛体部13とベースユニット21とはネジ99によってネジ止めされている。可動剛体部14は、起歪体12の長手方向において、第1端の反対側の第2端側に配置されている。すなわち、可動剛体部14は、起歪体12の長手方向において固定剛体部13の反対側に配置されている。可動剛

50

体部 1 4 は、起歪体 1 2 の内、最も高さ寸法が小さい部分である。可動剛体部 1 4 は、図 2 に示すように、受け皿 2 2 が取り付けられて可動する。可動剛体部 1 4 と受け皿 2 2 とはネジ 9 9 によりネジ止めされている。

【 0 0 2 1 】

連結部 5 0 は、固定剛体部 1 3 と可動剛体部 1 4 とを連結する部分である。連結部 5 0 の高さ寸法は、固定剛体部 1 3 の高さ寸法と同じである。連結部 5 0 は、固定側隣接部 5 1 と、可動側隣接部 6 1 と、2 本のビーム部 1 5 , 1 6 とからなる。固定側隣接部 5 1 は、固定剛体部 1 3 に隣接する部分である。可動側隣接部 6 1 は、可動剛体部 1 4 に隣接する部分である。2 本のビーム部 1 5 , 1 6 は、上方ビーム部 1 5 と下方ビーム部 1 6 とを含む。上方ビーム部 1 5 は、固定側隣接部 5 1 の高さ方向上部と、可動側隣接部 6 1 の高さ方向上部とを連結する。下方ビーム部 1 6 は、固定側隣接部 5 1 の高さ方向下部と、可動側隣接部 6 1 の高さ方向下部とを連結する。

10

【 0 0 2 2 】

ロードセル 1 0 には、起歪体 1 2 の高さ方向中央であって長手方向中央に、起歪体 1 2 の幅方向を貫通する孔が形成される。孔は、固定側隣接部 5 1 、可動側隣接部 6 1 、および 2 本のビーム部 1 5 , 1 6 によって囲まれる空間である。孔は、二つのノッチ部 3 0 と、二つのノッチ部 3 0 を繋ぐ連通部 3 1 とからなる。言い換えると、ノッチ部 3 0 および連通部 3 1 は、起歪体 1 2 の両側面を貫通するように形成された孔である。ノッチ部 3 0 の孔の開口は、起歪体 1 2 の高さ方向に長軸を有する楕円に類似する形状を有する。

20

【 0 0 2 3 】

上方ビーム部 1 5 および下方ビーム部 1 6 は、それぞれ、起歪体 1 2 の内、最も厚み寸法が小さい第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b を有する。第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b は、起歪体 1 2 のうち、最も剛性が低い部分である。第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b は、側面視で、ノッチ部 3 0 の幅方向中央位置である（図 3 の直線 B L 参照）。ノッチ部 3 0 の厚み寸法は、第 1 部分（ノッチ部 3 0 の幅方向中央位置）5 a , 5 b , 6 a , 6 b で最も小さく、起歪体 1 2 の長手方向に沿って中央位置 B L から離れるにつれて厚み寸法は大きくなる。言い換えると、ノッチ部 3 0 の剛性は、ノッチ部中央位置 B L で最も低く、中央位置 B L からマイナス方向およびプラス方向に移動するにつれて高くなる。

【 0 0 2 4 】

また、上方ビーム部 1 5 および下方ビーム部 1 6 は、起歪体 1 2 の長手方向において第 1 部分に挟まれ、均一の厚み寸法を有する第 2 部分 5 c , 6 c をさらに有する。第 2 部分 5 c , 6 c は、ビーム部 1 5 , 1 6 の内、厚み寸法が最も大きい部分である。具体的に、第 2 部分は、連通部 3 1 を構成するビーム部 1 5 , 1 6 の部分である。すなわち、第 2 の厚み寸法は、第 1 の厚み寸法より大きい。第 2 部分 5 c , 6 c は、連通部 3 1 のうち、最も剛性が高い部分である。

30

【 0 0 2 5 】

2 本のビーム部 1 5 , 1 6 には、それぞれ、歪測定部（貼り付け部位）が設けられる。具体的に、上方位置にあるビーム部 1 5 には、上方歪測定部が設けられる。上方歪測定部は、ビーム部 1 5 の上面に設けられる。上方歪測定部のうち、固定剛体部 1 3 寄りの歪測定部を上方第 1 歪測定部と呼び、可動剛体部 1 4 寄りの歪測定部を上方第 2 歪測定部と呼ぶ。また、下方位置にあるビーム部 1 6 には、下方歪測定部が設けられる。下方歪測定部は、ビーム部 1 6 の下面に設けられる。下方歪測定部のうち、固定剛体部 1 3 寄りの歪測定部を下方第 1 歪測定部と呼び、可動剛体部 1 4 寄りの歪測定部を下方第 2 歪測定部と呼ぶ。上方第 1 歪測定部には、歪ゲージ 1 7 a が貼り付けられ、上方第 2 歪測定部には、歪ゲージ 1 7 b が貼り付けられる。また、下方第 1 測定部には、歪ゲージ 1 8 a が貼り付けられ、下方第 2 側底部には、歪ゲージ 1 8 b が貼り付けられる。

40

【 0 0 2 6 】

歪測定部は、ビーム部 1 5 , 1 6 の厚みの薄い部分に形成される。具体的に、歪測定部は、上述したビーム部 1 5 , 1 6 の第 2 部分 5 c , 6 c 以外の部分に形成される。すなわち、歪測定部は、第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b および / または第 1 部分 5 a , 5 b ,

50

6 a , 6 b の近傍に形成される。歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b は、歪測定部に貼付される（図 1 参照）。

【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態では、4つの歪測定部のうち少なくとも一つは、残渣量の位置感度が小さくなるように、第1部分から長手方向にずらした位置に設けられる。また、歪測定部は、4つの歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の残渣量の合計がゼロに近くなるように、第1部分から長手方向にずらした位置に設けられる。歪測定部を設ける位置については、追って詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b は、ホイートストンブリッジに接続される。歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b は、可動剛体部 1 4 に負荷された荷重 P による起歪体 1 2 の歪（変形度合い）を電気抵抗値の変化によって検出する。各歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の検出結果から、荷重（被検出物の重量）が演算される。

【 0 0 2 9 】

（ 2 ）ロードセルを用いた秤の一例

ロードセル 1 0 は、上述したように、例えば、図 2 に示すような、ベースユニット 2 1 と受け皿 2 2 とが取り付けられる。受け皿 2 2 には、被計量物品が載せられる。図 2 に示すような構成により、ロードセル 1 0 は、秤を構成する一要素になる。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示す例では、起歪体 1 2 の固定剛体部 1 3 が、ベースユニット 2 1 にネジ 9 9 により固定されている。起歪体 1 2 の可動剛体部 1 4 が、受け皿 2 2 にネジ 9 9 で固定されている。受け皿 2 2 上に被計量物が載ると、被計量物の荷重 P（図 2 参照）が起歪体 1 2 の可動剛体部 1 4 に作用し、可動剛体部 1 4 が下方に変位する。すると、ベースユニット 2 1 と固定剛体部 1 3 とが固定されている起歪体 1 2 は変形し、第 1 部分 5 a およびその近傍の上面（上方第 1 歪測定部）および第 1 部分 6 b およびその近傍の下面（下方第 2 歪測定部）には引っ張り歪が生じ、第 1 部分 5 b およびその近傍の上面（上方第 2 歪測定部）および第 1 部分 6 a およびその近傍の下面（下方第 1 歪測定部）には圧縮歪が生じる。このとき生じた歪は、歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b によって検出される。

【 0 0 3 1 】

（ 3 ）歪測定部を設ける位置

次に、起歪体 1 2 において歪測定部を設ける位置について、図 3 から図 5 ~ 8 を用いて、詳細に説明する。言い換えると、ここでは、ロードセル 1 0 の製造方法のうち、起歪体 1 2 における歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の貼付け部位を決定する方法を説明する。

【 0 0 3 2 】

（ 3 - 1 ）基準点および調整点

まず、図 3 に、歪測定部の基準点 B P および調整点 A P を示す。基準点 B P は、直線 L C と基準線 B L との交点である。直線 L C は、起歪体 1 2 の長手方向に延びる直線であり、起歪体 1 2 の幅方向中心を示す。基準線 B L は、起歪体 1 2 の幅方向に延びる直線であり、ノッチ部 3 0 の幅方向中心（ノッチ部 3 0 の中央位置）を示す。言い換えると、基準線 B L は、第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b を示す。調整点 A P は、直線 L C と調整線 A L との交点である。調整線 A L は、直線 B L に対して平行に伸びる線であり、基準線 B L を、起歪体 1 2 の長手方向いずれか一方（マイナス方向またはプラス方向）にずらした線である。なお、直線 L C、基準線 B L、および調整線 A L は、歪測定部を設ける位置を説明するために用いる仮想線である。

【 0 0 3 3 】

基準点 B P とは、歪測定部を設ける位置（歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b を貼り付ける位置）を決定する上で基準となる点である。また、調整点 A P とは、基準点 B P を、起歪体 1 2 の長手方向に延びる直線 L C に沿って第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b の近傍で移動させることにより得られる点である。ここで、第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a ,

10

20

30

40

50

6 bの近傍で得られる複数の調整点A Pのうち、歪ゲージ1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 bを起歪体1 2に貼り付けた場合に、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差が最もゼロに近くなるような点が、残渣量の位置感度が最も小さい位置である。なお、本実施形態では、残渣量の位置感度が最も小さくなる調整点A Pを、第1調整点とよび、それ以外の調整点A Pを第2調整点とよぶ。

【0034】

ここで、残渣とは、四隅調整によっても調整しきれない偏置誤差である。また、位置感度とは、残渣量の変化の生じやすさを意味する。すなわち、残渣量の位置感度が小さい位置とは、残渣量の変化が生じ難い位置である。言い換えると、残渣量の位置感度が小さい位置とは、歪ゲージ1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 bの貼付け位置にずれがあった場合にも、位置ずれが残渣量に影響を与え難い位置を意味する。

10

【0035】

本実施形態では、4つの歪測定部のうち少なくとも一つが、残渣量の位置感度が小さくなるような調整点(第1調整点)A Pに設けられる。すなわち、四つの歪ゲージ1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 bのうち少なくとも一つは、第1調整点A Pを中心とする範囲(第1調整範囲)に貼付けられ、その他は、基準点B Pまたは第2調整点A Pを中心とする範囲(第2調整範囲)に貼り付けられる。

【0036】

歪測定部の位置が決定されると、図4に示すように、起歪体1 2には、当該歪測定部となる位置にケガキ線9 4が設けられる。すなわち、起歪体1 2には、歪ゲージ1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 bを貼り付ける目標位置を示すケガキ線9 4が形成される。ケガキ線9 4は、起歪体1 2の長手方向および幅方向に直交する2本の線である。ケガキ線9 4は、ケガキ線9 4の中心位置が基準点B Pあるいは調整点A Pと一致するように、起歪体1 2に形成される。

20

【0037】

(3-2) 残渣量の位置感度が小さくなる歪測定部の求め方

図5および図6は、上方第1歪測定部について、残渣量の位置感度が小さくなる位置の求め方を説明するための図である。図5および図6は、いずれも、被計量物品をロードセル10の中央に載せた場合の歪分布と、被計量物品をロードセル10の中央からずれた位置に載せた場合の歪分布との差(歪量差)の変化を示すグラフである。グラフの縦軸は、歪量差[μ]を表し、グラフの横軸は、基準点B Pから歪測定部までの距離[mm]を表す。

30

【0038】

図5は、上方第1歪測定部が基準点B Pに形成された場合を示し、図6は、上方第1歪測定部が第1調整点A Pに形成された場合を示す。図5および図6のグラフ中、符号C 1およびC 2で示された部分(太線部分)は、それぞれ、歪ゲージ1 7 aの貼付け位置およびその位置における歪量差の変化を示す部分である。すなわち、符号C 1および符号C 2の中心位置が、上方第1歪測定部の形成位置である。

【0039】

図5では、上方第1歪測定部は、基準点B P(基準点からの距離: 0 [mm])に形成され、歪ゲージ1 7 aは、基準点B Pを中心に約-1.3 [mm]~約1.3 [mm]の範囲(基準範囲)に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約-0.9~約-2.4 [μ]の範囲である。

40

【0040】

一方、図6では、歪ゲージ1 7 aは、基準範囲を図5の矢印方向(マイナス方向)にずらした第1調整範囲に設けられる。具体的には、上方第1歪測定部が、基準点B Pからマイナス方向に約1mmずらした第1調整点A P(グラフの頂点t 1)に形成され、歪ゲージ1 7 aは、第1調整点A Pを中心に、約-2.3 [mm]~約0.3 [mm]の第1調整範囲に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約-0.9~約-1.7 [μ]の範囲に納まる。

50

【 0 0 4 1 】

第1調整点A Pは、歪量差 $[\mu]$ が最もゼロに近くなる点(グラフ頂点 t_1)である。また、第1調整点A Pは、上述したように、残渣量の位置感度が小さい位置でもある。第1調整範囲は、歪量差 $[\mu]$ が最もゼロに近くなる点(第1調整点A)を中心とする範囲である。また、第1調整範囲は、歪量差の変化が最も緩やかな範囲でもある。

【 0 0 4 2 】

(3-3)全歪測定部を残渣量の位置感度が小さくなる位置に設けた場合の例

図7および図8は、全ての歪測定部の形成位置を第1調整点A Pに設けた場合の歪量差の変化を説明するための図である。図7および図8もまた、被計量物品をロードセル10の中央に載せた場合の歪分布と、被計量物品をロードセル10の中央からずれた位置に載せた場合の歪分布との差(歪量差)の変化を示すグラフである。グラフの縦軸は、歪量差 $[\mu]$ を表し、グラフの横軸は、歪測定部の基準点B Pからの距離 $[mm]$ を表す。

10

【 0 0 4 3 】

図7は、全ての歪測定部が基準点B Pに形成された場合を示し、図8では、全ての歪測定部が第1調整点A Pに形成された場合を示す。図7の符号C 1および図8の符号C 2で示された部分は、歪ゲージ17 a, 17 b, 18 a, 18 bの貼付け位置およびその位置における歪量差を示す部分である。符号C 1および符号C 2の中心位置が、各歪測定部の形成位置である。

【 0 0 4 4 】

具体的に、図7では、全ての歪測定部が基準点B Pに形成され、全歪ゲージ17 a, 17 b, 18 a, 18 bが、基準点B Pを中心に約 $-1.3 [mm]$ ~約 $1.3 [mm]$ の範囲に貼り付けられている。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、それぞれ、歪ゲージ17 aが、約 -3.0 ~約 $-1.0 [\mu]$ 、歪ゲージ17 bが、約 1.0 ~約 $3.0 [\mu]$ 、歪ゲージ18 aが、約 -2.3 ~約 $-0.1 [\mu]$ 、歪ゲージ18 bが、約 0.3 ~約 $2.5 [\mu]$ である。

20

【 0 0 4 5 】

一方、図8では、全歪測定部が、各歪測定部は、グラフ上で歪量差 $[\mu]$ が最もゼロに近くなる点(頂点 t_1)を第1調整点A Pとし、各歪ゲージ17 a, 17 b, 18 a, 18 bは、第1調整点A Pを中心とする範囲(第1調整範囲)に貼り付けられる。第1調整点A Pは、基準点B Pからマイナス方向あるいはプラス方向にそれぞれずれ、第1調整範囲は、図7で示す基準範囲から、矢印方向にずれる。各歪測定部についての第1調整点A Pは、それぞれ独立して求められる。具体的に、各歪測定部についての第1調整点A Pは、基準点B Pを基準に、それぞれに適した方向およびそれぞれに適した量ずらすことによって求められる。すなわち、各歪ゲージ17 a, 17 b, 18 a, 18 bが貼り付けられる第1調整範囲と基準範囲との相対位置および相対距離は、各歪測定部に依りて異なる。

30

【 0 0 4 6 】

より具体的に、歪ゲージ17 aは、基準点B Pからマイナス方向に約 $1 mm$ ずらした第1調整点A P(グラフの頂点 t_1)を中心に、約 $-2.3 [mm]$ ~約 $0.3 [mm]$ の第1調整範囲に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 -1.6 ~約 $-1.0 [\mu]$ の範囲に納まる。また、歪ゲージ17 bは、基準点B Pからプラス方向に約 $1 mm$ ずらした第1調整点A P(グラフの頂点 t_1)を中心に、約 $-0.3 [mm]$ ~約 $2.3 [mm]$ の第1調整範囲に貼り付けられている。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 1.0 ~約 $1.5 [\mu]$ の範囲に納まる。

40

【 0 0 4 7 】

さらに、歪ゲージ18 aは、基準点B Pからプラス方向に約 $1 mm$ ずらした第1調整点A P(グラフの頂点 t_1)を中心に、約 $-0.3 [mm]$ ~約 $2.3 [mm]$ の範囲に貼り付けられている。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 -1.1 ~約 $-0.2 [\mu]$ の範囲に納まる。また、歪ゲージ18 bは、基準点B Pか

50

らマイナス方向に約 1 mm ずらした第 1 調整点 A P (グラフの頂点 t 1) を中心に、約 - 2 . 3 [mm] ~ 約 0 . 3 [mm] の第 1 調整範囲に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 0 . 3 ~ 約 1 . 1 [μ] の範囲に納まる。

【 0 0 4 8 】

これにより、全歪測定部について位置感度が小さい位置に設けられることになる。その結果、貼付け位置に誤差があった場合であっても、残渣量の変化が生じ難く、残渣量のばらつきを少なくすることができる。

【 0 0 4 9 】

(3 - 4) 残渣量がゼロになるような歪測定部の求め方

図 9 および図 1 0 は、4 つの歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の残渣量がゼロになるように、歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の貼付け位置を調整した場合を説明するための図である。図 9 は、図 7 と同様、歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b が基準範囲に貼り付けられた場合の、中央負荷時の歪分布と、偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示す。図 1 0 は、図 9 の符号 C 1 で示す歪ゲージの貼付け位置を、図 9 の矢印方向にずらした場合の、中央負荷時の歪分布と、偏置負荷時の歪分布との歪量差の変化を示す。図 1 0 において、全ての歪測定部は、基準点 B P からずれた調整点 A P に形成される。但し、可動剛体部 1 4 寄りの二つの歪測定部 (上方第 2 歪測定部および下方第 2 歪測定部) は、歪量差 [μ] が最もゼロに近くなるような第 1 調整点 A P (頂点 t 1) に設けられる。一方、固定剛体部 1 3 寄りの二つの歪測定部 (上方第 1 歪測定部および下方第 1 歪測定部) は、歪量差 [μ] が最もゼロに近くなる点から離れる方向に移動した点 (第 2 調整点) A P に設けられる。

【 0 0 5 0 】

具体的に、上方第 2 歪測定部は、基準点 B P からプラス方向に約 1 mm ずらした第 1 調整点 A P (グラフの頂点 t 1) に設けられ、歪ゲージ 1 7 b は、第 1 調整点 A P を中心に、約 - 0 . 3 [mm] ~ 約 2 . 3 [mm] の第 1 調整範囲に貼り付けられている。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 1 . 0 ~ 約 1 . 6 [μ] の範囲に納まる。また、下方第 2 歪測定部は、基準点 B P からマイナス方向に約 1 mm ずらした第 1 調整点 A P (グラフの頂点 t 1) に設けられ、歪ゲージ 1 8 b は、第 1 調整点 A P を中心に、約 - 2 . 3 [mm] ~ 約 0 . 3 [mm] の第 1 調整範囲に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 0 . 5 ~ 約 1 . 2 [μ] の範囲に納まる。

【 0 0 5 1 】

一方、上方第 1 歪測定部は、基準点 B P からプラス方向に約 1 mm ずらした第 2 調整点 A P に設けられ、歪ゲージ 1 7 a は、第 2 調整点 A P を中心に、約 - 0 . 3 [mm] ~ 約 2 . 3 [mm] の第 1 調整範囲に貼り付けられる。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 - 3 . 7 ~ 約 - 1 . 2 [μ] の範囲となる。また、下方第 1 歪測定部は、基準点 B P からマイナス方向に約 1 mm ずらした第 2 調整点 A P (グラフの頂点 t 1) に形成され、歪ゲージ 1 8 a は、第 2 調整点 A P を中心に、約 - 2 . 3 [mm] ~ 約 0 . 3 [mm] の範囲に貼り付けられている。この時、中央負荷時の歪分布と偏置負荷時の歪分布との歪量差は、約 - 3 . 0 ~ 約 - 0 . 5 [μ] の範囲となる。

【 0 0 5 2 】

ここでは、固定剛体部 1 3 寄りの二つの歪測定部を歪量差の変化が大きい方向に移動させ、可動剛体部 1 4 寄りの二つの歪測定部は、歪量差の変化が小さい方向に移動させている。また別な言い方をすれば、四つの歪測定部を歪量差が減少する方向 (マイナスの方向) に移動させている。このように、固定剛体部 1 3 寄りの歪測定部の移動方向および移動量と、可動剛体部 1 4 寄りの歪測定部の移動方向および移動量とを調整することにより、4 つの歪センサの残渣量がゼロになるようにすることができる。

【 0 0 5 3 】

(4) 歪ゲージおよびフレキシブルプリント基板の装着

起歪体 12 には、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b、出力補償用の感温抵抗器 90、およびフレキシブルプリント基板 80 が取り付けられる（図 11 および図 12 参照）。

【0054】

歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b は、上述したように貼付け位置を示すケガキ線を目印に貼り付けられる。歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b は、起歪体 12 の長手方向中心に対して端子が外側を向くようにそれぞれ配置される。歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の端子は、フレキシブルプリント基板 80 内の配線に接続される。

【0055】

感温抵抗器 90 のリード部 92 もまた、フレキシブルプリント基板 80 内の配線に接続される。感温抵抗器 90 は、主として、抵抗器本体 91 とリード部 92 とからなる。感温抵抗器 90 は、最適な補償精度を得るため、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の近傍に実装することが好ましい。本実施形態では、ロードセル 10 全体の高さ寸法を抑えるため、リード部 92 を歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の近傍に配置し、抵抗器本体 91 は起歪体 12 の側面へ配置している。具体的には、リード部 92 は、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の近傍の温度を検出可能なように、フレキシブルプリント基板 80 内の配線に接続される。より具体的に、リード部 92 は、起歪体 12 の側面に配置する抵抗器本体 91 から垂直方向上方に伸び、その後先端部が起歪体 12 の外形に合うように折り曲げられ、起歪体 12 の上面でフレキシブルプリント基板 80 内の配線に接続される。

【0056】

フレキシブルプリント基板 80 は、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b および感温抵抗器 90 等からなるブリッジ回路の、配線作業の簡略化のために用いられている。フレキシブルプリント基板 80 は、図 11 および図 12 に示すように、主として、起歪体 12 の連結部 50 に貼り付けられている。フレキシブルプリント基板 80 は、連結部 50 の上面または下面において、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の端子と接続可能な位置、および歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b に挟まれる位置に貼り付けられる。具体的には、図 12 に示すように、フレキシブルプリント基板 80 は、中央貼付け部 81 と、左側貼付け部 82 と、右側貼付け部 83 と、左右貼付け部 84 とを有する。中央貼付け部 81 は、連結部 50 の長さ方向中央において起歪体 12 の幅方向に延びる。具体的には、中央貼付け部 81 は、第 2 部分 5 c , 6 c に貼り付けられる。左側貼付け部 82 は、可動側隣接部 61 に貼り付けられる。具体的に、左側貼付け部 82 は、歪ゲージ 17 b の端子の左側に配置され、歪ゲージ 17 b の端子に接続される。右側貼付け部 83 は、固定側隣接部 51 に貼り付けられる。具体的に、右側貼付け部 83 は、歪ゲージ 17 a の端子の右側に配置され、歪ゲージ 17 a の端子に接続される。左右貼付け部 84 は、ビーム部 15 上に貼り付けられる。具体的に、左右貼付け部 84 は、右側貼付け部 83 および左側貼付け部 82 を接続する部分である。起歪体 12 の下面には、図 11 および図 12 に示すものと同様にフレキシブルプリント基板 80 が貼り付けられている。

【0057】

起歪体 12 には、フレキシブルプリント基板 80 を貼り付けるためのケガキ線が設けられる（図示なし）。ケガキ線は、中央貼付け部 81、左側貼付け部 82、および右側貼付け部 83 が起歪体 12 にそれぞれ貼り付けられた時に、左右貼付け部 84 が、第 2 部分 5 c , 6 c を除く部分の表面からわずかに浮いた状態となるような位置に設けられる。このとき、左右貼付け部 84 は、第 1 部分 5 a , 5 b , 6 a , 6 b およびその近傍の表面から 2 mm 程度（若しくは、2 mm 以下）離れた状態にするものとする。これにより、ノッチ部 30 に生じる歪の影響を受けることなく、歪ゲージ 17 a で検出された変位を出力部 93 に送ることができる。

【0058】

図 11 および図 12 等に示すように、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b およびフレキシブルプリント基板 80 を起歪体 12 に装着した後、歪ゲージ 17 a , 17 b , 1

10

20

30

40

50

8 a , 1 8 b、およびフレキシブルプリント基板 8 0 は樹脂で覆われる。

【 0 0 5 9 】

(5) 特徴

(5 - 1)

上記実施形態に係るロードセル 1 0 は、全歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b のうち、いずれか一つを、起歪体 1 2 の長手方向に沿って基準点 B P からずらして、残渣量の位置感度が小さくなるような位置 (調整点) A P に貼り付けている。ロードセル 1 0 の歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b は、手作業で取り付けられるため、貼付け位置にわずかに誤差が生じる。しかし、上記実施形態に係るロードセル 1 0 は、貼付け位置に誤差があった場合にも、残渣量の変化が生じ難い位置を第 1 調整点 A P とし、第 1 調整点 A P を中心とする第 1 調整範囲に歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b を貼り付けている。これにより、歪ゲージの貼付け位置にわずかに誤差が生じた場合でも、残渣量の変化が生じ難い。これにより、残渣量のばらつきを抑制することが可能になる。

10

【 0 0 6 0 】

上記実施形態で用いた 2 つのビームを有するロードセル (2 ビーム式ロードセル) は、起歪体の加工誤差や歪ゲージの貼付け位置の誤差などによって、ロバーバル機構に崩れが生じ、偏置誤差が発生する。通常、偏置誤差は、ロードセルのノッチ部を削るなどの物理的な調整 (四隅調整) により補正することが可能であった。しかし、2 ビーム式ロードセルを薄型化・小型化した場合、ロードセルの剛性が低下するため、四隅調整によっては調整しきれない誤差 (残渣) が発生し、偏置特性が悪化する。特に、ねじりモーメントに対する剛性が低下するため、左右の偏置特性の悪化が顕著となる。このような偏置特性の悪化は、長手方向左右の形状が非対称であるような起歪体からなるロードセルにもあてはまる。すなわち、長手方向左右の形状が非対象の起歪体からなるロードセルも、残渣が大きくなる。さらに、このようなロードセルに発生する残渣は、個体間でばらつきが大きい。

20

【 0 0 6 1 】

上記実施形態に係るロードセル 1 0 は、残渣の発生が、荷重を中央負荷した場合の起歪体の歪分布と偏置負荷した場合の起歪体の歪分布とに差に起因して発生することを考慮して、歪ゲージの貼付け位置が形成される。具体的には、歪測定部は、起歪体 1 2 の基準点 B P から長手方向にずらした位置に設けられる。より具体的に、歪測定部は、第 1 部分にある基準点 B P から、第 1 部分の近傍であって基準点 B P から起歪体 1 2 の長手方向にずらした第 1 調整点 A P に設けられる。第 1 調整点 A P は、残渣量の位置感度が小さくなるような位置である。これにより、残渣量の変化が生じ難いロードセルを得ることができる。

30

【 0 0 6 2 】

(5 - 2)

上記実施形態に係るロードセル 1 0 は、起歪体 1 2 の上面と下面とにそれぞれ歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b が貼り付けられる。起歪体 1 2 の上面に 4 つの歪ゲージが貼り付けられる場合、全ての歪ゲージを起歪体幅方向中央に位置することができない。しかし、起歪体 1 2 の上面および下面にそれぞれ二つずつ歪ゲージを貼り付けた場合は、起歪体 1 2 の幅方向中央に歪ゲージを貼り付けることが可能になる。その結果、計量物が偏った位置に置かれた時などに生じるねじれ方向の変形に対して、歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b が受ける影響を最小限に抑えることができる。

40

【 0 0 6 3 】

(5 - 3)

また、上記実施形態では、各歪測定部の形成位置が独立して求められる。具体的に、各歪測定部についての調整点 A P は、各歪測定部に適した方向および量、基準点 B P から移動させて求められる。これにより、残渣量のばらつきを最低限に抑えることが可能であると共に、4 つの歪ゲージ 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b の残渣量をゼロに近づけることが可能になる。

【 0 0 6 4 】

50

(5 - 4)

また、上記実施系に係るロードセル 10 は、側面視で L 字型の起歪体 12 からなる。これにより、ロードセル 10 を用いた秤の高さ寸法を抑えることができる (図 2 参照) 。

【 0065 】

(6) 変形例

(6 - 1) 変形例 A

上記実施形態に係るロードセル 10 は、ロードセル 10 全体の高さ寸法を抑えるため、感温抵抗器 90 のリード部 92 を、歪ゲージ 17 a , 17 b , 18 a , 18 b の近傍に配置し、抵抗器本体 91 は起歪体 12 の側面へ配置している。ここで、抵抗器本体 91 は、図 13 に示すように、起歪体 12 の第 2 部分 5 c , 6 c の表面に掘られた穴 95 に配置されるような構成であってもよい。穴 95 は、第 2 部分の表面高さより低い位置に底面を有する。抵抗器本体 91 を穴 95 の内部に配置することにより、抵抗器本体 91 の表面高さを、起歪体 12 の表面高さと同じ位置にすることができる。これにより、ロードセル 10 全体の高さ寸法を抑えることができる。

10

【 0066 】

(6 - 2) 変形例 B

上記実施形態に係るロードセル 10 は、可動剛体部 14 の高さ寸法を、固定剛体部 13 の高さ寸法よりも小さくした側面視 L 字型の起歪体 12 を用いた。すなわち、上記実施形態では、長手方向左右の形状が非対称であるような起歪体からなるロードセルの歪測定部の位置 (歪ゲージの貼付け位置) を説明した。ここで、上記実施形態で説明した歪測定部の求め方は、他の形状の起歪体を備えるロードセルについても採用することができる。すなわち、上記実施形態で説明した歪測定部の求め方は、残渣が大きいロードセルに対して採用することができる。

20

【 0067 】

(6 - 3) 変形例 C

上記実施形態では、ビーム部 15 上面の二つの歪ゲージ 17 a , 17 b と、ビーム部 16 下面の二つの歪ゲージ 18 a , 18 b とを備えるロードセル 10 について、歪ゲージの貼付け位置を調整した。ここで、ロードセル 10 が備える歪ゲージの数は、四つに限られるものではない。言い換えると、歪ゲージの貼付け位置の調整については、他のロードセルにも適用することができる。

30

【 0068 】

例えば、ロードセルは、ビーム部 15 , 16 のいずれか一方の面に貼り付けられる二つの歪ゲージを備えるものであってもよい。また、ロードセルは、図 14 に示すように、ビーム部 15 , 16 のいずれか一方の面に貼り付けられた四つの歪ゲージを備えるものであってもよい。この場合には、第 1 部分およびその近傍において、二つの歪ゲージが、起歪体 12 の幅方向に並んで配置される。さらに、ロードセルは、ビーム部 15 上面と同様、ビーム部 16 下面にも四つの歪ゲージを備えるもの (合計八つの歪ゲージを備えるもの) であってもよい。このような場合であっても、上記実施形態と同様に歪ゲージの貼付け位置を調整することにより、残渣量および残渣量のばらつきを調整することができる。

40

【 0069 】

すなわち、ビーム部 15 , 16 を有し、第 1 部分および第 1 部分の近傍に歪ゲージが貼り付けられるようなロードセルであれば、上記実施形態に係る歪測定部の求め方を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0070 】

5 a , 5 b , 6 a , 6 b 第 1 部分

5 c , 6 c 第 2 部分

10 ロードセル

12 起歪体

13 固定剛体部 (固定部)

50

- 1 4 可動剛体部 (可動部)
- 1 5 上方ビーム部 (上方連結部)
- 1 6 下方ビーム部 (下方連結部)
- 1 7 a , 1 7 b , 1 8 a , 1 8 b 歪ゲージ (歪センサ)
- 2 1 ベースユニット
- 2 2 受け皿
- 3 0 ノッチ部
- 3 1 連通部
- 5 0 連結部
- 5 1 固定側隣接部
- 6 1 可動側隣接部
- B P 基準点
- A P 調整点 (第 1 調整点、第 2 調整点)
- B L 基準線
- A L 調整線

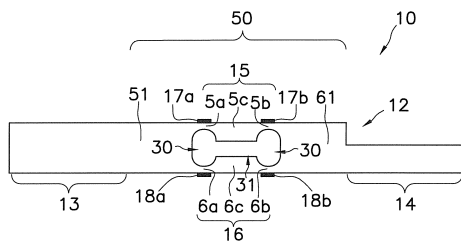
【先行技術文献】

【特許文献】

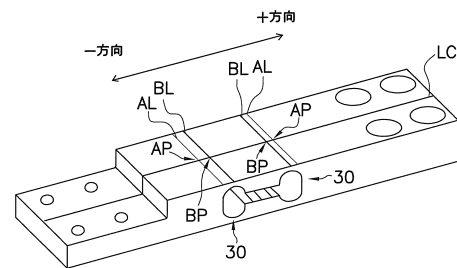
【0071】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 3 4 3 2 9 4 号公報

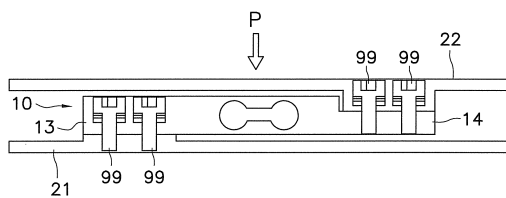
【図 1】



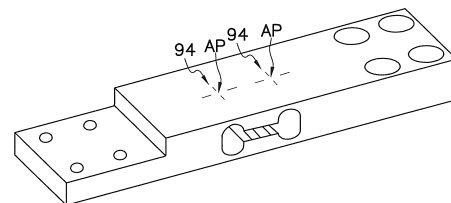
【図 3】



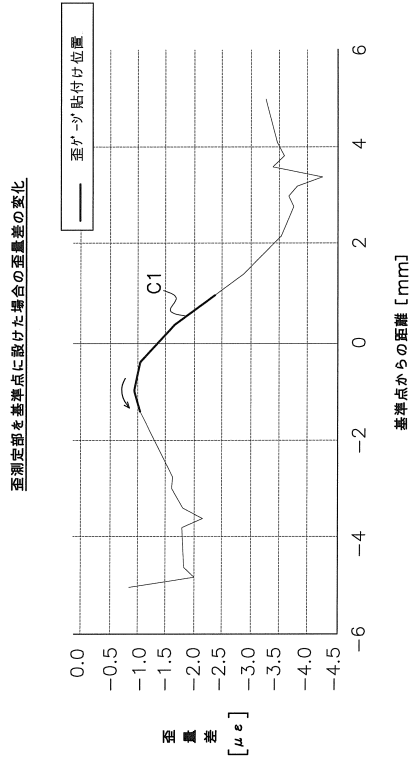
【図 2】



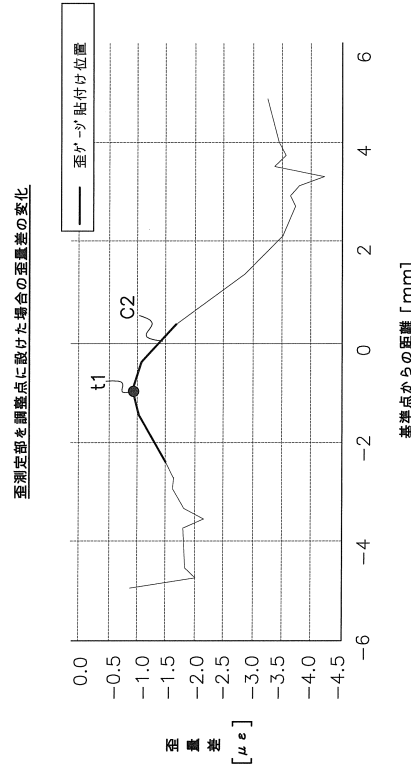
【図 4】



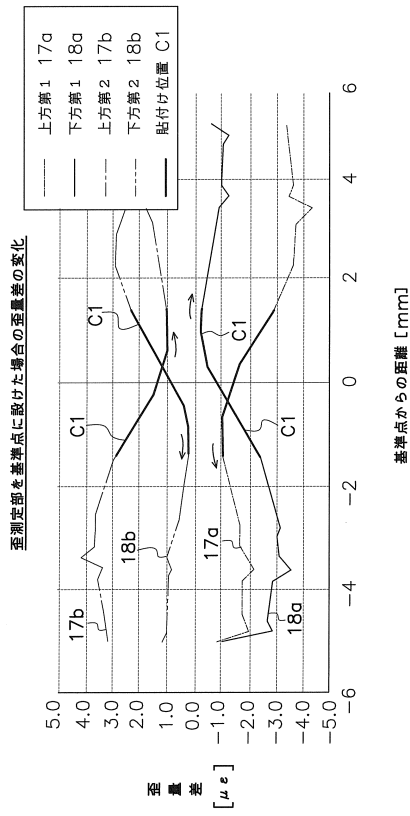
【図 5】



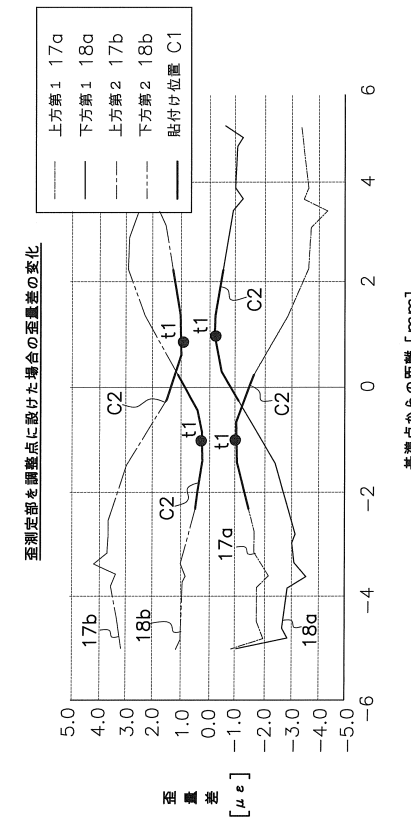
【図 6】



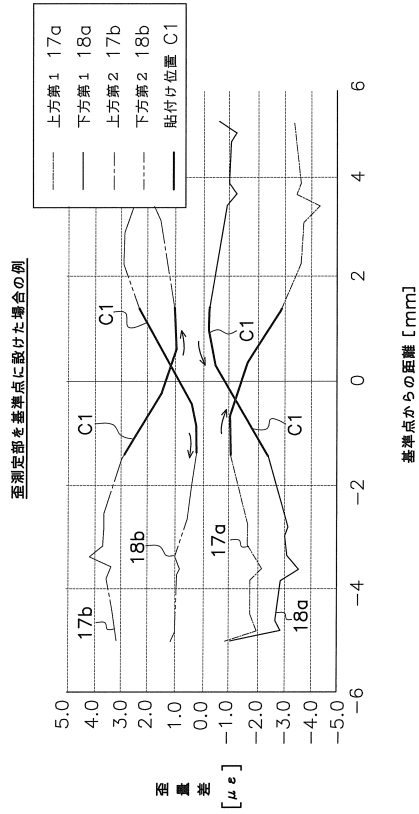
【図 7】



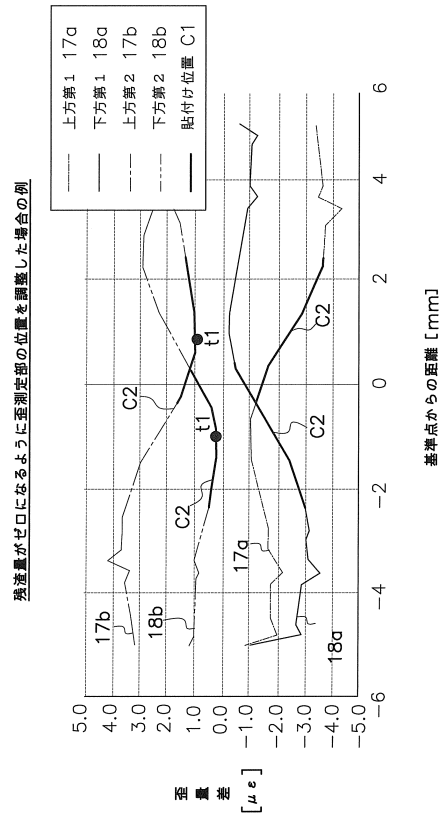
【図 8】



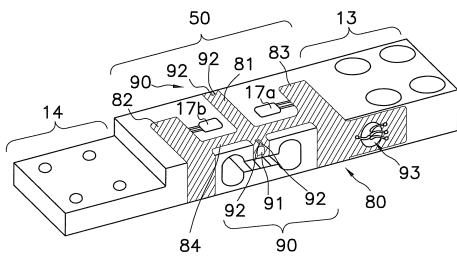
【図 9】



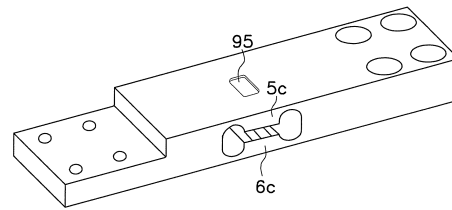
【図 10】



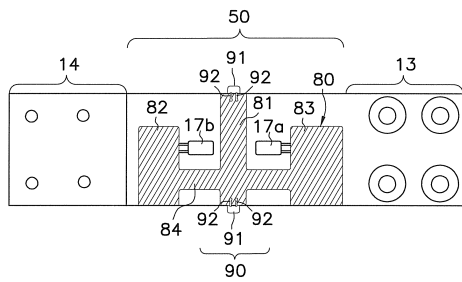
【図 11】



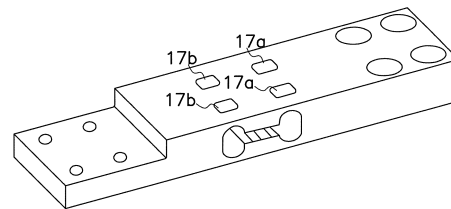
【図 13】



【図 12】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-254016(JP,A)
特開2007-093389(JP,A)
特開昭54-140565(JP,A)
特開昭60-247120(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01G 23/01
G01G 3/14