

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7640813号
(P7640813)

(45)発行日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(24)登録日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 1 L	1/22 (2006.01)	G 0 1 L	1/22	B
G 0 1 L	5/1627(2020.01)	G 0 1 L	5/1627	

請求項の数 7 (全20頁)

(21)出願番号	特願2024-530170(P2024-530170)	(73)特許権者	000005348 株式会社 S U B A R U 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(86)(22)出願日	令和4年6月29日(2022.6.29)	(74)代理人	110000419 弁理士法人太田特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/026038	(72)発明者	大野 翼 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内
(87)国際公開番号	WO2024/004095	審査官	公文代 康祐
(87)国際公開日	令和6年1月4日(2024.1.4)		
審査請求日	令和6年5月8日(2024.5.8)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロードセル及びロードセルの出力調整方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルにおいて、

前記ブリッジ回路の一方側の第1の経路に、

前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第1のチップ抵抗と、

それぞれ前記第1のチップ抵抗と直列に接続されるとともに互いに並列に接続された、前記ブリッジ回路の温度特性を補償するためのサーミスタ、及び、前記サーミスタを設けた状態での前記初期バランスのずれを調整するための第1の調整抵抗と、を備え、

前記ブリッジ回路の他方側の第2の経路に、

前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第2のチップ抵抗と、

前記第2のチップ抵抗と直列に接続され、前記第1の経路に前記第1の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第2の調整抵抗と、を備える、ロードセル。

【請求項2】

前記第1の調整抵抗と前記第2の調整抵抗とが同一の抵抗素子である、

請求項1に記載のロードセル。

【請求項3】

前記第1の経路及び前記第2の経路のうちの少なくともいずれか一方に、

前記第2の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第3

10

20

の調整抵抗を備える、

請求項 2 に記載のロードセル。

【請求項 4】

前記ひずみゲージの素子抵抗値が 1 K 以上である、

請求項 1 に記載のロードセル。

【請求項 5】

前記ロードセルは、

複数の分力を検出する多分力検出器である、請求項 1 に記載のロードセル。

【請求項 6】

荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルの出力調整方法において、

10

前記ブリッジ回路の一方側の第 1 の経路に前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第 1 のチップ抵抗を接続し、

前記ブリッジ回路の他方側の第 2 の経路に前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第 2 のチップ抵抗を接続し、

前記第 1 の経路に、それぞれ前記第 1 のチップ抵抗と直列に接続され、前記ブリッジ回路の温度特性を補償するためのサーミスタ、及び、前記サーミスタを設けた状態での前記初期バランスのずれを調整するための第 1 の調整抵抗、を互いに並列に接続し、

前記第 2 の経路に、前記第 2 のチップ抵抗と直列に接続され、前記第 1 の経路に前記第 1 の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第 2 の調整抵抗を接続する、

20

ロードセルの出力調整方法。

【請求項 7】

前記第 1 の経路及び前記第 2 の経路のうちの少なくともいずれか一方に、前記第 2 の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第 3 の調整抵抗を接続する、

請求項 6 に記載のロードセルの出力調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本開示は、ブリッジ回路を備えたロードセル及びロードセルの出力調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

荷重によって生じる歪みにより抵抗値が変化するひずみゲージを用いたロードセルが広く用いられている。例えば荷重によるひずみゲージの抵抗値の変化を電気信号に変換する変換回路であるブリッジ回路にひずみゲージを組み込み、抵抗値の変化を電気信号として出力するように構成されたロードセルが知られている。

【0003】

このような構成のロードセルにおいて、ひずみゲージ及びひずみゲージが取り付けられる起歪体は、ともに温度変化により歪みが生じる温度特性を有しており、実際には無負荷であっても荷重を受けたかのように出力をすることがある。ひずみゲージがブリッジ回路に用いられる場合、ブリッジ回路によりひずみゲージの線膨張をキャンセルするように構成されるため、それぞれのひずみゲージあるいは起歪体の温度特性の差が、ロードセルの温度特性として出力される。このため、ひずみゲージに加わる荷重による歪み量を検知するには、適当な温度補償が必要である。

40

【0004】

例えば特許文献 1 には、所定温度において荷重がゼロのときにブリッジ回路から取り出される電位差をゼロとするようにチップ抵抗を設けたゼロバランス（初期バランス）調整回路を備えたロードセルがある。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2008-151596号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、例えば自動車の車軸に設けられて車輪に加わる荷重を検出する力検出センサなど、出力が大きいロードセル、あるいは、複数の分力を検出し各分力に対する感度の違いが大きいロードセルでは、温度に依存するひずみゲージの抵抗値の変化の範囲が広く、温度特性を補償しつつ初期バランスを調整することが容易ではない。

10

【0007】

本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、素子抵抗値が比較的大きく、温度依存性を持つひずみゲージを用いたロードセルの温度特性を補償しつつ抵抗値の初期バランスの調整を可能としたロードセル及びロードセルの出力調整方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本開示のある観点によれば、荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルにおいて、前記ブリッジ回路の一方側の第1の経路に、前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第1のチップ抵抗と、それぞれ前記第1のチップ抵抗と直列に接続されるとともに互いに並列に接続された、前記ブリッジ回路の温度特性を補償するためのサーミスタ、及び、前記サーミスタを設けた状態での前記初期バランスのずれを調整するための第1の調整抵抗と、を備え、前記ブリッジ回路の他方側の第2の経路に、前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第2のチップ抵抗と、前記第2のチップ抵抗と直列に接続され、前記第1の経路に前記第1の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第2の調整抵抗と、を備える、ロードセル、が提供される。

20

30

【0009】

また、上記課題を解決するために、本開示の別の観点によれば、荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルの出力調整方法において、前記ブリッジ回路の一方側の第1の経路に前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第1のチップ抵抗を接続し、前記ブリッジ回路の他方側の第2の経路に前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第2のチップ抵抗を接続し、前記第1の経路に、それぞれ前記第1のチップ抵抗と直列に接続され、前記ブリッジ回路の温度特性を補償するためのサーミスタ、及び、前記サーミスタを設けた状態での前記初期バランスのずれを調整するための第1の調整抵抗、を互いに並列に接続し、前記第2の経路に、前記第2のチップ抵抗と直列に接続され、前記第1の経路に前記第1の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第2の調整抵抗を接続する、ロードセルの出力調整方法、が提供される。

40

【発明の効果】

【0010】

以上説明したように本開示によれば、素子抵抗値が比較的大きく、温度依存性を持つひずみゲージを用いたロードセルの温度特性を補償しつつ抵抗値の初期バランスを容易に調整することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態に係るロードセル（6分力検出器）を示す断面図である。

【図2】本実施形態に係るロードセルにおけるひずみゲージの配置を示す模式図である。

【図3】本実施形態に係るロードセルのブリッジ回路の構成を示す説明図である。

【図4】本実施形態に係るロードセルの出力調整方法の手順を示すフローチャートである。

【図5】本実施形態に係るロードセルの出力調整方法の第1調整を示す説明図である。

【図6】本実施形態に係るロードセルの出力調整方法の第1調整後の出力状態を示す説明図である。

【図7】本実施形態の応用例に係るロードセルのブリッジ回路の構成を示す説明図である。 10

【図8】応用例に係るロードセルの出力調整方法の手順を示すフローチャートである。

【図9】応用例に係るロードセルの出力調整方法の第2調整後の出力状態を示す説明図である。

【図10】応用例に係るロードセルの出力調整方法の第3調整後の出力状態を示す説明図である。

【図11】変形例の6分力検出器におけるひずみゲージの配置を示す模式図である。

【図12】二軸せん断ひずみゲージのゲージパターンを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。 20
 なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0013】

<< 1. 本開示の実施の形態の概要 >>

< 1-1. 本開示の背景の詳述 >

はじめに、本開示の技術が創出された背景を説明する。なお、以下に説明する背景は、本開示の技術を適用可能なロードセルの構成の一態様を示すものに過ぎず、本開示を適用可能なロードセルは、以下に例示される構成のロードセルに限定されるものではない。

【0014】

自動車等の車両の車輪に加えられる荷重として、車両の前後方向（以下、「x軸方向」ともいう）、車幅方向（以下、「y軸方向」ともいう）及び高さ方向（以下、「z軸方向」ともいう）方向に加えられる荷重（ F_x 、 F_y 、 F_z ）と、x軸、y軸及びz軸それぞれの軸周りのモーメント（ M_x 、 M_y 、 M_z ）とを検出する6分力検出器が知られている。このような6分力検出器は、車軸に取り付けられる円筒形の起歪体を有するが、加えられる荷重に対する耐性を考えた場合、ゲージ率が2程度の一一般的な箔ひずみゲージでは、1軸方向の荷重のみを検出するようなロードセルと同等の出力を得ることが困難である。

【0015】

これに対して、例えばCr-N等の素子抵抗値が大きく、ゲージ率の大きい薄膜ひずみゲージ（例えばCr-Nゲージの場合のゲージ率：10～12）を用いることで所望の出力を得ることができると考えられる。しかしながら、Cr-Nゲージは、素子抵抗値の温度依存性が大きいことから、6分力検出器への適用の課題となっている。つまり、素子抵抗値が大きく、ゲージ率の大きいひずみゲージを使用する場合、使用温度範囲における温度変化による抵抗値の変化が大きくなるため、6分力検出器の出力の温度特性を補償することが容易ではないという課題がある。 40

【0016】

また、6分力検出器は、分力の方向によってひずみゲージの感度の差が大きくなる特性もある。このため、一般的な箔ひずみゲージを用いてブリッジ回路を構成し、感度が小さい分力に合わせて初期バランスを調整したとしても、感度が大きい分力については温度特性の補償が十分でないおそれがある。

【0017】

これに対して、温度に依存する出力の変化の特性を求めた温度特性マップデータをあらかじめ用意し、例えばひずみゲージの温度を直接的に計測し、温度特性マップデータに基づいて6分力検出器からの出力を補正するプロセッサによる処理を行うことも考えられる。しかしながら、本来必要のない温度センサやソフトウェアの演算処理機能の追加が必要となるため、望ましい解決策とは言えない。

【0018】

本開示の技術は、このような背景の下、素子抵抗値が大きく、ゲージ率の大きいひずみゲージを使用する場合であっても、温度センサやソフトウェアの機能を追加することなく、使用温度範囲における温度特性を補償しつつ初期バランスを調整することが可能なロードセル及びロードセルの出力調整方法を提供するものである。

10

【0019】

< 1 - 2 . 本開示の実施の形態の特徴 >

(1 - 2 - 1) 本開示の実施の形態は、荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルにおいて、

前記ブリッジ回路の一方側の第1の経路に、

前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第1のチップ抵抗と、

それぞれ前記第1のチップ抵抗と直列に接続されるとともに互いに並列に接続された、前記ブリッジ回路の温度特性を補償するためのサーミスタ、及び、前記サーミスタを設けた状態での前記初期バランスのずれを調整するための第1の調整抵抗と、を備え、

前記ブリッジ回路の他方側の第2の経路に、

前記ブリッジ回路の初期バランスを調整するための第2のチップ抵抗と、

前記第2のチップ抵抗と直列に接続され、前記第1の経路に前記第1の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第2の調整抵抗と、を備える構成を有している。

20

【0020】

なお、本開示の実施の形態は、荷重に応じて変化するひずみゲージの抵抗の変化を電気信号に変換して出力するブリッジ回路を備えたロードセルの出力を調整する出力調整方法としても実現可能である。

【0021】

この構成により、例えば1k 以上の比較的大きな素子抵抗値を有し、温度特性の大きいひずみゲージを用いたロードセルや、複数の分力を検出可能に構成されるロードセルの温度特性を補償しつつ初期バランスを容易に調整することができる。したがって、ロードセルの出力の信頼度を高めることができる。

30

【0022】

なお、「ブリッジ回路の一方側の第1の経路」及び「ブリッジ回路の他方側の第2の経路」は、ブリッジ回路の2つの電流経路を示す。第1の経路及び第2の経路は、それぞれ2つのひずみゲージを備えて構成される。

【0023】

また、「初期バランス」は、ロードセルに荷重が加えられていない状態で、第1の経路に設けられた二つのひずみゲージの間の電位と、第2の経路に設けられた二つのひずみゲージの間の電位との差（電位差）を示す。「初期バランスのずれを調整する」ことは、つまり、荷重が加えられていない状態での電位差がゼロに近づくように調整することを示す。

40

【0024】

また、「ブリッジ回路の温度特性」とは、ロードセルの出力が温度により変化する特性を示す。「温度特性が大きい」とは、温度により変化するロードセルの出力の変動幅が大きいことを示す。「ブリッジ回路の温度特性を補償する」ことは、つまり、温度により変化するロードセルの出力の変動幅が所定範囲内となるように調整することを示す。

【0025】

(1 - 2 - 2) また、本開示の実施の形態において、

前記第1の調整抵抗と前記第2の調整抵抗とが同一の抵抗素子であってもよい。

50

【 0 0 2 6 】

この構成により、第 1 のチップ抵抗及び第 2 のチップ抵抗をブリッジ回路に接続した状態での温度特性を補償し得る第 1 の調整抵抗及び第 2 の調整抵抗を個別に選択する手間を省くことができる。また、第 1 の調整抵抗と前記第 2 の調整抵抗とを同一の抵抗素子として場合であっても、ブリッジ回路の初期バランスのずれを所定範囲内に収めることができる。

【 0 0 2 7 】

(1 - 2 - 3) また、本開示の実施の形態において、

前記第 1 の経路及び前記第 2 の経路のうち少なくともいずれか一方に、

前記第 2 の調整抵抗を設けたことによる前記初期バランスのずれを調整するための第 3 の調整抵抗を備えてもよい。

10

【 0 0 2 8 】

この構成により、同一の抵抗素子である第 1 の調整抵抗及び第 2 の調整抵抗を第 1 の経路及び第 2 の経路にそれぞれ配置したときに初期バランスの微小なずれが生じていたとしても、当該初期バランスのずれを容易に調整することができる。

【 0 0 2 9 】

(1 - 2 - 4) また、本開示の実施の形態において、

前記ひずみゲージの素子抵抗値が 1 K 以上であってもよい。

【 0 0 3 0 】

この構成により、比較的大きな素子抵抗値のひずみゲージが用いられつつも温度特性が補償されたロードセルにより、比較的大きな所望の荷重を検出することができる。

20

【 0 0 3 1 】

(1 - 2 - 5) また、本開示の実施の形態において、

前記ロードセルは、

前記ブリッジ回路を複数有し、複数の分力を検出する多分力検出器であってもよい。

【 0 0 3 2 】

この構成により、分力の方向によって歪みに対する感度が異なる複数のブリッジ回路を備える場合であっても、それぞれのブリッジ回路からの出力の温度特性を補償しつつ、初期バランスを容易に調整することができる。

【 0 0 3 3 】

< < 2 . 本開示の実施の形態の詳細 > >

< 2 - 1 . ロードセル (6 分力検出器) の構成例 >

続いて、本開示の実施の形態に係るロードセルの構成例を説明する。

本実施形態では、ロードセルの一態様として、車両の車輪に加えられる 6 分力 (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z) を検出可能な 6 分力検出器に本開示の技術を適用した例を説明する。本実施形態に係るロードセルは、車輪に加えられる 6 分力を検出する 6 分力検出器であって、サスペンション装置に取り付けられて自動車等の車両の車輪を回転可能に支持するハブベアリングユニットに組み込まれている。

【 0 0 3 4 】

図 1 は、6 分力検出器を含むハブベアリングユニットを、車軸を含む平面で切断した断面図を示す。図 1 において、右側が車幅方向外側を示し、左側が車幅方向内側を示している。なお、図 1 に示すハブベアリングユニットの構成はあくまでも一例にすぎず、図 1 に示した構成に限定されるものではない。

40

【 0 0 3 5 】

ハブベアリングユニット 1 0 0 は、ハブ 1 1 0、外筒 1 2 0、内筒 1 3 0、転動体 1 4 0、基部 1 5 0 及び 6 分力検出器 1 を備えて構成されている。ハブ 1 1 0 は、リム及びタイヤからなる図示しない車輪のリムディスク部分が締結される部材である。ハブ 1 1 0 は、筒状部 1 1 1、フランジ部 1 1 2、カラー部 1 1 3 等を一体に形成して構成されている。

【 0 0 3 6 】

筒状部 1 1 1 は、車輪の回転中心軸 (車軸) と同心の円筒状に形成されている。筒状部

50

1 1 1 は、内筒 1 3 0、感受体 1 0、基部 1 5 0 の内径側に挿入されている。筒状部 1 1 1 の内周面部における車幅方向外側の領域には、図示しないドライブシャフトのスプライン軸部と嵌合するスプライン穴 1 1 1 a が形成されている。フランジ部 1 1 2 は、筒状部 1 1 1 の車幅方向外側の端部から、外径側に鏝状に張り出して形成された円盤状の部分である。フランジ部 1 1 2 の車幅方向外側の面部は、リムディスクが締結される基部として機能する。フランジ部 1 1 2 には、ハブボルトが挿入される開口 1 1 2 a が、所定のピッチ円径上に例えば 5 個程度、周方向に等間隔に形成されている。カラー部 1 1 3 は、フランジ部 1 1 2 の車幅方向外側の面部から突出した車軸と同心の円筒状の部分である。カラー部 1 1 3 は、リムディスクの中央部に形成された円形開口であるセンターボアと嵌合し、車輪の取付精度を向上させる。

10

【 0 0 3 7 】

外筒 1 2 0、内筒 1 3 0、転動体 1 4 0 は、共働して車輪を回転可能に支持する転がり軸受（ハブベアリング）を構成する。外筒 1 2 0 は、筒状部 1 2 1、フランジ部 1 2 2 等を一体に形成して構成されている。筒状部 1 2 1 は、車軸と同心の円筒状の部分である。筒状部 1 2 1 の内周面には、転動体 1 4 0 を案内する軌道面が形成されている。筒状部 1 2 1 の車幅方向内側の端部は、内筒 1 3 0 の筒状部 1 3 1 の車幅方向内側の端部に対して、車幅方向内側へ張り出して形成されている。

【 0 0 3 8 】

フランジ部 1 2 2 は、筒状部 1 2 1 の車幅方向外側の端部から外径側に鏝状に張り出して形成されている。フランジ部 1 2 2 は、ハブ 1 1 0 のフランジ部 1 1 2 が締結固定される部分である。フランジ部 1 2 2 の車幅方向外側の面部は、ハブ 1 1 0 のフランジ部 1 1 2 の車幅方向内側の面部と当接する。フランジ部 1 2 2 は、ハブ 1 1 0 の開口 1 1 2 a と同心に形成されたネジ穴 1 2 2 a を有する。ネジ穴 1 2 2 a には、車輪の固定に用いられる図示しないハブボルトが締結される。

20

【 0 0 3 9 】

内筒 1 3 0 は、筒状部 1 3 1、フランジ部 1 3 2 等を一体に形成して構成されている。筒状部 1 3 1 は、車軸と同心の円筒状の部材であって、外筒 1 2 0 の筒状部 1 2 1 の内径側に挿入されている。筒状部 1 3 1 の外周面と、外筒 1 2 0 の筒状部 1 2 1 の内周面との間には、所定の間隔が設けられている。筒状部 1 3 1 の外周面には、転動体 1 4 0 を案内する軌道面が形成されている。フランジ部 1 3 2 は、筒状部 1 3 1 の車幅方向外側の端部から内径側に張り出して形成されている。フランジ部 1 3 2 は、感受体 1 0 の第 1 フランジ 1 2 の車幅方向外側の端部を保持するものである。転動体 1 4 0 は、外筒 1 2 0 と内筒 1 3 0 の軌道面の間に組み込まれた軸受である。転動体 1 4 0 は、外筒 1 2 0 と内筒 1 3 0 との間で転動体 1 4 0 の位置決めを行う保持器 1 4 1 及び保持器 1 4 2 とともに、外筒 1 2 0 と内筒 1 3 0 との間に組み込まれている。

30

【 0 0 4 0 】

基部 1 5 0 は、サスペンション装置の図示しないアップライト（ハブナックル）にハブベアリングユニット 1 0 0 を締結固定する部分である。基部 1 5 0 は、筒状部 1 5 1、フランジ部 1 5 2、凹部 1 5 3、突出部 1 5 4 等を一体に形成して構成されている。筒状部 1 5 1 は、車軸と同心の円筒状の部材であって、ハブ 1 1 0 の筒状部 1 1 1 の車幅方向内側の端部が挿入されている。ハブ 1 1 0 の筒状部 1 1 1 の外周面は、筒状部 1 5 1 の内周面と径方向に所定の間隔を隔てて対向して配置されている。

40

【 0 0 4 1 】

フランジ部 1 5 2 は、筒状部 1 5 1 の車幅方向外側の端部から外径側に鏝状に張り出して形成されている。フランジ部 1 5 2 は、基部 1 5 0 を図示しないアップライトに締結する締結面部である。フランジ部 1 5 2 には、アップライトへの締結に用いられる複数のボルトが挿入される開口 1 5 2 a が周方向に分布して複数形成されている。フランジ部 1 5 2 の内部には、感受体 1 0 の円筒部 1 1 の外周面が配置される空間部内から、フランジ部 1 5 2 の外周縁部にかけて、ひずみゲージに接続された配線などが配置される貫通孔 1 5 2 b が形成されている。

50

【 0 0 4 2 】

凹部 1 5 3 は、基部 1 5 0 の内周面のうち、軸方向においてフランジ部 1 5 2 に相当する領域の内径を段状に拡大して形成された部分である。凹部 1 5 3 は、感受体 1 0 の第 2 フランジ 1 3 を保持する部分である。突出部 1 5 4 は、フランジ部 1 5 2 の径方向における中間部分から、車幅方向外側へ突出して形成された円筒状の部分である。突出部 1 5 4 の外周面は、外筒 1 2 0 の筒状部 1 2 1 の車幅方向内側の端部における内周面と径方向に間隔を隔てて対向して配置されている。

【 0 0 4 3 】

6 分力検出器 1 は、車輪に作用する直交 3 軸方向の荷重及び直交 3 軸回りのモーメントを検出可能なロードセルである。6 分力検出器 1 は、実質的に円筒状に形成された感受体 1 0 及びこの感受体 1 0 に設けられた複数のひずみゲージ及びこのひずみゲージを含むブリッジ回路を有して構成されている。

10

【 0 0 4 4 】

感受体（センサコア）1 0 は、円筒部 1 1、第 1 フランジ 1 2、第 2 フランジ 1 3 等を有して形成されている。円筒部 1 1 は、所定の軸方向長さにはわたって内径及び外径が実質的に一定である円筒状に形成された部分であって、後述する複数のひずみゲージが貼付（接着）される部分である。第 1 フランジ 1 2 は、円筒部 1 1 の車幅方向外側の端部に設けられ、円筒部 1 1 に対して外径側及び内径側にそれぞれ張り出して形成された部分である。第 1 フランジ 1 2 は、外周面が内筒 1 3 0 の筒状部 1 3 1 の車幅方向外側の端部近傍における内周面と当接し、端面がフランジ部 1 3 2 の車幅方向内側の面部に突き当たった状態

20

【 0 0 4 5 】

第 2 フランジ 1 3 は、円筒部 1 1 の車幅方向内側の端部に設けられ、円筒部 1 1 に対して外径側及び内径側にそれぞれ張り出して形成された部分である。第 2 フランジ 1 3 は、その外周面及び端面が基部 1 5 0 の凹部 1 5 3 内に嵌め込まれた状態で基部 1 5 0 に固定される。このような構成によって、車輪に作用する力は、実質的に全て感受体 1 0 を経由して基部 1 5 0 との間で伝達されるようになっている。

【 0 0 4 6 】

6 分力検出器 1 は、上述した感受体 1 0 の円筒部 1 1 に設けられるひずみゲージを含むブリッジ回路をそれぞれ有する F_x 検出系、 F_y 検出系、 F_z 検出系、 M_x 検出系、 M_y 検出系、 M_z 検出系をそれぞれ有する。 F_x 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する径方向（ x 軸方向）の力 F_x を検出する。 F_y 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する軸方向（ y 軸方向）の力 F_y を検出する。 F_z 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する x 軸方向と直交する方向の径方向（ z 軸方向）の力 F_z を検出する。 M_x 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する x 軸回りのモーメント M_x を検出する。 M_y 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する y 軸回りのモーメント M_y を検出する。 M_z 検出系は、感受体 1 0 の円筒部 1 1 に作用する z 軸回りのモーメント M_z を検出する。

30

【 0 0 4 7 】

上述した F_x 検出系、 F_y 検出系、 F_z 検出系、 M_x 検出系、 M_y 検出系、 M_z 検出系は、それぞれ 4 つのひずみゲージを含むブリッジ回路を有して構成されている。図 2 は、6 分力検出器 1 におけるひずみゲージの配置を示す模式図である。図 3 は、6 分力検出器 1 における F_x 検出系のひずみゲージの配置及びブリッジ回路の構成を示す図であり、各力検出系（ F_x 検出系、 F_y 検出系、 F_z 検出系）及び各モーメント検出系（ M_x 検出系、 M_y 検出系、 M_z 検出系）のひずみゲージの配置及びブリッジ回路の構成の代表例を示す。

40

【 0 0 4 8 】

図 2 及び図 3 に示すように、 F_x 検出系は、ひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 は、単軸のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の中心軸方向と平行となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 2 1 は、円筒部 1 1 の外周面における第 1 フランジ 1 2 側の領域に配置されている

50

。ひずみゲージ 2 2 は、ひずみゲージ 2 1 を通りかつ円筒部 1 1 の軸方向と平行な直線上に配置され、円筒部 1 1 の外周面における第 2 フランジ 1 3 側の領域に配置されている。ひずみゲージ 2 3 は、ひずみゲージ 2 2 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 2 2 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。ひずみゲージ 2 4 は、ひずみゲージ 2 1 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 2 1 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。

【 0 0 4 9 】

図 3 に示すように、F x 検出系のブリッジ回路は、ホイートストンブリッジ回路として構成され、ひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をループ状に順次接続し、ひずみゲージ 2 2 とひずみゲージ 2 3 との間、及び、ひずみゲージ 2 1 とひずみゲージ 2 4 との間に電源の正極、負極をそれぞれ接続する。ブリッジ回路は、ひずみゲージ 2 1 とひずみゲージ 2 2 との間、及び、ひずみゲージ 2 3 とひずみゲージ 2 4 との間の電位差を出力として抽出する。ブリッジ回路の構成は、後で詳しく説明する。

10

【 0 0 5 0 】

F y 検出系は、ひずみゲージ 4 1 ~ 4 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 4 1 ~ 4 4 は、単軸のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の中心軸方向と平行となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 4 1 は、F x 検出系のひずみゲージ 2 1、2 2 の中間に配置されている。ひずみゲージ 4 2、4 3、4 4 は、それぞれひずみゲージ 4 1 に対して、円筒部 1 1 の中心軸回りの位相が、9 0 度、1 8 0 度、2 7 0 度ずれた位置に配置されている。F y 検出系のブリッジ回路は、図 3 に示した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をひずみゲージ 4 1 ~ 4 4 に置き換える点以外、同一の構成を有する。

20

【 0 0 5 1 】

F z 検出系は、ひずみゲージ 3 1 ~ 3 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 3 1 ~ 3 4 は、単軸のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の中心軸方向と平行となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 3 1 は、F x 検出系のひずみゲージ 2 1 に対して、円筒部 1 1 の中心軸回りに 9 0 度ずらして配置されている。ひずみゲージ 3 2 は、F x 検出系のひずみゲージ 2 2 に対して、円筒部 1 1 の中心軸回りに 9 0 度ずらして配置されている。ひずみゲージ 3 1 とひずみゲージ 3 2 とは、円筒部 1 1 の軸方向と平行な同一直線上に配置されている。ひずみゲージ 3 3 は、ひずみゲージ 3 2 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 3 2 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。ひずみゲージ 3 4 は、ひずみゲージ 3 1 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 3 1 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。F z 検出系のブリッジ回路は、図 3 に示した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をひずみゲージ 3 1 ~ 3 4 に置き換える点以外、同一の構成を有する。

30

【 0 0 5 2 】

M x 検出系は、ひずみゲージ 5 1 ~ 5 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 5 1 ~ 5 4 は、単軸のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の中心軸方向と平行となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 5 1 は、F z 検出系のひずみゲージ 3 1 に対して、円筒部 1 1 の中心軸方向に隣接して配置されている。ひずみゲージ 5 2 は、F z 検出系のひずみゲージ 3 2 に対して、円筒部 1 1 の中心軸方向に隣接して配置されている。ひずみゲージ 5 1 とひずみゲージ 5 2 とは、円筒部 1 1 の軸方向と平行な同一直線上に配置されている。ひずみゲージ 5 3 は、ひずみゲージ 5 2 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 5 2 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。ひずみゲージ 5 4 は、ひずみゲージ 5 1 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 5 1 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。M x 検出系のブリッジ回路は、図 3 に示した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をひずみゲージ 5 1 ~ 5 4 に置き換える点以外、同一

40

50

の構成を有する。

【 0 0 5 3 】

M y 検出系は、ひずみゲージ 7 1 ~ 7 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 7 1 ~ 7 4 は、せん断形のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の周方向となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 7 1 は、F y 検出系のひずみゲージ 4 1、4 2 の中間に配置されている。ひずみゲージ 7 2 は、F y 検出系のひずみゲージ 4 2、4 4 の中間に配置されている。ひずみゲージ 7 3、7 4 は、それぞれひずみゲージ 7 2、7 1 に対して、円筒部 1 1 の中心軸対称となる位置に配置されている。M y 検出系のブリッジ回路は、図 3 に示した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をひずみゲージ 7 1 ~ 7 4 に置き換える点以外、同一の構成を有する。

10

【 0 0 5 4 】

M z 検出系は、ひずみゲージ 6 1 ~ 6 4 を有して構成されている。ひずみゲージ 6 1 ~ 6 4 は、単軸のひずみゲージであって、その検出方向が円筒部 1 1 の中心軸方向と平行となるように、円筒部 1 1 の外周面に貼付されている。ひずみゲージ 6 1 は、F x 検出系のひずみゲージ 2 1 に対して、円筒部 1 1 の中心軸方向に隣接して配置されている。ひずみゲージ 6 2 は、F x 検出系のひずみゲージ 2 2 に対して、円筒部 1 1 の中心軸方向に隣接して配置されている。ひずみゲージ 6 1 とひずみゲージ 6 2 とは、円筒部 1 1 の軸方向と平行な同一直線上に配置されている。ひずみゲージ 6 3 は、ひずみゲージ 6 2 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 6 2 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。ひずみゲージ 6 4 は、ひずみゲージ 6 1 からみて円筒部 1 1 の中心軸回りに 1 8 0 度ずらした位置（ひずみゲージ 6 1 に対して円筒部 1 1 の中心軸対称な位置）に配置されている。M z 検出系のブリッジ回路は、図 3 に示した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 をひずみゲージ 6 1 ~ 6 4 に置き換える点以外、同一の構成を有する。

20

【 0 0 5 5 】

< 2 - 2 . ブリッジ回路 >

続いて、図 3 に示した F x 検出系のブリッジ回路を例にとり、各力検出系及び各モーメント検出系のブリッジ回路の構成例を具体的に説明する。

【 0 0 5 6 】

図 3 に示した F x 検出系のブリッジ回路 8 0 は、第 1 端子 8 1、第 2 端子 8 2、第 3 端子 8 3 及び第 4 端子 8 4 の四つの端子と、四つのひずみゲージ 2 1、2 2、2 3、2 4 とを有する。ひずみゲージ 2 1 は、第 1 端子 8 1 と第 2 端子 8 2 との間に設けられ、ひずみゲージ 2 2 は、第 2 端子 8 2 と第 4 端子 8 4 との間に設けられる。ひずみゲージ 2 4 は、第 1 端子 8 1 と第 3 端子 8 3 との間に設けられ、ひずみゲージ 2 3 は、第 3 端子 8 3 と第 4 端子 8 4 との間に設けられる。第 1 端子 8 1、ひずみゲージ 2 1、第 2 端子 8 2、ひずみゲージ 2 2 及び第 4 端子 8 4 を通る電流経路が第 1 の経路 8 6 を構成する。また、第 1 端子 8 1、ひずみゲージ 2 4、第 3 端子 8 3、ひずみゲージ 2 3 及び第 4 端子 8 4 を通る電流経路が第 2 の経路 8 7 を構成する。

30

【 0 0 5 7 】

ひずみゲージ 2 1、2 2、2 3、2 4 は、歪み量に応じて抵抗値が変化する抵抗素子である。本実施形態において、ひずみゲージは、ゲージ率が 4 以上の材料を用いて構成されている。例えばひずみゲージは、C r - N 薄膜により構成されてもよい。ひずみゲージのゲージ率が 4 以上であれば、車輪に加えられる荷重を検出する 6 分力検出器 1 として望まれる出力を得ることができる。ただし、ひずみゲージは、C r - N 薄膜に限られない。

40

【 0 0 5 8 】

ブリッジ回路 8 0 では、起歪体に荷重が加わることにより、各ひずみゲージ 2 1、2 2、2 3、2 4 に歪みが生じ、その歪み量に応じて各ひずみゲージ 2 1、2 2、2 3、2 4 の抵抗値が変化する。ブリッジ回路 8 0 は、第 1 の経路 8 6 の第 2 端子 8 2 と、第 2 の経路 8 7 の第 3 端子 8 3 との電位差に応じた電気信号を出力する。

【 0 0 5 9 】

50

本実施形態において、ブリッジ回路 80 は、第 1 の経路 86 のひずみゲージ 22 と第 4 端子 84 との間に、第 1 のチップ抵抗 91 (91a, 91b)、サーミスタ 95 及び第 1 の調整抵抗 96 を備えている。サーミスタ 95 及び第 1 の調整抵抗 96 は、第 1 のチップ抵抗 91 に直列に接続されるとともに互いに並列に接続されている。また、ブリッジ回路 80 は、第 2 の経路 87 のひずみゲージ 23 と第 4 端子 84 との間に、第 2 のチップ抵抗 93 (93a, 93b) 及び第 2 の調整抵抗 97 を備えている。第 2 の調整抵抗 97 は、第 2 のチップ抵抗 93 に直列に接続されている。

【0060】

第 1 の経路 86 及び第 2 の経路 87 に設けられたこれらの素子は、ブリッジ回路 80 に対して、第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93、サーミスタ 95、第 1 の調整抵抗 96 及び第 2 の調整抵抗 97 の順に設けられる。

10

【0061】

第 1 のチップ抵抗 91 は、ブリッジ回路 80 に歪みゲージ 21, 22, 23, 24 が設けられた状態で測定される初期バランスのずれを調整するための抵抗素子である。目的とする抵抗値が比較的大きいことから、抵抗素子としてチップ抵抗が用いられる。図 2 に示したブリッジ回路 80 の例では、第 1 のチップ抵抗 91 は、互いに並列に接続された二つの抵抗素子 91a, 91b を有する。同様に、第 2 のチップ抵抗 93 は、ブリッジ回路 80 に歪みゲージ 21, 22, 23, 24 が設けられた状態で測定される初期バランスのずれを調整するための抵抗素子である。図 2 に示したブリッジ回路 80 の例では、第 2 のチップ抵抗 93 は、互いに並列に接続された二つの抵抗素子 93a, 93b を有する。

20

【0062】

一般に、チップ抵抗は、任意の間隔でそれぞれ所定の抵抗値に設計された複数のチップ抵抗が用意されている。ブリッジ回路 80 にひずみゲージ 21, 22, 23, 24 を接続した状態で設けられる第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 としては、第 1 の経路 86 及び第 2 の経路 87 の抵抗値が目的に沿った抵抗値となる適宜の抵抗値のチップ抵抗が用いられる。本実施形態では、まず、第 1 の経路 86 及び第 2 の経路 87 の抵抗値を目的に沿った抵抗値とし得る任意の抵抗値のチップ抵抗 (以下、「暫定抵抗」ともいう) 91a, 93a を選択し、それぞれ第 1 の経路 86 及び第 2 の経路 87 に接続する。

【0063】

さらに、ブリッジ回路 80 に暫定抵抗 91a, 93a を接続した状態で、所定の基準温度でのブリッジ回路 80 の初期バランスを測定し、初期バランスのずれが解消され得る抵抗値のチップ抵抗 (以下、「シャント抵抗」ともいう) 91b, 93b をそれぞれ選択し、それぞれ暫定抵抗 91a, 93a と並列に接続する。これにより、所定の基準温度でのブリッジ回路 80 の初期バランスのずれを所望の範囲内とすることができる。ただし、暫定抵抗 91a, 93a のみで所定の基準温度でのブリッジ回路 80 の初期バランスのずれが所望の範囲内となった場合には、シャント抵抗 91b, 93b が設けられなくてもよい。

30

【0064】

ブリッジ回路 80 に第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 を接続した状態においてブリッジ回路 80 の初期バランスが調整されていると仮定した場合、各ひずみゲージ 21, 22, 23, 24 が設けられた各辺が同等の温度特性を有する場合にはブリッジ回路 80 の構成によりそれぞれの温度特性がキャンセルされ、荷重が加えられていない状態では出力が発生しない。一方、荷重が加えられていないにもかかわらず出力が発生した場合、ブリッジ回路 80 の初期バランスがずれていると判断することができる。このため、本実施形態では、ブリッジ回路 80 からの出力に反映された温度特性に対する逆特性の温度補償素子であるサーミスタ 95 をブリッジ回路 80 に組み込むことで温度特性の補償が行われる。

40

【0065】

サーミスタ 95 は、ブリッジ回路 80 に第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 を接続した状態でのブリッジ回路 80 の温度特性を補償するための抵抗素子である。サーミスタ 95 としては、温度の上昇により抵抗値が低下する特性を有する NTC (Negati

50

ve Temperature Coefficient) サーミスタが用いられる。サーミスタ 95 は、一般的に抵抗値が高く(例えば 1 k 以上)、温度特性の補償に適した素子である。サーミスタ 95 の温度上昇に伴う抵抗値の低下率を示す抵抗温度係数が、より大きいものが望ましい。第 1 の調整抵抗 96 は、ブリッジ回路 80 に、第 1 のチップ抵抗 91 及びサーミスタ 95 を設けた状態での初期バランスのずれを調整するための抵抗素子である。第 2 の調整抵抗 97 は、第 1 の経路 86 に第 1 の調整抵抗 96 を設けたことによる初期バランスのずれを調整するための抵抗素子である。

【0066】

第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 が接続されたブリッジ回路 80 は、所定の基準温度でのブリッジ回路 80 の初期バランスが調整されているものの、第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 はそれぞれ温度特性を有しているため、ブリッジ回路 80 の出力も温度特性を有することとなる。したがって、第 1 のチップ抵抗 91 及び第 2 のチップ抵抗 93 が接続されたブリッジ回路 80 の温度特性を測定し、当該温度特性を補償し得るサーミスタ 95 と、第 1 の経路 86 にサーミスタ 95 を接続することによる初期バランスのずれを元に戻すための第 1 の調整抵抗 96 とを、互いに並列に、かつ、第 1 のチップ抵抗 91 と直列に接続する。

【0067】

また、第 1 の経路 86 と第 2 の経路 87 との抵抗値のバランスを取るための第 2 の調整抵抗 97 を、第 2 のチップ抵抗 93 と直列に接続する。第 2 の調整抵抗 97 の抵抗値を第 1 の調整抵抗 96 の抵抗値と異ならせて、第 1 の経路 86 と第 2 の経路 87 との抵抗値の初期バランスのずれを解消してもよいが、サーミスタ 95 及び第 1 の調整抵抗 96 の温度特性をあらかじめ把握することは困難であることから、第 2 の調整抵抗 97 を、暫定的に第 1 の調整抵抗 96 と同一の抵抗素子としてよい。

【0068】

初期バランスのずれを調整するための第 1 の調整抵抗 96 及び第 2 の調整抵抗 97 は、温度変化に対する抵抗値の変化率を示す抵抗温度係数が低いもの、例えば 1 以下の抵抗素子であることが望ましい。このような抵抗素子としては、例えば亜鉛、タンゲステン、アルミニウム、純鉄、イリジウム、鋼、銅、金、ニッケル、銀、白金、パラジウム又は錫のうちの一つ又は複数の混合材料からなる素子が例示される。

【0069】

< 2 - 3 . ロードセルの出力調整方法 >

続いて、6 分力検出器 1 を例にとって、本実施形態に係るロードセルの出力調整方法を説明する。以下に説明するロードセルの出力調整方法では、各力検出系及び各モーメント検出系の温度特性の補償の目標値を 0 . 2 mV / V として出力調整を行う例を説明する。

【0070】

図 4 は、ロードセルの出力調整方法の手順を示すフローチャートである。

まず、起歪体としての円筒部に対して絶縁層を介して配置されたひずみゲージにゲージリードを接続する等により電気配線を行い、四つのひずみゲージを電氣的に接続したブリッジ回路を形成する(ステップ S 11)。例えば F x 検出系のブリッジ回路では、第 1 端子 81 と第 2 端子 82 との間にひずみゲージ 21 を接続し、第 2 端子 82 と第 4 端子 84 との間にひずみゲージ 22 を接続する。また、第 1 端子 81 と第 3 端子 83 との間にひずみゲージ 24 を接続し、第 3 端子 83 と第 4 端子 84 との間にひずみゲージ 23 を接続する。

【0071】

ステップ S 11 の完了時において、初期バランスの調整及び温度特性の補償を行うための抵抗素子の接続予定箇所はショートさせておく。四つのひずみゲージを電氣的に接続する工程は、各力検出系及び各モーメント検出系を構成する 6 組の四つのひずみゲージに対して行われる。

【0072】

次いで、ブリッジ回路の一方側の第 1 の経路及び他方側の第 2 の経路にそれぞれ第 1 の

チップ抵抗及び第2のチップ抵抗を接続し、ブリッジ回路の初期バランスを調整する第1調整を実施する(ステップS13)。例えばF×検出系のブリッジ回路では、図5に示すように、第1端子81、ひずみゲージ21、第2端子82、ひずみゲージ22及び第4端子84を通る第1の経路86のひずみゲージ22と第4端子84との間に、第1のチップ抵抗91(暫定抵抗91a及びシャント抵抗91b)を接続する。また、第1端子81、ひずみゲージ24、第3端子83、ひずみゲージ23及び第4端子84を通る第2の経路87のひずみゲージ23と第4端子84との間に、第2のチップ抵抗93(暫定抵抗93a及びシャント抵抗93b)を配置する。

【0073】

より具体的には、第1の経路86及び第2の経路87の抵抗値を目的に沿った抵抗値とし得る任意の抵抗値の暫定抵抗91a, 93aを選択し、それぞれ第1の経路86及び第2の経路87に接続する。暫定抵抗91a, 93aの抵抗値は、ひずみゲージ21, 22, 23, 24及びゲージリード等の電気配線の抵抗値などに基づいて算出されてよい。さらに、ブリッジ回路80に暫定抵抗91a, 93aを接続した状態で、所定の基準温度でのブリッジ回路80の初期バランスを測定し、初期バランスのずれが解消され得る抵抗値のシャント抵抗91b, 93bをそれぞれ選択し、それぞれ暫定抵抗91a, 93aと並列に接続する。これにより、所定の基準温度でのブリッジ回路80の初期バランスのずれを所望の範囲内とすることができる。ただし、暫定抵抗91a, 93aのみで所定の基準温度でのブリッジ回路80の初期バランスのずれが所望の範囲内となった場合には、シャント抵抗91b, 93bは接続されなくてもよい。

【0074】

ステップS13では、6つの検出系のブリッジ回路の第1の経路及び第2の経路にそれぞれ第1のチップ抵抗及び第2のチップ抵抗を接続する。

【0075】

次いで、ブリッジ回路に第1のチップ抵抗及び第2のチップ抵抗を接続した状態においてブリッジ回路の出力の温度特性を測定する(ステップS15)。ここでは、6分力検出器1の使用温度範囲における各力検出系及び各モーメント検出系の出力の温度特性を測定する。温度特性の計測方法は、従来公知の方法であってよい。

【0076】

図6は、ブリッジ回路の第1の経路に第1のチップ抵抗を接続し、第2の経路に第2のチップ抵抗を接続した状態(第1調整後)において計測した、想定使用温度範囲(0~100)での6つの検出系の出力の温度特性の例を示す。図6に示した例では、6つの検出系の出力のうちの3つの検出系の出力の温度特性が0.5mV/V以上となり、温度特性の補償の目標を超えている。

【0077】

温度特性の測定結果を受けて、次のステップS17では、温度特性を補償するためのサーミスタと、サーミスタを設けることによる初期バランスのずれを調整するための第1の調整抵抗とを、互いに並列に、かつ、第1のチップ抵抗と直列に、第1の経路に接続する第2調整を実施する(ステップS17)。次いで、第1の経路にサーミスタ及び第1の調整抵抗を接続したことによる抵抗値のバランスのずれを小さくするために、第2の調整抵抗を、第2のチップ抵抗と並列に、第2の経路に接続する(ステップS19)。例えばF×検出系のブリッジ回路では、第1の経路86に、サーミスタ95及び第1の調整抵抗96を、互いに並列に、かつ、第1のチップ抵抗91と直列に接続し、第2の経路87に、第2の調整抵抗97を、第2のチップ抵抗93と直列に接続する(図3を参照)。

【0078】

ステップS17~ステップS19では、6つの検出系のブリッジ回路の第1の経路及び第2の経路にそれぞれサーミスタ、第1の調整抵抗及び第2の調整抵抗を接続する。これにより、6つの検出系すべての出力が、温度特性の補償の目標である0.2mV/V未満となるように調整される。

【0079】

10

20

30

40

50

このようにして、本開示の実施の形態に係るロードセル及びロードセルの出力調整方法によれば、使用温度範囲における温度変化による抵抗値の変化が大きい場合であっても、ブリッジ回路の出力の温度特性を容易に補償することができる。また、複数の分力を検出する6分力検出器であっても、すべての検出系の出力の温度特性を目標未満にすることができる。したがって、ロードセルの温度特性を補償しつつ抵抗値の初期バランスを容易に調整することができる。

【0080】

なお、上記実施形態では、ブリッジ回路の第1の経路にサーミスタ及び第1の調整抵抗を接続し、第2の経路に第2の調整抵抗を接続したが、この場合、第1の経路が入力の正側又は負側のいずれであってもよい。

10

【0081】

< 2 - 4 . 応用例 >

ここまで、本実施形態に係るロードセル及びロードセルの出力調整方法を説明した。続いて、本開示の技術の応用例を説明する。

【0082】

上記実施形態において、第2の経路87に、第1の調整抵抗96と同一の第2の調整抵抗97が設けられた場合、第1の経路86ではサーミスタ95及び第1の調整抵抗96の合成抵抗が小さくなり、第1の経路86の抵抗値を戻し過ぎる場合がある。このため、応用例では、第1のチップ抵抗91、第2のチップ抵抗93、サーミスタ95、第1の調整抵抗96及び第2の調整抵抗97をブリッジ回路80に接続した状態で再度ブリッジ回路80の初期バランスを測定し、初期バランスのずれをさらに調整するために、第3の調整抵抗が接続される。

20

【0083】

図7は、応用例に係るブリッジ回路80Aの構成を示す説明図であり、図3と同様にF×検出系のブリッジ回路を例示している。

【0084】

応用例では、ブリッジ回路80Aは、第2の経路87のひずみゲージ23と第4端子84との間に、第2のチップ抵抗93(93a, 93b)、第2の調整抵抗97及び第3の調整抵抗98を備えている。第2の調整抵抗97及び第3の調整抵抗98は、第2のチップ抵抗93に直列に接続されるとともに互いに並列に接続されている。

30

【0085】

第1の経路86及び第2の経路87に設けられたこれらの素子は、ブリッジ回路80Aに対して、第1のチップ抵抗91及び第2のチップ抵抗93、サーミスタ95、第1の調整抵抗96及び第2の調整抵抗97、第3の調整抵抗98の順に設けられる。第3の調整抵抗98は、第2の経路87に第2の調整抵抗97を設けたことによる初期バランスのずれを調整するための抵抗素子である。第3の調整抵抗98は、第1の調整抵抗96及び第2の調整抵抗97と同様に温度変化に対する抵抗値の変化率を示す抵抗温度係数が低いもの、例えば1以下の抵抗素子であることが望ましい。

【0086】

図7に示した例では、第3の調整抵抗98は、第2の経路87に、第2の調整抵抗97と並列に接続されているが、初期バランスのずれに応じて、第1の経路86に、サーミスタ95及び第1の調整抵抗96と並列に接続されてもよい。また、第3の調整抵抗98を接続した後もなお初期バランスのずれが解消されていない場合には、さらに第1の経路86又は第2の経路87に第4の調整抵抗を接続することで初期バランスのずれが所定の範囲内となるようにしてもよい。

40

【0087】

図8は、応用例に係るロードセルの出力調整方法の手順を示すフローチャートである。ステップS11～ステップS19までは、上記実施形態で説明した手順に沿って実施される。

応用例では、第2調整が実施された後、さらに6つの検出系の出力の温度特性を測定す

50

る（ステップ S 2 1）。図 9 は、ブリッジ回路の第 1 の経路に第 1 のチップ抵抗、サーミスタ及び第 1 の調整抵抗を接続し、第 2 の経路に第 2 のチップ抵抗及び第 2 の調整抵抗を接続した状態（第 2 調整後）において計測した、6 つの検出系の出力の温度特性の例を示す。図 9 に示したように、6 つの検出系のうちの 1 つの検出系を除き、温度特性の補償の目標である 0.2 mV/V を下回っているものの、1 つの検出系の温度特性が 0.3 mV/V となって、温度特性の補償の目標を超える場合が起こり得る。

【0088】

そこで、温度特性の測定結果を受けて、次のステップ S 2 3 では、第 2 の経路に第 2 の調整抵抗を設けたことによる初期バランスのずれを調整するための第 3 の調整抵抗を第 1 の経路又は第 2 の経路に接続する第 3 調整を実施する（ステップ S 2 3）。つまり、サーミスタによる温度特性の補償を過補償気味にしたうえで再び温度特性を測定し、温度特性が未だ目標を超える場合に二重補償を行うことで、より高い精度での補償が可能となる。例えば F x 検出系のブリッジ回路では、図 7 に示すように、第 2 の経路 8 7 に、第 2 の調整抵抗 9 7 と並列に第 3 の調整抵抗 9 8 を接続する。温度特性による出力が正側にずれているか負側にずれているかによって、第 3 調整抵抗を第 1 の経路に接続するか、第 2 の経路に接続するかが決定される。

10

【0089】

図 10 は、ブリッジ回路の第 1 の経路に第 1 のチップ抵抗、サーミスタ及び第 1 の調整抵抗を接続し、第 2 の経路に第 2 のチップ抵抗、第 2 の調整抵抗及び第 3 の調整抵抗を接続した状態（第 3 調整後）において計測した、6 つの検出系の出力の温度特性の例を示す。図 10 に示した例では、第 3 の調整抵抗を接続したことにより、6 つの検出系すべての出力が、温度特性の補償の目標である 0.2 mV/V を下回るようになっている。

20

【0090】

なお、第 3 の調整抵抗を第 1 の経路又は第 2 の経路に接続した場合であっても、6 つの検出系のうちの少なくとも一つの出力の温度特性が大幅に目標を超えている場合には、さらに、第 1 の経路又は第 2 の経路に第 4 の調整抵抗を接続する工程を実施する。上記の第 3 の調整抵抗あるいは第 4 の調整抵抗等、温度特性を補償の目標内に収めるための最終的な調整抵抗の抵抗値は、温度特性の測定結果に基づいて計算により算出されてもよい。

【0091】

このようにして、応用例に係るロードセル及びロードセルの出力調整方法によれば、使用温度範囲における温度変化による抵抗値の変化が大きい場合であっても、ブリッジ回路の出力の温度特性を補償する確実性を高めることができる。

30

【0092】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0093】

例えば上記実施形態では、単軸のひずみゲージが用いられたロードセルの例を説明したが、本開示の技術を適用可能なロードセルはかかる例に限定されない。例えば図 11 及び図 12 に示す二軸せん断ひずみゲージが用いられたロードセルであっても本開示の技術を適用することができる。

40

【0094】

具体的に、図 11 は、変形例の 6 分力検出器におけるひずみゲージの配置を示す模式図であり、図 12 は、二軸せん断ひずみゲージのゲージパターンを示す説明図である。図 11 に示した 6 分力検出器は、上述した F x 検出系のひずみゲージ 2 1 ~ 2 4 及び F z 検出系のひずみゲージ 3 1 ~ 3 4 に代えて、以下に説明する F x 検出系のせん断ひずみゲージ 2 7 1, 2 7 2 及び F z 検出系のせん断ひずみゲージ 2 7 5, 2 7 7 を設けたものである。図 12 には、一例としてせん断ひずみゲージ 2 7 1 を示すが、せん断ひずみゲージ 2 7

50

2, 275, 277も実質的に同様のゲージパターンを有する。

【0095】

せん断ひずみゲージ271は、いわゆる矢型2軸(2極)に構成されている。せん断ひずみゲージ271は、Cr-N薄膜等からなる第1検出部271a及び第2検出部271bを、絶縁体の薄膜である共通の絶縁層271c上に形成したものである。第1検出部271a及び第2検出部271bは、それぞれ検出方向に沿って平行に配置された複数の直線部を順次直列に接続して構成されている。第1検出部271a及び第2検出部271bは、直線部が伸縮する方向(検出方向)のひずみに応じて電気抵抗が変化しやすいように設定されている。第1検出部271a及び第2検出部271bの検出方向は、実質的に直交するように配置されている。せん断ひずみゲージ271は、第1検出部271a及び第2検出部271bの検出方向が、円筒部250の中心軸方向に対してそれぞれ45°反対方向に傾斜するように円筒部250の外周面に取り付けられる。なお、せん断ひずみゲージ272, 275, 277も同様に円筒部250の外周面に取り付けられる。

10

【0096】

図11に示すように、せん断ひずみゲージ271, 272, 275, 277は、円筒部250の中心軸方向における中央部の外周面に貼付されている。Fx検出系のせん断ひずみゲージ271は、Mx検出系のひずみゲージ251, 252の中間に配置されている。Fx検出系のせん断ひずみゲージ272は、Mx検出系のひずみゲージ253, 254の中間(せん断ひずみゲージ271と中心軸対象となる位置)に配置されている。Fz検出系のせん断ひずみゲージ275は、Mz検出系のひずみゲージ261, 262の中間に配置されている。Fz検出系のせん断ひずみゲージ277は、Mz検出系のひずみゲージ263, 264の中間(せん断ひずみゲージ275と中心軸対象となる位置)に配置されている。

20

【0097】

また、Fy検出系のひずみゲージ281~284、My検出系のひずみゲージ291~294は、Fx検出系のひずみゲージ271, 272及びFz検出系のひずみゲージ275, 277との干渉を避けるため、中心軸回りにおける位置をずらして配置されている。例えば、図11に示すように、せん断ひずみゲージ271、ひずみゲージ282、ひずみゲージ292、せん断ひずみゲージ277、ひずみゲージ284、ひずみゲージ294、せん断ひずみゲージ272、ひずみゲージ283、ひずみゲージ293、せん断ひずみゲージ275、ひずみゲージ281及びひずみゲージ291を、円筒部250の周方向に沿って、中心軸回りの角度を30°間隔でずらした位置に順次配置する構成とすることができる。

30

【0098】

Fx検出系のせん断ひずみゲージ271, 272がそれぞれ有する第1検出部及び第2検出部は、図3に示したブリッジ回路と同様のブリッジ回路を構成する。このブリッジ回路は、円筒部250へ入力されるFx方向分力に応じた出力を発生する。同様に、Fz検出系のせん断ひずみゲージ275, 277がそれぞれ有する第1検出部及び第2検出部は、図3に示したブリッジ回路と同様のブリッジ回路を構成する。このブリッジ回路は、円筒部250へ入力されるFz方向分力に応じた出力を発生する。

40

【0099】

このように構成される二軸せん断ひずみゲージを用いたロードセルであっても本開示の技術を適用することができ、上記実施形態により得られる効果を奏することができる。

【符号の説明】

【0100】

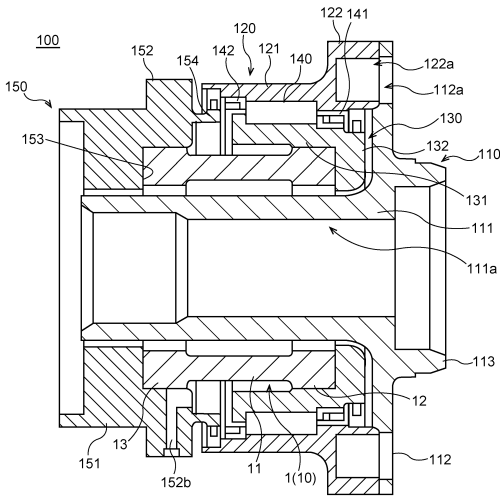
21・22・23・24：ひずみゲージ、80・80A：ブリッジ回路、81：第1端子、82：第2端子、83：第3端子、84：第4端子、86：第1の経路、87：第2の経路、91：第1のチップ抵抗、91a：抵抗素子(暫定抵抗)、91b：抵抗素子(シャント抵抗)、93：第2のチップ抵抗、93a：抵抗素子(暫定抵抗)、93b：抵抗素子(シャント抵抗)、95：サーミスタ、96：第1の調整抵抗、97：第2の調整抵

50

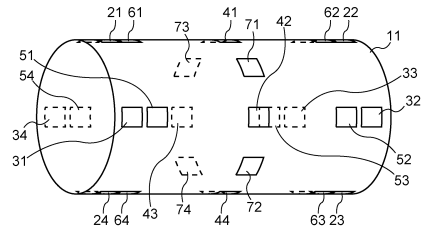
抗、 9 8 : 第 3 の調整抵抗

【 図 面 】

【 図 1 】

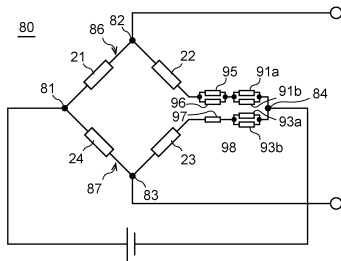


【 図 2 】

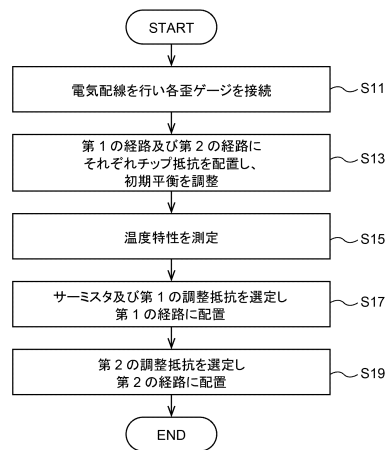


10

【 図 3 】



【 図 4 】



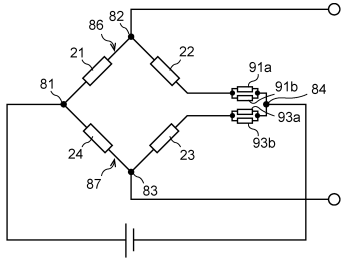
20

30

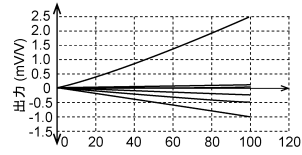
40

50

【図5】

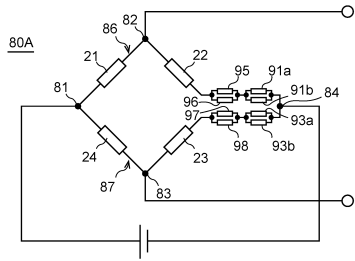


【図6】

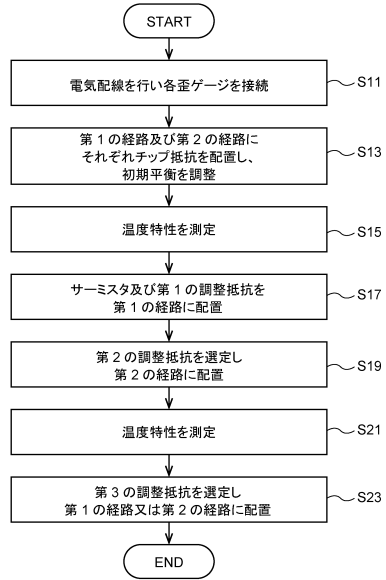


10

【図7】

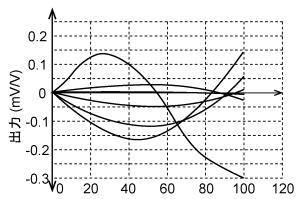


【図8】

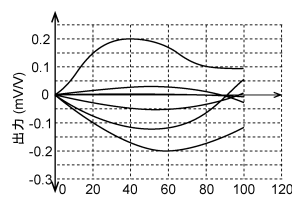


20

【図9】



【図10】

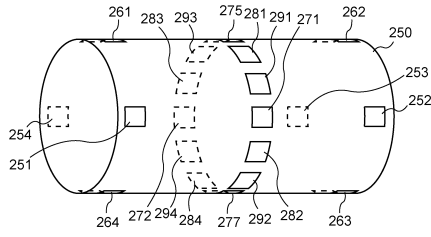


30

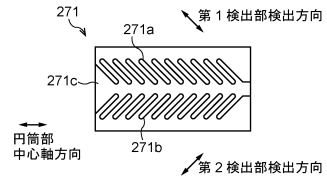
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-021715(JP,A)
国際公開第2021/095308(WO,A1)
米国特許第07241956(US,B1)
特開2008-064497(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| G01L | 1/22 |
| G01L | 5/1627 |
| G01L | 9/00 |
| G01G | 3/18 |
| G01B | 7/16 |