

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5316219号  
(P5316219)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl. F I  
G O 1 L 27/00 (2006.01) G O 1 L 27/00

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-123426 (P2009-123426)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成21年5月21日 (2009.5.21)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2010-271191 (P2010-271191A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成22年12月2日 (2010.12.2)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成23年9月26日 (2011.9.26)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100153084
			弁理士 大橋 康史
		(74) 代理人	100110489
			弁理士 篠崎 正海

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 精密電圧を供給して供試体を計測する動的特性計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一定電圧(E)を供給する精密電源(10)と、歪ゲージとブリッジ回路とを含む供試体(1)の出力電圧(V)を測定する測定器(20)とを具備し、前記供試体(1)に対して、前記精密電源による一定電圧(E)を前記ブリッジ回路の電源電圧端子(X1、X2)に供給し、歪ゲージに与える外力を連続的に変化させながらブリッジ回路の出力電圧を動的に計測する動的特性計測装置において、

前記精密電源(10)の出力端子(-、+)と前記供試体(1)の電源電圧端子(X1、X2)とを接続する配線を、途中で分岐させ、前記配線を、同一抵抗を持つ電線とすることにより、1つの前記精密電源(10)が、複数の前記供試体(1)の電源電圧端子(X1、X2)に対して、一定電圧(E)を供給することが出来るようにし、

前記精密電源(10)の検出端子(-S、+S)を、複数の前記供試体(1)の1つの前記供試体(1)の電源電圧端子(X1、X2)に、さらに接続した4端子法による動的特性計測装置。

【請求項2】

前記供試体(1)が吸気圧センサであって、複数の該吸気圧センサを圧力チェンバー(30)内に配置して、前記圧力チェンバー(30)内の圧力を連続的に変化させながら、前記吸気圧センサのブリッジ回路の出力電圧を動的に計測することを特徴とする請求項1に記載の動的特性計測装置。

【請求項3】

10

20

前記供試体(1)の前記ブリッジ回路が、4ゲージ法の歪ゲージにより構成されていることを特徴とする請求項1又は2項に記載の動的特性計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の供試体に精密電圧を供給して計測する動的特性計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ブリッジ回路に組み込まれた歪みゲージを利用したセンサは、荷重、圧力、トルク、又は、加速度などの力学的物理量を電氣的に測定する場合に広く用いられている。

10

このような変換器の一例としては、特許文献1のような、半導体基板の一面側に形成された圧力検出用のダイヤフラムと、このダイヤフラム上に配置されピエゾ抵抗効果により抵抗値が変化する複数のゲージ抵抗とを備える半導体圧力センサが知られている。

【0003】

その他、特許文献2のように、金属基板と、基板上に形成された圧力出力特性が互いに異なる二対の歪みゲージと、これら歪みゲージを結んで、圧力出力特性が同一の各歪みゲージをそれぞれ対向辺に配したブリッジ回路を構成する配線部とを具備する面圧センサが知られている。これら、特許文献1、2のセンサに限らず、ブリッジ回路に組み込まれた歪みゲージを利用したセンサは数多く知られている。

このようなセンサを、出荷前などに供試体(計測対象を試験に供する場合の呼称)として1個の製品を、1台の精密電源と1台の精密電圧測定器で計測する。多数の供試体を計測しようとする場合、多数の精密電源と多数の精密電圧測定器が必要となり、莫大な設備費がかかり問題となっていた。

20

【0004】

また、特許文献3に見られるように、ひずみゲージをブリッジ回路に組み込むためのリード線の抵抗値の影響を排除してひずみ測定を行う処理を簡単な構成で自動的に効率よく行うことができる1ゲージ3線法によるひずみ測定システムにおいて、スイッチ回路を備えて回路構成を簡略にしたものが知られている。しかしながら、スイッチ回路を使用すれば、切り替え時に大きく電圧が変動する可能性があって、精密電源と精密電圧測定器で、供試体に正確な電圧を供給して計測する場合には不相当であった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-39888号公報

【特許文献2】特開平8-159893号公報

【特許文献3】特開平11-183112号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記問題に鑑み、複数の供試体に精密電圧を供給して計測する動的特性計測装置を提供するものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、一定電圧(E)を供給する精密電源(10)と、歪ゲージとブリッジ回路とを含む供試体(1)の出力電圧(V)を測定する測定器(20)とを具備し、前記供試体(1)に対して、前記精密電源による一定電圧(E)を前記ブリッジ回路の電源電圧端子(X1、X2)に供給し、歪ゲージに与える外力を連続的に変化させながらブリッジ回路の出力電圧を動的に計測する動的特性計測装置において、

前記精密電源(10)の出力端子(-、+)と前記供試体(1)の電源電圧端子(X1

50

、X2)とを接続する配線を、途中で分岐させ、前記配線を、同一抵抗を持つ電線とすることにより、1つの前記精密電源(10)が、複数の前記供試体(1)の電源電圧端子(X1、X2)に対して、一定電圧(E)を供給することが出来るようにし、

前記精密電源(10)の検出端子(-S、+S)を、複数の前記供試体(1)の1つの前記供試体(1)の電源電圧端子(X1、X2)に、さらに接続した4端子法による動的特性計測装置である。

【0008】

これにより、供試体の動的特性を計測する場合、単一の精密電源で、多数個の供試体を効率よく計測することが出来る。また、設備コスト低減を狙いとした、多数個の製品を一度に検査することにより、高速化(マシンタイムの短縮)が実現し、大幅に検査設備のコストダウンが可能となる。

10

【0009】

また、負荷抵抗変動によって生じる電圧変動を、検出して、電源側が、電圧補正する事により、正確な電源を供給できる。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1に記載の発明において、前記供試体(1)が吸気圧センサであって、複数の該吸気圧センサを圧力チェンバー(30)内に配置して、前記圧力チェンバー(30)内の圧力を連続的に変化させながら、前記吸気圧センサのブリッジ回路の出力電圧を動的に計測することを特徴とする。

20

【0011】

請求項3の発明は、請求項1または2に記載の発明において、前記供試体(1)の前記ブリッジ回路が、4ゲージ法の歪ゲージにより構成されていることを特徴とする。

【0012】

なお、上記に付した符号は、後述する実施形態に記載の具体的実施態様との対応関係を示す一例である。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】供試体とブリッジ電圧の関係を示す説明図であり、(a)は歪ゲージに無圧力時の状態を示し、(b)は圧力印加時の状態を示す。

【図2】本発明の基礎となった第1の比較技術の計測方法を説明する説明図である。

30

【図3】第1の比較技術の供試体と精密電源との接続方法を示す図である。

【図4】第1の比較技術の静的特性を計測する場合の圧力制御器の設定圧力の変動を示す図である。

【図5】第2の比較技術の動的特性計測方式を説明する説明図である。

【図6】本発明の一実施形態において、精密電源を電氣的に接続する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態を説明する。各実施態様について、同一構成の部分には、同一の符号を付してその説明を省略する。本発明の各実施形態が、本発明の基礎となった比較技術に対しても同一構成の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

40

【0015】

ブリッジ回路に組み込まれた歪みゲージを利用したセンサは、荷重、圧力、トルク、又は、加速度などの力学的物理量(外力)を電氣的に測定する場合に広く用いられており、一例として、吸気圧センサなどの圧力センサ(半導体圧力センサ等)のブリッジ回路について簡単に述べる。

図1は、供試体とブリッジ電圧の関係を示す説明図であり、(a)は歪ゲージに無圧力時の状態を示し、(b)は圧力印加時の状態を示す。ブリッジ回路に歪みゲージを挿入する仕方には、1ゲージ法、2ゲージ法、4ゲージ法等あるが、ここでは、例示として4ゲージ法で説明する。歪ゲージG1~G4の歪による抵抗値変化は極めて微小であり、これ

50

を、ホイートストーンブリッジ回路（ブリッジ回路）を利用して電圧変化として取出すものである。歪ゲージの組み方（各ゲージ法）で出力電圧を倍増して取出すことができる。

【 0 0 1 6 】

図 1 において、 $R$  は、歪ゲージ  $G_1 \sim G_4$  のブリッジ抵抗、 $R$  は、圧力印加時のブリッジ抵抗変化分（歪ゲージ  $G_1$ 、 $G_3$  と、歪ゲージ  $G_2$ 、 $G_4$  とは、反対符号の歪を受けるように取り付けてある）、 $E$  は、端子  $X_1 - X_2$  間のブリッジ電源電圧（所定の一定電圧）、 $V$  は、計測すべき端子  $Y_1 - Y_2$  間の出力電圧である。

この場合に、出力電圧  $V$  は、次の式で表される。

【 0 0 1 7 】

$$V = ( R / R ) * E$$

10

【 0 0 1 8 】

この式に示すように、ブリッジ電源電圧  $E$  の誤差が、計測すべき出力電圧  $V$  の誤差となることがわかる。これは、4ゲージ法に限らず、他のゲージ法においても同様である。したがって、供試体としてのセンサの精度を検査するためには、ブリッジ電源電圧  $E$  に、精密電源で正確な電圧を供給する必要がある。

【 0 0 1 9 】

ここで、精密電源 10 とは、特に方式を限定したものではなく、周知のローコスト電源に比較して、精度が 1 桁 ~ 2 桁精度が高いという意味での精密電源である。想定している精度は、6 桁半程度の分解能を有する電源が好ましく、例えば、10 V レンジで、10  $\mu$  V 程度の精度で電圧を供給できる電源を指している。一例として、出力電圧をネガティブフィードバックして、電圧設定値に正確に制御する方式の定電圧電源が、精密電源の対象として挙げられる。ドロップレギュレーション方式のアナログ定電圧電源、シリーズレギュレーション方式のアナログ定電圧電源、PWM 方式のデジタル定電圧電源等が好ましい。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 は、本発明の基礎となった第 1 の比較技術の計測方法を説明する説明図である。図 3 は、比較技術の供試体と精密電源との接続方法を示す図である。図 4 は、第 1 の比較技術の静的特性を計測する場合の圧力制御器の設定圧力の変動を示す図である。

供試体 1 は、例えば吸気圧センサであり、圧力チェンバー 30 内に計測のため多数個配置されている。圧力チェンバー 30 内は、導管 31 を通じて圧力制御器 32（図示せず）により所定の設定圧力にすることができる。

30

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、精密な電圧を供給する場合、4 端子法（図 3 の出力端子 -、+、検出端子 - S、+ S の 4 端子）による方式が有効である。2 端子接続法の場合だと、電源との接続経路と測定器の接続経路を共有する。この共通接続経路に、電源の電流が流れると、電圧降下が発生して、測定誤差になる。これを避けるために、4 端子法が考案されている。4 端子法では、負荷抵抗変動によって生じる電圧変動を、図 3 の検出端子 - S、+ S 端子で検出して、電源側が、電圧補正することにより、正確な電源が供給できるのである。図 2 に示す第 1 の比較技術では、4 端子を構成するように、供試体 1 個につき、精密電源 1 個用い、それぞれ 1 個の製品を、1 台の精密電源と 1 台の精密電圧測定器で計測していた。このため、製品の生産量が  $n$  倍となると、 $n$  台の精密電源 10（11、12、・・・）と  $n$  台の精密電圧測定器 20（21、22、・・・）が必要となり莫大な設備費が必要となってしまうことになった。

40

【 0 0 2 2 】

圧力チェンバー 30 内をいくつかの所定設定圧力（図 4 の検査 I ~ III）に保って、供試体 1 を検査する静的特性計測の場合、圧力制御器の設定圧力での圧力変動が、図 4 に示されている。所定の設定圧力に安定するまでに相当時間がかかっている。 $n$  個の製品に対し、リレー等で構成される切り替え器を使って、1 台の精密電源と 1 台の精密電圧測定器で多数個の静的特性を計測することも考えられるが、切り替え後の安定時間を必要とするため、効率よく計測することが出来なかった。

50

## 【 0 0 2 3 】

これに対して、第2の比較技術として、動的特性計測方式が考えられている。図5は、第2の比較技術の動的特性計測方式を説明する説明図である。圧力チェンバー30内を高圧から低圧に向けて変動させ、いくつかの所定設定圧力を通過するときの出力電圧Vを計測（図5の検査I～III）して、供試体1を検査する。

この方式によれば、高速計測が出来るばかりでなく、高精度の圧力制御器が不要となる。しかしながら、以下の述べる理由により、単一の供試体1にしかこの方式を適用することが出来ない。

## 【 0 0 2 4 】

供試体1の動的特性を計測する場合、精密電源及び精密電源測定器を電氣的に接続する必要がある。この際、単一の精密電源及び精密電源測定器で、多数個の供試体1を計測する場合、リレー等で構成される切り替え器を挿入しようとしても、切り替え時に発生する外乱が誤差となり正確な計測ができない。特に、精密電源は、精密さを実現する為に、外乱による電圧変動を修正する時間が長くなっている。

## 【 0 0 2 5 】

すなわち、切り替え時には、供試体からみた抵抗が、接続機器（電源、測定器）特有の抵抗値から、非接続状態（数10～数100M）へ変化する。この変化により、供試体に信号外乱が加わることになる。電源の場合、機器特有の出力抵抗は数と小さいが、測定器の場合、入力抵抗は数百Mと大きいので、電源の場合、大きな抵抗値変化が発生するが、測定器の場合は、抵抗値変化が少ない事になる。つまり、電源のほうが、大きな影響を受ける事になる。更に、要求される安定度は、電源の精密さが増せば増すほど、長い安定時間が必要になって、ますます切り替え器を挿入することは動的計測には不向きになってしまう。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の一実施形態では、このような問題を解決するために次のような構成が採用されている。

図6は、本発明の一実施形態において、精密電源を電氣的に接続する説明図である。供試体1（1-1、1-2）が2個の場合について説明する。供試体1としては、吸気圧センサなどの半導体圧力センサである。この供試体1のブリッジ回路に電源電圧Eを供給するために、精密電源11に結線して、供試体1の動的特性を計測する。

まず、同一抵抗を持つ電線を2組、線A-C、線A-E、及び、線B-D、線B-Fの計4本用意する。4本の電線は、供試体1-1、1-2への配線が可能な範囲で最短に製作しておく。線A-C間抵抗=線A-E間抵抗、線B-D間抵抗=線B-F間抵抗となるようにする。各線の抵抗値の差はあったとしても、せいぜい約1m程度に収まるようにすると良い。

## 【 0 0 2 7 】

この4本の電線を使用して、共通電位点A（-）、B（+）を形成する。共通電位点A、Bで各線は口ウ付けや接続金具で接合される。線A-C、線A-Eは、供試体1-1、1-2のマイナス端子C、E（X2）に結線する。線B-D、線B-Fは、供試体1-1、1-2のプラス端子D、F（X1）に結線する。次に、共通電位点A、Bと、精密電源11の電圧出力端子-、+とをそれぞれ結線する。最後に、精密電源の検出端子G（-S）を供試体1-1のマイナス端子Cと接続し、精密電源の検出端子H（+S）を供試体1-1のプラス端子Dと接続し、4端子を構成する。精密電源11は、検出端子G（-S）、H（+S）端子で供給電圧を検出するので、電源側が電圧補正することにより、正確な電源が供給することができる。供試体1-1、1-2の計測すべき出力電圧を計測する測定器21、22は、それぞれ個別に接続されている。

## 【 0 0 2 8 】

分岐する電線の抵抗は、要求される精度に対応する抵抗値（低抵抗）である必要がある。（高い抵抗であると、温度、周辺環境の影響を受けやすくなる。）周辺部からの影響を受けにくく配線するためには、例えば、低抵抗ケーブルやシールドケーブルを用いると良

10

20

30

40

50

い。図6の一実施形態においては、供試体が2個(分岐線が2組)で説明したが、供試体1は2個以上の複数 $n$ (分岐線も $n$ 組)であってよい。この場合には、低抵抗の金具等で接続する等の配慮が必要となる。端子台で分岐してもよいが、端子台数多くなり、一定の配線抵抗にするのが困難になる。 $n$ 個の供試体(1-1、1-2、 $\dots$ 、1- $n$ )の計測すべき出力電圧を計測する測定器20(21、22、 $\dots$ )は、それぞれ個別に接続されている。測定器20は、精密電源に比べ応答性がよいので、場合により切り替え器を設けることも可能である。本実施形態では、動的特性を計測する場合において説明してきたが、静的特性計測の場合でも本実施形態の結線のやり方が適用できる。

また、単一の精密電源と多数個の供試体1の系が複数組存在するようにして計測しても良い。

10

#### 【0029】

以上のように結線して、供試体1(1-1、1-2、 $\dots$ 、1- $n$ )の動的特性を計測する場合、単一の精密電源で、多数個の供試体1(1-1、1-2、 $\dots$ 、1- $n$ )を効率よく計測することが出来る。

#### 【0030】

圧力センサを例示して供試体1の動的特性を計測する場合について、説明してきたが、本発明の別の実施態様として、ブリッジ回路に組み込まれた歪みゲージを利用したセンサなら、荷重、圧力、トルク、又は、加速度などの力学的物理量を電氣的に測定する場合が挙げられる。精密電源10は直流で説明したが、交流の場合でも本発明が適用できる。

#### 【符号の説明】

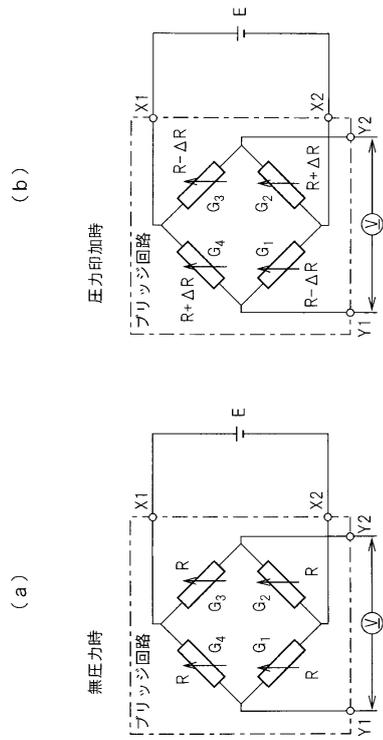
20

#### 【0031】

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| 1 (1-1、1-2、 $\dots$ 、1-5) | 供試体     |
| 10 (11、12、 $\dots$ 、15)   | 精密電源    |
| 20 (21、22、 $\dots$ 、25)   | 測定器     |
| 30                        | 圧力チェンバー |
| 31                        | 導管      |

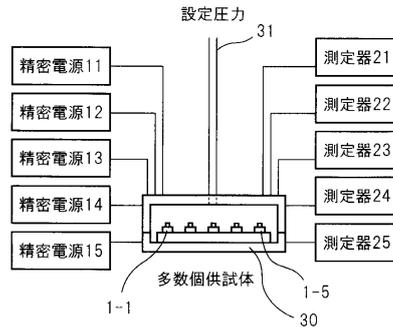
【図1】

図1



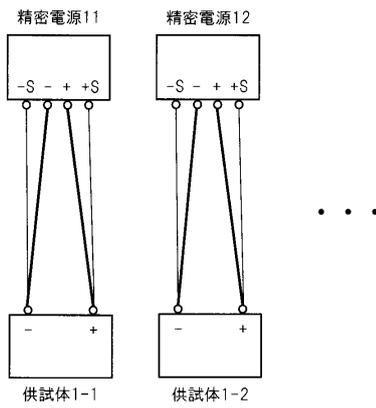
【図2】

図2



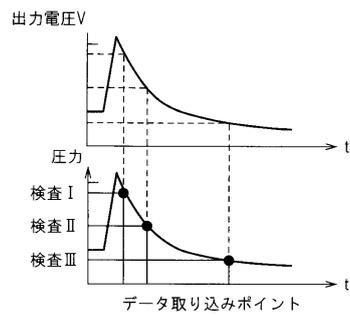
【図3】

図3



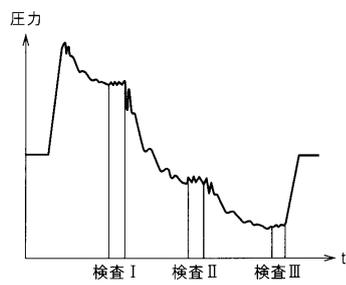
【図5】

図5



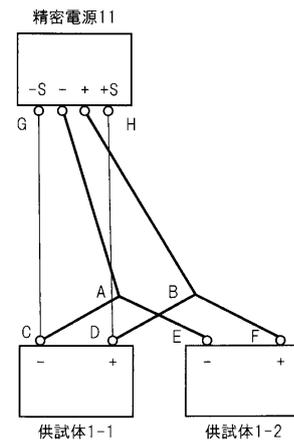
【図4】

図4



【図6】

図6



---

フロントページの続き

(72)発明者 中野 義之  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 三田村 陽平

(56)参考文献 特開2002-286576(JP,A)  
実開平02-093732(JP,U)  
特開2001-183254(JP,A)  
特開2003-057082(JP,A)  
特開平11-148881(JP,A)  
特開昭56-164933(JP,A)  
特開2008-216037(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 7/00-23/32  
G01L 27/00-27/02