

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4131990号  
(P4131990)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 L 9/04 (2006.01)

G O 1 L 9/04

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-547860  
(86) (22) 出願日 平成11年3月19日(1999.3.19)  
(65) 公表番号 特表2001-527652(P2001-527652A)  
(43) 公表日 平成13年12月25日(2001.12.25)  
(86) 国際出願番号 PCT/FR1999/000637  
(87) 国際公開番号 W01999/049288  
(87) 国際公開日 平成11年9月30日(1999.9.30)  
審査請求日 平成18年1月11日(2006.1.11)  
(31) 優先権主張番号 98/03437  
(32) 優先日 平成10年3月20日(1998.3.20)  
(33) 優先権主張国 フランス(FR)

(73) 特許権者

ソシエテ・ナシオナル・デテユード・エ・  
ドウ・コンストリュクシオン・ドウ・モト  
ール・ダヴィアシオン、“エス、エヌ、ウ  
、セ、エム、アー、”  
フランス国、75015・パリ、ブルパー  
ル・ドユ・ジエネラル・マルシアル・バ  
ラン・2

(74) 代理人

弁理士 青山 稔

(72) 発明者

アビス、ジャン＝ベルナール  
フランス、エフー33480カステルノー  
・ドゥ・メドック、リュ・サン・ジューヌ  
49番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超低温での零シフト非線形性を補償する圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ホイートストンブリッジ(10)のそれぞれのアームに取り付けられた歪ゲージ(J1~J4)と、上記ホイートストンブリッジ(10)の隣接する二つのコーナーに各歪ゲージを接続する接続リード(c)とを備え、上記歪ゲージ(J1~J4)及び接続リード(c)が基板上の金属層により形成され、-196 以下の温度域で使用される圧力センサであって、

上記温度域において上記ホイートストンブリッジ(10)の非線形零ドリフトを補償する補償回路をさらに備え、該補償回路は、上記ホイートストンブリッジ(10)の一つのコーナーと上記歪ゲージ(J1~J4)の一つの間の上記接続リード(c)と並列に接続された抵抗素子(P)を有し、該抵抗素子(P)の抵抗は上記歪ゲージ(J1~J4)の抵抗の1/20より小さく、上記温度域において、並列に接続された上記接続リード(c)の抵抗に影響を及ぼすように温度の関数として変化し、その影響力は温度が低下するにつれて増大することを特徴とする圧力センサ。

【請求項2】

上記接続リード(c)が金で作製されていることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ。

【請求項3】

上記抵抗素子(P)が並列に接続された上記接続リード(c)の抵抗に対する上記抵抗素子(P)の抵抗の割合が、温度が-196 以下に低下すると、100よりも小さく、そ

10

20

の後温度の低下とともに減少することを特徴とする請求項 1 あるいは 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 4】

上記抵抗素子 (P) が、少なくとも一つのプラチナ素子により構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の圧力センサ。

【請求項 5】

上記補償回路 (20) が、上記抵抗素子 (P) と直列に接続された調整可能な抵抗器 (R) を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

発明の分野

10

本発明は、ホイートストンブリッジのそれぞれのアームに取り付けられた歪ゲージを有する種類の圧力センサに関する。

発明が特に関係する分野は、超低温、特に窒素の沸点以下の温度で、できれば数ケルビンまで低下した温度で使用可能な圧力センサの分野である。

発明の背景

ホイートストンブリッジとして接続された歪ゲージ圧力センサによく知られた問題は、温度の関数としてのブリッジドリフトの零点の問題である。

この問題を解決するために、ブリッジの入力及び/又は出力に接続された補償ネットワークが一般に使用されている。歪ゲージブリッジの温度ドリフトが通常の温度範囲にわたって実質的に線形である場合には、少なくとも一つの感温素子を有するネットワークが線形補償のために設計されるのが一般的である。

20

圧力センサが超低温で使用される場合、別の問題が発生する。歪ゲージブリッジの温度ドリフトは非線形となり、非線形性は温度が下がるにつれて増大する。このことが図 1 に示されていて、シリコン基板上の薄膜ニッケル-クロム層からなる歪ゲージブリッジからの出力電圧は温度の関数として変化し、ブリッジは 22 の温度で平衡状態 (0 の出力電圧) にある。

一般的に使用されるサーミスタは、温度が -40 あるいは -50 以下に低下すると、非常に高く、実質的に無限大になる抵抗を持っていることから、通常の補償ネットワークは役に立たなくなる。

本発明が解決しようとする問題は、温度ドリフトの非線形性の問題であり、超低温、特に窒素の沸点すなわち約 -196 以下の温度でそのようなドリフトを「線形化する」問題である。

30

発明の概要

この問題は、ブリッジのアームの少なくとも一つの歪ゲージを、歪ゲージよりも抵抗がかなり小さく補償回路と並列に接続された抵抗器と直列に配設し、補償回路は、超低温域においてそれと並列に接続された抵抗器の抵抗に影響を及ぼし、温度が低下するにつれて増大するように温度の関数として抵抗が変化する抵抗素子を有する圧力センサにより解決される。

並列に接続された補償回路を有する抵抗器は、ブリッジの作動範囲及び感度に不利な影響を与えないように歪ゲージよりもかなり小さい抵抗を有している。本願明細書において、別の抵抗より「かなり小さい」抵抗とは、歪ゲージの抵抗の 1/20 あるいは 1/100 あるいはそれより小さいことを意味している。

40

本発明の圧力センサの特徴は、補償回路が、歪ゲージをブリッジのコーナーの一つに接続する接続リードにより形成された抵抗器と並列に接続されていることである。

したがって、補償回路を接続するためにブリッジを修正する必要がなく、この目的のためにブリッジを開放した場合に発生する不安定さを解消することができる。

さらに、非線形性を補償する回路は、ブリッジにかなり接近して配置することができ、ブリッジと全く同じ温度状態にすることができる。

歪ゲージと、歪ゲージをブリッジのコーナーに接続する接続リードとは、好ましくは、基板上の金属の付着層により構成される。

50

超低温域、例えば - 196 以下で非線形性を補償するために、補償回路の抵抗素子は、並列に接続された抵抗器の抵抗に影響を与え、温度低下とともに増大するような抵抗を有している。この目的のため、抵抗素子が並列に接続された抵抗器の抵抗に対する抵抗素子の抵抗の割合が、温度が - 196 以下に低下すると、100よりも小さく、その後温度の低下とともに減少するのがよい。例えば、そのような抵抗素子は、プラチナプローブにより構成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

添付図面において、

図1は、歪ゲージブリッジにより構成される圧力センサの零ドリフトが、ドリフト補償がない場合、温度の関数としてどのように変化するかを示している。

10

図2は、本発明の圧力センサの実施例の電気回路図である。

図3は、本発明に基づいて非線形温度ドリフトを補償する回路が取り付けられた図1の圧力センサの零ドリフトが温度の関数としてどのように変化するかを示している。

#### 好ましい実施例の詳細説明

図2は、ホイートストンブリッジ10の四つのアームのそれぞれに挿入された四つの歪ゲージJ1, J2, J3, J4を有する圧力センサの回路図である。歪ゲージJ1~J4の各々は、ブリッジの隣接する二つのコーナーに接続リードcにより接続されている。

歪ゲージJ1~J4及び接続リードcは、センサの感知素子の一部を形成する基板、例えばシリコン基板上の金属層によりすべて形成される。周知の方法では、ブリッジの反対側の二つのアームの二つの歪ゲージは、基板が計測時に圧力を受けると伸びるように基板上に設けられる一方、他の二つの歪ゲージは圧縮するように設けられる。

20

一例として、歪ゲージJ1~J4は、できるだけ同一のニッケル-クロム層により構成される一方、接続リードcは、例えば同様にできるだけ同一の金の付着層によって構成される。

付着層は、例えば真空スパッタリングにより薄膜として形成され、ブリッジは形成された付着層により閉止される。

ブリッジの反対側の二つのコーナー+a、-aは給電端子+A、-Aに接続される一方、他の二つのコーナー+m、-mは、計測用端子+M、-Mに接続される。介装された補償ネットワーク12は、その片側でコーナー+a、-a、+m、-mに接続され、その反対側で端子+A、-A、+M、-Mに接続されている。補償ネットワーク12は、圧力センサの線形ドリフトを温度の関数として補償するためのものである。これは、例えば公報FR-A2613833に記載のような従来型の抵抗ネットワークにより構成されている。ブリッジの非線形零ドリフトを補償する回路20は、ブリッジの歪ゲージの一つ、例えば歪ゲージJ2を、歪ゲージを含むアームの端部に位置するブリッジの二つのコーナーの一つ、例えばコーナー+mに接続する接続リードcの一つと並列に接続されている。

30

補償回路20は、特に超低温の範囲、例えば窒素の沸点(-196)より低い温度において、抵抗が温度の関数として変化する抵抗素子Pを備えている。補償回路内で、調整可能な抵抗器Rを抵抗素子Pと直列に接続することもでき、結果として補償を調整することができる。

ブリッジのアームの一つの全抵抗の一部と抵抗素子を並列に接続することにより、ブリッジの挙動に非線形の影響を与えることができ、その非線形ドリフトを補償することができる。この非線形性が温度の低下とともに増大すると、抵抗素子Pの影響は増大、すなわち、その抵抗は減少する必要がある、温度が-196以下に低下すると、その抵抗の接続リードcの抵抗に対する割合は100よりも小さくなり、温度が-196以下に下がり続けるにつれて減少する。このような状況では、温度係数が正の抵抗素子Pが使用され、例えばプラチナプローブを使用することができる。

40

ニッケル-クロムの薄膜を付着させることにより形成され、各歪ゲージの抵抗が周囲温度(22)で1000である歪ゲージを使用して、図2に示されるような圧力センサを作製した。接続リードcは、金の線形薄膜付着層で、各々22で0.6の抵抗を有している。

50

図 1 は、センサにどんな応力も加わらず、補償ネットワーク 12 及び補償回路 20 がない場合に、ブリッジのコーナー + m、- m 間に生じた電圧がどのように変化するかを示しており、ブリッジは 22 で平衡状態 (0 の出力電圧) にある。

歪ゲージに主に起因するブリッジの零ドリフトは、温度が下がるにつれてますます顕著になることがわかる。約 -140 までは、ドリフトは実質的に線形である。より低い温度では、ドリフトの非線形性はますます明確になる。

調整可能な抵抗器 R と直列に接続され、0 で 100 に等しい抵抗のプラチナプローブ P により構成される補償回路は、歪ゲージ J2 をブリッジのコーナー + m に接続する金の接続リードに並列に接続される。

下の表 1 は、接続リード c とプローブ P の抵抗を示しており、調整可能な抵抗器 R は 0 である。これはまた、様々な異なる温度において、P 及び c により形成される並列回路の等価抵抗を示している。プローブ P の抵抗の接続リード c の抵抗に対する割合は、-196 から -246 の範囲で約 4.7 から約 7.9 まで変化する。

表 1: 抵抗 ( $\Omega$ ) 変化

抵抗/温度	22°C	-196°C	-246°C
c	0.6	0.426	0.383
P	108	20.21	3.04
c//P	0.597	0.417	0.343

補償回路 20 を設けることで、ブリッジの零点が補償され、温度が低下するにつれて補償量は増加する。下の表 2 は、ブリッジの出力電圧として計測された補償量 Z の値を示しており、歪ゲージは応力を受けていない (800 の歪ゲージの場合、ブリッジに 10 V で給電すると、いずれか一つの歪ゲージにおける 6.4 の補償量により 20 mV の出力電圧が発生する)。表 2 に示される様々な補償量 Z は、補償回路の異なる値と異なる温度に対応している。表の横の欄は、補償量が抵抗 R を増加することにより減少し、抵抗 P を減少することにより (例えば、100 の二つのプローブを並列に配置することにより) 増大することを示している。したがって、選択すべき特定の補償回路は、補正すべき非線形性の量に依存している。

表 2: ブリッジが 0 の補償量  $\Delta Z$  ( $\mu V$ )

補償回路/温度	22°C	-196°C	-246°C
R=0+P	9	28	125
R=1 $\Omega$ +P	9	25	104
R=2 $\Omega$ +P	9	23	84
R=5 $\Omega$ +P	9	22	54
R=10 $\Omega$ +P	9	19	34
R=0+P//P	20	54	241

図 3 は、表 1 と同じ条件、すなわち、センサに応力が加わらず、ブリッジは 22 で平衡状態にあり、線形補償がなされない場合のブリッジのコーナー + m、- m 間に生じた電圧がどのように変化するかを示しているが、様々な異なる補償回路 20 は並列の二つのプローブ P に直列の抵抗器 R を有しており、各プローブ P は 0 で 100 の抵抗のプラチナプローブである。

補償回路 20 がない場合の零ドリフトの変化を示す曲線 I に比べて、非線形補正は、抵抗器 R の抵抗が減少するとともに、ますます強調されている。この例では、R=4 で、二つのプローブ P が並列の場合、ブリッジの零ドリフトは、超低温 (約 -250) まで線形化されている。線形補償ネットワーク 12 の作用により、周囲温度から超低温 (数ケルビン) までの全域にわたって、ブリッジの温度ドリフトを零に完全に補償することができる。

上記において、非線形ドリフトを補償する回路は、ブリッジのアームの一つにある歪ゲ-

10

20

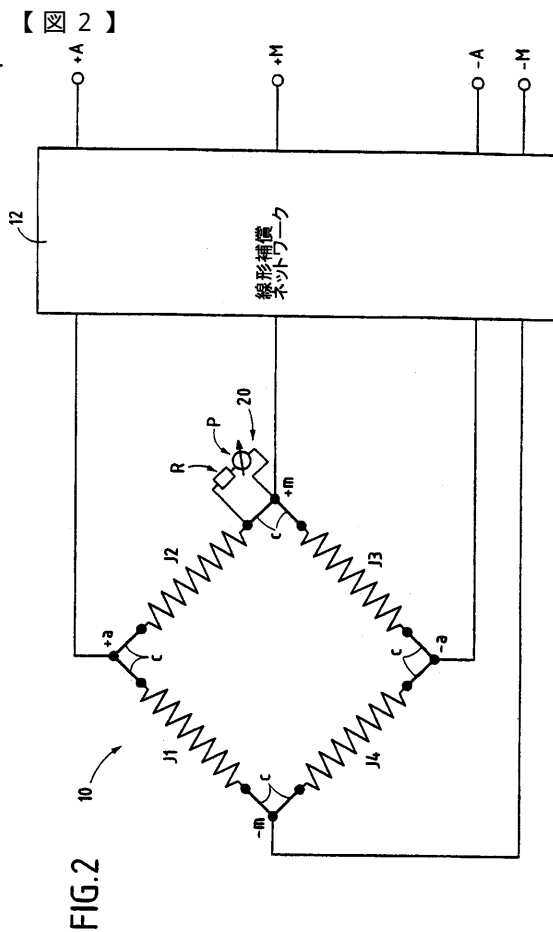
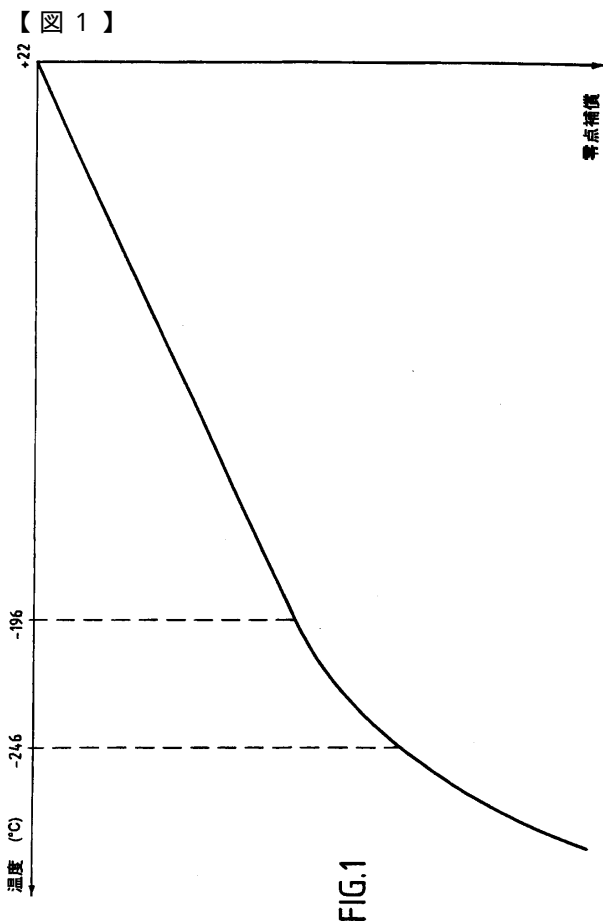
30

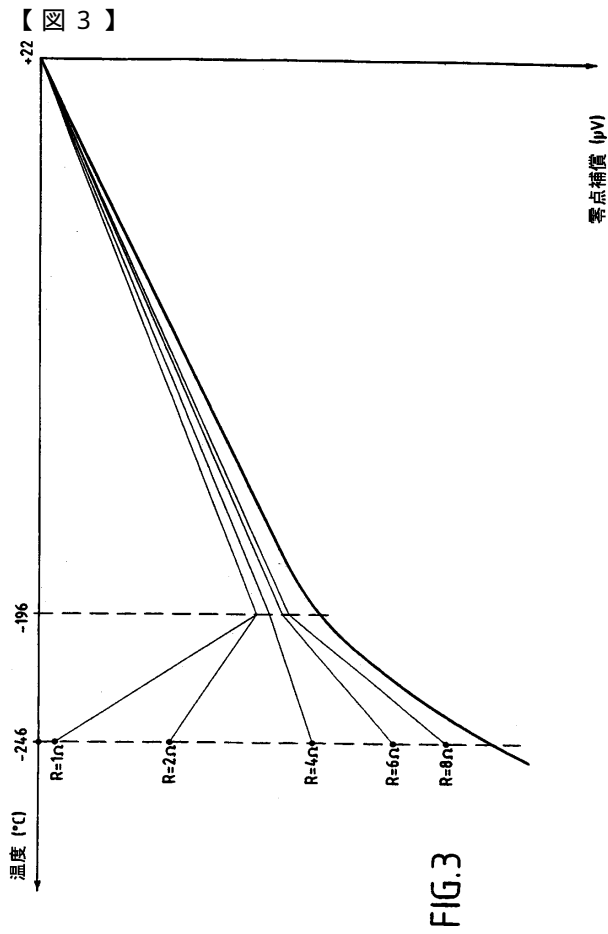
40

50

ジをブリッジのコーナーに接続する接続リードの一つに並列に接続されていると記載したが、同じ効果が、ブリッジのこのアームの接続リードの一つ及び／又は両方と並列に、及び／又は、反対側のアームの接続リードの一つ及び／又は両方に並列に非線形ドリフト補償回路を接続することにより達成される。

図 1 において、非線形性は、ドリフトの線形成分と同じ方向で悪化するように変化しているが、非線形性は反対方向に変化することもある。この変化の方向により、補償回路は、ブリッジの反対側のアームの第 1 の対の一つあるいは両方に、あるいは、ブリッジの反対側の他の二つのアームの一つ及び／又は両方に接続すべきである。





---

フロントページの続き

審査官 松川 直樹

- (56)参考文献 特開昭62-229040(JP,A)  
特開平04-131721(JP,A)  
特開平04-031724(JP,A)  
特開昭62-121302(JP,A)  
米国特許第4333349(US,A)  
米国特許第4911016(US,A)  
米国特許第5877423(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 9/04