

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年12月6日(06.12.2018)



(10) 国際公開番号

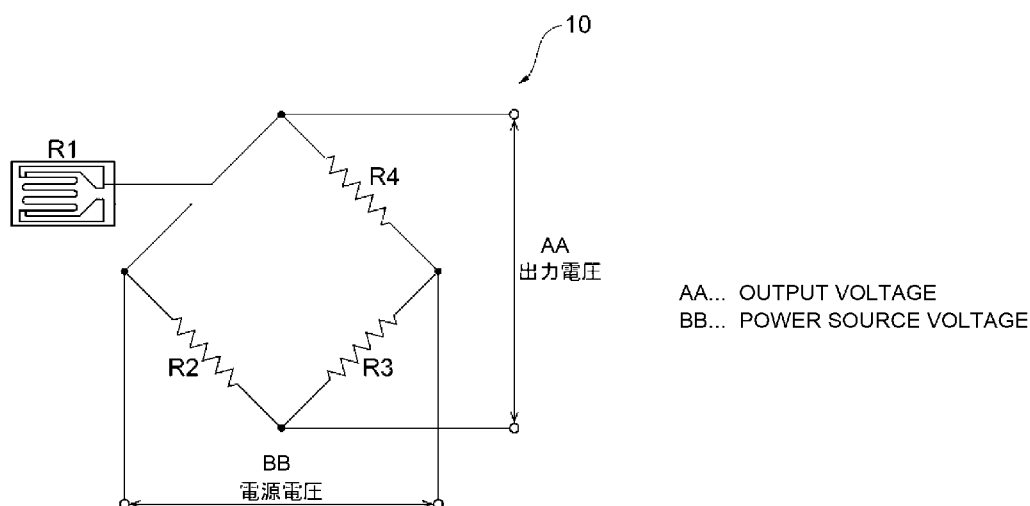
WO 2018/221231 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 5/52 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/019017
- (22) 国際出願日: 2018年5月17日(17.05.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-106219 2017年5月30日(30.05.2017) JP
- (71) 出願人: ミネベアミツミ株式会社(MINEBEA MITSUMI INC.) [JP/JP]; 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 聡(SATO Satoshi); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). 小林 正輝(KOBAYASHI Masateru); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ラインハルト, 外(EINSEL Felix-Reinhard et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 新丸の内センタービルディング ゾンデルホフ&アインゼル法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: TEMPERATURE MEASUREMENT DEVICE USING STRAIN GAUGE

(54) 発明の名称: ひずみゲージを用いた温度測定装置

【図1】



(57) **Abstract:** Provided is a device for measuring the temperature of a metal object without being affected by the environmental temperature. A first aspect of the present invention is a device for measuring the temperature of a metal object using at least one strain gauge, wherein the at least one strain gauge is affixed to the metal object, and the linear coefficient of expansion of the strain gauge differs from the linear coefficient of expansion of the metal object. A second aspect of the present invention is a device for measuring the temperature of a metal object using two strain gauges, wherein the two strain gauges are affixed to the metal object, the two strain gauges have the same grid direction, the two strain gauges are



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

used to form a Wheatstone bridge circuit, the linear coefficient of expansion of a first strain gauge among the two strain gauges is greater than the linear coefficient of expansion of the metal object, and the linear coefficient of expansion of a second strain gauge among the two strain gauges is less than the linear coefficient of expansion of the metal object.

(57) 要約: 環境温度の影響を受けずに、金属対象物自体の温度を測定するための装置を提供する。第1の発明は、少なくとも1つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、少なくとも1つのひずみゲージは、金属対象物に貼り付けられ、ひずみゲージの線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数と異なる。第2の発明は、2つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、2つのひずみゲージは、金属対象物に貼り付けられ、2つのひずみゲージのグリッド方向は、互いに一致しており、2つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、2つのひずみゲージのうちの第1のひずみゲージの線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より大きく、2つのひずみゲージのうちの第2のひずみゲージの線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より小さい。

明 細 書

発明の名称： ひずみゲージを用いた温度測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、ひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、温度測定にはサーミスタ等の温度センサが用いられている。例えば、特許文献1には、測定対象物に装着されるサーミスタと、サーミスタにより測定対象物の温度を検出する測定温度検出回路と、サーミスタの基準熱時定数および基準熱抵抗を予め格納した記憶回路と、測定対象物の所定の発熱量に対し、測定温度と基準熱時定数および基準熱抵抗とに基づいてサーミスタの推定温度を算出する推定温度算出回路と、推定温度と測定温度との温度差の絶対値が所定の閾値以下か否かを判断する判断回路と、を備える温度測定装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-210282号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] サーミスタは、測定対象物の周囲の温度（環境温度）に影響を受けやすい。それゆえ、環境温度が急激に上昇した場合、測定対象物の温度は緩慢に上昇するにもかかわらず、サーミスタを用いると、その緩慢な温度上昇を正確に測定できない場合がある。

そこで、本発明は、環境温度の影響を受けずに、金属対象物自体の温度を測定するための装置を提供することを目的とする。

[0005] 一般的に、ひずみゲージは、測定対象物の環境温度による熱膨張を考慮して、温度補償が行われている。

ひずみゲージが測定対象物に貼り付けられているとき、ひずみゲージの金属抵抗体の線膨張係数（ λ_g ）と測定対象物の線膨張係数（ λ_a ）との差により、以下の式で表される温度による見かけひずみ ε_a が現れる。なお、 α_g はひずみゲージを形成する金属抵抗体の温度抵抗係数であり、 K はゲージ率である。

$$\varepsilon_a = \alpha_g / K + (\lambda_a - \lambda_g)$$

上式において、見かけひずみ $\varepsilon_a = 0$ になるようにひずみゲージが選択される。

例えば、測定対象物が銅の場合、銅の線膨張係数に合わせて温度補償が行われた銅用のひずみゲージが使用され、鉄の線膨張係数に合わせて温度補償が行われた鉄用のひずみゲージが使用されることはない。

課題を解決するための手段

[0006] 第1の発明は、少なくとも1つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、

前記少なくとも1つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
前記ひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数と異なる。

[0007] 第1の発明では、2つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

前記2つのひずみゲージのうちの第1のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記2つのひずみゲージのうちの第2のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
ことが好ましい。

[0008] 第1の発明では、4つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

前記4つのひずみゲージのうちの第1および第3のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記4つのひずみゲージのうちの第2および第4のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
ことが好ましい。

[0009] 第2の発明の第1実施形態は、2つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、

前記2つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
前記2つのひずみゲージのグリッド方向は、互いに一致しており、
前記2つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

前記2つのひずみゲージのうちの第1のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記2つのひずみゲージのうちの第2のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい。

[0010] 第2の発明の第2実施形態は、4つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、

前記4つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
前記4つのひずみゲージのグリッド方向は、互いに一致しており、
前記4つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

前記4つのひずみゲージのうちの第1および第3のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記4つのひずみゲージのうちの第2および第4のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の発明の第1実施形態に係る装置の回路図である。

[図2]第1の発明の第2実施形態に係る装置の回路図である。

[図3]第1の発明の第3実施形態に係る装置の回路図である。

[図4]第2の発明の第1実施形態に係る装置の概略図である。

[図5]第2の発明の第2実施形態に係る装置の概略図である。

[図6]実施例を説明するための図である。

[図7]実施例の結果のグラフである。

[図8]実施例の温度－ひずみ（出力電圧）曲線のグラフである。

発明を実施するための形態

[0012]（第1の発明）

図1は、第1の発明の第1実施形態に係る装置の回路図である。

第1実施形態に係る装置10のひずみゲージR1は、金属対象物に貼り付けられ、固定抵抗R2～R4とともにホイートストンブリッジ回路を構成する（1ゲージ法）。

上述したとおり、一般的なひずみゲージでは、ひずみゲージの線膨張係数が、測定対象物の線膨張係数に合わせられることにより、温度補償が行われている。

一方、第1の発明では、ひずみゲージR1の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数と異なる。例えば、金属対象物が銅の場合、鉄用のひずみゲージR1が用いられる。これにより、温度が変化した際に、ひずみゲージR1は、金属対象物と異なって変化（引張／圧縮）することから、金属対象物の温度変化を測定することができる。

代表的な金属の線膨張係数は、以下のとおりである。

鉄：11ppm/℃

銅：16.8ppm/℃

アルミニウム：23ppm/℃

第1の発明の装置10により、環境温度の影響を受けずに、金属対象物自体の温度を測定することができる。また、装置10のパターニングは任意の形状とすることができる。すなわち、装置10は形状の自由度が高く、任意の形状の金属対象物に直接貼り付けることができるため、金属対象物の形状を問わず温度を測定できる。また、大きい金属対象物に対して、複数の装置10を貼り付けることにより、金属対象物の全体の温度を測定することがで

きる。

なお、第1の発明では、金属対象物の変化は、温度変化に起因するものであり、金属対象物に荷重等は与えられていないものとする。

[0013] 図2は、第1の発明の第2実施形態に係る装置の回路図である。

第2実施形態に係る装置20の第1のひずみゲージR1および第2のひずみゲージR2は、金属対象物に貼り付けられ、固定抵抗R3、R4とともに2ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成する。

第1のひずみゲージR1の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より大きく、第2のひずみゲージR2の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より小さい。例えば、金属対象物が銅の場合、第1のひずみゲージR1にはアルミニウム用のひずみゲージが用いられ、第2のひずみゲージR2には鉄用のひずみゲージが用いられる。これにより、出力される熱ひずみが大きくなるため、第2実施形態に係る装置20では、第1実施形態に係る装置10と比較して、金属対象物の温度変化を高感度に測定することができる。

[0014] 図3は、第1の発明の第3実施形態に係る装置の回路図である。

第3実施形態に係る装置30の第1のひずみゲージR1、第2のひずみゲージR2、第3のひずみゲージR3および第4のひずみゲージR4は、金属対象物に貼り付けられ、4ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成する。

第1および第3のひずみゲージR1、R3の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より大きく、第2および第4のひずみゲージR2、R4の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より小さい。例えば、金属対象物が銅の場合、第1および第3のひずみゲージR1、R3にはアルミニウム用のひずみゲージが用いられ、第2および第4のひずみゲージR2、R4には鉄用のひずみゲージが用いられる。これにより、出力される熱ひずみがさらに大きくなるため、第3実施形態に係る装置30では、第1実施形態に係る装置10および第2実施形態に係る装置20と比較して、金属対象物の温度変化を高感度に測定することができる。

なお、第1のひずみゲージR1と第3のひずみゲージR3とが異なっているてもよいし、第2のひずみゲージR2と第4のひずみゲージR4とが異なっているてもよいが、第1および第3のひずみゲージR1、R3の線膨張係数と金属対象物の線膨張係数との差が大きく、第2および第4のひずみゲージR2、R4の線膨張係数と金属対象物の線膨張係数との差が大きいことが好ましい。

[0015] 上述した第1の発明では、金属対象物に荷重等は与えられていないものと想定していたが、以下では、金属対象物に荷重等が与えられる場合を想定する。

[0016] (第2の発明)

図4は、第2の発明の第1実施形態に係る装置の概略図である。

第1実施形態に係る装置40の第1のひずみゲージR1および第2のひずみゲージR2は、x-y平面において、板状の金属対象物100に貼り付けられ、図示しない固定抵抗R3、R4とともに2ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成する。第1および第2のひずみゲージR1、R2のグリッド方向は、x方向であり、互いに一致している。

第1および第2のひずみゲージR1、R2の検出するひずみ（総ひずみ＝加重等によるひずみ＋温度変化による熱ひずみ）をそれぞれ ε_1 、 ε_2 とすると、2ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路により検出される総ひずみ ε は、以下の式1で表される。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (\text{式1})$$

ここで、金属対象物100に荷重等および温度変化が与えられると、第1および第2のひずみゲージR1、R2の検出する荷重等によるひずみが ε_1_s 、 ε_2_s であり、温度変化による熱ひずみが ε_1_t 、 ε_2_t であるとき、以下の式2が成立する。

$$\varepsilon = (\varepsilon_1_s + \varepsilon_1_t) - (\varepsilon_2_s + \varepsilon_2_t) \quad (\text{式2})$$

ここで、第1および第2のひずみゲージR1、R2のグリッド方向が一致しているため、 $\varepsilon_1_s = \varepsilon_2_s$ であるので、これを式2に代入すると、

以下の式 3 が成立する。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (\text{式 3})$$

式 3 より明らかなように、金属対象物 100 に荷重等が与えられても相殺（キャンセル）され、金属対象物 100 の温度変化のみを検出することができる。

[0017] また、第 1 および第 2 のひずみゲージ R 1、R 2 の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数と異なり、第 1 のひずみゲージ R 1 の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より大きく、第 2 のひずみゲージ R 2 の線膨張係数が、金属対象物の線膨張係数より小さい。これにより、 $\varepsilon_1 > 0$ 、 $\varepsilon_2 < 0$ となるので、式 3 において、総ひずみ ε が大きくなり、高感度な測定が可能になる。

[0018] なお、一般的に、2 ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成する場合、第 1 のひずみゲージ R 1 のグリッド方向は、第 2 のひずみゲージ R 2 のグリッド方向に垂直であり、一方のひずみゲージにより引張ひずみを検出し、他方のひずみゲージにより圧縮ひずみを検出する。

[0019] 図 5 は、第 2 の発明の第 2 実施形態に係る装置の概略図である。

第 2 実施形態に係る装置 50 の第 1 のひずみゲージ R 1、第 2 のひずみゲージ R 2、第 3 のひずみゲージ R 3 および第 4 のひずみゲージ R 4 は、円柱状の金属対象物 200 の側面に貼り付けられ、4 ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成する。第 1～第 4 のひずみゲージ R 1～R 4 のグリッド方向は、x 方向であり、互いに一致している。

第 1～第 4 のひずみゲージ R 1～R 4 の検出するひずみ（総ひずみ＝加重等によるひずみ＋温度変化による熱ひずみ）をそれぞれ $\varepsilon_1 \sim \varepsilon_4$ とすると、4 ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路により検出される総ひずみ ε は、以下の式 4 で表される。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 \quad (\text{式 4})$$

上述した 2 ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路の場合と同様に、金属対象物 200 に与えられる荷重は相殺されるので、第 1～第 4 のひずみゲ

ージR 1～R 4の検出する温度変化による熱ひずみが $\varepsilon 1_t \sim \varepsilon 4_t$ であるとき、以下の式5が成立する。

$$\varepsilon = \varepsilon 1_t - \varepsilon 2_t + \varepsilon 3_t - \varepsilon 4_t \quad (\text{式5})$$

また、第1～第4のひずみゲージR 1～R 4の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数と異なり、第1および第3のひずみゲージR 1、R 3の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より大きく、第2および第4のひずみゲージR 2、R 4の線膨張係数は、金属対象物の線膨張係数より小さい。これにより、 $\varepsilon 1_t$ 、 $\varepsilon 3_t > 0$ および $\varepsilon 2_t$ 、 $\varepsilon 4_t < 0$ となるので、式5において、総ひずみ ε が大きくなる。

第2実施形態に係る装置50では、金属対象物200に荷重等が与えられても相殺され、金属対象物200の温度変化のみを、第1実施形態に係る装置40より高感度に検出することができる。

[0020] なお、上述した実施形態では、ひずみゲージのグリッド方向は、x方向であるが、複数のひずみゲージのグリッド方向が一致していれば、どの方向でもよい。

実施例

[0021] 以下、実施例を用いて本発明を説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

図6に示すように、長さ100mm×幅100mm×厚み(t)5mmの銅板（線膨張係数：16.8ppm/℃）を用意し、任意の位置に、第1および第2のサンプルの合計6つのひずみゲージを貼り付けた。ひずみゲージは、グリッド長0.8mm×グリッド幅1.4mmであり、ベース長3.1mm×ベース幅2.5mmであった。

第1のサンプルは、3つのFe用のひずみゲージR_Fe1、R_Fe2、R_Fe3であり、線膨張係数が11ppm/℃に設定されていた。

第2のサンプルは、3つのAl用のひずみゲージR_Al1、R_Al2、R_Al3であり、線膨張係数が23ppm/℃に設定されていた。

図7に一点鎖線で示すように、30→60→90→120→90→60→

30℃の温度サイクル（各温度ステップ3時間）にて熱ひずみを測定した。

[0022] 図7に、温度変化に伴う各ひずみゲージの熱ひずみの測定結果を併せて示す。

図7において、3つのFe用のひずみゲージR_{Fe1}、R_{Fe2}、R_{Fe3}の測定結果は重なって実線で示され、引張側のひずみが得られ、3つのAl用のひずみゲージR_{Al1}、R_{Al2}、R_{Al3}の測定結果は重なって破線で示され、圧縮側のひずみが得られた。いずれのひずみも温度変化に追従していることがわかる。

表1に、上述した測定結果と、2つのFe用のひずみゲージおよび2つのAl用のひずみゲージにより4ゲージ式（ホイートストンブリッジ）回路を構成した場合の計算出力と、を示す。

[0023]

[表1]

	温度[°C]/時間						
	30 /1.5h	60 /4.5h	90 /7.5h	120 /10.5h	90 /13.5h	60 /16.5h	30 /19.5h
R_F e 1 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	220	405	620	415	220	0
R_F e 2 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	220	405	620	415	220	0
R_F e 3 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	220	405	620	415	220	0
R_A 1 1 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
R_A 1 2 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
R_A 1 3 の 熱ひずみ[$\mu\epsilon$]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
フルブリッジ (計算値)[$\mu\epsilon$]	0	710	1380	2040	1390	700	0
フルブリッジ (計算値)[mV/V]	0.00	0.36	0.69	1.02	0.70	0.35	0.00

[0024] 図8には、横軸に温度を示し、左側の縦軸にひずみを示し、右側の縦軸に電圧出力を示した温度－ひずみ（出力電圧）曲線を示す。ひずみから電圧出力の換算は、 $2000\mu\epsilon$ を1mVとして行った。

120°Cでの値（温度差90°C）を定格（基準）としたとき、非直線性は、約4%R.O.であり、ヒステリシス・零戻りは、0.5%R.O.未満であった。

銅の線膨張係数に合わせて温度補償が行われた銅用のひずみゲージではなく、銅の線膨張係数より大きい線膨張係数を有するA1用のひずみゲージと

、銅の線膨張係数より小さい線膨張係数を有するFe用のひずみゲージと、を組み合わせることにより、温度に対し測定可能といえるレベルの出力を得ることができた ($225 \mu\epsilon / 10^\circ\text{C} = 0.11 \text{ mV} / \text{V} / 10^\circ\text{C}$)。

銅とアルミニウムとの線膨張係数差を $+6 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 、銅と鉄との線膨張係数差を $-6 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ とすると、フルブリッジ構成では、理論値は、 $240 \mu\epsilon / 10^\circ\text{C}$ であり、実測値 ($225 \mu\epsilon / 10^\circ\text{C}$) と近い結果が得られた (差異が約7%)。

以上より実施例からも、ひずみゲージを用いて金属対象物の温度測定が可能であることがわかった。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも1つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、
- 前記少なくとも1つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
- 前記ひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数と異なる、
- 装置。
- [請求項2] 2つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、
- 前記2つのひずみゲージのうちの第1のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、
- 前記2つのひずみゲージのうちの第2のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
- 請求項1に記載の装置。
- [請求項3] 4つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、
- 前記4つのひずみゲージのうちの第1および第3のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、
- 前記4つのひずみゲージのうちの第2および第4のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
- 請求項1に記載の装置。
- [請求項4] 2つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、
- 前記2つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
- 前記2つのひずみゲージのグリッド方向は、互いに一致しており、
- 前記2つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

前記 2 つのひずみゲージのうちの第 1 のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記 2 つのひずみゲージのうちの第 2 のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
装置。

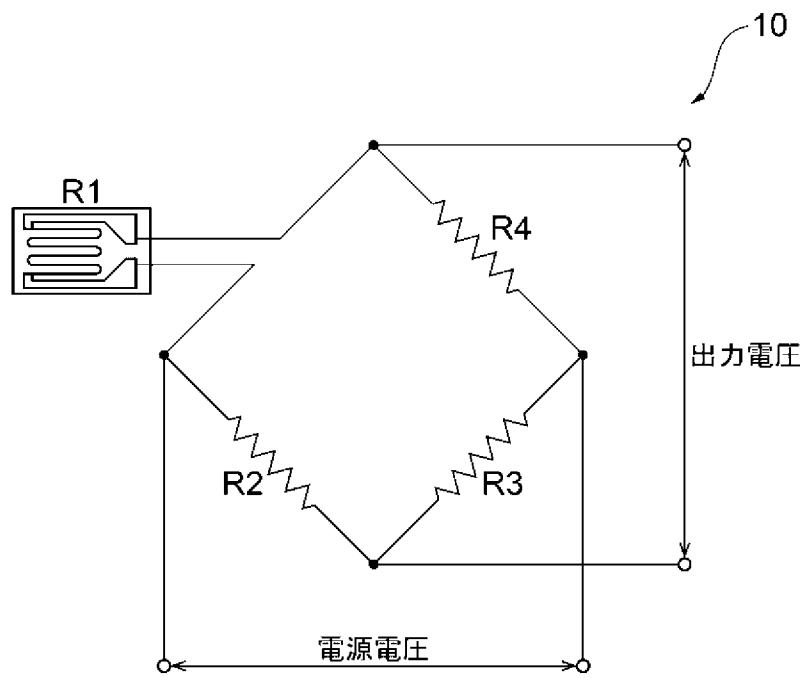
[請求項 5] 4 つのひずみゲージを用いて金属対象物の温度を測定するための装置であって、

前記 4 つのひずみゲージは、前記金属対象物に貼り付けられ、
前記 4 つのひずみゲージのグリッド方向は、互いに一致しており、
前記 4 つのひずみゲージを用いてホイートストンブリッジ回路が構成され、

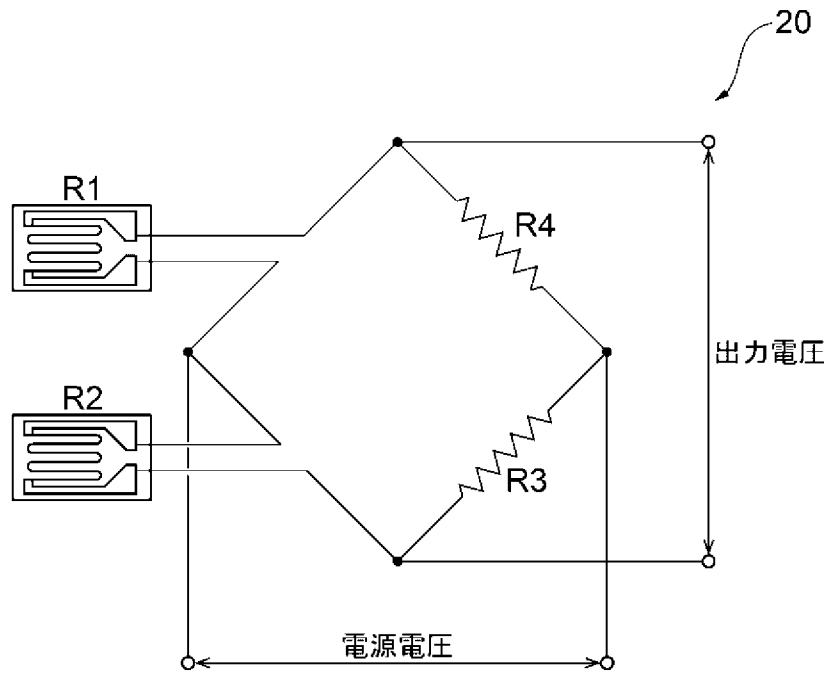
前記 4 つのひずみゲージのうちの第 1 および第 3 のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より大きく、

前記 4 つのひずみゲージのうちの第 2 および第 4 のひずみゲージの線膨張係数は、前記金属対象物の線膨張係数より小さい、
装置。

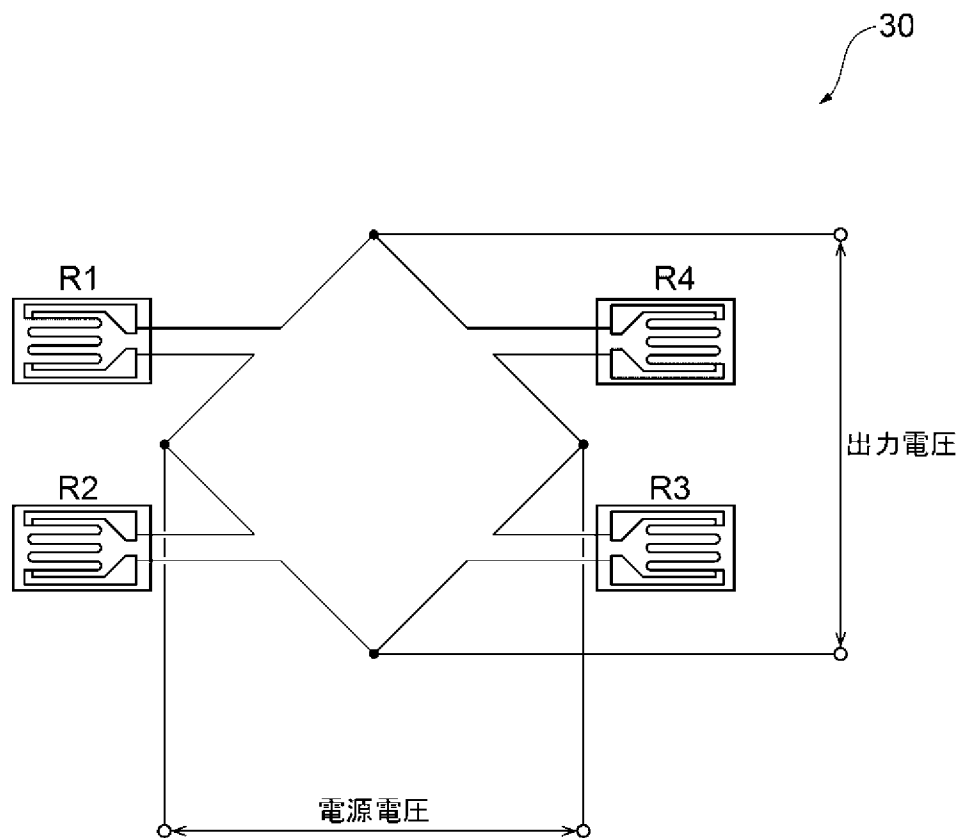
[図1]



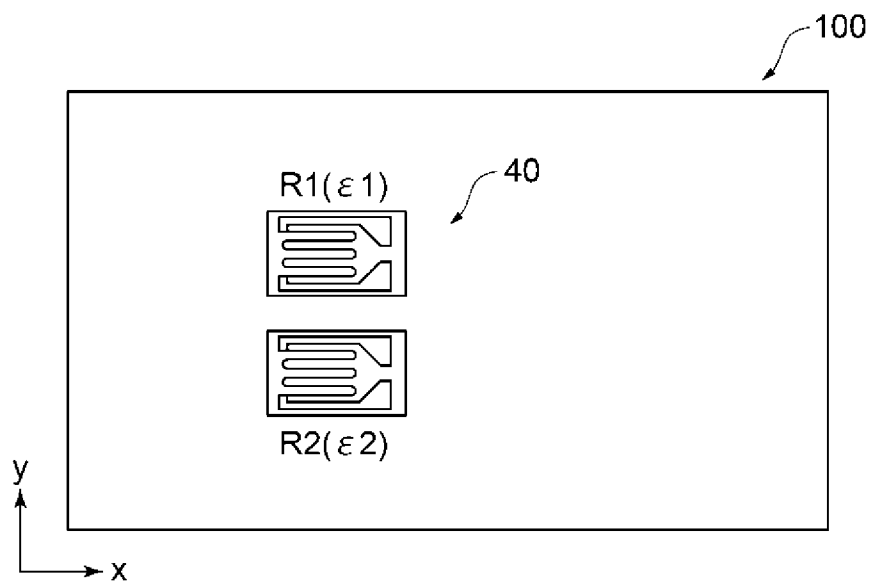
[図2]



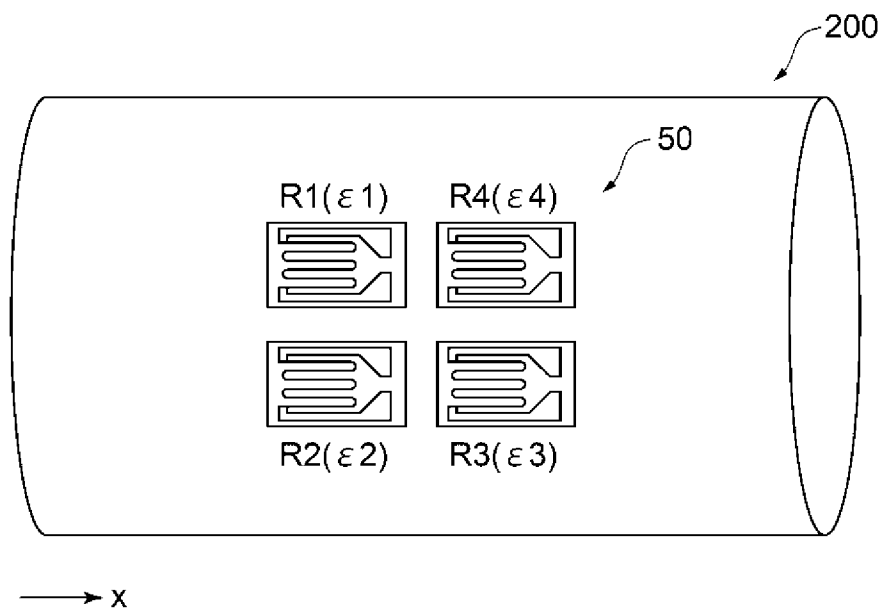
[図3]



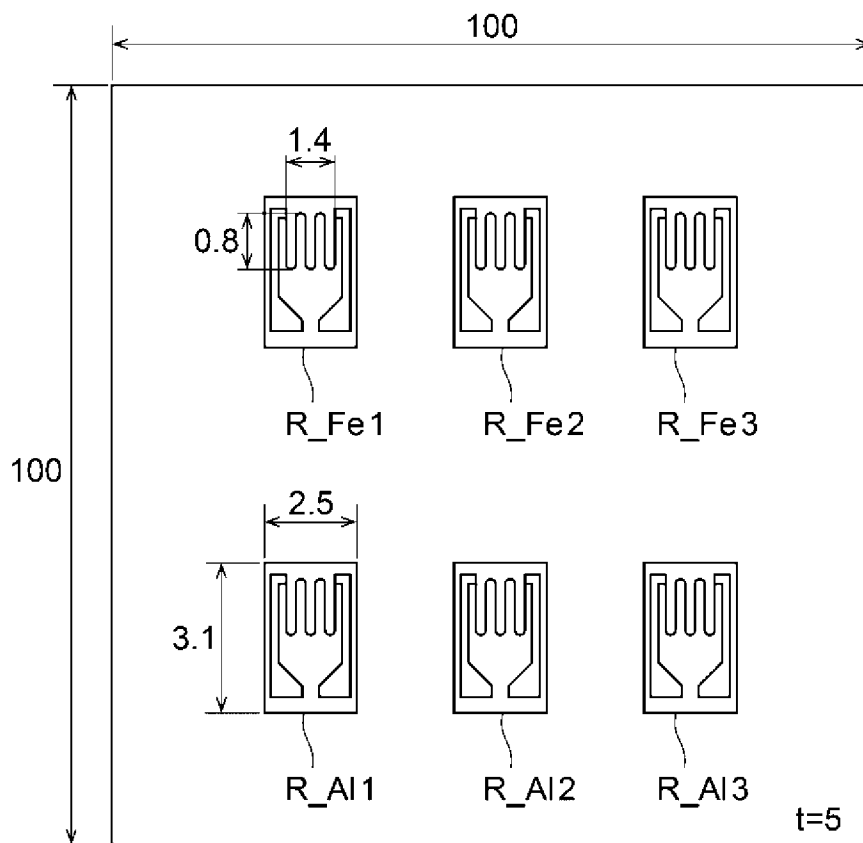
[図4]



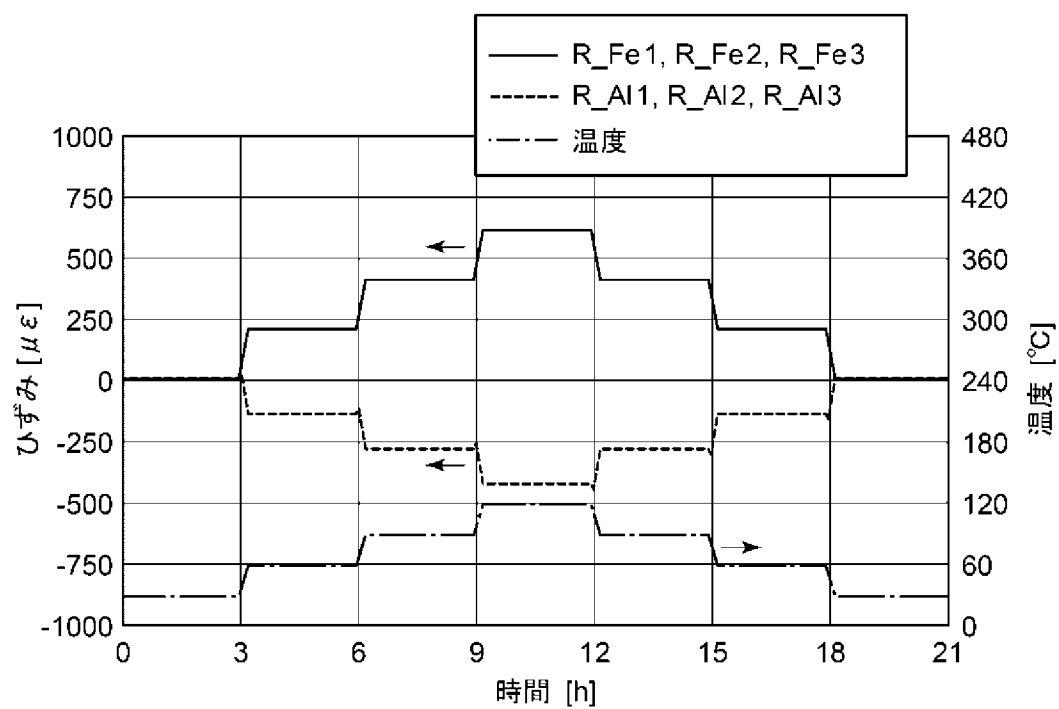
[図5]



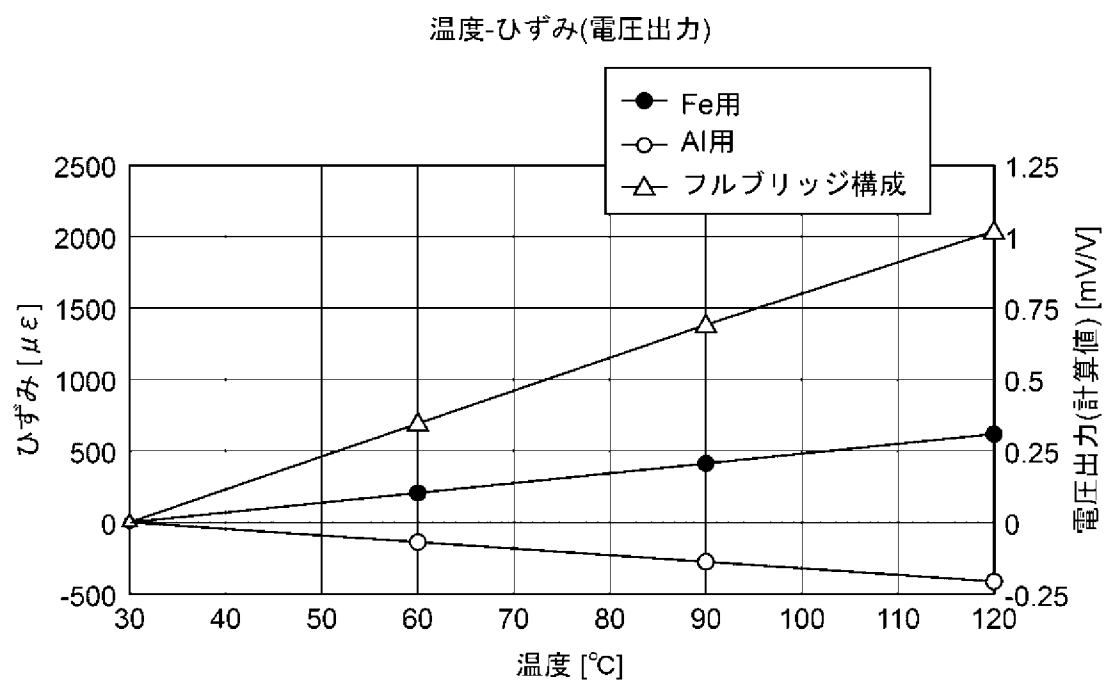
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/019017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01K5/52 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01K1/00-19/00, G01B7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 57-103002 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 26 June 1982, page 4, upper right column, lines 9-16, fig. 6 (Family: none)	1 2-5
X A	JP 4-95737 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 27 March 1992, entire text, fig. 1, 2 (Family: none)	1 2-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 August 2018 (06.08.2018)

Date of mailing of the international search report
21 August 2018 (21.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K5/52 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K1/00-19/00, G01B7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 57-103002 A（日産自動車株式会社）1982.06.26, 第4頁右上欄第9-16行, 第6図（ファミリーなし）	1 2-5
X A	JP 4-95737 A（富士電機株式会社）1992.03.27, 全文, 第1, 2図（ファミリーなし）	1 2-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.08.2018

国際調査報告の発送日

21.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

平野 真樹

2 F

4631

電話番号 03-3581-1101 内線 3216