

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291999

(P2005-291999A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

G01B 7/16

G08C 17/00

F I

G01B 7/18

G08C 17/00

B

Z

テーマコード (参考)

2F063

2F073

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-109167 (P2004-109167)

(22) 出願日 平成16年4月1日(2004.4.1)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100077816

弁理士 春日 譲

(72) 発明者 田中 直敬

茨城県土浦市神立町502番地

株式会社日立製作所

機械研究所内

(72) 発明者 太田 裕之

茨城県土浦市神立町502番地

株式会社日立製作所

機械研究所内

最終頁に続く

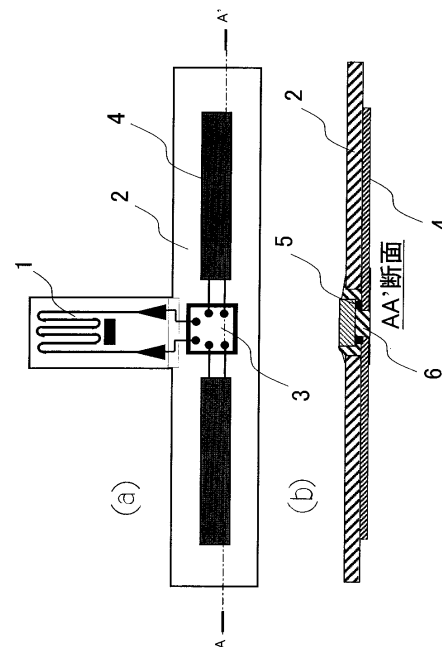
(54) 【発明の名称】 無線機能付きチップを搭載したひずみゲージ

(57) 【要約】

【課題】大型構造物、建築物の変形状態や高速回転構造物の回転中の変形状態を、煩雑な配線処理を施すことなく、正確に実行可能な無線機能付きチップを搭載したひずみゲージを実現する。

【解決手段】ひずみ感応ゲージ部1と、無線送受信アンテナ4と、ひずみ感応ゲージ部1により検出された対象物のひずみ値をアンテナ4を介して無線発信する無線機能付きチップ3とを備える。測定対象物の変形情報を無線で送信できるので、大型構造物の変形状態や高速回転構造物の回転中の変形状態を煩雑な配線処理を施すことなく正確に実行できる。無線機能付きチップ3を有するひずみゲージを橋梁等の構造物に複数箇所備え付け、複数箇所から構造物変形情報を入手すれば、振動時の変形量、変形箇所と、振動がないときの変形量、変形箇所とを比較して解析して構造物の安全性確認や強度の低下予測等を行うことも可能となる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象物の変形に伴う導体抵抗変化により測定対象物のひずみ測定を行なうひずみ感応ゲージ部と、

上記ひずみ感応ゲージ部により測定された測定対象物のひずみ情報を、無線発信するための無線送信部と、

上記無線送信部からの信号を無線発信するアンテナ部と、

を備え、上記ひずみ感応ゲージ部、無線送信部及びアンテナ部は、配線パターンが形成されたテープ基材上に配置されていることを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のひずみゲージにおいて、上記無線送信部は半導体チップにより形成されていることを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 3】

請求項 2 記載のひずみゲージにおいて、上記半導体チップは、テープ基材上に金属製のバンプを介して接続され、上記アンテナ部は、テープ基材上に形成された配線パターンと一体に形成されていることを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載のひずみゲージにおいて、半導体チップ内部に自己発電回路を有することを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 5】

請求項 1 記載のひずみゲージにおいて、上記無線送信部及びアンテナ部は、一つの半導体チップに備えられていることを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 6】

請求項 1 記載のひずみゲージにおいて、上記無線送信部は複数の半導体チップを備え、ブリッジ抵抗回路の半導体チップと、増幅回路の半導体チップと、A/D変換回路の半導体チップと、無線送受信回路の半導体チップとから構成されることを特徴とするひずみゲージ。

【請求項 7】

請求項 6 記載のひずみゲージにおいて、上記複数の半導体チップは、一部積層されて接続されていることを特徴とするひずみゲージ

【請求項 8】

請求項 1 から 7 記載のうちのいずれか一項記載のひずみゲージの複数の、道路や鉄道の橋脚構造の隅角部に、施工段階、あるいは事後の検査段階で内蔵され、初期設計段階では把握困難な各橋脚の負荷・変動状態や劣化進行状態を、無線を介して簡便に測定管理することを特徴とする上記ひずみゲージを用いたひずみ計測システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、構造物の応力やひずみを測定するひずみゲージに関する。

【背景技術】**【0002】**

ひずみゲージを用いて、構造物のひずみを測定する場合には、ゲージ部が形成されたテープ基材領域を測定エリアに接着剤を用いて貼り付ける。そして、ゲージ部から引き出された配線をブリッジ回路に結線し、ゲージ部分の抵抗変化に伴う微小電圧変化を、別途接続されたストレインアンプで増幅することによって応力やひずみが計測される。

【0003】

ひずみゲージを用いて構造物のひずみ測定を行う場合、測定対象物の変形による出力だけでなく、特に温度変化を伴う場合には、測定ゲージ自身の導体抵抗変化や被着材との熱膨張差による出力も併せて計測される。このため、通常、アクティブダミーゲージ法と言って、別のひずみゲージを被測定物と同一のサンプルに貼り付けて温度補償を行う必要が

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 0 4 】

しかし、上記アクティブダミーゲージ法においては、実際の変形を測定するひずみ感応ゲージと、温度補償を行うダミーゲージの位置とが離れた部位にあることや、抵抗素材の不均一性のために完全な温度補償を行うことができなかった。

【 0 0 0 5 】

これに対しては、特許文献 1 には、一枚のゲージベース上に、互いに対向するアクティブゲージ 2 つと、ダミーゲージ 2 つとが一体に添着形成されたひずみゲージ構造が開示されている。

【 0 0 0 6 】

この特許文献 1 記載の技術によれば、アクティブゲージを含むブリッジ回路がゲージ部に一体形成されるため、温度変化に対しても見かけ上のひずみ出力は生ぜず、被測定物のひずみ変化にのみ感応したひずみゲージ構造を達成することができる。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 7 0 1 0 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

大型構造物や建築物の予防保全事業は、安全な社会・インフラを継続していく上で非常に重要になっている。経年劣化が避けられない構造体で、破壊すれば人命に関わるような場合には、人件費を掛けてでも定期的な検査を実施してはいるが、そのほとんどが目視や簡単な工具による検査法であり十分な安全管理が実施できていないとはいえない。

【 0 0 0 9 】

そこで、大型構造物や建築物の定期的な検査にひずみゲージを使用することが考えられる。

【 0 0 1 0 】

試験片レベルのひずみ測定を行う際には、従来技術によるひずみゲージを用いることでほとんど問題ない。

【 0 0 1 1 】

試験片レベルではなく、大型構造物や建築物等の変形状態をひずみゲージで測定しようとする場合には、大型構造物に数十箇所、場合によっては数百個所に、ひずみゲージを貼り付けて測定することとなる。

【 0 0 1 2 】

大型構造物の多数箇所に貼付した多数のひずみゲージからの検出出力信号を受信するためには、ひずみゲージからの多数の引出し配線を受信装置に至るまでの間、膨大な量の有線処理を行わなくてはならないという問題がある。

【 0 0 1 3 】

さらに、この場合、測定ゲージの一つ一つに固有の A / D 変換器、増幅器を必要とし、それらの情報を処理・記録するためのコンピューターを、ひずみ計個別に外部に設けるという巨大かつ高価な計測システムを構築する必要がある。

【 0 0 1 4 】

これについては、実験室レベルの検討では可能であるが、実際の、橋脚等の大規模構造物への適用を考えると、実用化は困難である。

【 0 0 1 5 】

特に、鉄道や道路の橋脚等の大規模構造物においては、長期間にわたる負荷変動による亀裂の発生が問題となっており、変動負荷に対する橋脚の変形状態の把握は重要な課題である。

【 0 0 1 6 】

しかしながら、上述したような問題の存在から、ひずみゲージ貼付による橋脚等の変形測定は、実行することが困難であり、専門技術者による定期的な目視検査に頼っているの

10

20

30

40

50

が実状である。

【 0 0 1 7 】

この場合、専門技術者による検査を実施すること自体は容易であるが、欠陥状態の把握は各技術者の能力に依存する部分も多く、大量の橋脚検査を実施するのに多大な人件費も必要になっている。

【 0 0 1 8 】

また、大型構造物の他に、自動車のタイヤホイール等の高速回転構造物においても、高速回転中の変形状態を把握することが可能であれば、事故の未然防止等の観点から非常に有効である。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、ひずみゲージのひずみ検出測定信号を外部に出力するためには、有線部分が必要であるため、実際には、高速回転体の高速回転中に、ひずみゲージによる回転体変形状態の測定は、非常に困難であった。

【 0 0 2 0 】

本発明の目的は、大型構造物、建築物の変形状態や高速回転構造物の回転中の変形状態を、煩雑な配線処理を施すことなく、正確に実行可能な無線機能付チップを搭載したひずみゲージを実現することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するために、本発明は次の様に、構成される。

(1) 測定対象物の変形に伴う導体抵抗変化により測定対象物のひずみ測定を行なうひずみ感応ゲージ部と、上記ひずみ感応ゲージ部により測定された測定対象物のひずみ情報を、無線発信するための無線送信部と、上記無線送信部からの信号を無線発信するアンテナ部と、を備え、上記ひずみ感応ゲージ部、無線送信部及びアンテナ部は、配線パターンが形成されたテープ基材上に配置されている。

【 0 0 2 2 】

(2) 好ましくは、上記 (1) において、上記無線送信部は半導体チップにより形成されている。

【 0 0 2 3 】

(3) また、好ましくは、上記 (2) において、上記半導体チップは、テープ基材上に金属製のバンプを介して接続され、上記アンテナ部は、テープ基材上に形成された配線パターンと一体に形成されている。

【 0 0 2 4 】

(4) また、好ましくは、上記 (2) 、 (3) において、半導体チップ内部に自己発電回路を有する。

【 0 0 2 5 】

(5) また、好ましくは、上記 (1) において、上記無線送信部及びアンテナ部は、一つの半導体チップに備えられている。

【 0 0 2 6 】

(6) また、好ましくは、上記 (1) において、上記無線送信部は複数の半導体チップを備え、ブリッジ抵抗回路の半導体チップと、増幅回路の半導体チップと、A/D変換回路の半導体チップと、無線送受信回路の半導体チップとから構成される。

【 0 0 2 7 】

(7) また、好ましくは、上記 (6) において、上記複数の半導体チップは、一部積層されて接続されている。

【 0 0 2 8 】

(8) また、上記 (1) から (7) のひずみゲージの複数の、道路や鉄道の橋脚構造の隅角部に、施工段階、あるいは事後の検査段階で内蔵され、初期設計段階では把握困難な各橋脚の負荷・変動状態や劣化進行状態を、無線を介して簡便に測定管理する。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0029】

大型構造物、建築物の変形状態や高速回転構造体の回転中の変形状態を、煩雑な配線処理を施すことなく、正確に実行可能な無線機能付チップを搭載したひずみゲージを実現することができる。

【0030】

例えば、道路や鉄道の橋脚等、絶えず変動負荷を受けるような大型構造物の負荷・変形状態を簡便かつ容易に測定管理することが可能となり、これまで莫大を人件費を投じて人海戦術で対応してきた予防保全管理の大幅な簡易化と同時に高精度な劣化診断を実現することができる。

また、ひずみゲージを構造物の必要な複数の測定個所に貼り付け、あるいは埋め込んでおくことにより、測定ゲージからの出力をデジタル信号として簡便に受信、測定することができ、大量のゲージ出力に対しても一括で測定管理することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。図1の(a)は、ひずみゲージの平面を示し、図1の(b)は、図1の(a)におけるA-A'線に沿った断面を示す。

【0032】

図1において、被測定対象物に貼り付け、あるいは埋め込まれるひずみ感応ゲージ部1は、Ni-Cr系合金やCuNi合金等によるひずみ感応抵抗体がテープ基材2の表面に添着形成されて構成されている。ひずみゲージの種類については、測定対象や目的によって異なるため、ひずみ一般を測定するものからクラック進展を測定するものまで本発明は適用可能である。

【0033】

ゲージ部1から引き出された配線は、同一のテープ基材2に実装されている無線機能付きチップ3に接続されている。さらに、無線機能付きチップ(無線送信部又は無線受信部)3が搭載されている同一のテープ基材2上にはアンテナ回路として金属性の箔4が形成されている。

【0034】

アンテナ回路としての箔4は金属性のバンプ5を介して無線機能付きチップ3に接続されている。そして、無線機能付きチップ3は、樹脂6により覆われ保護されている。

【0035】

無線機能付きチップ3には、各ひずみゲージ固有のID番号を読み取り可能な形式で保存可能なROM機能を始めとして、ブリッジ抵抗回路、増幅機能回路、A/D変換機能回路、自己発電機能回路、無線送受信機能回路(RF回路)、及びそれら全体を制御するロジック回路を有している。そして、この無線機能付チップ3と外部との情報のやり取りを無線形式で行うことができる。

【0036】

図2は、無線機能付チップ3と、この無線機能付チップ3と無線信号を送受信する送受信手段の概略機能ブロック図である。

【0037】

図2において、無線機能付チップ3は、ブリッジ抵抗回路32と、増幅回路33と、A/D変換回路34と、ロジック回路35と、無線送受信機能回路(RF回路)36と、自己発電回路37と、ROM機能回路31とを備えている。

【0038】

ひずみ感応ゲージ部1の抵抗変動が電圧変動として、出力ブリッジ抵抗回路32を介して増幅回路33に供給される。そして、増幅回路33に供給された電圧変動が、この増幅回路33で増幅され、A/D変換回路34において、増幅されたアナログ電圧値がデジタル値に変換される。

【 0 0 3 9 】

また、自己発電回路 3 7 を有することで、外部からの電力供給がなくても駆動電力を自ら供給することができる。自己発電回路 3 7 としては、例えば微小振動を利用した発電回路構造があり、高速道路の橋脚等では絶えず振動が発生しているため機能するのに十分な電力供給が可能となる。

【 0 0 4 0 】

また R O M 機能回路 3 1 を有することで、各ひずみゲージに固有の ID を定義することができるので、大量の計測点数に対しても、測定結果がどの位置の出力結果かを簡便に特定することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

ロジック回路 3 5 は、自己発電回路 3 7 から供給される電力で動作し、A / D 変換回路 3 4 から供給されたデジタル値に、R O M 機能回路 3 1 に格納された I D 情報等を付加し、無線送受信回路 3 6 を介して、無線信号を発信する。

【 0 0 4 2 】

無線機能付チップ 3 から発信された無線信号は、受信装置 9 1 に受信され、演算装置 9 3 により、ひずみゲージが貼付された構造体の変形状態が演算される。そして、演算装置 9 3 により演算されたデータが情報記憶装置 9 2 に格納される。

【 0 0 4 3 】

なお、ロジック回路 3 5 には、内部記憶回路が備えられており、情報送信装置（図示省略）からの指令（計測間隔、情報送信間隔等）が無線送受信回路 3 6 を介して供給され、記憶される。

【 0 0 4 4 】

なお、無線機能付チップ 3 は、図 2 に示した機能要素を必ずしもすべて備えている必要は無く、ひずみ量の測定、情報の処理、外部との情報の送受信という一連の作業を、外部との配線を必要とせずに行うことができる機能を満足しているのであれば、上述した機能のうち、削除もしくは変更する要素があってもよい。

【 0 0 4 5 】

例えば、ブリッジ抵抗回路 3 2 については、特許文献 1 に示されているように、ひずみ感応ゲージ部に一对のアクティブゲージと一对のダミーゲージとを一体で添着した構成とすれば、温度補償の問題が解決されると同時に別途にブリッジ抵抗回路を形成する必要もなくなる。

【 0 0 4 6 】

また、無線アンテナ 4 をアンテナコイルにして、外部からの電磁波によって誘発される電磁誘導により駆動電力を発生させる構成とすることも可能である。この場合には、構造体の振動等により発電する自己発電機能は必要ではなくなる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 1 に示した無線機能付チップ 3 を搭載するひずみゲージの構造について説明する。

図 1 の（b）に断面で示すように、無線機能付きチップ 3 の電極部には金属製のバンブ 5 が形成され、テープ基材 2 上のデバイスホールに形成された箔状のリード線と接合される。

【 0 0 4 8 】

通常、チップ 3 上に形成される金属製のバンブ 5 としては金バンブが用いられ、表面が金メッキされたリード配線とは、300 以上に加熱された熱圧着ツールによる、金 / 金の金属接合によって接続される。

【 0 0 4 9 】

さらに、チップ 3 の回路面側を外部環境から長期にわたって保護する目的で、エポキシ系の樹脂 6 で封止、固定される。

【 0 0 5 0 】

また、本発明の第 1 の実施形態においては、ひずみ感応ゲージ部 1 の位置と、アンテナ

10

20

30

40

50

4の形状との関係から、T字型のテープ基板構成で示されているが、この構成についても、製造プロセス上の都合や用途によって、T字型に限ること無く、構造変更されてもよい。

【0051】

以上のように、本発明の第1の実施形態によれば、ひずみ感応ゲージ部1と、無線送受信アンテナ4と、ひずみ感応ゲージ部1により検出された対象物のひずみ値を、無線送受信アンテナ4を介して、無線発信するための発信駆動回路であるチップ3とを備えているので、大型構造物、建築物の変形状態や高速回転構造体の回転中の変形状態を、煩雑な配線処理を施すことなく、正確に実行可能なひずみゲージを実現することができる。

【0052】

本発明の一実施形態による無線機能付チップを搭載したひずみゲージを、橋梁等の大型構造物に複数箇所備え付け、複数の箇所から構造体の変形情報を入手することができれば、車両等の走行による振動時の変形量と変形箇所、振動が生じていないときにおける変形量と変形箇所とを比較して、解析することにより、構造体の安全性の確認や、強度の低下予測等を行うことも可能となる。

【0053】

図3は、本発明の第2の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。図3の(a)は、ひずみゲージの平面を示し、図3の(b)は、図3の(a)におけるA-A'線に沿った断面を示す。

【0054】

この第2の実施形態における基本構成は、第1の実施形態と同様であるが、無線機能付きチップ3は金属バンプ5を有し、この金属バンプ5とリード配線とは、テープ基材2上に形成された配線パターン上に、接着剤6a(異方導電性、非導電性)を介して180~200度の熱圧着(超音波加振があってもよい)により接続される。

【0055】

上述した第1の実施形態では、金属バンプ5とリード配線との接続については、金/金の金属結合を達成するため、接合部付近を300以上に加熱する必要があるが、チップ3上に形成された回路機能がこの程度の加熱によって影響されることはないが、温度に対して影響を受けやすい、ひずみ感応ゲージ部1が隣接して存在するため、できるだけ低温プロセスで組立てを実施できるのが望ましい。

【0056】

このため、第2の実施形態においては、接着剤6aを介して、180~200度で熱圧着による接着を行っている。

【0057】

また、基材2上に形成された配線パターン上に直接チップ3を搭載することが可能であるため、デバイスホール等の余分なスペースを必要とせず小型化に適している。

【0058】

以上、本発明の第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様な効果を得ることができる他、低温プロセスで組み立てを実行して、ひずみ感応ゲージ部1の熱影響を抑制できる。また、小型化を実現できるという効果がある。

【0059】

図4は、本発明の第3の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

上述した第1及び第2の実施形態においては、ひずみゲージの抵抗変化量を、電圧変換して増幅し、それをデジタル信号に変換し、変換した信号を無線によって受信機側へと送信する機能をすべて1チップに集積した無線機能付きチップが搭載されている。

【0060】

理論的には、これらの機能を1チップに集積することも可能であるが、多様な機能を1チップに集積する場合、一般に開発期間を要し、かつ、歩留りも低くなるため製造コストが高くなるという問題がある。

【0061】

10

20

30

40

50

そこで、図 4 に示す第 3 の実施形態においては、電圧変換増幅機能、アナログーデジタル変換機能、信号無線送信機能のそれぞれの機能を、それぞれ特定化した複数の回路構成とすることで、低コストの複数チップ(電圧変換増幅チップ 3 a、アナログーデジタル変換チップ 3 b、信号無線送信チップ 3 c)としている。

【 0 0 6 2 】

この第 3 の実施形態の場合、各チップ 3 a ~ 3 c 間の配線パターンは、ひずみ感応ゲージ部 1 と一体化したテープ基材 2 上に同時形成される。

【 0 0 6 3 】

したがって、第 3 の実施形態によれば、第 2 の実施形態と同等な効果を得ることができる他、第 2 の実施形態と比較して、ひずみ感応ゲージ部 1 を搭載したテープ基材のコストを上げることなく、かつ低コストのチップ 3 a ~ 3 c を用いて同等機能を達成することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

上述した、第 3 の実施形態のように、複数のチップ 3 a ~ 3 c を二次元配置で実装すると、ひずみ感応ゲージ部 1 のエリアに比べて非常に大きな占有スペースを必要とする。

【 0 0 6 5 】

そこで、複数のチップの一部(ここでは、チップ 3 a と 3 c)を三次元的に積層実装することで、実装スペースの大幅な縮小が可能となる。

【 0 0 6 6 】

この場合、下段側のチップ 3 a は第 2 の実施形態のように、チップ電極部とテープ基材 2 上の配線パターン間を、接着剤 6 a を介した熱圧着により接続され、上段のチップ 3 c はワイヤボンディングにより電氣的に接合される。そして、最後に全体がエポキシ系の樹脂 5 で封止される。

【 0 0 6 7 】

本発明の第 4 の実施形態によれば、第 3 の実施形態と同様な効果を得ることができる他、第 3 の実施形態と比較して、実装スペースの大幅な縮小が可能となる。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、本発明の第 5 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図であり、図 6 の (a) は平面、図 6 の (b) は断面を示している。この第 6 の実施形態は、上述した第 1 ~ 第 4 の実施形態におけるアンテナ配置を変更した例である。

【 0 0 6 9 】

半導体チップを搭載したひずみゲージを製造する場合、ひずみ感応ゲージ部 1 と半導体チップ搭載部の配線、配線パターン、及びアンテナ配線が一体形成されたテープ状のフレキシブル基板 2 がリールに巻きつけられた状態で入荷される。そして、T A B (Tape Automated Bonding) 方式によって半導体チップを実装・組立てるプロセスが最も一般的である。

【 0 0 7 0 】

したがって、第 1 から第 4 の実施形態のように最終製品形態が、T 字型の構造では、最終切断工程でテープ基材を有効に使用することが困難となる場合もあり、材料コストの観点からは改善の余地がある。

【 0 0 7 1 】

そこで、図 6 に示すように、アンテナ配線 4 をひずみ感応ゲージ部 1 と平行にテープ基材 2 の両面に形成した構造にすることによって、リール状のフレキシブル基板を無駄に切り捨てる必要も無く、小型でかつ梱包性にも優れた構造とすることができる。

【 0 0 7 2 】

したがって、本発明の第 5 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な効果を得ることができる他、小型で、かつ梱包性にも優れた構造とすることができる。

【 0 0 7 3 】

図 7 は、本発明の第 6 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図であり、図 7 の (a

10

20

30

40

50

）は平面、図 7 の（ b ）は断面を示している。この第 6 の実施形態はアンテナ回路 4 a をチップに内蔵した実施例である。

【 0 0 7 4 】

第 1 から第 5 の実施例においては、金属製の箔で形成されたアンテナパターン 4 をテープ基材 2 上に形成した構造であるが、この第 6 の実施形態においては、無線機能付きチップ 3 上に微小なアンテナ回路 4 a が形成されている。

【 0 0 7 5 】

これにより、これまでアンテナパターンに要していたスペースが不要となり大幅な小型化が達成可能となる。

【 0 0 7 6 】

図 8 は、本発明の第 7 の実施形態を示す図である。この第 7 の実施形態は、第 1 から第 6 の実施形態による無線機能付きチップ 1 を搭載したひずみゲージの具体的な適用事例に基づく例である。

【 0 0 7 7 】

高速道路の橋脚構造は、短柱橋脚 7（図 8 の（ a ））やラーメン橋脚構造 8（図 8 の（ b ））が主に適用されている。現状の橋脚設計においては、想定される振動や過負荷に対して寿命設計がなされている。しかし、実際には想定外の交通量の増加や、路線による通行量の変動によって、橋脚の劣化状態はさまざまである。このため、その劣化状態の把握には、すべての橋脚に対して専門技術者の目視による検査等を実施しなければならない。

【 0 0 7 8 】

そこで、長期間にわたる使用によって、橋脚のどの部分に劣化又は欠陥が進行するかを事前に詳細検討し、劣化・欠陥診断を実施するのに適正なゲージ貼り付け位置（あるいはゲージ埋め込み位置）を特定する。

【 0 0 7 9 】

この作業は、通常専門家による構造シミュレーション解析等により初期設計段階において検討され、橋脚設計に反映される。ここで示したような橋脚構造においては、自動車の通行に伴う負荷振動によって、図 8 の丸囲みで示した橋脚隅角部 1 1 に応力集中が生じて亀裂が発生することがわかっている。

【 0 0 8 0 】

この例においては、橋脚の施工段階で事前に隅角部 1 1 の数箇所に、第 1 から第 6 の実施形態のうちのいずれかの無線機能付きチップを搭載したひずみゲージを貼付又は埋め込む。

【 0 0 8 1 】

貼付又は埋め込まれた無線ひずみゲージから送信される橋脚変形情報（ひずみ測定データ、測定箇所、測定時間）が送受信装置 9 により受信され、自動的に記録される。記録されたデータを解析することにより、橋脚の亀裂が最も発生しやすい隅角部の負荷・変形状態について簡便に把握することが可能になる。

【 0 0 8 2 】

これにより、膨大な人件費を要する目視による定期点検は大幅な簡略化ができるようになり、かつ膨大な数の橋脚に対して、劣化状態がある程度まで把握できるようになる。

【 0 0 8 3 】

したがって、橋脚等の大規模構造物に対して、計画的なメンテナンスを実施できるようになり安全管理の観点からも非常に有効なシステムとなる。

【 0 0 8 4 】

なお、本発明は、橋脚以外の大規模構造物や、回転体の変形測定に適用可能である。例えば、原子力機器の配管系の安全管理や、航空機の安全管理等への適用も有効であると考えられ、適用範囲については制限されるものではない。

【 0 0 8 5 】

また、上述した例においては、チップ 3 は、送受信機能を備えているが、受信機能はなく、送信機能のみ備えていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

また、ひずみゲージからの測定対象物変形情報は、常時、発信するように構成することも可能であるが、省電力化の観点から、一定周期で、発信してもよいし、定時刻に発信するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図 1】本発明における第 1 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

【図 2】本発明における第 1 の実施形態である計測システムの概略機能ブロック図である。

【図 3】本発明における第 2 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

10

【図 4】本発明における第 3 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

【図 5】本発明における第 4 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

【図 6】本発明における第 5 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

【図 7】本発明における第 6 の実施形態であるひずみゲージの概略構成図である。

【図 8】本発明における第 7 の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

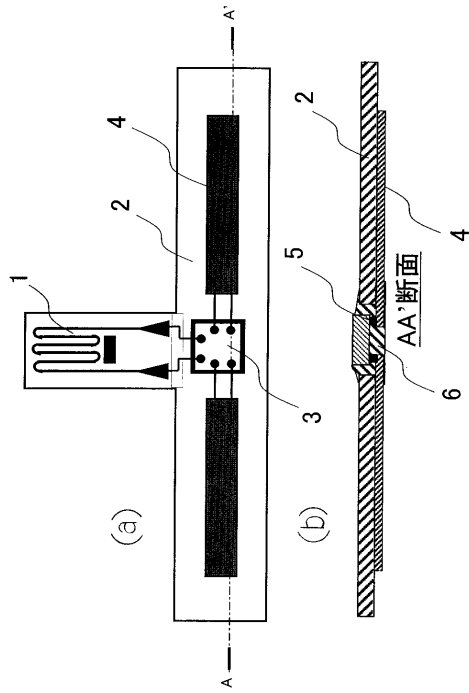
【 0 0 8 8 】

1	ひずみ感応ゲージ部
2	テープ基材
3	無線機能付き半導体チップ
3 a ~ 3 c	チップ
4	アンテナパターン
4 a	アンテナ回路
5	金属製バンパ
6	封止樹脂
6 a	接着剤（異方導電、非導電性）
7	短柱橋脚
8	ラーメン橋脚
9	送受信装置
3 1	ROM機能回路
3 2	ブリッジ抵抗回路
3 3	増幅回路
3 4	A / D変換回路
3 5	ロジック回路
3 6	無線送受信回路（RF回路）
3 7	自己発電回路
9 1	受信装置
9 2	記録装置（媒体）
9 3	演算装置

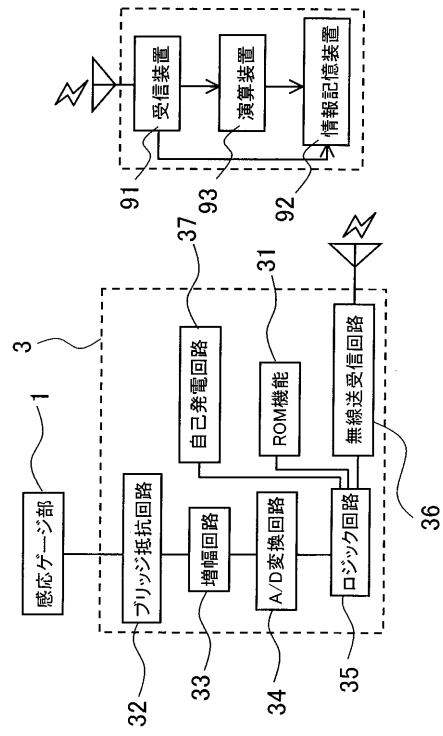
20

30

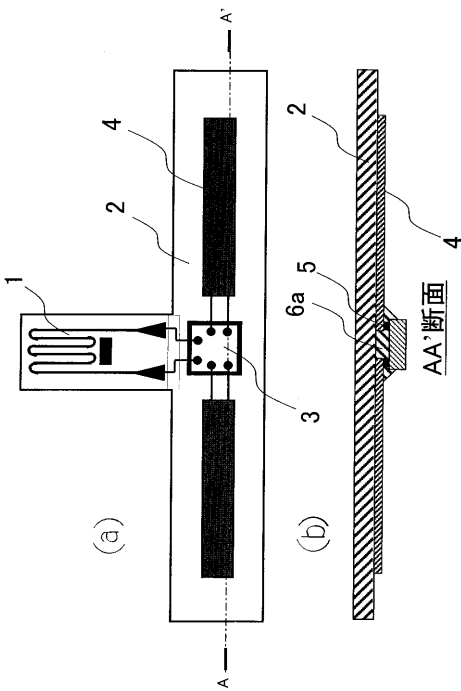
【図 1】



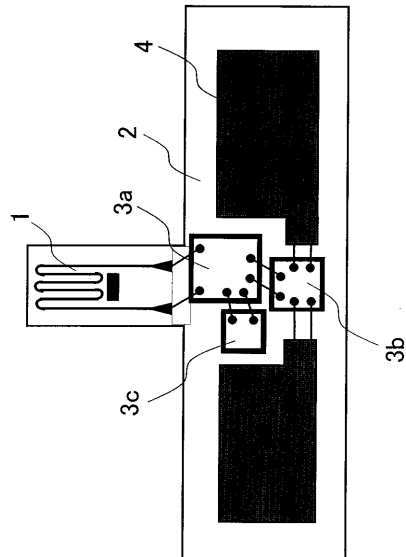
【図 2】



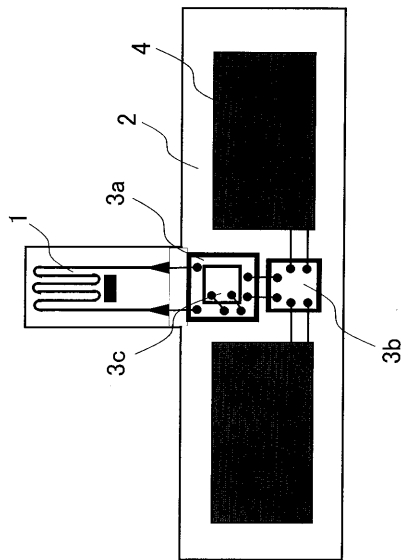
【図 3】



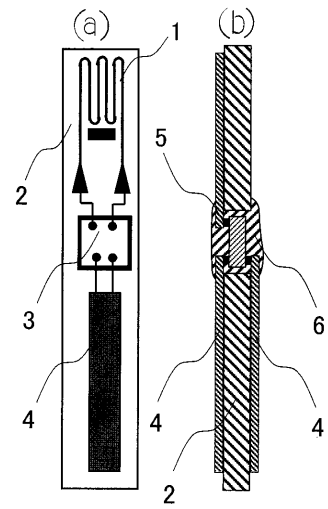
【図 4】



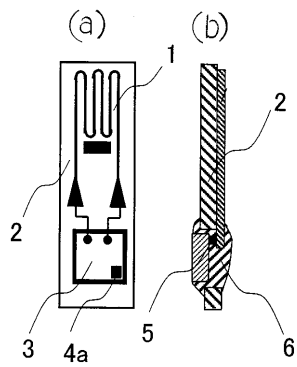
【 図 5 】



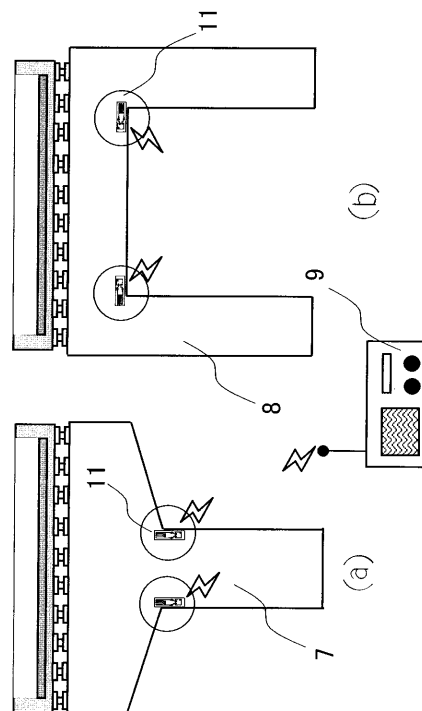
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 澄川 貴志

茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地

株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 熊谷 幸博

茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地

株式会社日立製作所機械研究所内

F ターム(参考) 2F063 AA25 BA11 BA14 CA40 DA02 DA05 DD06 EC20 KA01 NA01
NA07
2F073 AA22 AB01 BB01 BC02 CC01 CC12 DE06 DE16 EE12 FF01
GG01 GG04