

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5320445号
(P5320445)

(45) 発行日 平成25年10月23日(2013.10.23)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 K 37/00 (2006.01)	F 1 6 K 37/00 D
G O 1 L 5/00 (2006.01)	G O 1 L 5/00 Z

請求項の数 2 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2011-197825 (P2011-197825)	(73) 特許権者	507250427
(22) 出願日	平成23年9月12日(2011.9.12)		日立GEニュークリア・エナジー株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-269291 (P2008-269291)		茨城県日立市幸町三丁目1番1号
原出願日	平成18年8月9日(2006.8.9)	(74) 代理人	100100310
(65) 公開番号	特開2012-26576 (P2012-26576A)		弁理士 井上 学
(43) 公開日	平成24年2月9日(2012.2.9)	(72) 発明者	太田 裕之
審査請求日	平成23年9月12日(2011.9.12)		茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			株式会社 日立製作
			所 機械研究所内
		(72) 発明者	島津 ひろみ
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			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】 弁装置の監視システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

不純物拡散抵抗で構成されるブリッジ回路を有する半導体基板を、弁装置に取り付ける
弁装置の監視システムにおいて、

前記弁装置は、

弁棒と、

駆動力を発生させる駆動装置と、

前記駆動装置の駆動力を伝える駆動軸と、

前記駆動軸の軸方向端部に備えられた弾性体と、

前記駆動軸の回転を前記弁棒に伝える前記駆動軸に備えられたギアとを有し、

前記半導体基板を前記弾性体に備え、

前記半導体基板は、その長手方向が前記半導体基板の結晶方位の<110>方向に対し
て、平行または直角になるように配置されるp型不純物拡散層で構成されるブリッジ回路
を有し、前記半導体基板の結晶方位の<110>方向は前記駆動軸と直交する関係である
ことを特徴とする弁装置の監視システム。

【請求項 2】

不純物拡散抵抗で構成されるブリッジ回路を有する半導体基板を、弁装置に取り付ける
弁装置の監視システムにおいて、

前記弁装置は、

弁棒と、

10

20

駆動力を発生させる駆動装置と、
前記駆動装置の駆動力を伝える駆動軸と、
前記駆動軸の軸方向端部に備えられた弾性体と、
前記駆動軸の回転を前記弁棒に伝える前記駆動軸に備えられたギアとを有し、
前記半導体基板を前記弾性体に備え、
前記半導体基板は、その長手方向が前記半導体基板の結晶方位の< 1 0 0 >方向に対し
て、平行または直角になるように配置される n 型不純物拡散層で構成されるブリッジ回路
を有し、前記半導体基板の結晶方位の< 1 0 0 >方向は前記駆動軸と直交する関係である
ことを特徴とする弁装置の監視システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は弁装置の健全性評価が可能である装置、および弁装置の開閉判定が可能なシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、弁駆動装置の健全性を監視するために、弁の駆動体周辺にひずみゲージを貼り付けてひずみやトルクを測定し、その経時変化から異常や劣化度合いを推定する方法が行われてきた。例えば、特開平08-261355号公報に示されるように、弁棒の周辺に配された不動の中空円筒体にひずみゲージを設けてトルクとスラスト力を測定することが行

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平08-261355号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献においては、従来のひずみ測定装置であるひずみゲージを用いているために、弁装置の温度が変化した際には、その温度補正が十分でなく、微小なスラスト力やトルクの変化を測定できなかったという課題があった。すなわち、弁の開閉動作時の摩擦力やトルクの測定を行う場合には、高精度な計測が必要となるが、弁が取り付けある配管の温度が変化した場合には十分な精度を持った計測が出来ないという課題があった。よって本発明においては、配管の温度が変化した場合においても高精度なスラスト力やトルクの計測が可能な弁装置の健全性評価システムを提供する。

30

【0005】

さらに、取り付け部位の近傍には大きなノイズ源となるモータやリレーが設置されるが、ひずみゲージがそれらのノイズを拾いやすいために、十分な精度を持った計測が出来ないという課題があった。特に遠隔監視を行う際に、ひずみゲージの抵抗値を上げて計測システムの消費電流を下げようとする、微小なひずみデータがノイズに埋もれてしまい、精度が大幅に低下するという課題があった。よって本発明においては、消費電力が小さくなるようにした場合でも、外部ノイズに強く高精度な測定が可能である弁装置の健全性評価システムを提供する。

40

【0006】

また、従来のひずみ測定装置であるひずみゲージでは、複数枚の貼り付けが必要なため、その貼り付け面積が大きく、小型の弁装置には設置できない、もしくは保守点検の障害になりやすいという課題があった。特にワイヤレスで遠隔監視を行うシステムでは装置が大きくなり、弁装置の保守点検の障害になりやすいという課題があった。よって本発明においては、小型の弁装置にも設置でき、弁装置の保守点検や分解時に邪魔にならない弁装置の健全性評価システムを提供する。

50

【 0 0 0 7 】

さらに、ひずみゲージを用いてトルクとスラスト力を測定する際には、特許文献 1 にもあるように、弁棒に対して特定の角度を持つように、複数のひずみゲージを直交して貼り付けることが必要になるが、施工上、複雑な部品に直交して貼り付けるのは難しく、貼り付け角度の誤差が生まれやすい。すなわち、設置角度誤差の問題から精度の高い測定が不可能であったという問題があった。よって、本発明においては、弁装置に設置しても設置角度誤差が生まれ難い弁装置の健全性評価システムを提供する。

【 0 0 0 8 】

また、ひずみゲージは、そのひずみ検知部である薄膜に疲労寿命があり、弁装置のように長期間用いるための信頼性に答えられないという問題があった。よって本発明においては、長期の信頼性に耐えられる弁装置の健全性評価システムを提供する。

10

【 0 0 0 9 】

さらに従来は、弁装置の異常や寿命診断を遠隔で監視するために、バッテリーや微小電力や RF 電源で駆動させようとする、ノイズ対策のためにひずみゲージの消費電力を大きくせざるを得ないため、電力が足りずに動作しなかったり、短期間しか動作しないという問題があった。よって本発明では、長期間にわたってバッテリーや微小電力や RF 電源で駆動させることが可能な計測システムを提供する。

【 0 0 1 0 】

また従来は、ひずみゲージ貼り付け時のひずみを補正することが出来なかった、ワイヤレス電送しようとする際に、拡大倍率を上げて高精度計測をしようすると、計測レンジからオーバーしてしまうという問題があった。よって本発明においては、拡大倍率を上げてオーバーせず、高精度に測定できるシステムを提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記の課題は、不純物拡散抵抗で構成されるブリッジ回路を有する半導体基板を、弁装置に取り付ける弁装置の監視システムにおいて、前記弁装置は、弁棒と、駆動力を発生させる駆動装置と、前記駆動装置の駆動力を伝える駆動軸と、前記駆動軸の軸方向端部に備えられた弾性体と、前記駆動軸の回転を前記弁棒に伝える前記駆動軸に備えられたギアとを有し、前記半導体基板を前記弾性体に備え、前記半導体基板は、その長手方向が前記半導体基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向に対して、平行または直角になるように配置される p 型不純物拡散層で構成されるブリッジ回路を有し、前記半導体基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向は前記駆動軸と直交する関係、を有する弁装置の監視システムにより達成される。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明により、従来のトルクスイッチを用いた弁装置に改造無く取り付けることが可能であり、従来のトルクスイッチと併用でき、より信頼性の高い弁装置の監視システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

40

【図 1】参考例 1 における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。

【図 2】参考例 1 における電気回路の接続を示すブロック図である。

【図 3】参考例 1 における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。

【図 4】参考例 1 におけるブリッジ回路の例を示す模式図である。

【図 5】参考例 2 における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。

【図 6】参考例 2 における弁装置の監視システムの設置概要を示す模式図である。

【図 7】参考例 2 における弁装置の監視システムの設置概要を示す模式図である。

【図 8】参考例 2 における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。

【図 9】参考例 2 における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。

【図 10】参考例 2 における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である

50

- 。
- 【図 1 1】参考例 2における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 1 2】参考例 2における弁装置の半導体基板の取り付け位置の例を示す模式図である。
- 。
- 【図 1 3】本発明の実施例における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 1 4】本発明の実施例における弁装置の監視システムの設置概要を示す模式図である。
- 。
- 【図 1 5】本発明の実施例における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 1 6】本発明の実施例における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。 10
- 【図 1 7】本発明の実施例における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。
- 【図 1 8】参考例 3における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 1 9】参考例 3における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。
- 。
- 【図 2 0】参考例 4における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 2 1】参考例 4における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 2 2】参考例 4における弁装置の監視システムの概要を示す模式図である。
- 【図 2 3】参考例 5における半導体基板の状態を示す図である。
- 【図 2 4】参考例 6における弁装置の監視システムにおける処理装置の動作フローの概要 20
- である。
- 【図 2 5】参考例 6における弁装置の監視システムにおける処理装置の動作フローの概要である。
- 【図 2 6】参考例 6における弁装置の監視システムにおける処理装置の動作フローの概要である。
- 【図 2 7】参考例 6における弁装置の監視システムにおける処理装置の動作フローの概要である。
- 【図 2 8】参考例 6における弁装置の監視システムにおける処理装置の動作フローの概要である。
- 【図 2 9】参考例 7における電気回路の接続を示すブロック図である。 30
- 【図 3 0】参考例における不純物拡散抵抗および半導体基板の接続状態を示す図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0014】
- 以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。
- 【0015】
- 本発明においては、ひずみ感応部として半導体基板に不純物拡散層を設けたものであり、半導体単結晶の結晶方位とピエゾ抵抗係数の関係を考慮し、不純物拡散抵抗の電流方向とひずみを計測する方向との関係を、所望の特性を得られるように考慮したものである。以下では、単結晶半導体基板 2 の結晶面や結晶方位の表記には、ミラー指数を用いる。
- 【0016】 40
- ミラー指数表記においては、マイナス方向を指定する場合、数字の上にバーを付するが、本明細書中においては便宜上バーの付いた数字は“ - ”をつけて〔 - 1 1 0 〕のように表記する。また特定の面や方向を表す場合には（ ）と〔 〕をそれぞれ使い、単結晶半導体基板内において等価である面や方向を表す場合には、それぞれ{ }と< >を用いて表記する。さらに、本明細書においては不純物拡散層の長手方向に電流を流し、電流の流れる方向の抵抗値の変動を計測する。抵抗の長手方向という表記は電流を流し抵抗値変動を計測する方向を意味するものとする。
- （参考例 1）
- 【0017】
- 参考例 1を図 1 から図 4 を用いて説明する。本参考例による弁装置の監視システムの主 50

要部を図 1 に、弁装置まわりの主要電気回路のブロック図を図 2 に示す。

【 0 0 1 8 】

図 1 , 図 2 に示す弁装置の監視システムにおいて、半導体基板 2 がバルブヨーク 9 の表面に配置され、半導体基板 2 内のひずみ感知部であるホイートストンブリッジ回路 4 , 5 からの出力は制御送信部 3 へ導かれ、処理装置 3 内の A / D 変換器 6 でデジタル化され、CPU や MPU 等の制御演算装置 7 で演算処理された後に、通信モジュール 1 7 によって電送される。そのデータは通信モジュール 1 8 によって受信され、IP 変換モジュール 1 9 で変換した後にインターネット網に載せられ遠隔監視センタ 2 0 で遠隔監視される。このとき半導体基板 2 からのひずみデータその他、各制御送信部に固有のアドレスデータを送信することが望ましい。また、該単結晶半導体基板 2 の主面 2 a の対向面である接着面は 10

【 0 0 1 9 】

図 2 のブロック回路図に示すように、表面が { 0 0 1 } である単結晶の半導体基板 2 の主面 2 a に少なくとも複数の不純物拡散抵抗 4 a ~ 4 d , 5 a ~ 5 d が設けられ、これらの不純物拡散層は接続されて 2 つのホイートストンブリッジ回路 (以下、ブリッジ回路) 4 , 5 を構成している。 20

【 0 0 2 0 】

図 3 には、バルブヨーク近傍の拡大図として、不純物拡散層 4 a ~ 4 d , 5 a ~ 5 d とバルブヨーク 9 との関係を示す。なお、実際には半導体基板 2 は弁棒 1 0 やバルブヨーク 9 に比べて非常に小さいが、図 3 では詳細構造を記すために大きく誇張して示してある。図 3 の紙面上下方向が弁棒 1 0 の軸方向であり、バルブヨーク 9 の上に半導体基板 2 が貼り付けてあり、貼り付け面と反対側の面 2 a に不純物拡散層 4 a ~ 4 d , 5 a ~ 5 d が形成されている。なお、本参考例では不純物拡散層を形成した面 2 a と対抗する面を貼り付け面としたが、2 a を貼り付け面としても良い。

【 0 0 2 1 】

p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d でブリッジ 4 が構成され、それらの不純物拡散層 4 a ~ 4 d の長手方向を弁棒 1 0 の軸方向に対して、ブリッジ回路 4 の対辺を構成する 2 本 (4 a , 4 c) を平行、別の対辺を構成する残りの 2 本 (4 b , 4 d) を直角になるように配置する。また、それらの不純物拡散層の長手方向、すなわち電流を流す方向は、p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d が大きなひずみ感度を持つ半導体基板 2 の結晶方向の $\langle 110 \rangle$ の結晶方位と一致するように配置する。このように不純物拡散層 4 a ~ 4 d を設けてブリッジ回路 4 を構成することにより、弁棒 1 0 に平行もしくは直角の垂直ひずみに対してのみ、 30

ピエゾ抵抗効果によって大きな抵抗値の変化が得られるように出来る。なお、このブリッジ回路 4 はせん断ひずみに対しては感度がほとんど無い。弁棒 1 0 の反力としてバルブヨーク 9 には軸方向の垂直ひずみが主に作用することから、ブリッジ回路 4 によってスラスト力が測定可能となる。 40

【 0 0 2 2 】

なお、ここで例えば $\langle 110 \rangle$ 方向の結晶方位と一致した不純物拡散層 4 a ~ 4 d、という表記を用いたが、 $\langle 110 \rangle$ の方向から外れた場合でも ± 10 度の角度範囲のズレに収まっていれば、ほぼ同様な効果が期待できる。この角度からさらに外れた場合は急速にひずみ感度が低下するので、 $\langle 110 \rangle$ の方向から ± 10 度の角度範囲を長手とする不純物拡散層を形成するのが望ましい。

【 0 0 2 3 】

また、上記では電流を流す方向が、不純物拡散層のパターンの長手方向とほぼ一致するような説明をしたが、電流を流す向きが上記の方向と一致すれば、パターン の長手方向の如何にかかわらず同様な効果が得られる。ただし、電流を流す向きと不純物拡散層のパタ 50

ーンの長手方向がほぼ一致するようにした場合には、該拡散層の抵抗値を上げることができるので、より低消費電力を達成することができる。よって以下では、電流を流す向きを拡散層のパターンの長手方向となる場合について主に説明する。

【0024】

また図4のように、拡散抵抗の抵抗値を上昇させて消費電力を低減する目的で、拡散抵抗の長さを長くしてもよい。この場合には、センサの面積をそれほど増加させることなく抵抗値を上昇させることができるので、センサの消費電力を減少することができるという利点が生じる。不純物拡散層4a~4d、不純物拡散層5a~5dは、それぞれコンタクトホールを用いて接続されて折り返すことで抵抗値が高くなるようにしてある。

【0025】

また、該半導体基板2内に設けられるブリッジ回路5はn型の不純物拡散層5a~5dで構成され、その不純物拡散層の長手方向を弁棒10の軸方向に対してブリッジ回路5の対辺を構成する2本(5a, 5c)を左に45度となり、別の対辺を構成する残りの2本(5b, 5d)は逆方向である右に45度になるように配置する。すなわち、不純物拡散層5a, 5cと不純物拡散層5b, 5dとはその長手方向が直交する。また、その不純物拡散層5a~5dの長手方向、すなわち電流を流す方向は、n型の不純物拡散層5a~5dが大きなひずみ感度を持つ半導体基板2の結晶軸方向の<100>方向と一致させる。このように不純物拡散層5a~5dを配置したブリッジ回路5を設けることによって、垂直ひずみに対して感度が無く、せん断ひずみに対して大きな抵抗値の変化が得られるように出来、トルクを高精度に計測することが可能となる。

【0026】

通常、シリコン等の半導体単結晶材料では、異方性が強いので、結晶軸方向によってその電気的特性が大きく異なる。よって特定の結晶軸方向に電流を流すと、特定方向のひずみに対して感度を持つ。この感度を持つひずみ方向はp型半導体とn型半導体で大きく異なる。本参考例は、弁装置の監視システムを構成するのに相応しいように不純物の種類、結晶方向、ひずみ取得方向を考慮したために、初めて成し得たものである。

【0027】

このようにブリッジ回路4のスラストセンサとブリッジ回路5のトルクセンサでは、特定の方向の感度が最大となるように不純物拡散層の長手方向が単結晶の結晶方位に対して、結晶学的に決められている。その一方で、各不純物拡散層の長手方向の弁棒10に対する設置角度は、その力学的な見地から決められている。よって本来ならば、ブリッジ回路4とブリッジ回路5は別チップとならざるを得ないが、本参考例においては、これを工夫の上、1チップとすることが出来たものである。すなわち、弁棒10の軸方向に対し、不純物拡散層4a~4dは軸方向に垂直もしくは平行、不純物拡散層5a~5dは軸方向に45度の配置であるので、不純物拡散層4a~4dと不純物拡散層5a~5dは45度の角度を持つ。そして結晶軸方向はそれぞれ大きなひずみ感度を持つ方向として、p型の不純物拡散層4a~4dが単結晶の<110>、n型の不純物拡散層5a~5dが単結晶の<100>を向いているので、ちょうど45度の角度をもって配置されるようになる。このように構成した1枚の半導体基板2を用いることで弁装置のスラスト力とトルクの計測が可能となった。

【0028】

以上を言い換えると、図3の参考例では弁棒10の軸長手方向と半導体基板2の<110>方向が一致するように設置する。

【0029】

以上示したように、1枚の半導体基板2をバルブヨーク9に設置するだけなので、複数のひずみゲージを特定の角度を持って貼り付けるのに比べて、設置角度誤差が小さくなり、精度の高い計測が可能となる。

【0030】

また、該ブリッジ回路4, 5は半導体製造プロセスを用いて作成されるために、非常に微細に出来るという特徴を有する。その結果、半導体基板2も小さくすることが出来るの

10

20

30

40

50

で、小さな弁装置にも設置することができ、また小さいために保守点検の妨げにならないという利点を有する。特に、従来のように複数のセンサを設置すると配線が多く、弁装置の保守点検の際にはこの配線の処理が煩雑であった。しかしながら本参考例においては半導体基板 2 の 1 箇所からまとめて配線が出ているので、その処理が容易であるという利点大きい。また、半導体基板 2 は半導体製造プロセスを用いて作成されるので安価であるという利点も有する。

【 0 0 3 1 】

さらに参考例においてはひずみの検知に半導体結晶のピエゾ抵抗効果を用いているために、従来のひずみゲージよりも 1 桁以上、ひずみに対する感度が高い。よって高精度にひずみを検知できる弁装置の健全性評価システムが実現できるという利点がある。

10

【 0 0 3 2 】

また、半導体結晶のピエゾ抵抗効果は大きな温度依存性を有するが、本参考例ではブリッジ回路 4 , 5 を組むことによって温度補償機能を持たせている。これによって弁箱 1 2 近傍に流れる流体（液体及び気体）の温度が変化した場合でも、高精度な測定が可能となる。従来では、ひずみゲージはバルブヨーク 9 に設置するが、その温度補償を行うためのダミーゲージはバルブヨーク 9 本体に貼り付けることなくバルブヨーク 9 近傍に設置していた。そのため、ダミーゲージとひずみセンサに温度差が発生することが多く、正確な測定が行えないという場合も多かった。これに対し本参考例においては、ダミーゲージに相当するものも同一の半導体基板 2 上に載っているため温度差が発生することが無く、弁装置の健全性評価中に温度が変化しても非常に正確な測定が可能となる。なお、本参考例では半導体基板 2 を用いているために熱伝達率が非常に高いので、半導体基板 2 内の温度差はほとんど無いという利点もある。

20

【 0 0 3 3 】

また、本参考例においては、半導体製造プロセスを用いて微細なブリッジ回路を形成していることから、そのブリッジ回路の内を磁束が通り抜け難いので、ノイズが載り難いという特徴がある。よって近くにモータやリレー等の大きなノイズ源があった場合でも、ノイズを気にすることなく、高精度な測定が可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、本参考例においては、半導体基板 2 を用いているので、疲労寿命がなく、長期信頼性に優れるという特徴がある。すなわち、従来のひずみゲージでは、有機フィルム上に金属薄膜細線を設けた構造なので、腐食や疲労など、長期信頼性に課題が残った。これに対して、本参考例においてはバルクである半導体基板 2 を用いているので、疲労現象がなく、長期信頼性に優れるという特徴を有する。特に弁装置の監視システムでは十年以上使用するケースも多く、その際にも長期信頼性が補償できるという利点がある。

30

【 0 0 3 5 】

なお、本参考例においては、同一の半導体基板 2 に 2 つのブリッジを形成して、スラスト力とトルクを同時に計測できるようにしたが、どちらか一方でも、上記のような高精度な計測が可能となるという利点を有する。

（参考例 2）

【 0 0 3 6 】

本参考例 2 を図 2 , 図 5 から図 1 2 を用いて説明する。図 2 , 図 5 に示すように本参考例 2 では、半導体基板 2 を弁棒 1 0 に取り付け、これを同じく弁棒 1 0 に取り付けた制御送信部 3 でデータをデジタル化してから送信する。該半導体基板 2 内のひずみ感知部であるホイートストンブリッジ回路 4 , 5 からの出力は制御送信部 3 へ導かれ、処理装置 3 内の A / D 変換器 6 でデジタル化され、CPU や MPU 等の制御演算装置 7 で演算処理された後に、通信モジュール 1 7 によって電送される。そのデータは通信モジュール 1 8 によって受信され、IP 変換モジュール 1 9 で変換した後にインターネット網に載せられ遠隔監視センタ 2 0 で遠隔監視される。

40

【 0 0 3 7 】

図 8 は弁棒 1 0 と各不純物拡散層 4 a ~ 4 d , 5 a ~ 5 d の長手方向の関係を示したも

50

のである。参考例 1と同様に、p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d によってブリッジ回路 4 が構成され、その不純物拡散層の長手方向を弁棒 10 の軸方向に平行もしくは直角になるように配置する。また、その不純物拡散層の長手方向、すなわち電流を流す方向は、半導体基板 2 の結晶方向の $\langle 110 \rangle$ の結晶方位と一致するように配置する。このように不純物拡散層を配置することにより、弁棒 10 に平行もしくは直角の垂直ひずみに対してのみ大きな感度を有するため、ブリッジ回路 4 によってスラスト力が測定可能となる。

【0038】

またブリッジ回路 5 に関しても、参考例 1と同様に、n 型の不純物拡散層 5 a ~ 5 d で構成し、その不純物拡散層の長手方向を弁棒 10 の軸方向に対して左右に 45 度になるように配置する。これによって、高精度に弁棒 10 のトルクが計測可能となる。

10

【0039】

すなわち、図 8 の参考例では弁棒 10 の軸長手方向と半導体基板 2 の $\langle 110 \rangle$ 方向が一致するように設置する。

【0040】

なお、弁棒 10 の一部の径を大きくし、その中心に空洞を持つものとし、この表面近傍に半導体基板 2 を取り付けてもよく、その場合には感度が上がるという利点を生じる。

【0041】

また、弁棒 10 に半導体基板 2 を取り付け際には、弁棒 10 に設けられてモータ（駆動装置）11 からの駆動力を伝えるギアと、液体の漏れをシールして防止するシール部材との間の領域に取り付けるのが望ましい。シール部材の下部、すなわち、弁体側に取り付けると処理装置 3 への接続が難しくなるという問題が発生し、ギアの上部に取り付けても所望のトルクは測定できないという問題が発生する。シール部材よりもモータ 11 側に半導体基板 2 を取り付けると、このような問題は発生しない。

20

【0042】

また、図 6 に示したように、弁棒 10 に半導体基板 2 を取り付け際には、弁棒 10 を面取りして設置する。弁棒 10 の表面は曲面のため、半導体基板 2 を取り付けると取付面に隙間が空くことになるが、この隙間は半導体基板 2 のひずみ感度を落とし、また感度ばらつきの原因になる。半導体基板 2 は薄いため、曲げて設置することもできるが、その場合には、半導体基板 2 を曲げたことによってブリッジバランスが崩れ、大きな出力オフセットが発生するという問題が発生する。よって図 6 に示すように、弁棒 10 に面取りした平面 34 を形成し、これに取り付けることによって、感度ばらつきが小さくなり、また出力オフセットも小さく出来る等、精度良く、運用上好ましい測定が可能となる。また、曲げて設置しないことから半導体基板 2 内に残留ひずみが残らず長期信頼性にも優れる。

30

【0043】

さらに、図 7 に示したように、弁棒 10 の長手方向に穴を形成し、この穴の内部に半導体基板 2 を設置し、充填物 33 で埋め込んでも良い。また処理装置 3 へ接続するための半導体基板 2 からの配線は、弁棒 10 に穿った穴に沿って延び、弁棒 10 外に設けた処理装置 3 に接続される。またブリッジ回路 4 は参考例 1と同様に半導体基板 2 内の p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d によって構成され、その不純物拡散層の長手方向を弁棒 10 の軸方向に平行もしくは直角になるように配置する。また、その不純物拡散層の長手方向、すなわち電流を流す方向は、半導体基板 2 の結晶方向の $\langle 110 \rangle$ の結晶方位と一致するように配置する。もしくは、n 型の不純物拡散層を用い、その長手方向を弁棒 10 の軸方向に平行もしくは直角になるように配置し、さらに該不純物拡散層の長手方向を半導体基板 2 の $\langle 100 \rangle$ の結晶方位と一致させても良い。図 7 に示した参考例の場合には、トルクは計測できないが、弁棒 10 のスラスト力を精度よく計測することが可能となる。また、半導体基板 2 が弁棒 10 の内部に埋め込まれているため、耐環境性に優れ、より長期の使用に耐えうることが出来るという利点がある。また、処理装置 3 は弁棒 10 先端に取り付けられ、外部への通信を行い易くなっているが、弁棒 10 とともに回転するようになっているため、半導体基板 2 から処理装置 3 への配線が弁棒 10 の回転により絡まることはない。本参考例では、内部電源と無線通信を採用したため、外部とは有線接続が無くなり、回転

40

50

する弁棒に設置が可能になったためである。

【 0 0 4 4 】

本参考例 2 では、参考例 1 に比べて弁棒 1 0 に直接、ひずみ計測部である半導体基板 2 を設けることが出来るため、より精度の高いトルク計測やスラスト力計測が可能となる。特にトルク計測では、参考例 1 のようにバルブヨーク 9 に取り付けると、バルブヨーク 9 は剛性が高く、鋳物であるために部品形状が複雑である場合も多く、その計測精度が低下する場合も多い。しかし本参考例 2 では、弁棒 1 0 に直接に取り付けるために、形状精度が良く、高精度の計測が可能となるという利点が生じる。その他、本参考例でも参考例 1 に示したものと同様な利点を有する。

【 0 0 4 5 】

ただし、単に弁棒 1 0 にひずみゲージを取り付けただけでは、弁棒 1 0 に取り付けて実際に運用するのは難しい。すなわち弁棒 1 0 は回転するため、それ自体に取り付けるためには無線通信の機能が必要である。すなわち、無線でデータを伝送することにより、弁棒が動作しても配線が巻きつくことがないため動作信頼性が高く、保守点検が容易なシステムとなる。しかしながら回転するという特徴から、外部から有線で電源を供給することが難しい。すなわち、制御送信部 3 の内部に電源を持ち、ワイヤレスで通信できる小型の制御送信部 3 が望まれる。これを通常のひずみゲージで行おうとすると、ひずみゲージの消費電力が大きく、制御送信部 3 の内部に電源を設けても、電力をすぐに消費してしまうことから、実際の運用が難しいという問題が生じる。また制御送信部 3 の内部の電源を大きくして、蓄電量を増加させることも考えられるが、制御送信部 3 自体が大きくなって弁棒に取り付けるのに問題が出やすい等、実用的ではなかった。

【 0 0 4 6 】

しかしながら本参考例においては、不純物拡散抵抗 4 a ~ 4 d , 5 a ~ 5 d の抵抗を高くして消費電力量を低減させた場合でも、耐ノイズ性は劣化せず、高精度の計測が維持できる。よって性能を落とさずに該不純物拡散抵抗の消費電力を 1 / 1 0 0 以下にすることが可能であり、小型の内部電源でも長期間の監視が可能となる。すなわち、弁棒 1 0 へ取り付けたスラスト力センサ、トルクセンサによる弁装置の異常監視は、本参考例における半導体基板 2 の存在によってのみ実用となったものである。また、弁棒 1 0 での検知は感度が高くなるという利点があったが、流体に接しているためにバルブヨーク 9 よりも温度が変動しやすく誤差が出やすいという問題があった。しかしながら本参考例においては半導体基板 2 内にブリッジを形成したために温度変化に対して正確に補正が出来るという特徴があり、これによりこの温度変動の問題が解決できたために高精度な計測と診断が可能となったものである。

【 0 0 4 7 】

なお、図 9 に示すように、n 型の不純物拡散層 5 a ~ 5 d によってブリッジ回路 5 を構成し、その不純物拡散層の長手方向を弁棒 1 0 の軸長手方向に平行もしくは直角になるように配置し、さらに p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d でブリッジ回路 4 を構成し、その不純物拡散層の長手方向を弁棒 1 0 の軸長手方向に対して左右に 4 5 度になるように配置した場合でも同様な効果を有する。この場合には特にスラスト力センサの感度が、トルクセンサに比べて良好であるという利点がある。この配置は上記参考例 1 や下記の参考例にも適用可能である。この場合には弁棒 1 0 の軸長手方向と半導体基板 2 の < 1 0 0 > 方向が一致するように設置する。

【 0 0 4 8 】

また、図 3 0 には別な不純物拡散層の配置を示した。本参考例では、スラスト力を計測する不純物拡散層 5 a ~ 5 d の配置が図 9 の場合と異なっている。この場合には、不純物拡散層 5 a と 5 c は p 型の不純物拡散層で構成され、その不純物拡散層の長手方向、すなわち電流を流す方向は、半導体基板 2 の結晶方向の < 1 0 0 > の結晶方位と一致するように配置する。また不純物拡散層 5 b と 5 d は n 型の不純物拡散層で構成され、その不純物拡散層の長手方向、すなわち電流を流す方向は、半導体基板 2 の結晶方向の < 1 0 0 > の結晶方位と一致するように配置する。この場合にも弁棒 1 0 の軸長手方向と半導体基板 2

の<100>方向が一致するように設置する。

【0049】

このような配置にすることで、スラスト力を計測する際に、弁棒の軸長手方向の力のみを選択的に計測することが出来、弁棒に曲げ応力が作用した際にも、その影響を受けにくくなるという利点が生じる。なお、この配置は上記参考例 1 や下記の参考例にも適用可能である。

【0050】

図10に示すように2つのセンサを2つの半導体基板2に別々に設けて、それぞれを貼り付けてもよく、その場合には、貼り付け誤差が出やすいという問題はあるが、それ以外の利点は上記と同様である。

10

【0051】

また、図11に示すように、ステムナット36に取り付けても良い。この場合には、図12のように、半導体基板2をナット部37とウオームギア29に挟まれる領域に取り付けるのが望ましく、さらには、半導体基板2を取り付ける周辺の領域がナット部37より薄くなっているのが望ましい。また、図12ではステムナット36の表面に半導体基板2を設置しているが、ステムナット36の裏面、すなわちナット内部に設置されても良い。ただし、その場合には制御送信部3を表面に出るように設置するのが望ましい。各不純物拡散層の方向は弁棒10に半導体基板2を設置するのと同様とする。このようにステムナット36の周辺に取り付けることによって、本システムを設置するときに、弁本体を全部、分解する必要が無いという利点がある。

20

【実施例】

【0052】

本実施例はトルクスイッチ用の弾性体28に半導体基板2を取り付けた例である。図13, 図14に示すように、モータ11に接続される動力軸30に接続された弁棒10を駆動するためのウオームギア29の軸27の先端には、該ウオームギア29にスラスト方向に加わる力を弾性的に受け止める弾性体28が設けられ、ウオームギア29の負荷抵抗に応じたスラスト力を弾性的に受止めている。負荷抵抗力を反映したスラスト力に応じて軸27は左右に移動することを利用して、この移動変位量が一定以上になった場合に検知するトルクスイッチ16という機構が設けられる。

【0053】

30

このトルクスイッチ16は、異常時に出力トルクが過大となって弁自体が損傷することを防止する目的で、既定トルクに達した時点で電動機の電源を緊急遮断するためのスイッチとして用いる。この電動弁のトルク特性は、トルクスイッチ等の回転部の磨耗や劣化等によって、初期状態ではトルクスイッチが作動しないような状況でも、経時変化によって作動してしまうことがあり、これにより弁を使用しているプラントの停止が余儀なくされる場合がある。

【0054】

本実施例では、弾性体28に半導体基板2を設けて、その弾性体28の弾性ひずみを測定することで軸28のトルクを間接的に測定する。なお、この弾性体28としては、一般にトルクスプリングと呼ばれているものでも良い。本実施例は単純な構造であり、長期の使用においても磨耗や劣化を起こす部分が無いため、従来のトルクスイッチを用いたシステムに比べて、格段に信頼性の高い異常検知システムが可能となる。さらに間欠的に、ひずみデータを取り続けて履歴として残すことで、不良現象の発生時にいち早くその原因を究明することが出来るという利点が生じる。また、弾性体28のひずみを測定してトルクに換算することで、より精度の高い測定が可能となる。図16には半導体基板2の設置方法の詳細を示す。本実施例では板バネを例として説明を行うが、コイルバネ等でも同様に有効である。図16では、弾性体28は円形状の板バネであり、軸27に作用する左右の力によって大きく変形する部分である板バネの中央部近傍の表面に取り付けてある。図15には、図16の左側から見た図を示す。p型の不純物拡散抵抗4a~4dは弾性体28の径方向に直角、平行になるように配する。また、半導体基板2の結晶<110>方向が

40

50

、弾性体 2 8 の径方向に直角，平行になるようにする。軸 2 7 のスラスト力は弾性体 2 8 の円板板バネの径方向にひずみを発生させ、周方向にはひずみを発生させない。図 1 6 に示すように p 型の不純物拡散抵抗 4 a ~ 4 d を配置することにより、この径方向のひずみを高精度に検知することが可能となる。また、図 1 7 のように、n 型の不純物拡散抵抗 5 a ~ 5 d を弾性体 2 8 の径方向に直角，平行になるように配し、半導体基板 2 の結晶軸方向 $\langle 100 \rangle$ を弾性体 2 8 の径方向に直角，平行になるようにしても同様な効果が得られる。

【 0 0 5 5 】

本実施例によれば、従来のトルクスイッチを用いた弁装置に改造無く取り付けることが可能であり、従来のトルクスイッチと併用でき、より信頼性の高いシステムとすることが出来る。

10

【 0 0 5 6 】

また、弾性体 2 8 は金属体のケースに覆われていることが多いので、その場合には処理装置 3 はケースの表面に配置するのが望ましい。これによって電波がケース外に到達するようにでき、良好な通信環境が確保できる。

(参考例 3)

【 0 0 5 7 】

図 1 8 には参考例 3 を示す。本参考例では、半導体基板 2 をギア 2 6 とウオームギア 2 9 の間の軸 2 7 に配置する。また、図 1 9 に示すように p 型の不純物拡散層 4 a ~ 4 d によってブリッジ回路 4 を構成し、その不純物拡散層の長手方向を軸 2 7 の軸長手方向に平行もしくは直角になるように配置する。また n 型の不純物拡散層 5 a ~ 5 d でブリッジ回路 5 を構成し、その不純物拡散層の長手方向を軸 2 7 の軸長手方向に対して左右に 4 5 度になるように配置する。

20

【 0 0 5 8 】

これによってモータ 1 1 とウオームギア 2 9 の間のトルクとスラスト力が計測でき、これを弁棒 1 0 の部位のトルクとスラスト力と比較することにより、寿命箇所の同定や、不良発生時の迅速な原因究明に役立てることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、処理装置 3 を駆動のための軸 2 7 近傍に配置し、ワイヤレスのシステムとすることにより、駆動軸が回転しても、これに伴って処理装置 3 も動くことができるため、スリップリング等の大掛かりな装置が不要で、簡便なシステムとすることが出来る。また、弁装置のメンテナンス性も良くなるという点がある。

30

(参考例 4)

【 0 0 6 0 】

参考例 4 に関して図 2 0 を用いて説明する。本参考例は、手動弁 3 1 に本参考例を適用した例である。

【 0 0 6 1 】

プラントにおける手動弁の運用は、プラント定期点検時の開閉動作のあと、全ての手動弁の開閉状態を手作業で確認し、その結果を記録して残す等が行われており、大変な労力が費やされている。そこでこの手動弁の開閉状態の遠隔監視が実現できると、コスト削減とプラントの可動信頼性の向上につながるという大きなメリットが生まれる。

40

【 0 0 6 2 】

従来は、この手動弁の開閉状態の遠隔監視を行うシステムとして、特開平 8 - 3 2 6 9 5 0 号公報に見られるように、弁の開度を回転角センサで検知して表示するシステムが知られている。しかしながら、これらのシステムでは、長期間の使用において発生するゆるみ等によって開閉時の回転角がわずかに変化することが多いため、十分な締め付け力を有しない場合にも閉状態の信号を表示しやすいという問題を有する。十分な締め付け力を持たない場合には、最悪の場合には液体の漏洩につながる恐れがある。

【 0 0 6 3 】

図 2 0 に示すように、本参考例では半導体基板 2 をバルブヨーク 9 に取り付け、そのひ

50

ずみ状態を監視する。これによれば弁体 3 2 が弁箱 1 2 に押し付けられる圧縮力を直接監視することができるので、直接的にバルブの閉まりを監視することが可能となる。よって長期間の使用によってゆるみガタツキが発生した場合においても、締め付け力の確実な監視が可能であるという利点がある。すなわち、液体の漏洩が起こるような状態であるかどうかを確実に判別することが可能である。

【 0 0 6 4 】

半導体基板 2 内の不純物拡散抵抗の配置は図 3 の場合と同様であるが、特に本参考例の場合には弁体 3 2 の押し付け力を監視する必要があるため、ブリッジ回路 4 のみ使用しても良い。これによって、参考例 1 と同等な効果が期待できるほか、上記のように液体の漏洩を確実に防止するような遠隔監視が可能となるという大きな利点が生じる。また、ブリ

10

【 0 0 6 5 】

また、半導体基板 2 の取り付け位置は、図 2 0 に示すようにバルブヨーク 9 の裏側、すなわち弁棒 1 0 に近い側が望ましく、処理装置 3 の取り付け位置はバルブヨーク 9 の表面が望ましい。バルブをある一定の力で締め付けた際のバルブヨーク 9 の裏面の引張りずみは表面のひずみよりも圧倒的に大きいため、バルブヨーク 9 の裏面に取り付けることによって感度の良い締め付け力検知が可能となる。また、処理装置 3 は、その内部に電波の発信源とアンテナ 2 3 を持つが、発振される電波は金属体に囲まれるほど電波の到達距離が短くなる。よって処理装置 3 はバルブヨーク 9 の裏側（半導体基板を取り付ける面）とは異なる面（例えば表面）に取り付けるほうが電波の到達距離の観点から望ましい。

20

【 0 0 6 6 】

しかしながらバルブヨーク 9 へ取り付けの際に、上記以外の取り付けを行った場合では性能面では劣るが、同様な効果は有する。

【 0 0 6 7 】

図 2 1 に示すように、弁棒 1 0 に設置しても良い。半導体基板 2 の設置位置および方向は図 8 , 図 9 , 図 1 0 , 図 3 0 のいずれでも可能である。

【 0 0 6 8 】

この場合には、図 2 0 に示す参考例と同様な効果を有するとともに、参考例 2 に示すような利点も生じる。特に手動弁は小型のものが多く、これに従来のひずみ検知システムを取り付けるのは難しかった。本参考例は半導体基板 2 , 処理装置 3 とともに非常に小型であるために、数 cm 大の小型弁にまで取り付けが可能であるという利点がある。また、図 2 2 に示すように、処理装置 3 をハンドル近傍に設けても良い。このようにすることにより、電波の到達距離が伸びるという利点があるほか、バッテリーの交換が簡易である、という利点も生じる。

30

(参考例 5)

【 0 0 6 9 】

参考例 5 に関して図 2 3 を用いて説明する。本参考例は、半導体基板 2 内に温度センサ 1 5 を内蔵した例である。半導体基板 2 はシリコン等の半導体材料で構成され、ひずみの被測定物は鉄鋼材料等の金属であることが多い。このため、温度変化によって半導体基板 2 と被測定物の間で、両者の熱膨張係数差に由来する熱ひずみが発生する。この熱ひずみは、ピエゾ抵抗効果の温度依存に比べては格段に小さいが、それでも精密な測定が必要な場合には考慮が必要となる。図 2 3 に示すように、半導体基板 2 内に温度センサ 1 5 を内蔵することによって、その温度データを用いて、処理装置 3 内、もしくは遠隔監視センタ 2 0 において熱ひずみを補正することが出来、温度が変化した場合でも、より正確な計測が可能となる。半導体基板 2 は熱伝導率が高いので、温度センサ 1 5 と各ブリッジ回路とはほぼ等しい温度とすることができるため、正確な熱ひずみの補正が可能となる。また、本参考例によれば、弁装置のひずみ状態とともに温度状態も検知でき、温度変化から、プラントの何らかの異常の予兆も検知することが出来る。また、該温度センサ 1 5 は、そのプロセスをブリッジ回路と共用できるので、不純物拡散層を用いたものであることが望ま

40

50

しく、さらには p 型と n 型のジャンクションを形成したものであることが望ましい。

(参考例 6)

【 0 0 7 0 】

以上、参考例に示したように、本参考例におけるシステムでは高精度計測と低消費電力を両立させることが可能となる。このため消費電力が小さいという利点から、細かい間隔で、間欠的に、ひずみデータを取り続けることが可能とすることが出来た。このような緻密な取得データを履歴として残すことで、不良現象の発生時にいち早くその原因を究明することが出来るという利点が生じる。またワイヤレスであるということから弁棒等の回転体に、バッテリー等の内部電源を持った無線機とセンサを取り付けることは容易であり、配線を極端に減らせることから弁装置のメンテナンス性の大幅な向上をもたらすという利点がある。

10

【 0 0 7 1 】

しかしながら、バッテリー等の内部電源によって定期的に無線伝送を行う場合には、バッテリーの消耗によって十年以上にわたる運用が難しくなるという問題点がある。そこで、本参考例はその課題を解決したものである。

【 0 0 7 2 】

図 2 4 には処理装置 3 のデータ処理の流れを示した。本参考例では、処理装置 3 は間欠的に弁装置のスラスト力とトルクの計測を行うが、最新の計測値を 1 回前の計測値と比較して状態が変化した場合には、その計測結果を遠隔監視センタ 2 0 へ送信する。すなわち、1 回前の計測値がバルブ閉の既定値を満たしており、最新の計測値がバルブ閉の既定値を満たす場合には送信しないが、最新の計測値がバルブ閉の既定値を満たさなくなった場合に送信を行う。同様に、1 回前の計測値がバルブ開の既定値を満たしている場合に、最新の計測値がバルブ閉の既定値を満たさなくなった場合に送信を行う。また、バルブ開、バルブ閉以外の状態を示す規定値をもうけてもよい。バルブ閉の規定値とバルブ開の規定値の間にバルブ開でも閉でもない規定値を設定し、最新の計測値がバルブ閉の既定値でもなく、バルブ開の既定値でもない場合には送信を行う。このような処理方法を取ることで、状態が変化した場合にのみ送信するため、送信に要するエネルギーを節約することが出来、内部電源のエネルギーの節約が可能になる。また、バルブ開、バルブ閉以外の状態を検知することにより、弁装置の締め付けが不十分である場合も確実に検出することが出来る。また、実際のプラントでは非常に多数の弁装置が存在し、処理装置 3 も多数設置されるため、通信の干渉が発生する。本参考例のように弁装置の開閉状態に変化が起こった場合にのみ通信することで、この通信干渉の起こる確率を低減することが出来る。これによってデータの渋滞を起こすことが無く、高速で確実な弁装置の状態監視が可能となる。

20

30

【 0 0 7 3 】

計測値は処理装置 3 によって、処理装置 3 に固有の数値であるアドレスとともに遠隔監視センタ 2 0 に送られる。このときに、計測値を加工したデータを送信してもよい。電波の受信側である I P 変換モジュール 1 9 は、処理装置 3 からのデータを受信すると、受信した確認のために、処理装置 3 へ無線で信号を送る。処理装置 3 はその受信完了信号を受けるまで、繰り返し無線でデータを送り続ける。この通信は、連続通信でも、間欠通信でもよい。このように受信の確認を行うことで、確実な弁装置の状態監視が可能となる。また、本参考例では状態が変化した場合のみ送信する動作を行うために、システム全体の通信量少なくなり、干渉する機会も減る。よって受信の確認動作を行っても、通信回数が数回以内には確実なデータの受け渡しが可能となるために、送信に要するエネルギーも少なくすむという利点がある。すなわち、本参考例によれば、低消費電力で確実な状態監視が実現できる。

40

【 0 0 7 4 】

また、本参考例においては、正常動作した場合の弁装置の開状態と閉状態のひずみ値を予め処理装置 3 内部に保有し、これと計測値を比較し、状態が変化した場合のみ無線通信することを行ったが、この正常動作の場合の既定のひずみ値を内部に持たず、計測値の変

50

化量が大きくなった場合のみ無線通信してもよい。すなわち、ひずみ量が大幅に変わった場合には、弁装置に何らかの状態変化があったものと判断し、この計測値を無線で送信しても良い。この場合には、センサのオフセット量が経年劣化で大きくなった場合でも確実に変化を捕らえることが出来るという利点がある。

【 0 0 7 5 】

また、図 2 5 に示すように、弁装置の状態の変化を検知した場合に、その状況を送信するとともに、一定時間の間、連続的に計測してその結果を遠隔監視センタ 2 0 に送りつけても良い。これによって、弁が開閉動作している最中のひずみ状態を連続して計測することができる。これによって動作中の摺動摩擦によるトルクの連続的な計測が可能となり、劣化診断や不良予測を行うことが可能となる。すなわち、弁棒の 1 0 の一部に噛み込み等の不良が発生した場合には、その部分をネジ部が通過する場合にトルクが増加する現象が観察され、障害発生の予兆であることを検知できる。また、弁装置の状態を間欠的に送信している場合には、弁装置の状態変化を検知した場合や計測値の変化量が所定の値よりも大きい場合に、変化を検知していないとき計測値の変化量が所定の値よりも小さいときに比べて間欠送信の間隔を短くするようにしてもよい。

【 0 0 7 6 】

また、図 2 6 に示すように処理装置 3 に記憶装置（図示せず）を備えて計測値を処理装置 3 に記憶しても良い。記憶装置はフラッシュメモリ等の不揮発なものが望ましい。また、計測値を加工したデータを記憶してもよい。ただし、処理装置 3 の記憶容量には限界があるため、一定時間後もしくは記憶容量が満杯になった場合に、古いデータから上書きされるようになっていても良い。これにより、弁装置に不良事象が発生した際に、これに遡って計測データを参照できることによって、不良発生の原因究明が容易になるという効果がある。

【 0 0 7 7 】

さらに、用途によっては全ての計測データを処理装置 3 から遠隔監視センタ 2 0 へ送る必要がある。この場合には、図 2 7 に示すように、1 回前の計測値と最新の計測値との差を送信するのが望ましい。この場合には送信に必要な数字列が少なくなるため、送信時間を短く出来、この分、エネルギーの消耗することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

また、図 2 8 に示すように、計測動作とともに内部電源の電圧監視を行うのが良い。例えば、内部電源の電圧を処理装置 3 で計測し、これと予め設定された電源電圧の下限値と比較して、下回っている場合には、処理装置 3 のアドレスとともに電源電圧値（電源残量）もしくは電源切れの警告信号を無線で遠隔監視センタ 2 0 に送信する。本参考例によれば、内部電源としてバッテリー等を用いた場合でも、消耗する前に取り替えることが出来るため、信頼性ある計測が可能である。特に図 2 4 に示すような状態が変化した場合にのみ通信を行うシステムでは、図 2 8 の監視機構がない場合には、外部からはバッテリーが消耗した場合と状態が変化しない場合の区別がつかず、システムの信頼性が低下する。図 2 8 に示す動作を行うシステムでは、バッテリーの消耗と状態変化なしとの区別が明確であり、低消費電力で確実な状態監視が実現できる。

（参考例 7）

【 0 0 7 9 】

図 2 9 には参考例 7 を示す。本参考例では、処理装置 3 内に発光装置 3 5 を設けたものである。発光装置 3 5 は L E D 等の低消費電力のものが良い。弁装置の開閉状態に応じて発光装置 3 5 の点灯および消灯が決定される。すなわち、制御演算装置 7 によって最新の計測値と既設定の開閉状態のひずみ値とが比較され、その結果として発光装置 3 5 の消灯や点灯が決定される。本参考例では、開状態も閉状態も満足しない状態にある場合に発光装置 3 5 が点灯するようにする。すなわち点灯している時は弁装置の閉め方に問題があるときである。これによって、遠隔監視センタ 2 0 からの指示が無くても、保安員が点検時に目視で異常を発見でき、弁装置の異常に対して素早い対応が可能となる。また、非常に多数の弁装置が設けられた大規模プラントにおいては、遠隔監視センタ 2 0 において異常

を検知し、保安員が修理する場合でも、多数の弁装置の中から問題のあるものを見つけ出すことは容易ではない。本参考例によれば、異常のある弁装置のみ発光装置 35 が点灯しているので見つけやすく、間違った弁装置を修理する等の誤りが防止できるという優れた利点がある。また、異常がある弁装置に付けたものだけ LED を点灯させることにより、正常動作している場合には内部電源の消耗を防止することができ、長時間の運用が可能になるという利点がある。

【0080】

また、開状態もしくは閉状態の場合にのみ点灯させるのでもよく、その場合には保安員が目視で弁の状態を把握することが出来るので、素早く弁の開閉状態の点検が行えるという利点がある。すなわち、従来では保安員が弁のハンドルを回し、その締まり具合を手で確認していたので時間を要したが、本参考例によれば目視で確認できるため、素早い点検が可能となる。

10

【0081】

なお、本参考例では保安員に報知する装置として発光装置を用いたが、画面や音によって知らせる報知装置としてもよいし、発光装置を内蔵しても外部に接続してもよい。

(参考例 8)

【0082】

本参考例は、図 29 と同様に、処理装置 3 内に発光装置 35 を設けたものであり、その発光装置を遠隔監視センタ 20 から遠隔で点灯できる仕組みを持つ。すなわち、遠隔監視センタ 20 から IP 変換モジュールを通して処理装置 3 へ無線通信を行い、処理装置 3 内の発光装置 35 を点灯・消灯させる。無線通信データは、特定の処理装置 3 のアドレスと、発光装置 35 を点灯・消灯させるコマンドを含む。保安員が特定の弁装置の修理や点検を行う際には、この点灯している処理装置 3 を見つけることにより、多数の弁装置が設けられている場合でも目的の弁装置を間違えることなく見つけ出すことが出来る。すなわち本参考例によれば、確実な点検を可能とした弁装置の提供が可能である。なお本参考例は、図 29 のようにひずみ計測機能を持たないものに対しても、保守点検の効率的な実施とヒューマンエラーの撲滅という観点から非常に有効である。

20

【符号の説明】

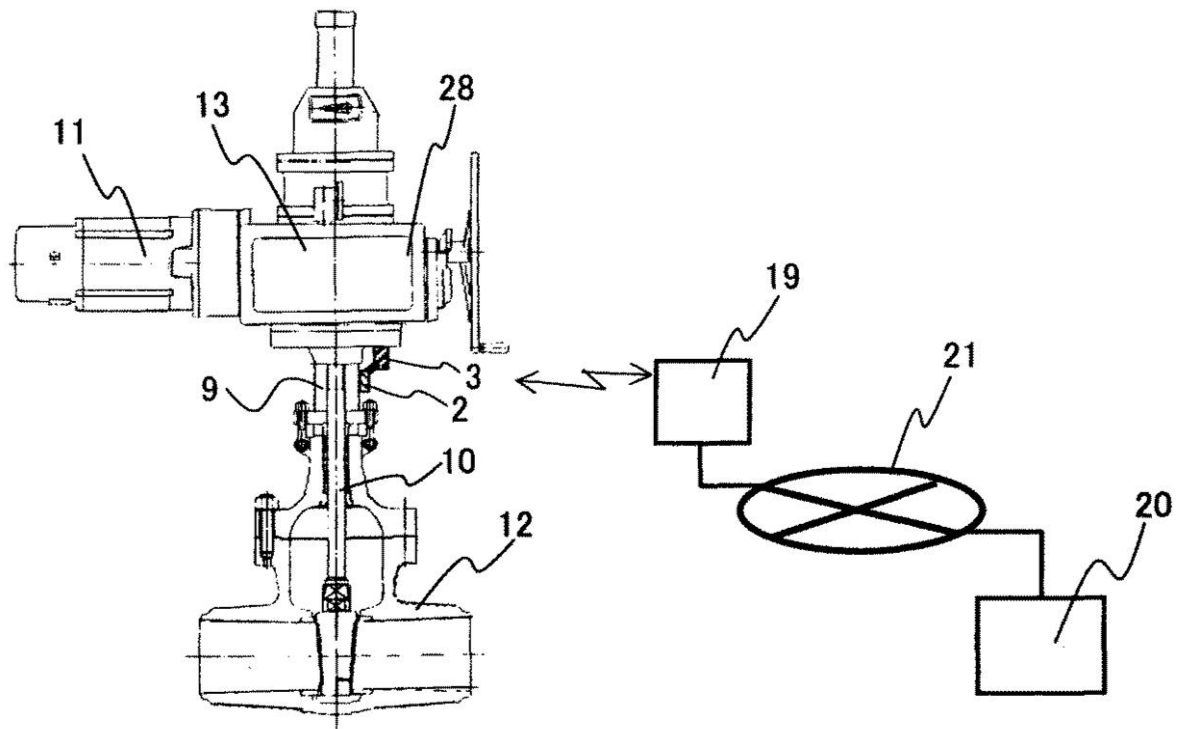
【0083】

2 ... 半導体基板、2a ... 主面、3 ... 制御送信部、4, 5 ... ブリッジ回路、4a ~ d, 5a ~ d ... 拡散抵抗、6 ... A/D 変換器、7 ... 制御演算装置、8 ... 接着面、9 ... バルブヨーク、10 ... 弁棒、11 ... モータ、12 ... 弁箱、13 ... 弁駆動ギア、14 ... 方向表示印、15 ... 温度センサ、17, 18 ... 通信モジュール、19 ... IP 変換モジュール、20 ... 遠隔監視センタ、21 ... インターネット網、22 ... ハンドル、23 ... アンテナ、24 ... アンブ、25 ... ウェル、26 ... ギア、27 ... 軸、28 ... 弾性体、29 ... ウォームギア、30 ... 動力軸、31 ... 手動弁、32 ... 弁体、33 ... 充填物、34 ... 面取り面、35 ... 発光装置、36 ... ステムナット、37 ... ナット部。

30

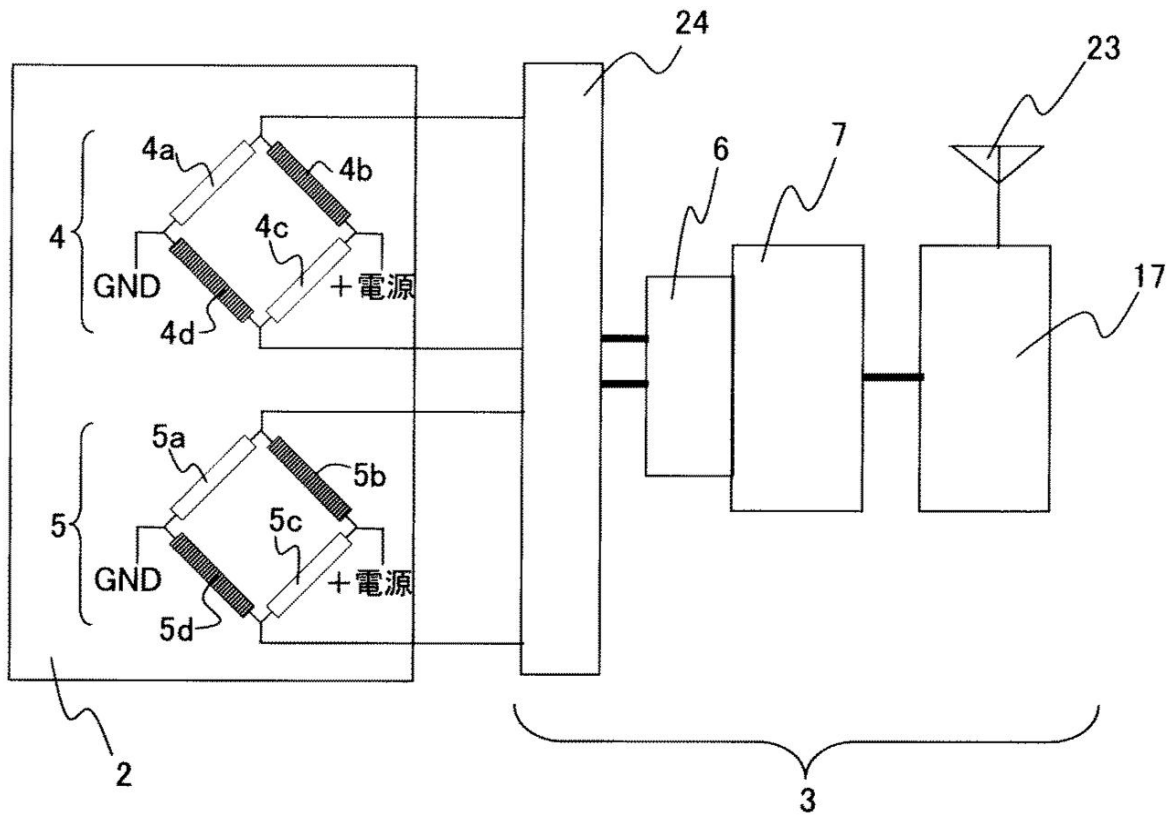
【図 1】

図 1



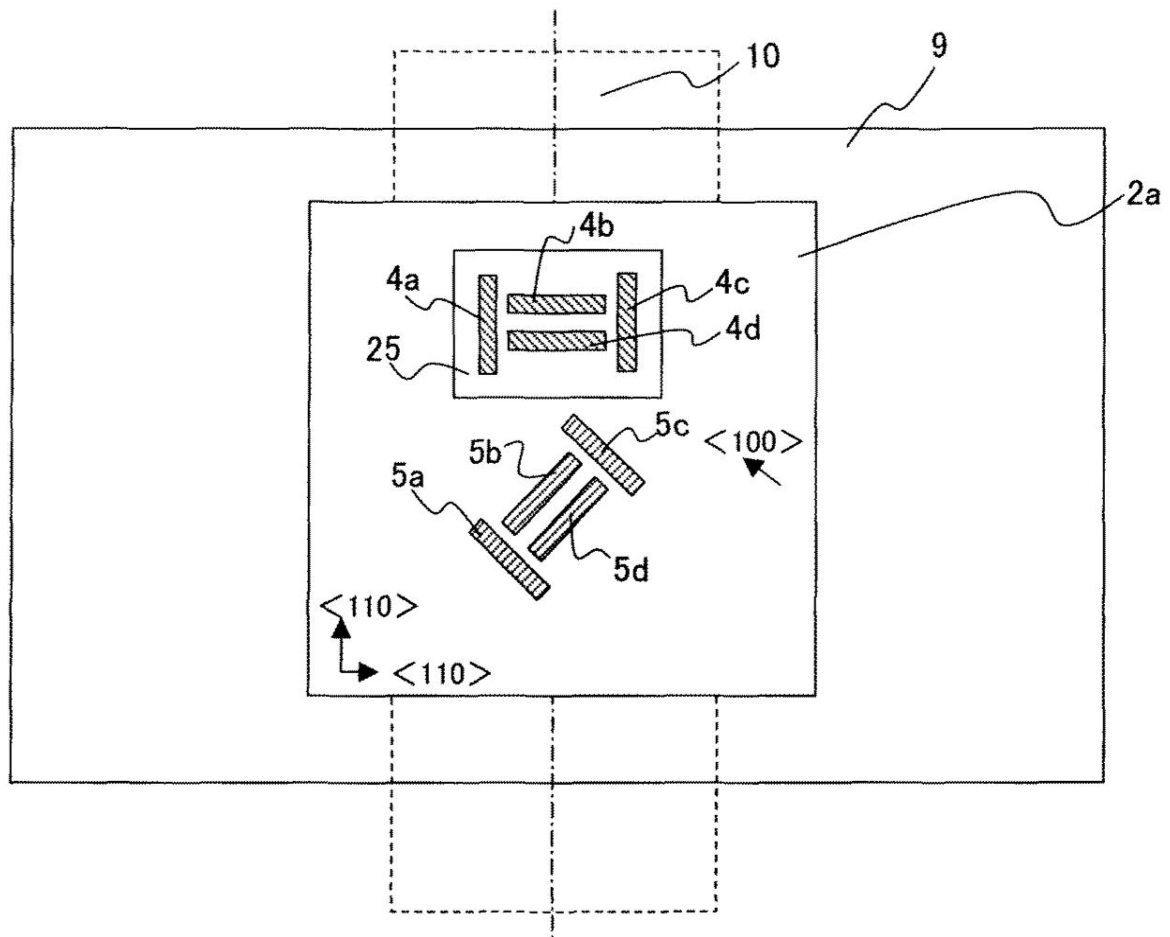
【図 2】

図 2

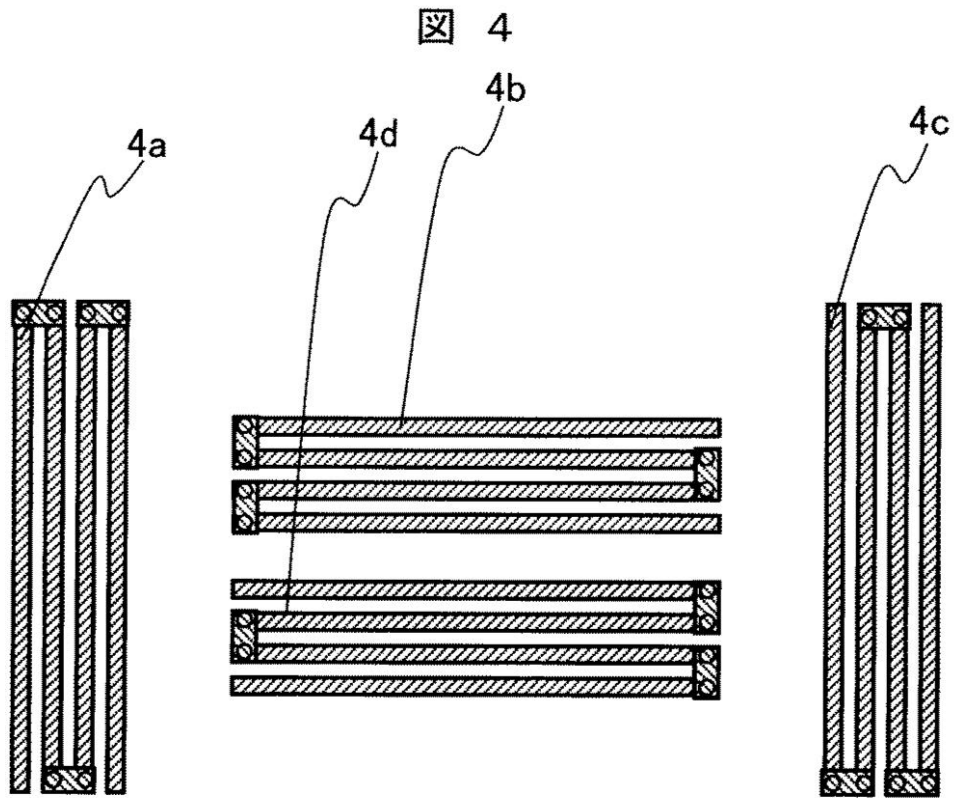


【図3】

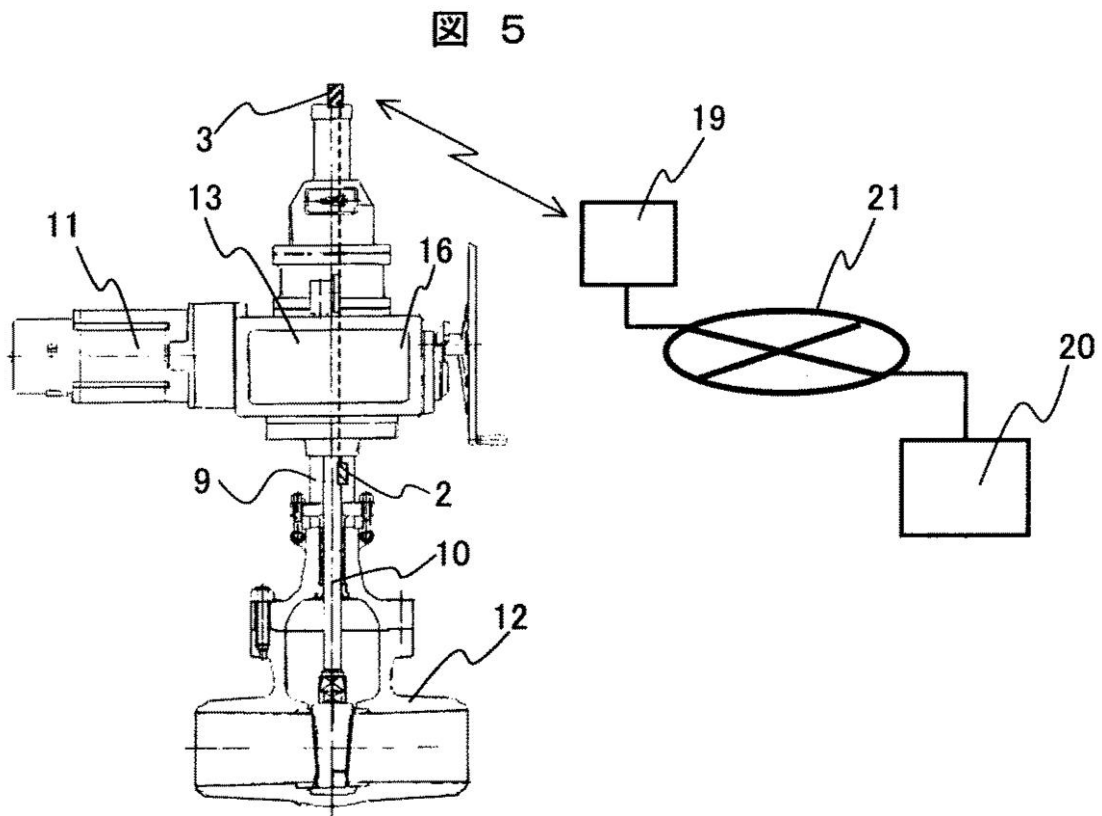
図 3



【図 4】

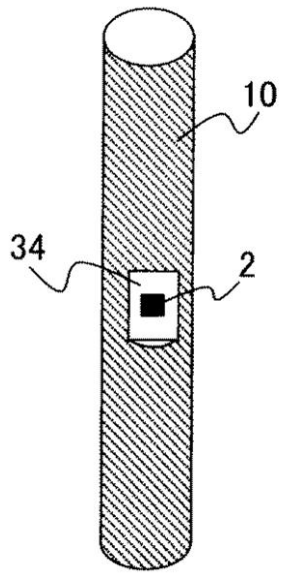


【図 5】



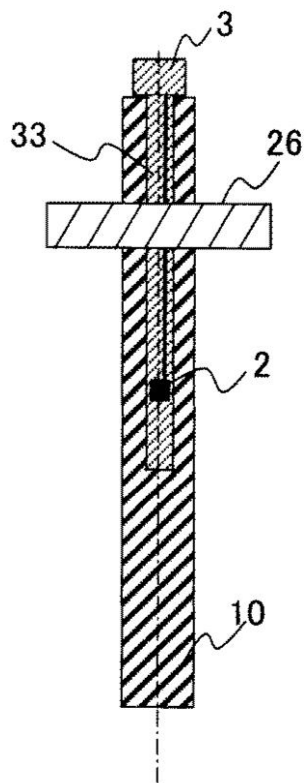
【図 6】

図 6



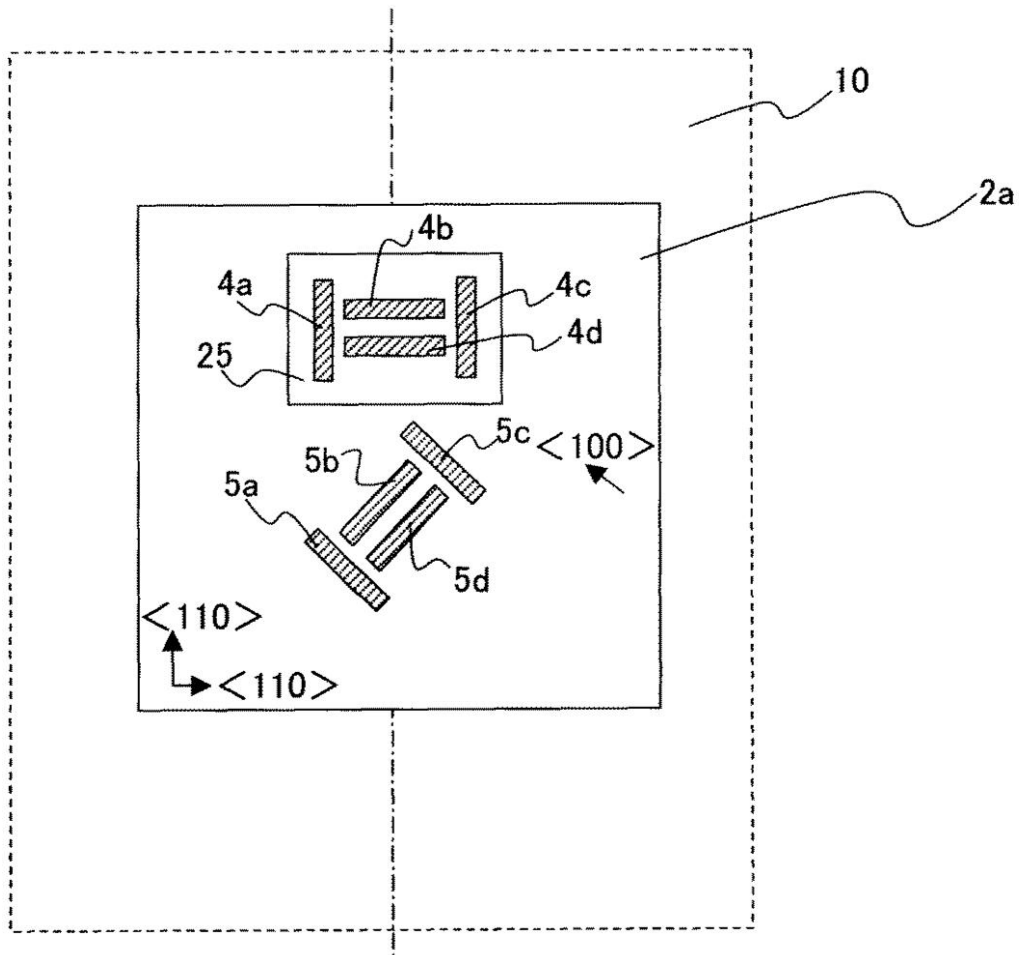
【図 7】

図 7



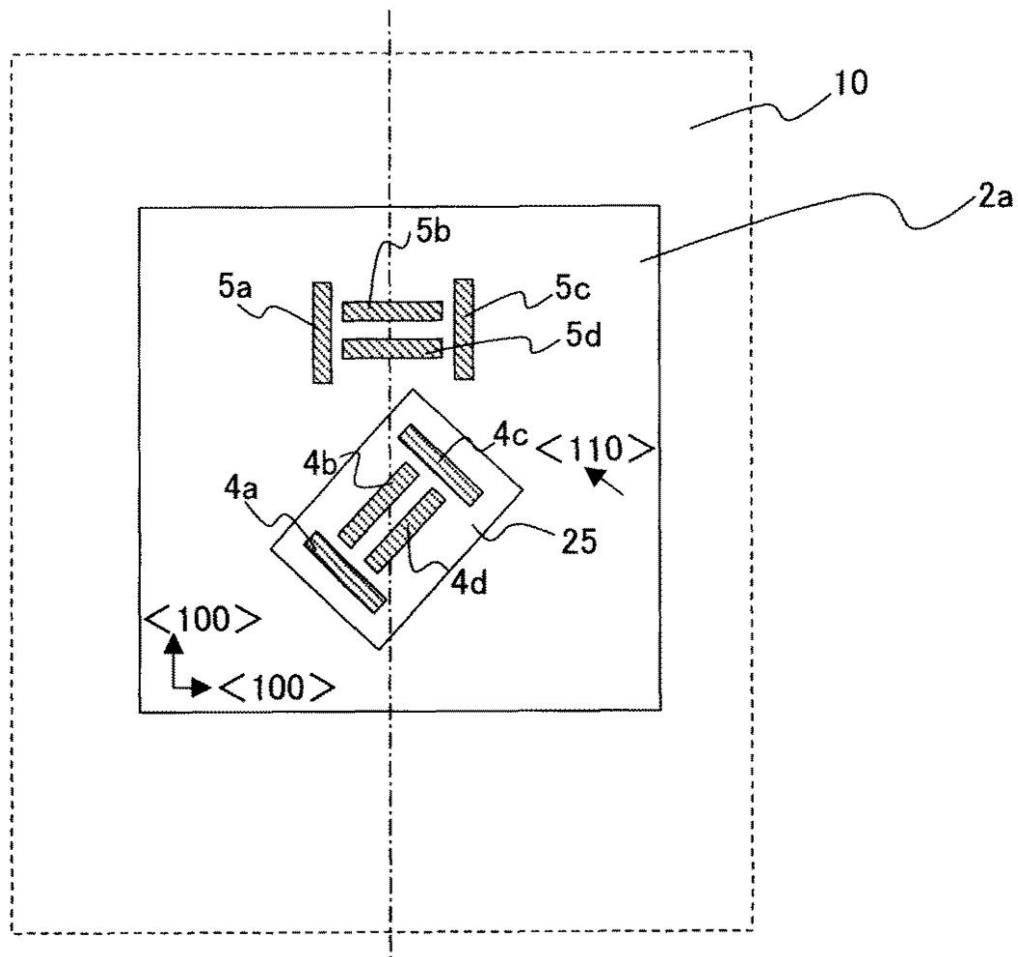
【図 8】

図 8

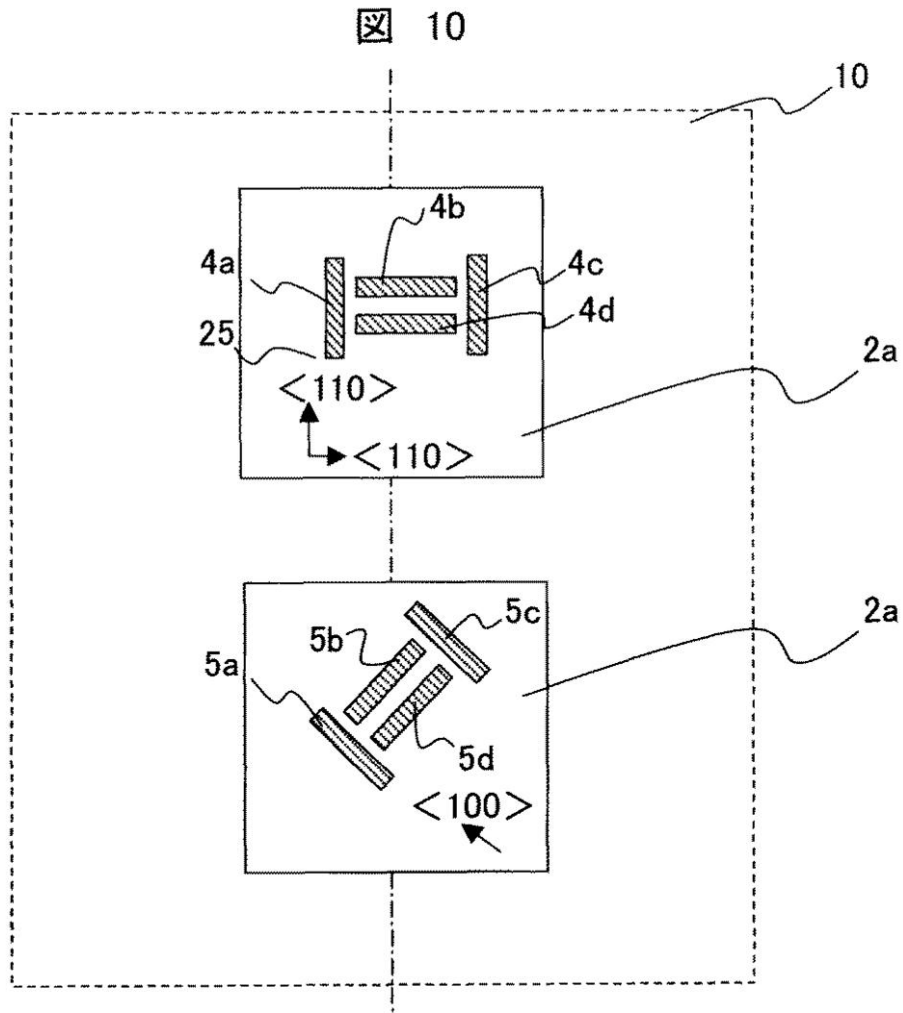


【図 9】

図 9

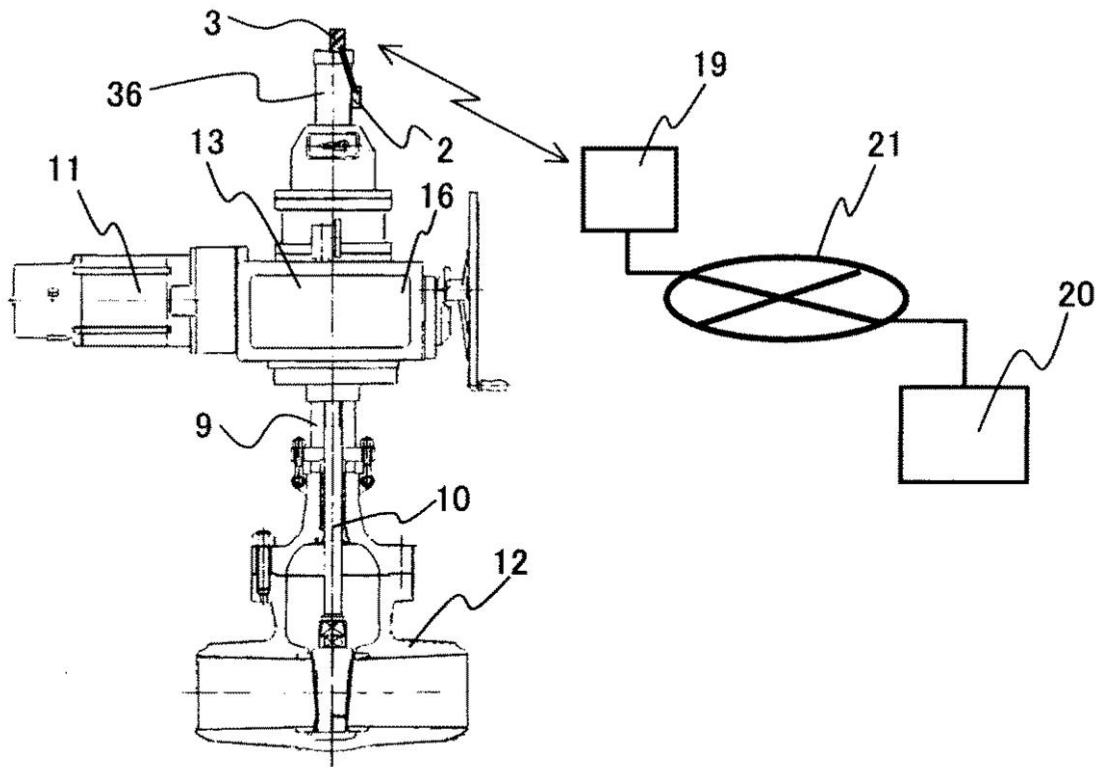


【図10】



【図 11】

図 11



【図 12】

図 12

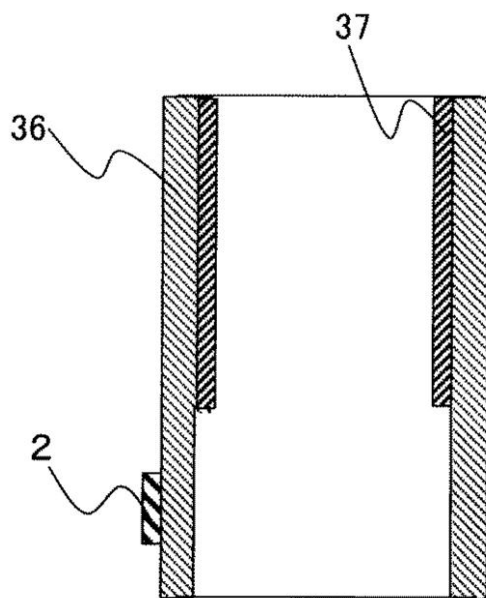


图 13

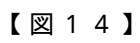
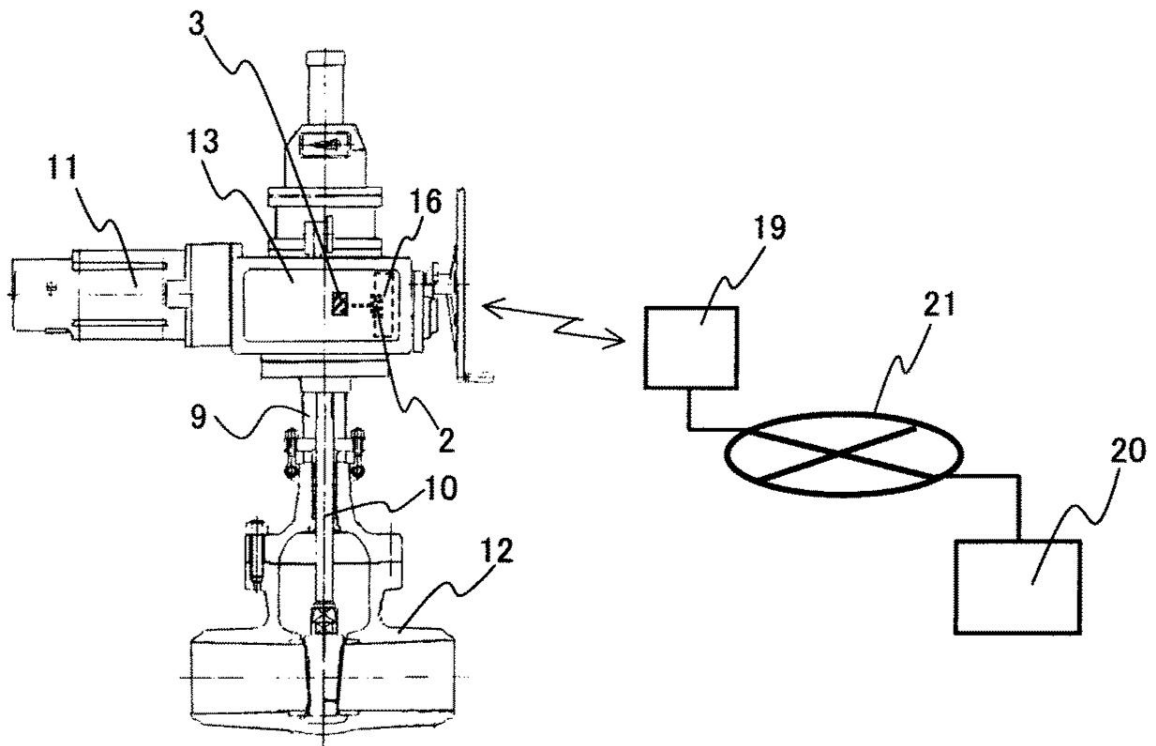
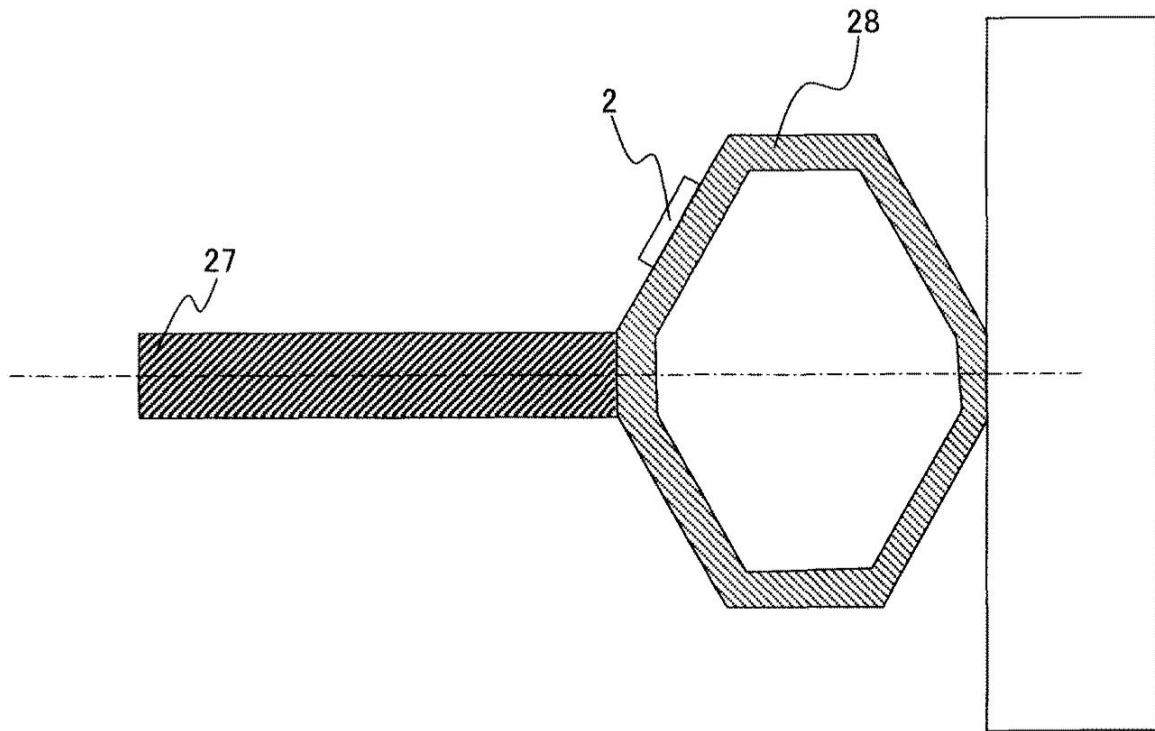


图 14



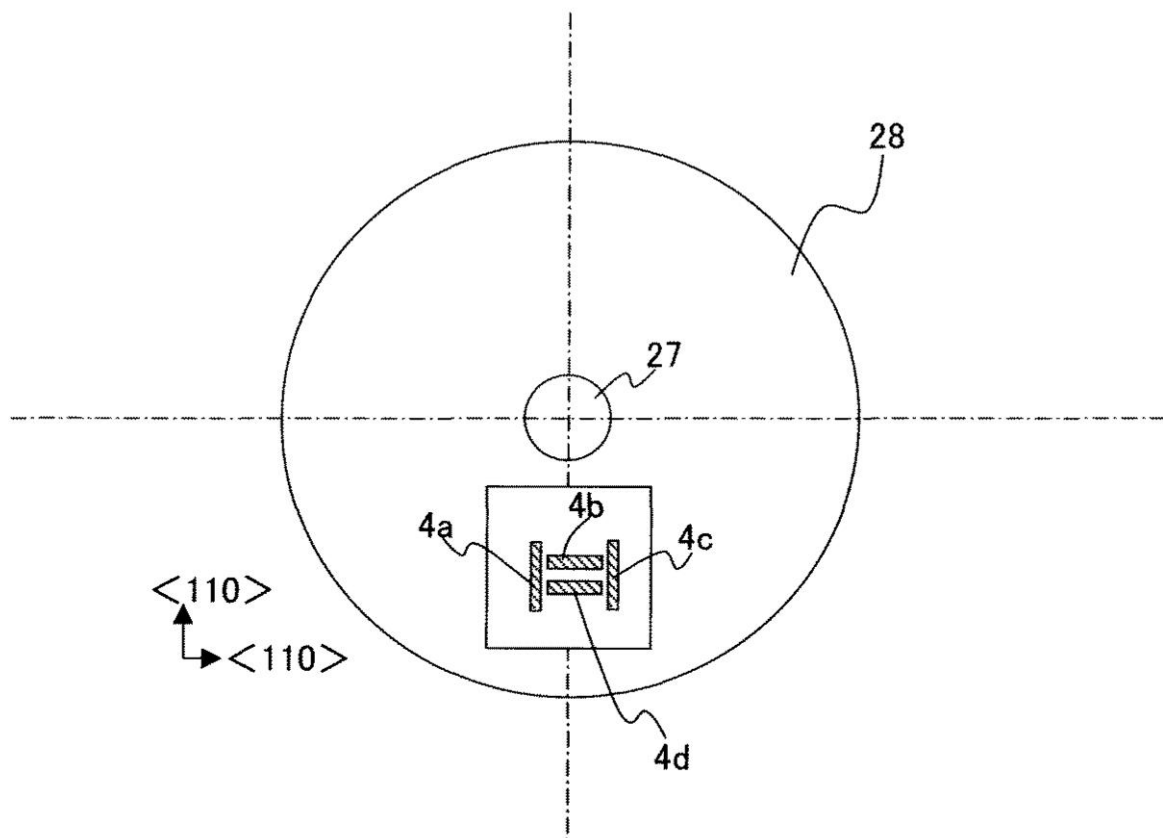
【図 15】

図 15



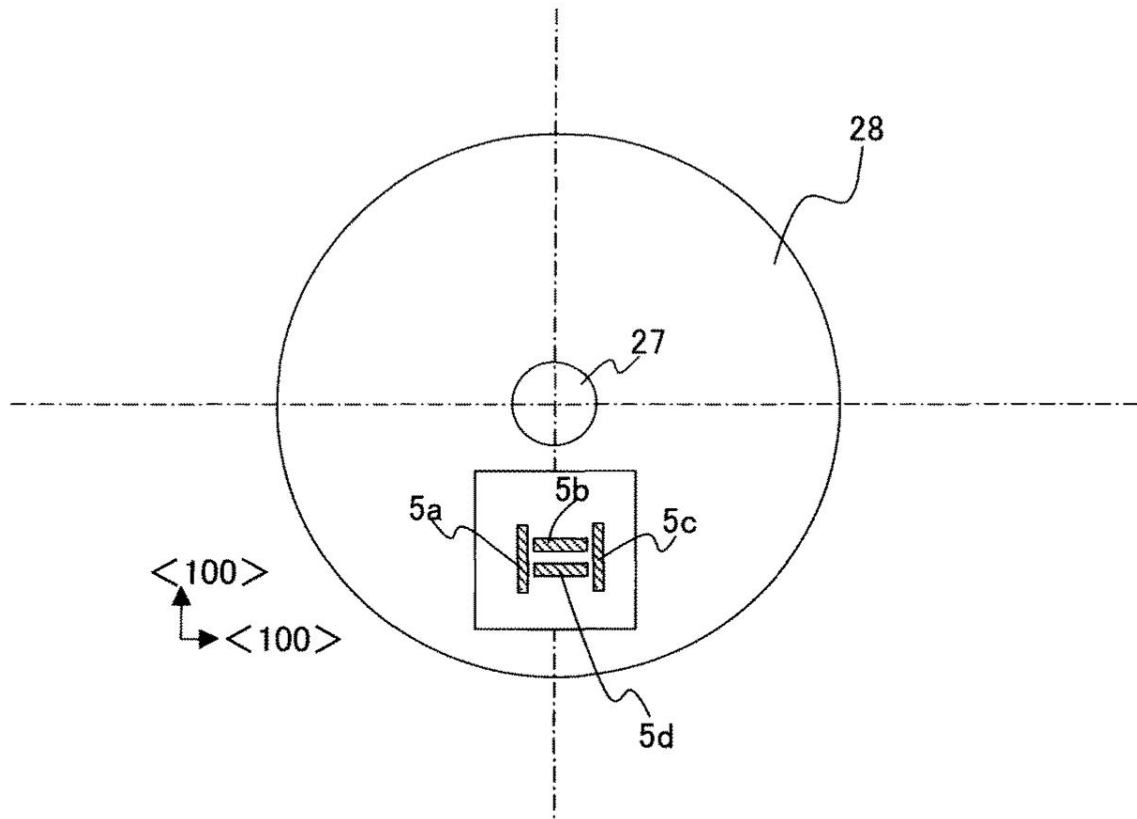
【図 16】

図 16



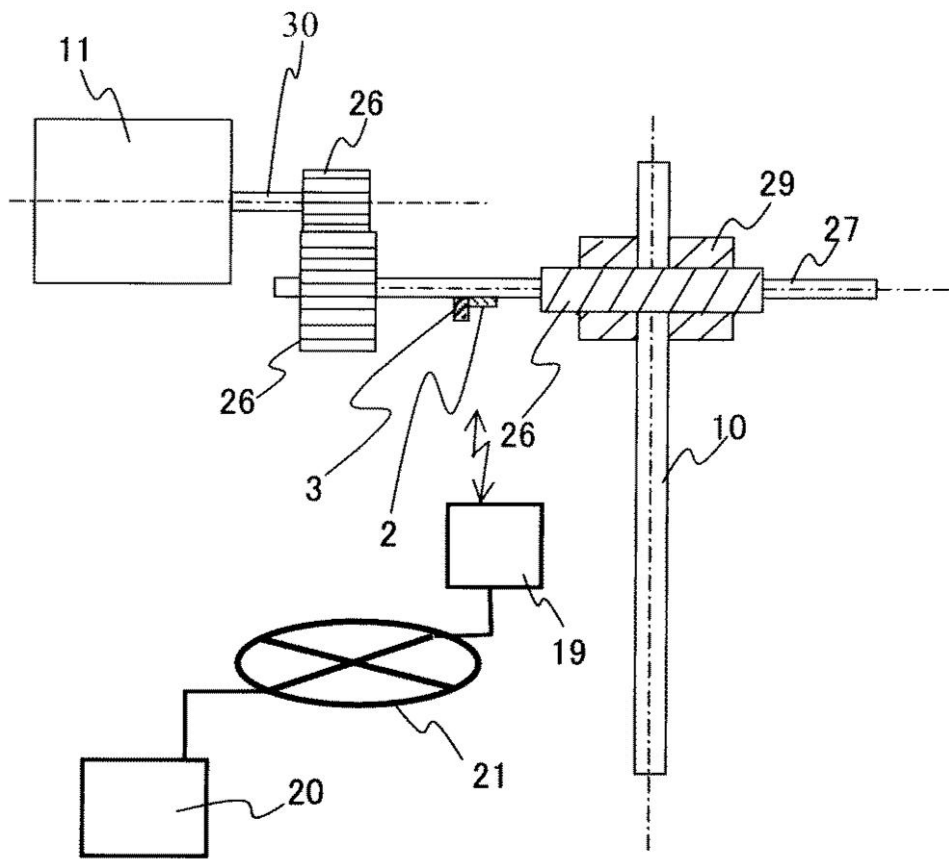
【図 17】

図 17

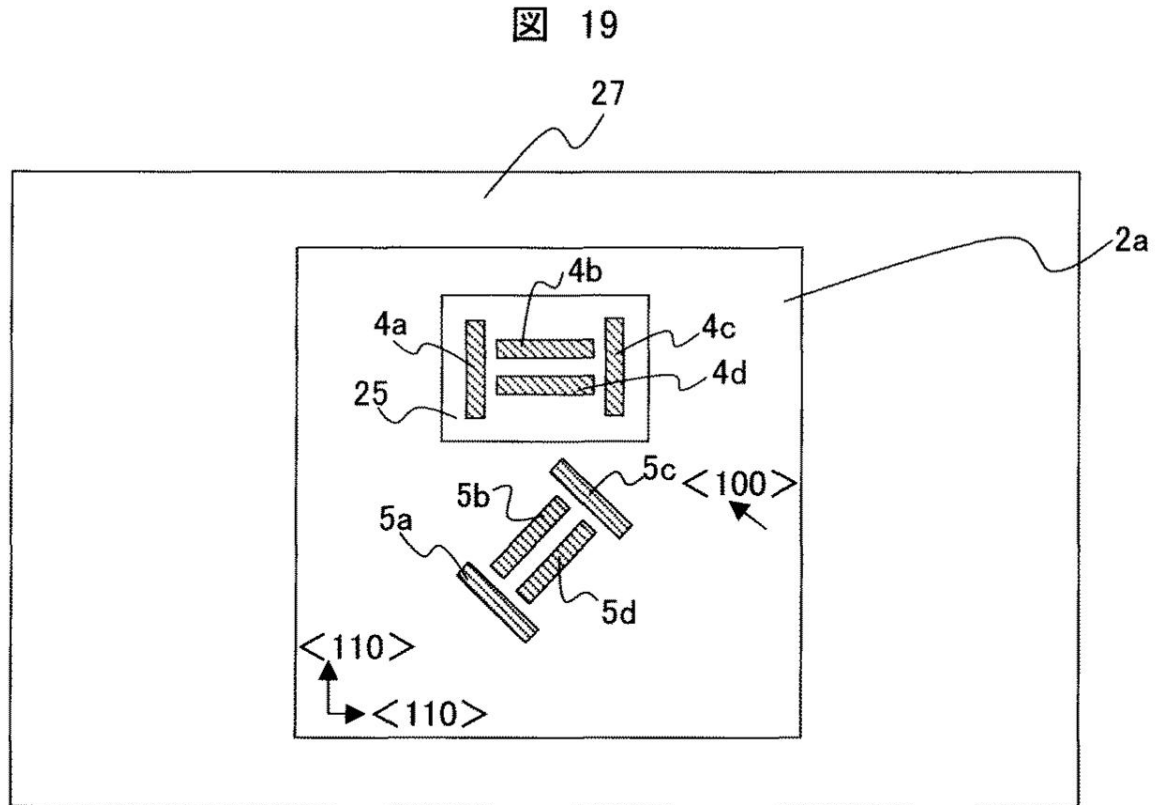


【図18】

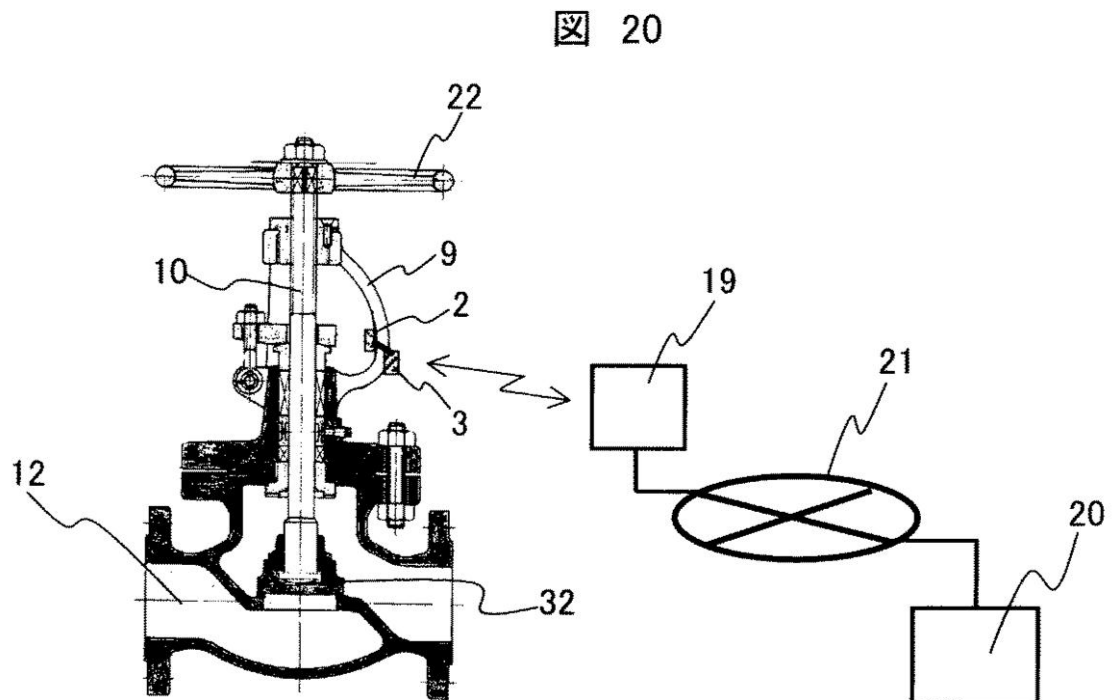
図 18



【図 19】

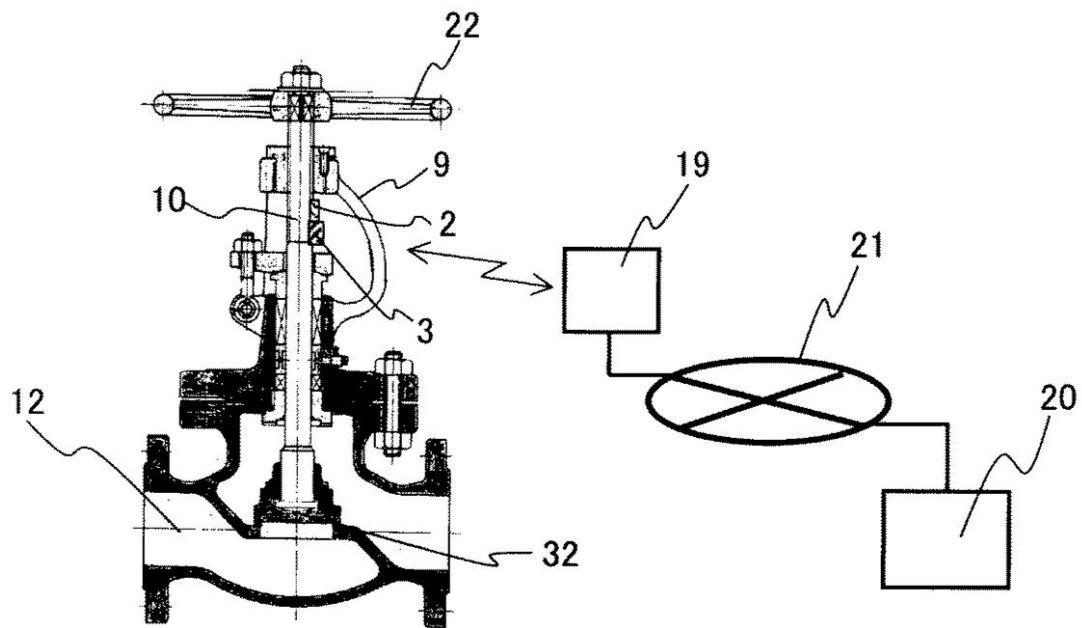


【図 20】



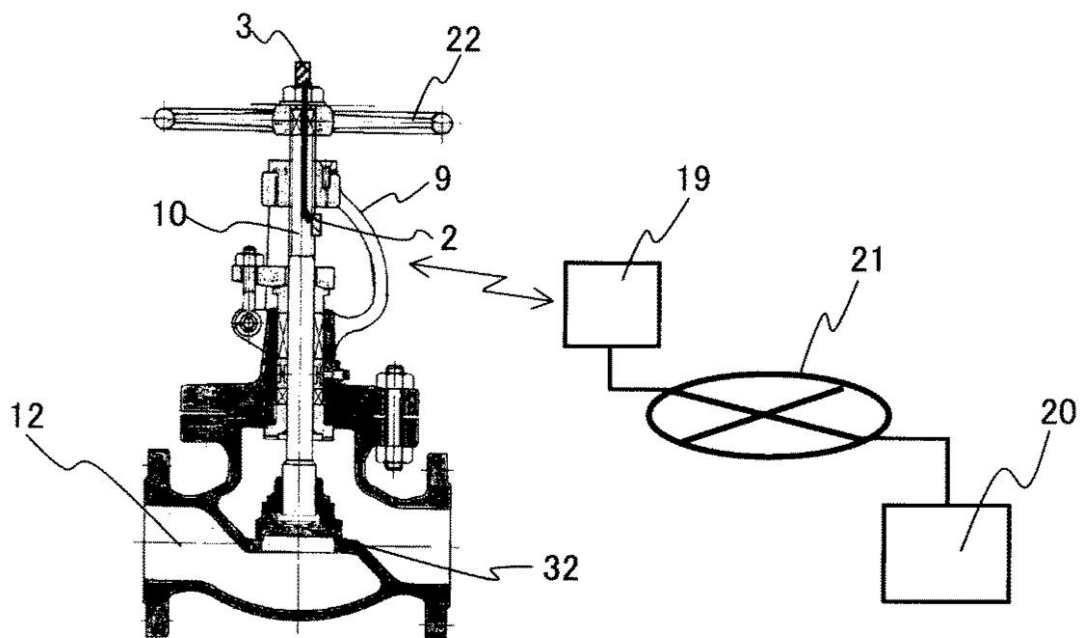
【図 21】

図 21



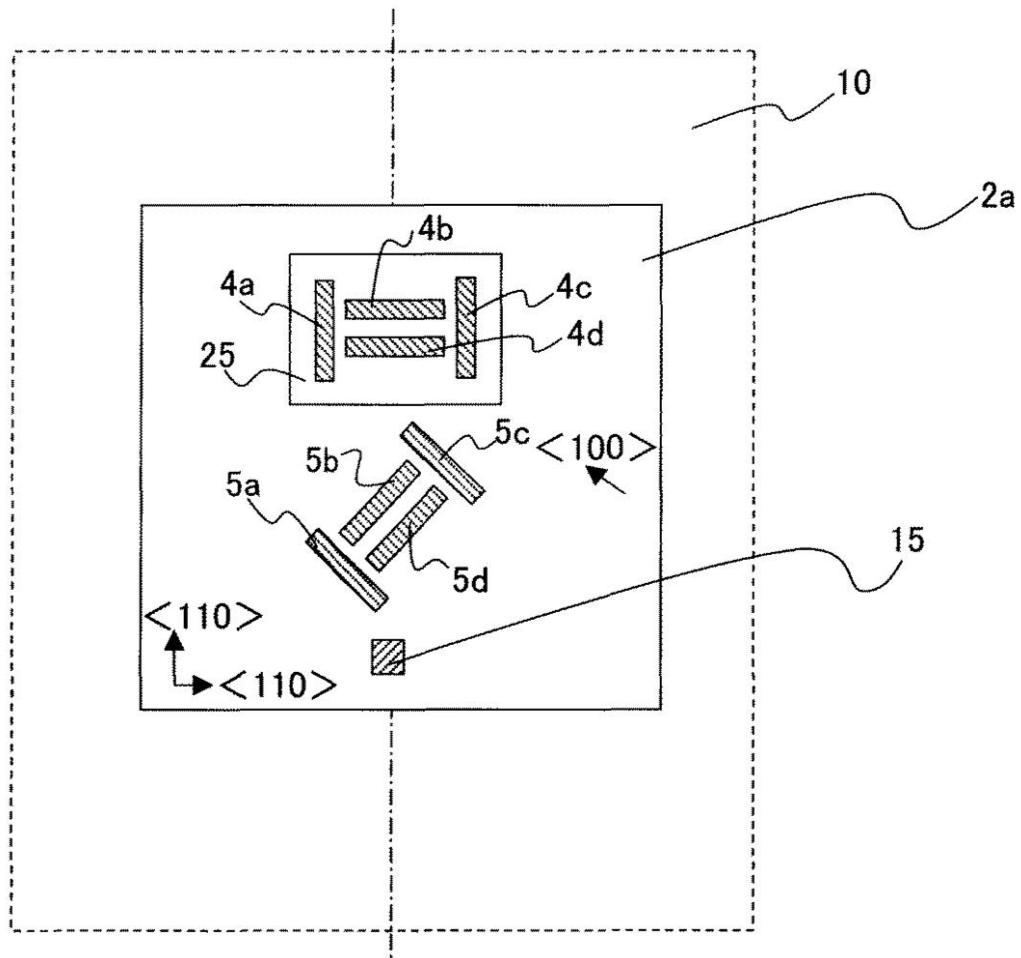
【図 22】

図 22



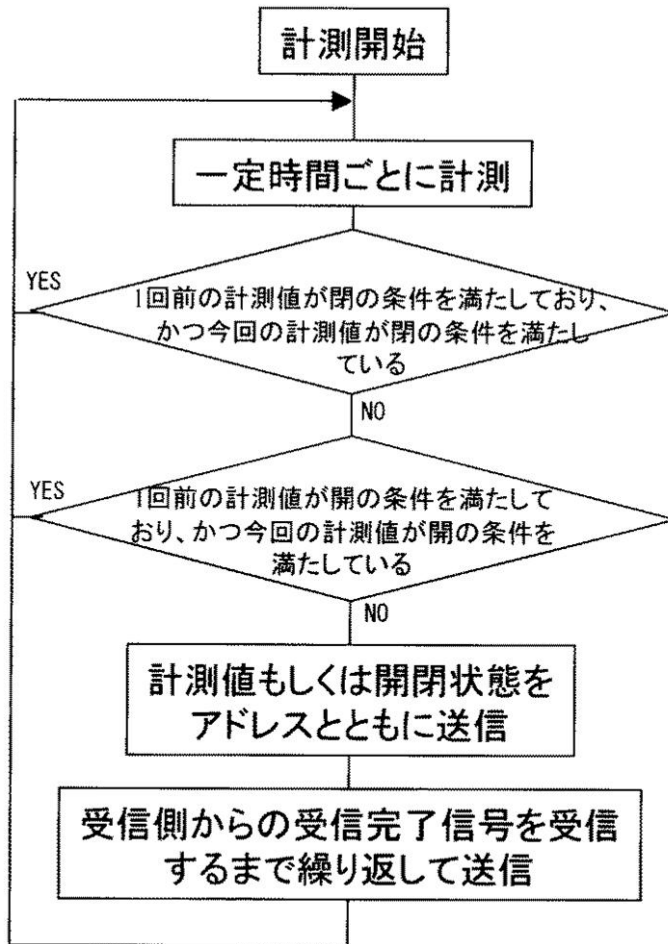
【図 23】

図 23



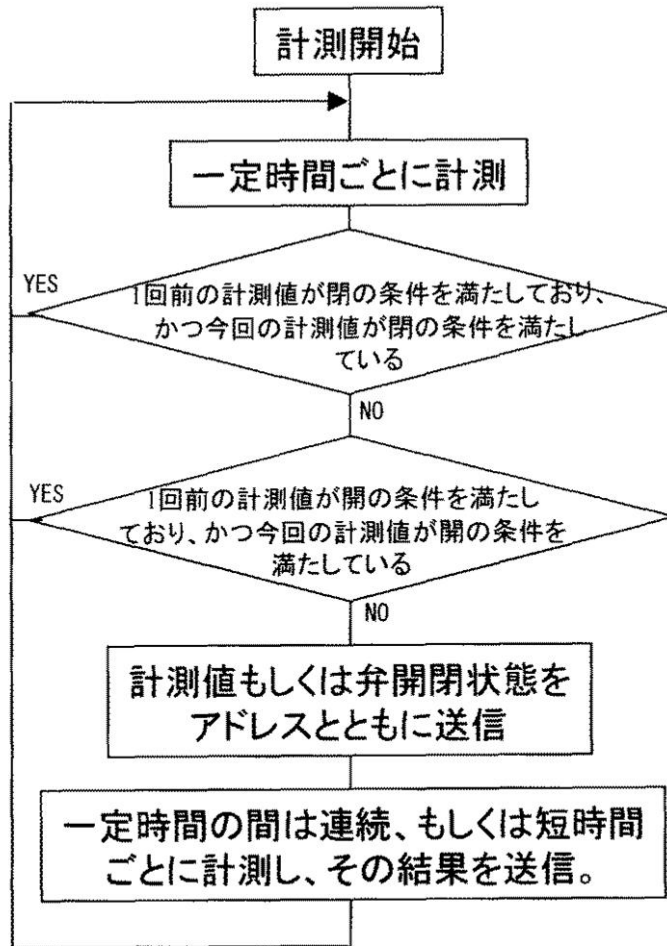
【図 24】

図 24



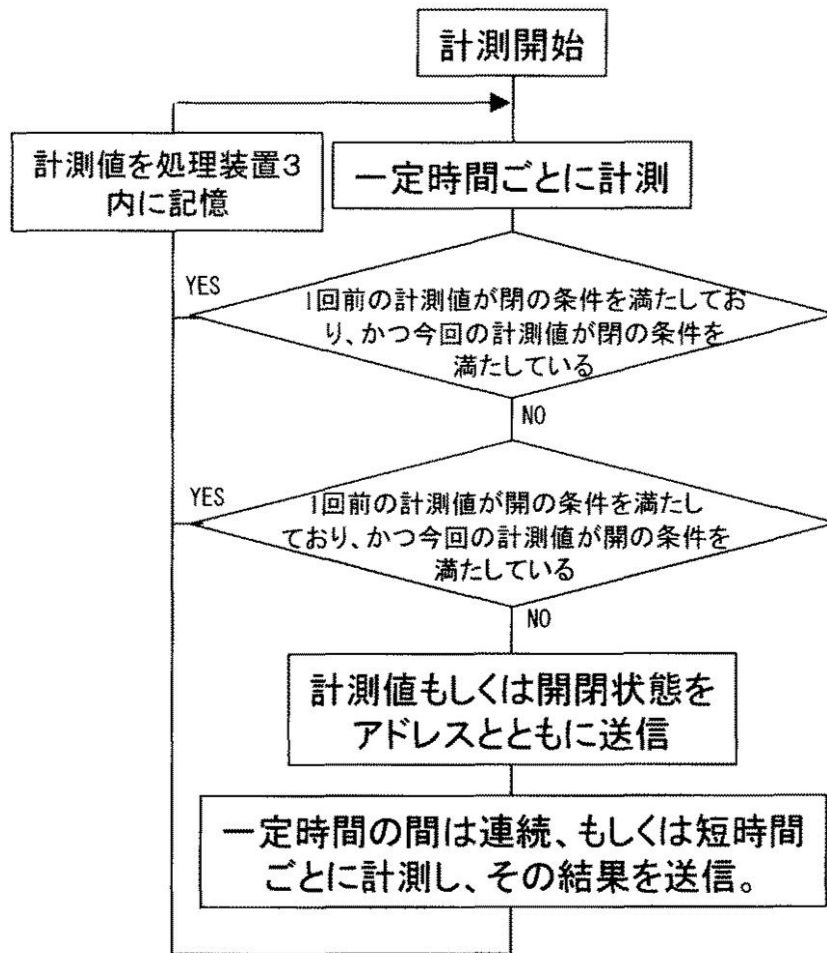
【図 25】

図 25



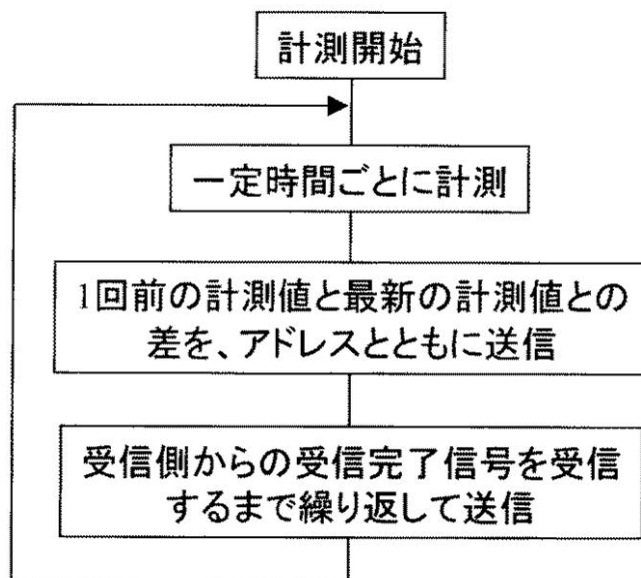
【図 26】

図 26

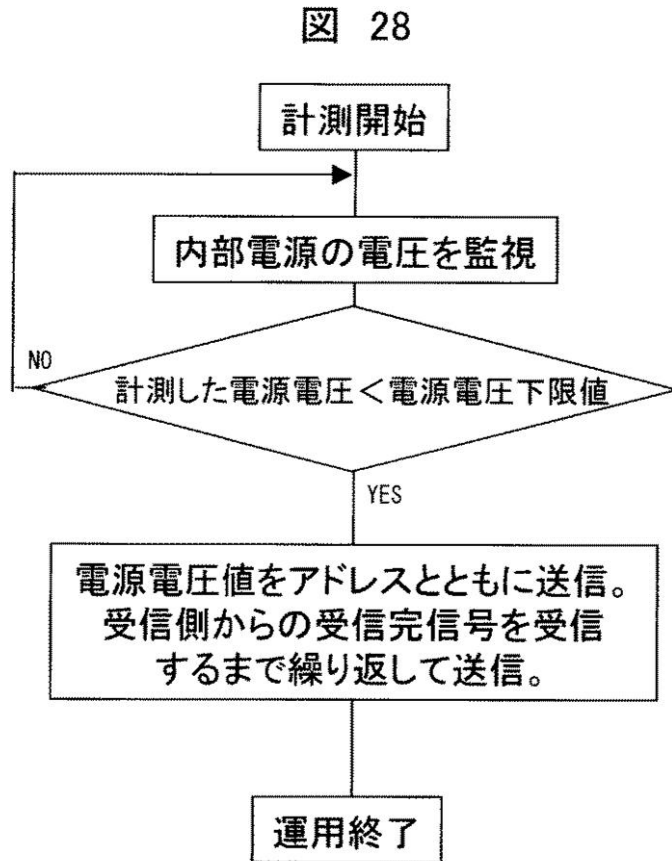


【図 27】

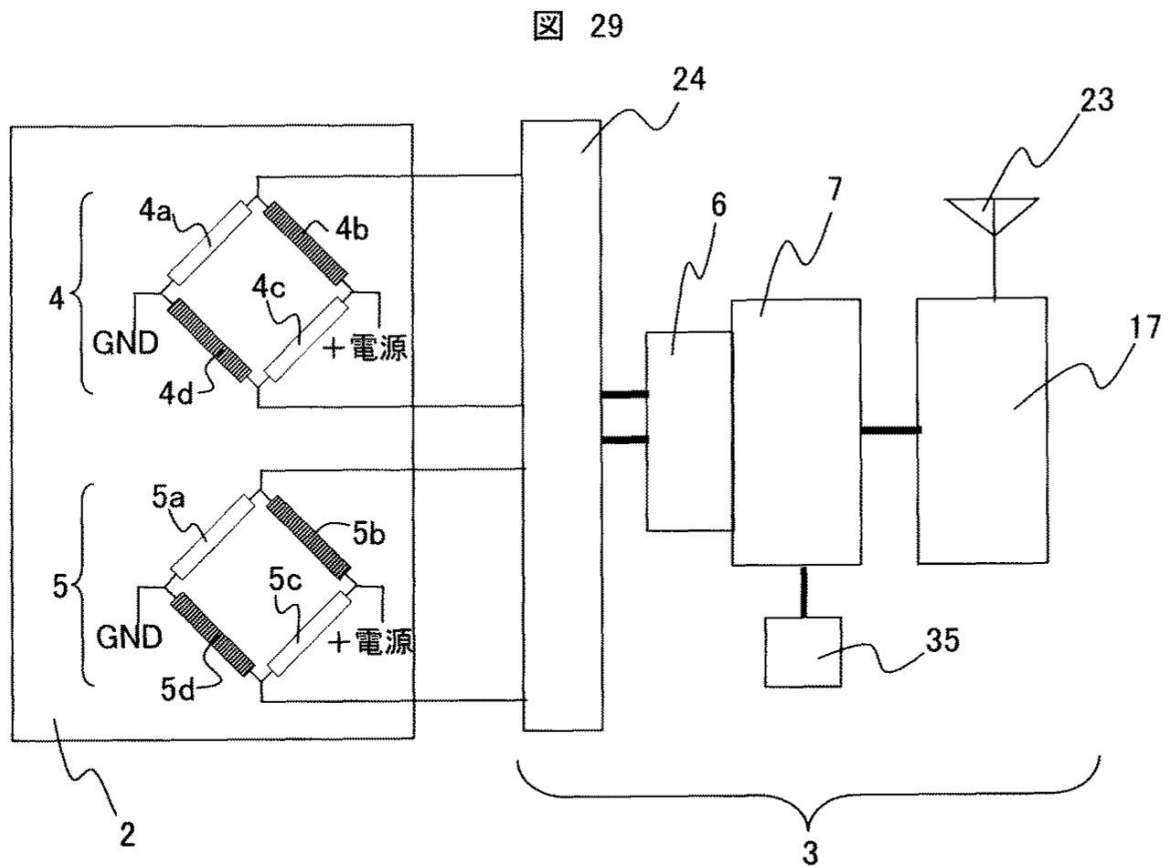
図 27



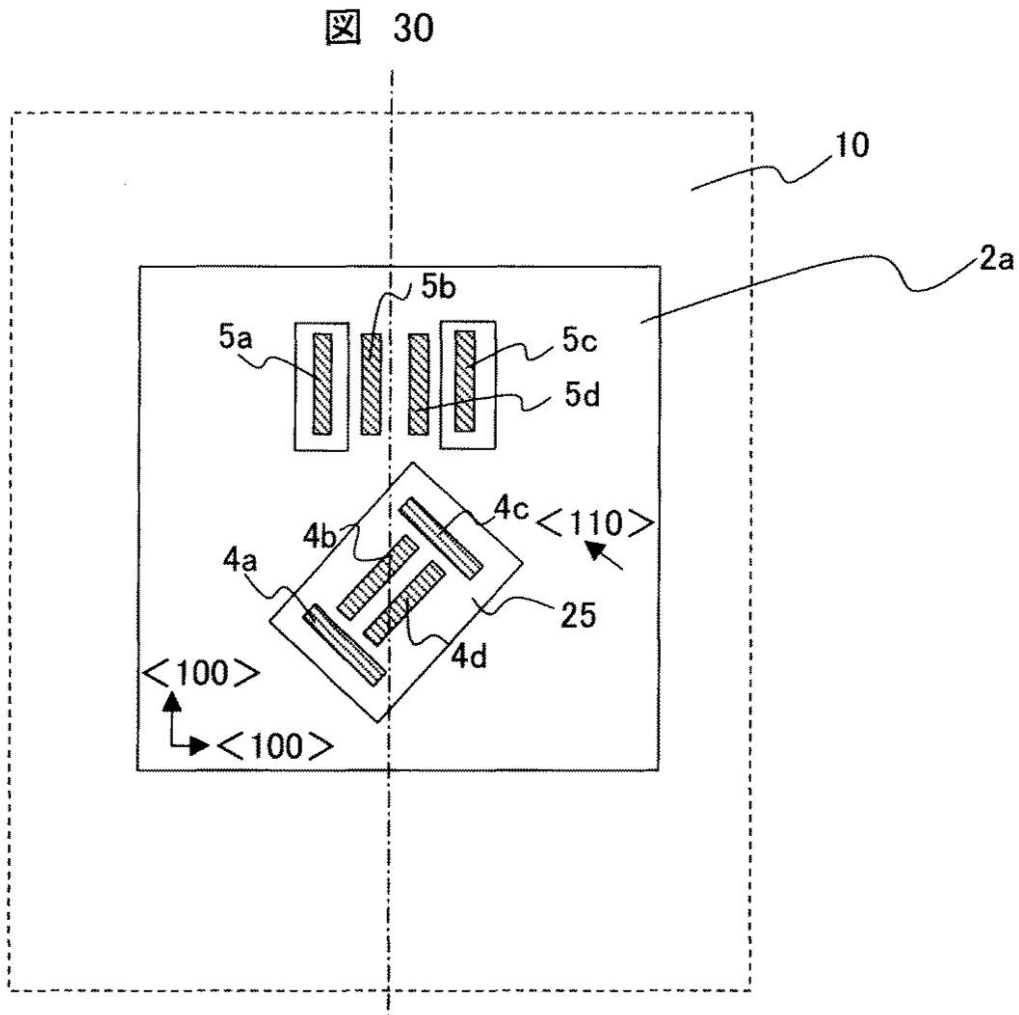
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

- (72)発明者 丹野 洋平
茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内 株式会社 日立製作所 機械研究
- (72)発明者 清時 芳久
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業
- (72)発明者 小野寺 賢司
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業
- (72)発明者 荒木 憲司
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 所村 陽一

- (56)参考文献 特許第2982090(JP, B2)
国際公開第95/014186(WO, A1)
特開昭56-060066(JP, A)
特開2005-114441(JP, A)
特開2006-003182(JP, A)
特開2007-263781(JP, A)
特開平08-261355(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16K 37/00,
G01L 5/00-5/28