

明 細 書

発明の名称： センサ装置システム

技術分野

[0001] 本開示は、計器が計測した計測値を非接触で取得するセンサ装置を備えたセンサ装置システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、製造工場での組み立て工程や検査工程において自動化が進み、組み立て装置や検査装置に、例えばロボットが利用されている。これらのロボットには、稼働状態を監視するための計器が取り付けられているものがある。一方、製造工場において使用される計器の数が多くなると、計器の監視作業の簡略化が望まれる。このため、計器の稼働状態を遠隔で監視可能であって、無線機能を有した計器計測装置の需要が高まっている。このような計器計測装置として、例えば下記に出典を示す特許文献 1 に記載のものがある。

[0003] 特許文献 1 には、計器に取り付けて計器の指針の指示値を非接触で検出し、この指示値を出力する出力システムと、当該出力システムのキャリブレーション（校正）方法について記載されている。この出力システムは、指針と共に回転する磁石と、磁石の磁界を検出するように構成される複数の磁力センサと、複数の磁力センサの検出値に基づいて、指針が示す指示値に関する指示値情報を生成する情報生成部と、生成された指示値情報を出力する出力部とを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2020-183886 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載の出力システムは、定常状態における複数の磁力センサの検針値と初期設置情報とを関連付けたデータを生成する。しかしながら、

この初期設置情報を得るには、指針を回転させて、第1検針値と第2検針値とを順次取得して補正（校正）するためのパラメータを算出し、このパラメータを記憶しておく必要がある。このように特許文献1に記載の出力システムでは、検針値を補正するために、計器の指針を回転させる必要があり、手間を要する。

[0006] そこで、計器の指針を回転させることなく、検針値を補正（校正）することが可能なセンサ装置システムが求められる。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係るセンサ装置システムの特徴構成は、目盛が付された目盛板と、前記目盛板の板面に垂直な軸心を中心に回転する軸部材と、前記軸心を中心に前記軸部材と共に回転し前記目盛を指示する指針と、前記軸心を中心に前記軸部材と共に回転する磁石と、を備える計器に取り付けて使用され、前記計器が計測した計測値を非接触で取得するセンサ装置を備えたセンサ装置システムであって、前記指針は、前記軸部材に取り付けられた軸心部と、前記軸心部から径方向外側に向かって延伸し、前記軸心方向視において前記目盛を指し示す指示部とを有し、前記磁石は、N極とS極とが前記軸部材の周方向に沿って1つずつ配置されており、前記センサ装置は、センサ回路と前記センサ回路を収容するケースとを備え、前記センサ回路は、前記N極と前記S極との境界面に平行な磁極境界方向を検出して磁極境界方向値を生成し、前記磁極境界方向値を補正值によって補正して検針値を生成し、前記補正值は、前記指針の延伸方向と、前記磁極境界方向と前記磁極境界方向の基準方向との成す角度とに基づいて算出される点にある。

[0008] このような特徴構成とすれば、計器の指針の延伸方向と、磁石のN極及びS極の境界面に平行な磁極境界方向と磁極境界方向の基準方向との成す角度とに基づいて算出した補正值により、磁極境界方向値を補正することで、計器の指針が指し示す計測値と、センサ装置が取得する計測値とを一致させることができる。したがって、センサ装置システムにあっては、計器の指針が任意の位置にある場合における磁極境界方向を検出するだけで補正值を生成

できるので、計器の指針を回転させることなく、検針値を補正することが可能となる。

[0009] また、前記センサ装置は、前記検針値を離間して設置される送受信機へ送信するアンテナを有する無線回路を更に備え、前記無線回路は、前記送受信機と双方向無線通信が可能であり、前記送受信機から前記補正值による補正を開始させる命令を受信することが可能であると好適である。

[0010] このような構成とすれば、無線以外の方法、例えばホール素子を用いて補正值による補正を開始させる機能部（例えばスイッチ）を備える必要がない。また、検針値を補正するために、検針値を送受信機へ送信する他の無線回路を備える必要もない。したがって、センサ装置システムのコストアップを防止できる。

[0011] また、前記無線回路は、LPWA方式に基づいて送信及び受信を行うと好適である。

[0012] このような構成とすれば、無線回路を低消費電力で駆動することが可能となる。

[0013] また、前記補正值を記憶する記憶部を更に備えていると好適である。

[0014] このような構成とすれば、センサ装置システムが備える記憶部に記憶されている補正值を用いて検針値を補正できるので、補正值の取得を簡便に行うことができ、また、センサ装置システム内で補正された検針値の生成を行うことが可能となる。更に、補正值が記憶部に記憶されているので、次に行う補正においても同じ補正值を利用することができる。

[0015] また、前記センサ装置は、電池部を更に備え、前記センサ回路は、前記指針の位置を示す位置情報を取得するセンサ部を有し、前記無線回路は、前記軸心方向に沿う高さが前記センサ部の高さと同じであると好適である。

[0016] このような構成とすれば、例えば無線回路とセンサ部とを基板の同じ面に実装する場合には、実装高さを均一にすることができる。これにより、実装高さが管理し易くなる。また、無線回路とセンサ部とを基板の互いに異なる面に実装する場合には、基板における一方側の面と他方側の面との実装高さ

を均一にすることができる。この場合にも、実装高さが管理し易くなる。

[0017] あるいは、前記センサ装置は、電池部を更に備え、前記センサ回路は、前記指針の位置を示す位置情報を取得するセンサ部を有し、前記無線回路は、前記センサ部と前記電池部との間に配置されていてもよい。

[0018] このような構成のように、センサ部と電池部との間のスペースに無線回路を配置することで、センサ装置を小型化することが可能となる。

[0019] また、前記目盛が、前記目盛板において、前記軸部材を中心に 180° を超える範囲に亘って付されており、前記補正值は、2つの引数を取る逆正接関数を用いて算出されると好適である。

[0020] 2つの引数を取る逆正接関数は、 -180° から 180° までの範囲に含まれる角度値を得るので、目盛が、目盛板において、軸部材を中心に 180° を超える範囲に亘って付されている場合であっても、適切に補正值を算出することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]は、計器にセンサ装置を取り付けた状態を示す斜視図である。

[図2]は、計器にセンサ装置を取り付ける前の状態を示す斜視図である。

[図3]は、計器の分解斜視図である。

[図4]は、計器及びセンサ装置の断面図である。

[図5]は、センサ装置の分解斜視図である。

[図6]は、本体ケースと基板との組み付け図である。

[図7]は、本体ケースと基板との組み付け図である。

[図8]は、補正值の記憶に係る処理を示すフローチャートである。

[図9]は、指針及び磁極境界方向値にずれがない場合の状態を示す図である。

[図10]は、磁極境界方向値にずれがある場合の状態を示す図である。

[図11]は、計器に測定対象が印加されている状態を示す図である。

[図12]は、補正值の記憶に係る処理を示すフローチャートである。

[図13]は、センサ装置システムの処理を示すフローチャートである。

[図14]は、センサ装置システムの処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0022] 以下、本開示のセンサ装置システムについて説明する。センサ装置システムは、センサ装置と記憶部とを含んで構成される。なお、後述する実施形態の各構成要素は、互いに矛盾しない限り、相互に組み合わせることが可能である。また、後述する実施形態の各態様における各構成要素を構成する素材、形状、寸法、数及び配置等はその一例を説明したものであって、同様の機能を実現し得る限り任意に設計変形することが可能である。
- [0023] センサ装置D 1の一例として、図1－図7を参照しつつ説明する。図1は、計器G 1にセンサ装置D 1を取り付けた状態を示す斜視図である。図2は、計器G 1にセンサ装置D 1を取り付ける前の状態を示す斜視図である。図3は、計器G 1の分解斜視図である。図4は、センサ装置D 1及び計器G 1の断面図である。図5は、センサ装置D 1の分解斜視図である。図6及び図7は、本体ケース1 aと基板6との組み付け図である。
- [0024] 以下では、計器G 1が有する軸部材G 1 7（図2参照）の軸心に沿う方向を軸心方向Zとして説明する。また、軸心方向一方側をZ 1側（「軸心方向一方側Z 1」と称することもある）として説明する。更に、軸心方向他方側をZ 2側（「軸心方向他方側Z 2」と称することもある）として説明する。センサ装置D 1は、図1に示されるように、計器G 1に対して、この軸心方向Zに沿って積層される状態で取り付けて使用される。本実施形態では、センサ装置D 1は、軸心方向Zに沿って計器G 1に積層する状態で、計器G 1の軸心方向他方側Z 2に取り付けられる。
- [0025] 図2及び図3に示されるように、計器G 1は、回転軸として軸部材G 1 7を有するアナログ計器である。本実施形態では計器G 1は圧力計が用いられる。
- [0026] 図2－図4に示されるように、計器G 1は、本体部G 1 1と筐体G 1 2と外枠G 1 3と指針G 1 4と透明板G 1 5と目盛板G 1 6と軸部材G 1 7と磁石G 1 8とを備えている。本体部G 1 1は、筐体G 1 2に目盛板G 1 6と共に収容されて目盛板G 1 6の軸心方向一方側Z 1に配置される。透明板G 1

5は、筐体G12に外枠G13が組み込まれると同時に、外枠G13に内包されて目盛板G16の軸心方向他方側Z2に配置される。目盛板G16は、軸心方向他方側Z2の面に目盛G161が付されている。本実施形態では、目盛G161は目盛板G16における径方向外側の領域に、軸部材G17を中心に周方向に沿って設けられる。

[0027] 軸部材G17は、軸心方向Zに沿って目盛板G16を貫通して設けられる。また、軸部材G17は、目盛板G16の板面に垂直な軸心を中心に回転し、指針G14及び磁石G18を、筐体G12内において軸心方向Zを軸心として回転させる。目盛板G16の板面とは、目盛板G16における目盛G161が付された面である。したがって、本実施形態では、目盛板G16の板面に垂直な軸心は、本実施形態ではセンサ装置D1を計器G1に取り付けたときにおけるセンサ装置D1と計器G1との積層方向に平行に設けられる。計器G1は、例えば「JIS7505-1 アネロイド型圧力計-第1部：ブルドン管圧力系」に係るブルドン管型圧力計である。計器G1のブルドン管GB及びブルドン管GBに連結されるギヤ機構GGは、筐体G12内に収容される。

[0028] ここで、指針G14は、目盛板G16の軸心方向他方側Z2に配置される。指針G14は、軸心部G141と指示部G142とを有する（図3参照）。指針G14は、軸心部G141を介して軸部材G17に取り付けられる。また、指針G14は、軸心部G141から径方向外側に向かって延伸し、図2に示されるように、軸心方向Z視において指示部G142が目盛G161を指し示すように構成されている。したがって、指針G14は、軸心を中心に軸部材G17と共に回転し、目盛G161を指示することが可能となる。

[0029] 磁石G18は、軸心を中心に軸部材G17と共に回転する。本実施形態では、磁石G18は、目盛板G16の軸心方向他方側Z2において、N極とS極とが軸部材G17の周方向に沿って1つずつ配置されるように着磁されている。磁石G18は、軸心方向Z視において円板状に構成されており、軸部材G17を中心に一方の半円状の部分がN極となるように着磁され、他方の

半円状の部分がS極となるように着磁されている。N極とS極とが互いに対向する境界面G 1 8 1における磁極の方向は、軸心方向Zに沿う軸部材G 1 7の軸心に対して垂直な平面（すなわち、軸部材G 1 7の軸心と直交する面）と平行となる。この垂直な平面には、略垂直な平面が含まれる。これにより、目盛板G 1 6上で回転する指針G 1 4の指示部G 1 4 2が目盛G 1 6 1を指し示す位置（位置情報）によって、計器G 1の計測値を認識することができ、センサ装置D 1で磁石G 1 8の磁極境界方向を検出することが可能となる。

[0030] センサ装置D 1は、取り付けられた計器G 1が計測した計測値を非接触で取得する。計器G 1が計測した計測値とは、計器G 1が計測する被計測設備に関する計測結果である。計器G 1の計測値を非接触で取得するとは、非接触で磁石G 1 8の磁極境界方向を検出して磁極境界方向値（後述する）を生成し、補正值（後述する）により補正して検針値を生成することを意味する。なお、本実施形態では、「補正值により補正」するとは、「校正值により校正」することを意味する。

[0031] 図5－図7に示されるように、センサ装置D 1は、ケース1とセンサ回路2と無線回路3とを備える。ケース1は、本体ケース1 aと電池ケース1 bと蓋1 cとを含んで構成される。ケース1は、内部に収容空間1 1が形成されており、本体ケース1 aの収容空間1 1の本体収容空間1 1 aの軸心方向一方側Z 1に底部1 2を有する（図6参照）。ケース1の外観は、略円筒形状でもよいし、略多角柱形状でもよい。また、ケース1の外観は、略円筒形状と略多角柱形状の合成でもよいし、その他の形状であってもよい。収容空間1 1には、センサ回路2と無線回路3と記憶部4と電池部5とが収容される。

[0032] センサ回路2は、センサ部2 1（例えば磁気センサ用IC）とセンサ制御部2 2とを有する。センサ部2 1は、ケース1の底部1 2に対向する位置に配置され、指針G 1 4の位置を示す位置情報を取得する。センサ部2 1は、例えば磁気センサを使用することが可能である。磁気センシングの方式は、

ホール効果や、MR効果や、MI効果等のいずれの効果を利用するものであってもよい。これにより、指針G14の位置を示す位置情報は、N極とS極との境界面G181に平行な磁極境界方向の検出結果に基づいて取得することが可能となる。

[0033] 図7に示されるように、センサ回路2のセンサ部21は、本体ケース1aの内部の本体収容空間11aに収容される。また、図5に示されるように、本体収容空間11aには基板6が収容される。また、図4に示されるように、電池ケース1bの電池収容空間11bには電池部5が収容される。電池部5は、複数のコイン型電池5Aを電氣的に接続して構成され、センサ回路2及び無線回路3に給電する。

[0034] センサ回路2は、磁石G18のN極とS極との境界面G181に平行な磁極境界方向を検出して磁極境界方向値を生成し、センサ制御部22は、磁極境界方向値を補正值により補正して検針値を生成する。磁極境界方向値とは、磁極境界方向を示す値（磁極境界方向を示す情報）であって、例えば予め設定されている所定方向と磁極境界方向の検出結果との差異（成す角）が相当する。センサ部21は、このような磁極境界方向値を生成し、センサ制御部22に伝達する。補正值は、後述する記憶部4に記憶されている。検針値とは、補正值により補正された検針結果を意味する。したがって、センサ制御部22は、センサ部21から伝達された磁極境界方向の検出結果を、記憶部4（後述する）に記憶されている補正值に基づいて補正し、検針値を生成する。

[0035] 無線回路3は、センサ装置D1から離間して設置されている送受信機（図示なし）と双方向通信が可能であり、送受信機から補正值による補正を開始させる命令を受信することが可能である。無線回路3は、LPWA（Low Power Wide Area）方式に基づいて送信及び受信を行うように構成することが可能である。これにより、低消費電力で送信及び受信を行うことが可能となる。

[0036] 記憶部4は、補正值を記憶する。記憶部4は、継続して補正值を記憶して

おくために、不揮発性メモリを用いるとよい。これにより、次回、補正を行うことになった場合に、記憶部4から補正值を読み出して利用することが可能となる。

[0037] 無線回路3は、軸心方向Zに沿う高さがセンサ部21の高さと同じ（略同じを含む）位置に配置されていてもよいし、図4に示されるように、軸心方向Zにおいてセンサ部21と電池部5との間に配置されていてもよい。図4の例では、無線回路3は、センサ部21の軸心方向他方側Z2に配置され、且つ、軸心方向Zにおいて電池部5の軸心方向一方側Z1に配置されており、センサ部21と無線回路3と電池部5は軸心方向Zにおいて積層された状態で収容空間11に収容される。

[0038] 図6及び図7に示されるように、基板6は、軸心方向Zにおける軸心方向一方側Z1に第1面61を有し、軸心方向他方側Z2に第2面62を有している。第1面61には、センサ回路2のセンサ部21が実装されており、第2面62にはセンサ回路2のセンサ制御部22と、無線回路3と記憶部4とが実装されている。無線回路3は、センサ回路2で生成された検針値を送受信機（図示せず）へ送信するアンテナ31を有している。アンテナ31は、第2面62にパターンニングにより形成されていてもよいし、実装される無線IC（無線回路3の一例）の内部に形成されていてもよい。

[0039] 基板6は、リジット基板でもよいし、フレキシブル基板でもよい。また、基板6は、第1面61と第2面62との2層（すなわち、第1面61側のパターンと第2面62側のパターンとの2層）からなる両面基板（2層基板）でもよいし、第1面61と第2面62との間の層（内層）を有する3層以上の多層基板であってもよく、ケース1に支持されて固定されていてもよい。

[0040] センサ装置D1は、防爆仕様で形成することが可能である。防爆仕様とは、センサ装置D1が、当該センサ装置D1の外部に設けられる可燃物（例えば、ガスや粉塵等）の着火源とならないように規定された仕様である。このような防爆仕様として、電位差が発生する空間や部材表面において、例えば互いに隣接する部材を離間して配置することにより絶縁距離を長くしたり、

ポッティング剤等の樹脂材料を対象の部材に塗布したり、ケース 1 内を樹脂材料により封止するようなオーバーモールドする等の構造とすることが挙げられる。

[0041] なお、センサ装置 D 1 を取り付ける計器 G 1 は、圧力計に限定されるものではなく、例えば連成計、真空計、電圧計、電流計、電力計、電力量計等であってもよい。また、流量計等に利用することも可能である。

[0042] 次に、補正値の取得について説明する。センサ装置 D 1 は、磁極境界方向値を補正して検針値を生成するための補正値を取得し、上述したように、当該補正値により磁極境界方向値を補正して検針値を生成するが、この補正値を使ってセンサ装置 D 1 を校正することが可能である。

[0043] 図 8 には、指針 G 1 4 の位置を示す位置情報（以下「指針位置情報」とする）を、計器 G 1 の指針位置を目視して取得する場合の処理が示される。この場合には、図 8 に示されるように、まず、センサ装置 D 1 と送受信機とを稼働させる（ステップ # 1）。ステップ # 1 における稼働の指示は、利用者が手動で行う。次に、指針位置情報を送受信機に入力する（ステップ # 2）。ステップ # 2 における入力も、利用者が手動で行う。

[0044] 送受信機において、指針位置情報に基づいて指針値が生成され（ステップ # 3）、送受信機から、補正値による補正（校正）を開始させる命令と指針値とが送信される。無線回路 3 は、送受信器からの当該命令と指針値とを受信する（ステップ # 3）。ステップ # 3 における一連の処理は、自動で行われる。

[0045] 無線回路 3 は、送受信機からの補正値による補正（校正）を開始させる命令と指針値とをセンサ制御部 2 2 に伝達する（ステップ # 4）。この命令及び指針値の伝達は、自動で行われる。センサ制御部 2 2 は、センサ部 2 1 に磁極境界方向の検出を命令する（ステップ # 5）。この命令は、自動で行われる。

[0046] センサ部 2 1 は、検出した磁極境界方向に基づいて磁極境界方向値を生成する（ステップ # 6）。この磁極境界方向値の生成は、自動で行われる。セ

ンサ制御部 22 は、磁極境界方向値と指針値とにより補正値を生成し、補正値を記憶部 4 に記憶させる（ステップ # 7）。この補正値は、指針 G 14 の延伸方向と、磁極境界方向と磁極境界方向の基準方向との成す角度とに基づいて算出される。この補正値の生成と、記憶とは、自動で行われる。以上のようにして、センサ装置 D 1 は補正値を取得する。

[0047] 以上の処理において、センサ部 21 の出力は、指針 G 14 と共に回転する磁石 G 18 により生じる磁界の変化に対する電圧値とすることが可能である。センサ制御部 22 は、センサ部 21 がアナログで出力した電圧値をデジタルに変換してもよい。指針位置情報は、指針 G 14 の指示部 G 142 が目盛 G 161 を指し示す位置を目視して取得できる計測値であってもよいし、指針 G 14 が基準位置であるときの指針方向と校正中の指針 G 14 の指針方向との成す角度値であってもよい。基準位置は、計器 G 1 の最小計測値を示す位置に指針 G 14 が位置するときでもよいし、計器 G 1 の最大計測値を示す位置に指針 G 14 が位置するときでもよい。また、その他の任意の位置を基準位置として設定することも可能である。

[0048] [その他の実施形態]

センサ装置 D 1 は、被計測設備が稼働している通常運転中に、送受信機に送信する検針値が補正値により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信するように構成してもよい。また、動作中に検針値が補正値により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信する時間、及び検針値が補正値により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信することを停止する時間を任意に設定することも可能である。送受信機は、検針値が補正値により補正されていない場合に、校正を開始する命令を送信し、補正値を記憶部 4 に記憶させるように構成することも可能である。検針値が補正値によって補正されているか否かは、記憶部 4 に補正値が記憶されているか否かに基づいて判定してもよい。

[0049] また、検針値が補正値により補正されているか否かの判定は、送受信機で行わずに、センサ装置 D 1 において行うように構成することも可能である。

[0050] 指針位置情報は、指針G 1 4の指示部G 1 4 2が目盛G 1 6 1を指し示す位置を利用者が目視して取得することなく、送受信機に記憶されている補正済みの検針値を用いることが可能である。

[0051] センサ装置D 1は、センサ回路2及び無線回路3を駆動させる電源の動作状態及び停止状態の一方に切り替える電源スイッチを設けてもよい。この電源スイッチは、センサ装置D 1に触れることなく操作を行うことが可能なもの（例えばリモコンスイッチ等）であってもよい。

[0052] 記憶部4はセンサ装置D 1に備えずに、送受信機に備えていてもよい。また、記憶部4は、センサ装置D 1及び送受信機の双方に備えていてもよい。

[0053] 〔技術的特徴及び効果〕

以上のように構成されるセンサ装置D 1及びセンサ装置D 1の補正方法（校正方法）は、以下のような技術的特徴及び効果を奏する。

[0054] （1）第1技術的特徴及び効果

センサ装置D 1のセンサ部2 1は、指針G 1 4が任意の一つの位置（一つの状態）における磁極境界方向を検出するだけで補正値を生成できるので、指針G 1 4の複数の位置（複数の状態）における磁極境界方向を検出するために、指針G 1 4を回動させなくてもよい。したがって、計器G 1が取り付けられている被計測設備が稼働しているか否かにかかわらず、補正（校正）を行うことが可能である。

[0055] また、例えば磁石G 1 8を計器G 1に組み込んで軸部材G 1 7に固定すると、軸部材G 1 7に固定されている指針G 1 4の指針方向と磁石G 1 8の磁極境界方向とが成す角度にばらつきが生じる可能性がある。この指針方向と磁極境界方向とが成す角度のばらつきは、検針値の誤差となるが、センサ装置D 1によれば、補正により計器G 1毎に、そのばらつきを補正するため、検針値の誤差として指針方向と磁極境界方向とが成す角度のばらつきの影響を低減できる。検針値の誤差としては、センサ装置D 1の計器G 1への取り付け公差も影響するが、磁石G 1 8は、軸部材G 1 7に固定されて計器G 1に組み付けられてしまうと、磁極境界方向を修正する作業が非常に手間とな

る。また、場合によっては、指針G 1 4 及び軸部材G 1 7 と共に磁石G 1 8 を交換する必要があることもある。また、センサ装置D 1 を計器G 1 に取り付けてしまうと、磁石G 1 8 はセンサ装置D 1 に隠されて磁極境界方向が視認できないので、磁極境界方向の修正が必要であるか否か判断することができない。しかしながら、センサ装置D 1 によれば、センサ装置D 1 の取り付け方向の修正が必要であるか否かを容易に判断できる。センサ部2 1 の基板6 への実装公差や、磁気センサICを用いて構成したセンサ部2 1 の個体差の影響による検針値の誤差は、指針方向と磁極境界方向とが成す角度が最大である 180° のときの検針値の誤差よりも小さくなる。したがって、誤差を小さくして検針値の精度を上げるためには、指針方向と磁極境界方向のばらつきを補正する校正が最も有効である。

[0056] また、計器G 1 が圧力計であり、センサ部2 1 が磁気センサ用ICである場合、検針値は、センサ固有値によって計測値と同じ度量衡の情報に変換可能である。センサ固有値の生成は、例えば、圧力計にセンサ装置D 1 を取り付け、磁極境界方向が目盛板G 1 6 の最小値の位置を指し示す状態における磁極境界方向値と、磁極境界方向が目盛板G 1 6 の最大値の位置を指し示す状態における磁極境界方向値とを取得し、磁極境界方向値と磁極境界方向との相関関係に基づいて生成することが可能である。センサ固有値は、互いに同じ型番の圧力計と、互いに同じ型番の磁気センサ用ICとを用いて構成されたセンサ装置システムであれば、センサ固有値を共有することが可能である。

[0057] 例えば、センサ装置D 1 を目盛G 1 6 1 の範囲が約 270° である計器G 1 に取り付けた場合において、図9 の(A) に示された状態を、指針G 1 4 による指針値が0 であり、磁極境界方向値が0 である（予め設定されている所定の方向と磁極境界方向の検出結果との差異（成す角）が0 である）と定義する。この場合において、図9 の(B) に示されるように、指針G 1 4 が回転すると境界面G 1 8 1 も回転する。このとき、指針値IVは、

[数1]

$$IV = \frac{MAX-MIN}{270^{\circ}} \times \theta \quad \cdots (1)$$

により算出される。ここで、MAXは指針G14が取り得る指針値の最大値であり、MINは指針G14が取り得る指針値の最小値（本実施形態においてはゼロ）である。また、θは境界面G181の角度値である（すなわち、磁極境界方向値が0となる方向からの回転角度である）。

[0058] ここで、センサ装置D1を目盛G161の範囲が約270°である計器G1に取り付けた場合において、図10の（A）に示されるように、例えば指針G14による指針値が0であっても、磁極境界方向値が予め設定されている所定の方角に対して、αだけずれている（予め設定されている所定の方角と磁極境界方向の検出結果との差異（成す角）が0でない）ことがある。この場合にはαだけ磁石G18の傾きを補正する必要がある。つまり、この場合、補正值はαである。図10の（B）に示されるように、指針G14が回転すると境界面G181も回転する。指針値IVは、

[数2]

$$IV = \frac{MAX-MIN}{270^{\circ}} \times (\theta - \alpha) \quad \cdots (2)$$

により算出可能である。ここで、MAXは指針G14が取り得る指針値の最大値であり、θは境界面G181の角度値である（すなわち、磁極境界方向値が0となる方向からの回転角度である）。MINは指針G14が取り得る指針値の最小値（本実施形態においてはゼロ）である。αは、例えば計器G1に測定対象の圧力が印加されていない状態のセンサ部21の検出結果により算定可能である。

[0059] また、センサ装置D1を、指針G14による指針値が0でない状態（例えば計器G1に測定対象の圧力が印加されている状態）で、目盛G161の範囲が約270°である計器G1に取り付ける場合もある。このような状態が図11の（A）に示される。センサ装置システムは、このような状態の指針

G 1 4 による指針値を算出することも可能である。この場合には、まず、補正值 α を、

[数3]

$$\alpha = \alpha_c - \frac{270^\circ}{MAX-MIN} \times (C - MIN) \quad \dots (3)$$

により算出する。ここで、MAXは指針G 1 4が取り得る指針値の最大値であり、MINは指針G 1 4が取り得る指針値の最小値（本実施形態においてはゼロ）であり、Cは現在の指針値である。 α_c は、指針値がCである時の磁極境界方向の基準方向に対する境界面G 1 8 1の角度値（すなわち、磁極境界方向と磁極境界方向の基準方向との成す角度）である。

[0060] 次に、角度値 α_c を基準にして角度値 θ を算出する。この場合、指針値 I V は、

[数4]

$$IV = \frac{MAX-MIN}{270^\circ} \times (\theta - \alpha_c) + C \quad \dots (4)$$

また、

[数5]

$$IV = \frac{MAX-MIN}{270^\circ} \times (\theta - \alpha) + MIN \quad \dots (5)$$

により算出される（図 1 1 の（B）参照）。このように、例えば計器G 1 に測定対象の圧力が印加されている状態において、磁石G 1 8の傾き（境界面G 1 8 1の角度値）に基づいて指針G 1 4の位置（現在の指針値 I V）を補正することが可能である。

[0061] （2）第2技術的特徴及び効果

無線回路3が、送受信機と双方向無線通信が可能であり、送受信機から補正值による補正を開始させる命令を受信することができるよう構成されているので、非接触で校正の実行を開始させるために、検針値を送受信機へ送信する無線回路3とは異なる他の無線回路を備えたり、例えばホール素子を用いる等、無線以外の非接触で補正を開始させる命令を行うスイッチ等を備

える必要がない。

[0062] (3) 第3技術的特徴及び効果

無線回路3は、LPWA方式に基づいて送信及び受信を行うので、無線回路3を低消費電力で駆動できる。したがって、電池部5の寿命（電池の寿命）を延ばすことができる。また、例えば、電池部5としてコイン型電池5Aを複数使用している場合、電池交換の期間を延ばせるだけでなく、電池部5の寿命により、計器G1の検針結果が誤って認識されたり、認識できない状態となって、工場や屋外で稼働中の設備を含むシステム全体が可動停止となってしまうといった状況に陥ることを回避できる。

[0063] また、LPWAを利用すればセンサ装置D1と送受信機との距離をWi-Fi（登録商標）やBluetooth（登録商標）を利用する場合よりも長くすることができるので、互いに異なる建屋で稼働している装置の検針値を管理することが可能であり、同じ設置エリアで使用されるWi-FiやBluetoothとの混信等による相互の通信状態への影響を避けることが可能である。

[0064] (4) 第4技術的特徴及び効果

センサ装置D1が、補正値を記憶する記憶部4を備えており、センサ装置D1内で磁極境界方向値を補正して検針値の生成を行えるので、ゲートウェイ（送受信機の一例）は、センサ装置D1の数だけ補正値を記憶し、センサ装置D1から送信されてきた検針値と検針値を送信したセンサ装置D1で取得した補正値とをセンサ装置D1の数だけ記憶された、複数の補正値から選択するための紐付けを行う処理と、このような複数の補正値から選択する処理とが不要となり、データを収集する処理を簡素化できる。

[0065] (5) 第5技術的特徴及び効果

無線回路3は、軸心方向Zに沿う高さがセンサ部21の高さと同じ（略同じ）である。これにより、センサ部21と無線回路3と電池部5とは積層配置が可能な構造であるので、センサ装置D1の軸心方向Zに略垂直な面に対する投影面積を小さくできる。無線回路3は、例えばサブギガ帯のLPWA

を利用している場合、ギガ帯の無線方式を利用している場合に比べ送受信機との無線通信に電池部5の影響を受けにくいので積層配置が可能である。

[0066] (6) 第6技術的特徴及び効果

無線回路3は、センサ部21と電池部5との間に配置されているので、センサ装置D1の軸方向に略垂直な面に対する投影面積を小さくできる。無線回路3は、例えばサブギガ帯のLPWAを利用している場合、ギガ帯の無線方式を利用している場合に比べ送受信機との無線通信に電池部5の影響を受けにくいので積層配置が可能である。

[0067] (7) 第7技術的特徴及び効果

磁極境界方向値として、予め設定されている所定の方向と磁極境界方向の検出結果との差異(成す角)を算出する際に、1つの引数を取る逆正接関数($y = \arctan(x)$)を用いることが考えられる。しかしながら、 $y = \arctan(x)$ における y は -90° から 90° の範囲に含まれる値しか取り得ないため、目盛の範囲が約 270° である「JIS 7505-1 アネロイド型圧力計-第1部:ブルドン管圧力系」のブルドン管型圧力計では、上述した成す角を適切に算出することができない。

[0068] そこで、センサ装置システムでは、 y の値として -180° から 180° の範囲に含まれる値を取ることが可能な、2つの引数を取る逆正接関数($y = \arctan_2(y, x)$)が用いられる。これにより、目盛G161の範囲が約 270° であるブルドン管型圧力計でも、成す角を適切に算出することが可能となる。

[0069] センサ部21は、4つの信号(+sin, -sin, +cos, -cos)を出力する2軸の磁気センサICを用いることが可能である。センサ部21として、このような磁気センサICを使用した場合、センサ部21から(6)式-(9)式で示される4種の電圧値が得られる。

[0070] [数6]

$$V1 = RA + A \times \sin \theta \quad \cdots (6)$$

[数7]

$$V2 = RA - A \times \sin \theta \quad \cdots (7)$$

[数8]

$$V3 = RB + A \times \cos \theta \quad \cdots (8)$$

[数9]

$$V4 = RB - A \times \cos \theta \quad \cdots (9)$$

ただし、 RA 及び RB は変数または定数であり、 A は磁気センサ1Cの出力の振幅平均値である。また、 RA と RB とは互いに等しい値であってもよいし、互いに異なる値であってもよい。

[0071] (6)式－(9)式で示される4種の電圧値を、(10)式に代入して θ を算出することにより、磁極境界方向値を算出することが可能である。

[数10]

$$\theta = \text{atan2}((V1 - V2), (V3 - V4)) \quad \cdots (10)$$

ただし、 atan2 は、2つの引数を取る逆正接関数である。

[0072] 同様に、センサ固有値を(10)式に代入して θ_{org} を算出することが可能である。補正值は、 θ と θ_{org} とを比較して生成することが可能であるため、センサ装置D1は、1つの磁気センサ1Cを備えて構成することが可能である。

[0073] このように、(10)式で示される2つの引数を取る逆正接関数($y = \text{atan2}(y, x)$)を用いて成す角を算出することで、 θ が 360° の範囲で算出される。計器G1が「JIS7505-1アネロイド型圧力計－第1部：ブルドン管圧力系」のブルドン管型圧力計である場合、目盛の範囲(最小値から最大値までの振り分け)は、約 270° であるので、 θ を算出すれば、磁極境界方向を検出することが可能である。したがって、この θ と、予め設定されている所定方向に係る θ (例えば $\theta = 0$ であってもよい)との差異が、補正值にあたる。

[0074] このような2つの引数を取る逆正接関数を用いて補正値を算定することで、目盛の範囲が約 270° である計器G1の補正値を適切に算定することが可能となる。

[0075] (8) 第8技術的特徴及び効果

図12には、補正値を、指針位置情報として使用する場合の処理が示される。この場合には、まず、センサ装置D1と送受信機とを稼働させる(ステップ#11)。ステップ#11における処理は、利用者が手動で行う。この場合、被計測設備は稼働していても稼働していなくてもよい。次に、記憶部4に補正されている補正値を取得し、指針位置情報として送受信機に入力する(ステップ#12)。ステップ#12における入力も、利用者が手動で行う。

[0076] 送受信機において、指針位置情報に基づいて指針値が生成され(ステップ#13)、送受信機から、補正値による補正(校正)を開始させる命令と指針値とが送信される。無線回路3は、送受信器からの当該命令と指針値とを受信する(ステップ#13)。ステップ#13における一連の処理は、自動で行われる。

[0077] 無線回路3は、送受信機からの補正値による補正(校正)を開始させる命令と指針値とをセンサ制御部22に伝達する(ステップ#14)。この命令及び指針値の送信は、自動で行われる。センサ制御部22は、センサ部21に磁極境界方向の検出を命令する(ステップ#15)。この命令は、自動で行われる。

[0078] センサ部21は、検出した磁極境界方向に基づいて磁極境界方向値を生成する(ステップ#16)。この磁極境界方向値の生成は、自動で行われる。センサ制御部22は、磁極境界方向値と指針値とにより補正値を生成し、補正値を記憶部4に記憶させる(ステップ#17)。この補正値の生成と、記憶とは、自動で行われる。以上の処理により、補正値を指針位置情報として使用することが可能である。

[0079] (9) 第9技術的特徴及び効果

センサ装置D 1は、被計測設備が稼働し通常運転中に送受信機に送信する検針値が補正值により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信できるので、送受信機は、検針値が補正值により補正されているか否かを判定して、補正していなければ補正值を生成するための校正を開始する命令を送る計器検針フローとすることが可能である。また、動作中に検針値が補正值により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信する時間及び検針値が補正值により補正されているか否かの情報を検針値と共に送信するのを停止する時間を任意に設定できるので、検針値が補正值によって補正されたか否かの判定を停止している区間を、被計測設備が稼働し通常運転中の計器検針フロー（処理）に組み込むことが可能である。

[0080] 検針値が補正值によって補正されているか否かの情報は、記憶部4に補正值が記憶されているか否かの情報とすることが可能である。

[0081] 検針値が補正值により補正されているか否かの判定は送受信機において行わず、センサ装置D 1が、送受信機から補正を開始する命令を受信しない場合であっても、検針値が補正值により補正されていないと判定した場合に、補正を開始するように構成することも可能である。このような処理が、図13に示される。

[0082] まず、センサ装置D 1と送受信機と被計測設備とを稼働させる（ステップ# 21）。次に、記憶部4に補正されている補正值を取得し、当該補正值に基づいて、校正を行う（ステップ# 22）。

[0083] 校正後、被計測設備を通常運転に切り替える（ステップ# 23）。送受信機で検針値を収集する（ステップ# 24）。これは、通常検針に相当する。

[0084] 収集した検針値が、補正值により補正されていない場合には（ステップ# 25：N o）、校正を開始する命令をセンサ装置D 1に送信し（ステップ# 26）、ステップ# 22に戻り、補正值に基づいて校正が行われる（ステップ# 22）。一方、収集した検針値が、補正值により補正されている場合には（ステップ# 25：Y e s）、通常検針を継続する（ステップ# 27）。通常検針を終了する場合には（ステップ# 28：Y e s）、センサ装置D 1

と送受信機と被計測設備とを停止させる（ステップ# 29）。通常検針を終了しない場合には（ステップ# 28 : No）、ステップ# 27に戻り、処理が継続される。

[0085] また、図13の処理を、図14のように変更することも可能である。例えば、図13におけるステップ# 27の後、検針値が補正值によって補正されたか否かの判定を停止し、通常検針を継続するように構成することが可能である。

[0086] 具体的には、まず、センサ装置D1と送受信機と被計測設備とを稼働させる（ステップ# 31）。次に、記憶部4に補正されている補正值を取得し、当該補正值に基づいて、校正を行う（ステップ# 32）。

[0087] 校正後、被計測設備を通常運転に切り替える（ステップ# 33）。送受信機で検針値を収集する（ステップ# 34）。これは、通常検針に相当する。

[0088] 収集した検針値が、補正值により補正されていない場合には（ステップ# 35 : No）、校正を開始する命令をセンサ装置D1に送信し（ステップ# 36）、ステップ# 22に戻り、補正值に基づいて校正が行われる（ステップ# 32）。一方、収集した検針値が、補正值により補正されている場合には（ステップ# 35 : Yes）、通常検針を継続する（ステップ# 37）。

[0089] これ以降、検針値が補正值により補正されているか否かの判定を停止する（ステップ# 38）。その後、通常検針を継続する（ステップ# 39）。通常検針を終了する場合には（ステップ# 40 : Yes）、センサ装置D1と送受信機と被計測設備とを停止させる（ステップ# 41）。通常検針を終了しない場合には（ステップ# 40 : No）、ステップ# 39に戻り、処理が継続される。

[0090] （10）第10技術的特徴及び効果

例えば、計器G1が圧力計であり、センサ部21が磁気センサ用ICであり、且つ、被計測設備が測定対象の圧力が一定値を保った状態で稼働している場合には、指針位置情報は、指針G14の指示部G142が目盛G161を指し示す位置を目視して取得することなく、送受信機に記憶されている補

正済みの検針値を使用することが可能である。これにより、メンテナンスでセンサ装置D 1を交換した後に実施する校正を、省略することが可能となる。

[0091] (11) 第11技術的特徴及び効果

センサ装置D 1は、センサ回路2及び無線回路3を駆動させるための電源スイッチの開閉状態を、非接触で切り替えられるように構成することも可能である。この場合には、補正を開始させるために、電源スイッチの接点の開閉で火花を生じる可能性がある機構スイッチを使用しないので、防爆エリアで使用するができる。

[0092] (12) 第12技術的特徴及び効果

記憶部4をセンサ装置D 1に備えずに、送受信機に備えていてもよい。この場合には、基板6は、記憶部4を実装する実装スペース及び記憶部4に接続されるパターン配線スペースを設けなくてもよいので、センサ装置D 1を小型化できる。また、記憶部4は、センサ装置D 1及び送受信機の両方に備わっていれば、補正值は、センサ装置D 1にも記憶されると同時に送受信機にも記憶されるので、センサ装置D 1のメンテナンス後の校正を省略することが可能である。

産業上の利用可能性

[0093] 本開示は、工場やプラント等に設置されて可動している装置に取り付けられる計器が計測した計測値を非接触で取得するセンサ装置を備えたセンサ装置システムに利用できる。

符号の説明

- [0094] 1 : ケース
2 : センサ回路
3 : 無線回路
4 : 記憶部
5 : 電池部
21 : センサ部

3 1 : アンテナ

D 1 : センサ装置

G 1 : 計器

G 1 4 : 指針

G 1 6 : 目盛板

G 1 7 : 軸部材

G 1 8 : 磁石

G 1 4 1 : 軸心部

G 1 4 2 : 指示部

G 1 6 1 : 目盛

G 1 8 1 : 境界面

Z : 軸心方向

請求の範囲

- [請求項1] 目盛が付された目盛板と、前記目盛板の板面に垂直な軸心を中心に回転する軸部材と、前記軸心を中心に前記軸部材と共に回転し前記目盛を指示する指針と、前記軸心を中心に前記軸部材と共に回転する磁石と、を備える計器に取り付けて使用され、前記計器が計測した計測値を非接触で取得するセンサ装置を備えたセンサ装置システムであって、
- 前記指針は、前記軸部材に取り付けられた軸心部と、前記軸心部から径方向外側に向かって延伸し、前記軸心方向視において前記目盛を指し示す指示部とを有し、
- 前記磁石は、N極とS極とが前記軸部材の周方向に沿って1つずつ配置されており、
- 前記センサ装置は、センサ回路と前記センサ回路を収容するケースとを備え、
- 前記センサ回路は、前記N極と前記S極との境界面に平行な磁極境界方向を検出して磁極境界方向値を生成し、前記磁極境界方向値を補正值によって補正して検針値を生成し、
- 前記補正值は、前記指針の延伸方向と、前記磁極境界方向と前記磁極境界方向の基準方向との成す角度とに基づいて算出されるセンサ装置システム。
- [請求項2] 前記センサ装置は、前記検針値を離間して設置される送受信機へ送信するアンテナを有する無線回路を更に備え、
- 前記無線回路は、前記送受信機と双方向無線通信が可能であり、前記送受信機から前記補正值による補正を開始させる命令を受信することが可能である請求項1に記載のセンサ装置システム。
- [請求項3] 前記無線回路は、LPWA方式に基づいて送信及び受信を行う請求項2に記載のセンサ装置システム。
- [請求項4] 前記補正值を記憶する記憶部を更に備えている請求項1から3のい

ずれか一項に記載のセンサ装置システム。

[請求項5]

前記センサ装置は、電池部を更に備え、

前記センサ回路は、前記指針の位置を示す位置情報を取得するセンサ部を有し、

前記無線回路は、前記軸心方向に沿う高さが前記センサ部の高さと同じである請求項2又は3に記載のセンサ装置システム。

[請求項6]

前記センサ装置は、電池部を更に備え、

前記センサ回路は、前記指針の位置を示す位置情報を取得するセンサ部を有し、

前記無線回路は、前記センサ部と前記電池部との間に配置されている請求項2又は3に記載のセンサ装置システム。

[請求項7]

前記目盛が、前記目盛板において、前記軸部材を中心に 180° を超える範囲に亘って付されており、

前記補正值は、2つの引数を取る逆正接関数を用いて算出される請求項1から3のいずれか一項に記載のセンサ装置システム。