

(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
2017年5月11日(11.05.2017)



(10) 国際公開番号

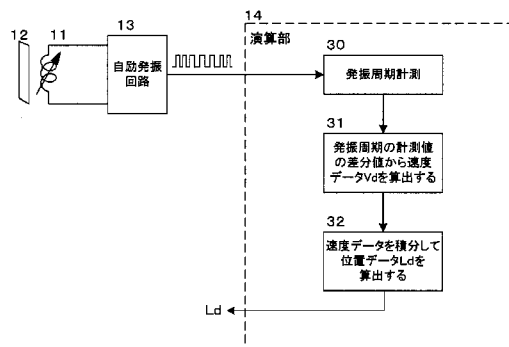
WO 2017/078110 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 7/00 (2006.01) G01L 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082699
- (22) 国際出願日: 2016年11月2日(02.11.2016)
- (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 2015-216767 2015年11月4日(04.11.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社アミテック (AMITEQ CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒1920082 東京都八王子市東町1番6
橋完LKビル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 太輔 (GOTO, Daisuke); 〒1870022 東京都小平市上水本町5丁目20番2号、124号 Tokyo (JP). 赤津 伸行 (AKATSU, Nobuyuki); 〒2070012 東京都東大和市新堀2丁目1453-43 Tokyo (JP). 坂元 和也 (SAKAMOTO, Kazuya); 〒2050021 東京都羽村市川崎1丁目1番5号 MAC羽村コート11-405 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 飯塚 義仁 (IIZUKA, Yoshihito); 〒1130033 東京都文京区本郷4丁目1番7号 第2近江屋ビル3階 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, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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).

[続葉有]

(54) Title: DISPLACEMENT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 変位検出装置



13 Self-oscillation circuit
14 Computing unit
30 Measure oscillation period
31 Calculate velocity data Vd from differential value of measurement value of oscillation period
32 Integrate velocity data and calculate position data Ld

(57) Abstract: [Problem] To provide a configuration that promotes miniaturization. [Solution] The present invention is provided with: a coil (11); a magnetic response member (12) disposed so as to be displaced relative to the coil according to a position to be detected; and a self-oscillation circuit (13) integrated with the coil as an oscillation element, and changing an oscillation frequency in response to an inductance change of the coil according to the displacement of the magnetic response member relative to the coil. A computing unit (14) generates a measurement value according to the oscillation frequency on the basis of an oscillation output signal of the self-oscillation circuit, obtains a derivative value of the measurement value as velocity data (Vd), and obtains position data, that is, displacement data (Ld), by integrating the velocity data. Based on a differential operation when obtaining the velocity data, an offset component caused by heat or a mechanical attachment position of a position detection device can be automatically canceled or reduced, and precise displacement detection can be carried out.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/078110 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】小型化を促進する構成を提供する。【解決手段】コイル(11)と、検出対象位置に応じて前記コイルに対して変位するように配置された磁気応答部材(12)と、前記コイルを発振要素として組み込み、該コイルに対する前記磁気応答部材の変位に応じた該コイルのインダクタンス変化に応じて発振周波数が変化する自励発振回路(13)を備える。演算部(14)は、前記自励発振回路の発振出力信号に基づき発振周波数に応じた計測値を生成し、該計測値の微分値を速度データ(Vd)として求め、該速度データを積分することにより位置データすなわち変位データ(Ld)を求める。速度データを求める際の差分演算によって、温度あるいは位置検出装置の機械的取り付け位置などに起因するオフセット成分を自動的にキャンセル若しくは軽減することができ、精度の良い変位検出を行うことができる。

明 細 書

発明の名称：変位検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、位置検出用のコイルを自励発振回路のインダクタンス要素として組み込んだ構成からなる変位検出装置に関し、微小変位センサ、直線位置センサ、回転位置センサ、傾斜センサ、圧力センサ、歪みセンサ、荷重センサ、２次元位置センサ、トルクセンサなど任意のタイプの位置の変位検出に応用可能なものである。

背景技術

[0002] コイル（インダクタンス要素）を検出要素として使用する位置検出装置は従来から様々なタイプのものが知られている。その種の多くの位置検出装置においては、コイル励磁のための交流信号源を専用に具備し、該交流信号源から発生された交流信号をコイルに印加することで該コイルを交流励磁する。従来公知の誘導型位置検出装置には、例えば下記特許文献１及び２に示されたようなものがあり、１次コイルと２次コイルを備え、交流信号で１次コイルを励磁し、これに応じた２次出力信号を２次コイルに誘導するように構成され、検出対象位置に応じて変位する磁気応答部材（例えば鉄あるいは銅等）のコイルに対する相対的変位に応じて２次コイルのインダクタンスを変化させ、位置に応じた出力信号を生じる。この場合、１次コイルを励磁するための交流信号を発振するための発振回路が、コイルとは別に設けられる。

[0003] これに対して、ＬＣ発振回路の原理を利用して、検出要素としてのコイルを自励発振回路のインダクタンス要素として組み込むことにより、専用の励磁用交流信号源を不要にした近接センサも知られている（例えば特許文献３）。この種の自励発振型の近接センサは、専用の励磁用交流信号源を設ける必要がないため、装置構成を小型化することができるので有利である。しかし、自励発振回路におけるインダクタンス変化量が少ない場合には、正確な検出を行うことが困難であった。例えば、鉄等の磁気応答素材を変位部材と

して具備して自励発振型の位置検出装置を構成する場合、従来技術にあっては、装置の小型化更には微小化を実現することが困難であった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 9－5 3 9 0 9 号公報

特許文献2：特開平 1 0－1 5 3 4 0 2 公報

特許文献3：特開平 1 0－1 7 3 4 3 7 号公報

発明の概要

[0005] 本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、精度の良い変位検出装置を提供しようとするものであり、更には、小型化を促進することができる構成からなる変位検出装置を提供しようとするものである。

[0006] 本発明に係る変位検出装置は、コイルと、検出対象位置に応じて前記コイルに対して変位するように配置された磁気応答部材と、前記コイルを発振要素として組み込み、該コイルに対する前記磁気応答部材の変位に応じた該コイルのインダクタンス変化に応じて発振周波数に変化する自励発振回路と、前記自励発振回路の発振出力信号に基づき発振周波数に応じた計測値を生成し、該計測値の微分値を速度データとして求め、該速度データを積分することにより位置データを求める演算部とを備える。

[0007] 本発明によれば、コイルのインダクタンス変化に応じて発振周波数の変化に基づき速度データを求め、該速度データを積分することにより位置データを算出する構成であるから、速度データを求める際の差分演算によって、温度あるいは位置検出装置の機械的取り付け位置などに起因するオフセット成分を自動的にキャンセル若しくは軽減することができる。従って、精度の良い位置検出装置を提供することができる。また、速度データを求める際の差分演算の時間差を適宜に設定することにより、速度データの値を拡大することができ、該速度データの積分演算によって得られる位置データのダイナミックレンジ若しくはスケールを適宜に拡大するように調整することができる。従って、検出対象が微小変位であっても、大きな値からなる位置データを

得ることができ、微小変位の検出に適した位置検出装置を提供することができる。また、位置検出要素であるコイルを自励発振回路のインダクタンス要素として組み込むことにより、全体としての装置規模を小型化することができる、その意味でも微小変位の検出に適した小型の変位検出装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明の一実施例に係る位置検出装置の構成を示すブロック図。
- [図2]図1における自励発振回路の構成例を示す回路図。
- [図3]図1における演算部の動作例を説明する図。
- [図4]本発明の変位検出装置の別の実施例を示すブロック図。
- [図5] (a) は本発明の変位検出装置を振動センサに適用した実施例におけるコイルと磁気応答部材の組み合わせの一例を示す斜視図、(b) は振動センサに適用した実施例におけるコイルと磁気応答部材の組み合わせの別の一例を示す側面図。
- [図6]本発明に係る変位検出装置を傾斜センサに応用した一例を示す正面略図。
- [図7]本発明に係る変位検出装置を2次元センサに応用した一例を示す平面略図。
- [図8]本発明に係る変位検出装置を適用した別の2次元センサの略図。
- [図9]本発明に係る変位検出装置を圧力センサに応用した一例を示す側面略図。
- [図10]本発明に係る変位検出装置をリニアセンサに応用した一例を示す略図。
- [図11]本発明に係る変位検出装置をトルクセンサに応用した一例を示し、(a) はトルクセンサの側断面図、(b) は磁気応答部材の分解斜視図、(c) はコイルの配置を示す正面図。

発明を実施するための形態

- [0009] 図1は、本発明の一実施例に係る位置検出装置の構成を示すブロック図で

ある。図において、変位検出装置は、１つのコイル１１と、検出対象位置（機械的変位）に応じて該コイル１１に対して相対的に変位するように非接触的に近接配置された磁気応答部材１２と、該コイル１１を発振要素として組み込み、該コイル１１に対する該磁気応答部材１２の変位に応じた該コイル１１のインダクタンス変化に応じて発振周波数に変化する自励発振回路１３と、前記自励発振回路１３の発振出力信号に基づき前記検出対象位置に応じた位置データを求めるための演算部１４とを備える。演算部１４は、前記自励発振回路１３の発振出力信号に基づき発振周波数に応じた計測値をデジタルで生成し、該計測値の時間的差分値を速度データとしてデジタル的に求め、該速度データをデジタル的に積分することにより変位データ（位置データ）を求めるように構成されている。

[0010] 図２は、コイル１１を自励発振用インダクタンス要素として組み込んだ自励発振回路１３の一例を示す。自励発振回路１３は、並列ＬＣ回路２１と増幅器２２とで構成されたコルピッツ型発振回路である。並列ＬＣ回路２１は、自励コイルとして機能する前記コイル１１と、コンデンサ２３、２４とからなる。増幅器２２は、増幅素子としてのトランジスタ２５と、電源－コレクタ間の抵抗２６、エミッター接地間の抵抗２７、ベース電圧設定用の抵抗２８、２９を含む。なお、増幅素子は、トランジスタに限らず、ＦＥＴあるいはオペアンプ等任意の反転増幅素子を用いてよい。増幅器２２の入力端子ＩＮ（ベース入力）に並列ＬＣ回路２１の一方のコンデンサ２３とコイル１１の接続点の信号が入力し、増幅器２２の出力端子ＯＵＴ（コレクタ出力）が並列ＬＣ回路２１の他方のコンデンサ２４とコイル１１の接続点に入力する。この例では、発振出力信号は、増幅器２２の入力端子ＩＮ（ベース入力）から取り出されることができる。なお、自励発振回路２０の基本構成は、図示のようなコルピッツ型発振回路に限らず、ハートレイ型発振回路、その他ＲＬＣによる発振回路であってもよい。

[0011] 図１に戻り、演算部１４は、前記自励発振回路１３の発振出力信号に基づき発振周波数に応じた計測値を生成するための手段として、発振周期計測ス

テップ30を含む。この場合、例えば、発振周波数の周期をカウントし易いように、前記発振出力信号を適宜分周することにより、拡張した周期を持つ矩形波信号を生成し、該矩形波信号が持つ拡張した周期をカウントすることにより、前記発振周波数に応じた計測値を生成するとよい。検出対象位置に応じた前記コイル11の変位に応じて自励発振回路13のインダクタンスが変化し、その発振周波数が変化するので、ステップ30で求められる計測値は、検出対象変位を原初的に表現するものである。

[0012] 次のステップ31では、前記ステップ30で求めた前記計測値の時間的差分値をデジタル的に求めることにより速度データ V_d を算出する。次に、ステップ32では、前記ステップ31で求めた速度データ V_d を積分することにより位置データ（すなわち変位データ） L_d を算出する。ステップ32で求められた位置データ（変位データ） L_d が、位置検出信号（変位検出信号）として出力される。

[0013] このように、ステップ31で速度データ V_d を一旦求め、ステップ32で該速度データ V_d を積分することにより位置データ L_d を算出する構成であるから、温度あるいは位置検出装置の機械的取り付け位置などに起因するオフセット成分を自動的にキャンセル若しくは軽減することができる。例えば、ステップ30で求めた前記計測値にそのようなオフセット成分が含まれていても、検出対象が静止しているときは、ステップ31において得られる速度データ V_d の値は0であるから、オフセット成分が自動的にキャンセルされる。また、検出対象軸等に位置検出装置を機械的に取り付ける時の取り付け原点設定も容易に行える。すなわち、取り付け時は検出対象が静止しているので、速度データ V_d の値は0であるから、任意の取り付け位置をそのまま原点として定めてよい。更に、検出対象が動いているときも、誤差又はオフセット成分が自動的にキャンセルされる。例えば、誤差又はオフセット成分を σ で表し、前記ステップ30で求めた前記計測値の時点 t_0 における値を X_0 、時点 t_1 における値を X_1 で示し、それぞれの時点 t_0 、 t_1 における検出対象位置に対応する正しい計測値成分を a_0 、 a_1 で示すと、前記

ステップ31で求められる、時点 t_0 、 t_1 間の前記計測値 X_0 、 X_1 の差分値（速度データ V_d ）は、

$$V_d = X_1 - X_0 = (a_1 + \sigma) - (a_0 + \sigma) = a_1 - a_0$$

となり、時点 t_0 、 t_1 間における検出対象位置の正しい差分（速度データ V_d ）を示す。このような差分値（速度データ V_d ）を前記ステップ32で積分することにより、誤差成分 σ を除去した精度の良い位置データ L_d を得ることができる。従って、本発明によれば、誤差又はオフセット成分 σ を自動的に除去した精度の良い位置検出を行うことができる。

[0014] また、本発明によれば、前記ステップ31で行う差分演算の時間差を適宜に設定することが可能である。これにより、検出対象の変位に応じたインダクタンス変動に対して微小な発振周波数変化しか示さないような自励発振回路13を使用する位置検出装置においても、大きなダイナミックレンジで（若しくは拡大された数値スケールで）速度データ V_d 及び位置データ L_d を生成することができ、自励発振回路13を使用して装置構成を小型化した位置検出装置において、精度の良い位置検出を行うことができる。また、検出対象位置の変化範囲が微小であっても、大きなダイナミックレンジで（若しくは拡大された数値スケールで）速度データ V_d 及び位置データ L_d を生成することができるので、微小変位の検出に適した位置検出装置を提供することができる。以下、図3を参照して、この点について詳しく説明する。

[0015] 図3（a）において、時間的に変化する検出対象位置に応じて前記ステップ30で求められる前記計測値（つまり、原初的位置検出データ）の一例を実線F1で示し、この実線F1で示される前記計測値（原初的位置検出データ）を3種の異なる時間差で差分演算（微分）することによって得られる速度データ V_d の一例をそれぞれ破線F2、一点鎖線F3、二点鎖線F4で示す。この例では、破線F2で示される速度データ V_d は時間差「1」で前記計測値（原初的位置検出データ）を差分演算することによって得られ、一点鎖線F3で示される速度データ V_d はその5倍の時間差「5」で前記計測値（原初的位置検出データ）を差分演算することによって得られ、二点鎖線F

4で示される速度データ V_d はその10倍の時間差「10」で前記計測値（原初的位置検出データ）を差分演算することによって得られる。図示例において、時刻 t_0 と t_1 の差を α （秒）とすると、時間差「1」の差分演算とは、或る時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(0)$ に対する、それより α （秒）前の時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(-1)$ を求めることからなり、時間差「5」の差分演算とは、或る時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(0)$ に対する、それより 5α （秒）前の時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(-5)$ を求めることからなり、また、時間差「10」の差分演算とは、或る時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(0)$ に対する、それより 10α （秒）前の時点の前記計測値（原初的位置検出データ） $X(-10)$ を求めることからなる。

[0016] 図3(a)において、実線F1で示される前記計測値（原初的位置検出データ）は、時刻 t_0 から t_{10} までの間で勾配「1」で直線的に変化し、 t_{10} 以降は一定値（10）を維持する。破線F2で示される速度データ V_d は、時刻 t_0 から t_1 までの間で勾配「1」で直線的に変化し、時刻 t_1 から t_{10} までの間で値「1」を維持し、以後は「0」である。一点鎖線F3で示される速度データ V_d は、時刻 t_0 から t_5 までの間で勾配「1」で直線的に変化し、時刻 t_5 から t_{10} までの間で値「5」を維持し、時刻 t_{10} から t_{15} までの間で勾配「-1」で直線的に変化し、以後は「0」である。二点鎖線4で示される速度データ V_d は、時刻 t_0 から t_{10} までの間で勾配「1」で直線的に変化し、時刻 t_{10} から t_{20} までの間で勾配「-1」で直線的に変化し、以後は「0」である。このように、前記ステップ31で行う差分演算の時間差が長くなると、差分演算によって得られる速度データ V_d のダイナミックレンジ（若しくは数値スケール）が広がり、速度データ V_d が大きな値で得られる。

[0017] 図3(a)で破線F2、一点鎖線F3、二点鎖線F4で示した各速度データ V_d の積分値（位置データ L_d ）は、それぞれ図3(b)で破線F2i、一点鎖線F3i、二点鎖線F4iで示すような特性を示すものとなる。なお

、図3（b）の縦軸は、図3（a）の縦軸の1／10のスケールで、縮小して示してある。図3（a）において実線F1で示された、同じ検出対象位置に応じた計測値（原初的位置検出データ）に対して、図3（b）において破線F2i、一点鎖線F3i、二点鎖線F4iで示すように、異なるダイナミックレンジ（若しくはスケール）特性を示す位置データLdが得られることになる。例えば、実線F1で示された検出対象位置に応じた計測値（原初的位置検出データ）の値が略「10」で安定したとき、破線F2iで示された位置データLdの値は略「10」、一点鎖線F3iで示された位置データLdの値は略「50」、二点鎖線F4iで示された位置データLdの値は略「100」となる。つまり、ステップ30で求めた発振周波数に基づく計測値（原初的位置検出データ）に対して、破線F2iで示された位置データLdは同程度のスケールで、一点鎖線F3iで示された位置データLdは略50倍のスケールで、二点鎖線F4iで示された位置データLdは略100倍のスケールで、表される。これは、積分に際しての増分値（Vdの値）がそれぞれ異なるからである。検出対象の動きが微小変位である場合、ステップ30で求められる計測値（原初的位置検出データ）の変化幅（ダイナミックレンジ）が小さいが、二点鎖線F4iで示されたもののよう大きなスケール（ダイナミックレンジ）で拡大された位置データLdが得られるように、前記ステップ31で行う差分演算の時間差を適切に設定することにより、精度の良い位置検出を行うことができる。

[0018] このように、前記ステップ31で行う差分演算の時間差を適宜に設定することにより、前記ステップ32で行う積分演算によって得られる位置データLdのダイナミックレンジを適宜に拡大するように調整することができる。従って、検出対象の微小変位（あるいはステップ30の計測値（原初的位置検出データ）が示す微小変位）を大きなダイナミックレンジの位置データLdとして検出することができ、かつ、検出装置の構造そのものが小型化に適している（1つのコイル11を自励発振回路13に組み込んだ簡素な構造）ので、微小変位検出に適したあるいは小型化に適した変位検出装置を提供す

ることができる。なお、前記ステップ 31 で行う差分演算の時間差の設定を、ユーザが可変調整できるように構成してもよいし、あるいは、変位検出装置の応用目的に応じてファクトリーセットで予め調整するようにしてもよい。

[0019] 図 4 は、演算部 14 において更に加速度データを求めることができるようにした実施例を示す。ステップ 33 では、前記ステップ 31 で求めた速度データ V_d を更に微分（差分演算）することにより加速度データ A_d を算出する。ステップ 33 で行う差分演算の時間差は、前記ステップ 31 で行う差分演算の時間差と同様に設定してよい。図 3 (c) は、図 3 (a) に示す速度データ V_d に対応してステップ 33 で得られる加速度データ A_d の一例を示す。図 3 (a) で破線 F2、一点鎖線 F3、二点鎖線 F4 で示した各速度データ V_d の微分値（加速度データ A_d ）は、それぞれ図 3 (c) で破線 F2a、一点鎖線 F3a、二点鎖線 F4a で示すような特性を示すものとなる。図 3 (c) の縦軸は、図 3 (a) の縦軸のスケールよりも幾分縮小して示してある。図 3 (c) において、破線 F2a で示される加速度データ A_d は時間差「1」で破線 F2 の速度データ V_d を差分演算することによって得られ、一点鎖線 F3a で示される加速度データ A_d はその 5 倍の時間差「5」で一点鎖線 F3 の速度データ V_d を差分演算することによって得られ、二点鎖線 F4a で示される加速度データ A_d はその 10 倍の時間差「10」で二点鎖線 F4 の速度データ V_d を差分演算することによって得られる。

[0020] このように、前記ステップ 31 で行う差分演算の時間差に合わせて前記ステップ 33 で行う差分演算の時間差を適宜に設定することにより、前記ステップ 33 で得られる加速度データ A_d のダイナミックレンジを更に拡大するように調整することができる。従って、検出対象の微小変位（あるいはステップ 30 の計測値（原初的位置検出データ）が示す微小変位）を大きなダイナミックレンジの加速度データ A_d として検出することができ、かつ、検出装置の構造そのものが小型化に適している（1つのコイル 11 を自励発振回路 13 に組み込んだ簡素な構造）ので、微小変位に基づく加速度検出に適し

たあるいは小型化に適した位置（加速度）検出装置を提供することができる。

[0021] 図4に示されるように、更にステップ34を設け、前記ステップ33で求めた加速度データ A_d を積分することにより速度データ V_d' を算出するようにしてもよい。これにより、前記ステップ31で求めた速度データ V_d よりもダイナミックレンジ（スケール）の大きな速度データ V_d' をステップ34で算出することができる。一例として、図3（d）に示す二点鎖線 F_{4ai} は、図3（b）に示す二点鎖線 F_{4a} の加速度データ A_d を積分することにより得られる速度データ V_d' を示す。図3（d）の縦軸は、図3（c）の縦軸のスケールよりも更に縮小して示してある。

[0022] 以上のような基本原理からなる本発明に係る位置検出装置は、位置検出、速度検出、加速度検出は勿論のこと、その他の種々の用途に応用することができる。

[0023] 図5は、本発明に係る位置検出装置を振動センサ（又は衝撃センサ）に応用した一例を示し、（a）は、振動センサ（又は衝撃センサ）としての前記コイル11と磁気応答部材12の組み合わせの一例を示す斜視図である。図5（a）の例においては、フラットコイルからなるコイル11が固定部15に固定され、磁性材質又は非磁性かつ導電材質からなる板バネ状の可動部16が磁気応答部材12として機能する。検出対象である機械的振動（変位）に応じて板バネ状の可動部16が振動（変位）し、コイル11と該可動部16とのギャップが変化することにより、該機械的振動（変位）に応じたインダクタンス変化がコイル11に生じる。この場合、例えば、前記演算部14で得た位置データ L_d を振動検出信号として適宜の振動判定回路（図示せず）に供給し、該振動判定回路において該振動検出信号が所定閾値より大きいと判定したとき、該所定閾値以上の振動又は衝撃が生じことを検出するように構成するとよい。あるいは、前記演算部14で得た速度データ V_d 、加速度データ A_d 又は速度データ V_d' を適宜の判定回路（図示せず）に供給し、該判定回路において該データが所定閾値より大きいと判定したとき、該所

定閾値以上の振動又は衝撃が生じことを検出するように構成してもよい。

[0024] 図5(b)は、振動センサ(又は衝撃センサ)としての前記コイル11と磁気応答部材12の組み合わせの別の一例を示す側面図である。図5(b)の例においては、フラットコイルからなるコイル11が固定部15に固定され、フラットコイルの一面に対向して磁性材質からなる板バネ状の第1可動部17が配置され、該フラットコイルの他面に対向して非磁性かつ導電材質からなる板バネ状の第2可動部18が配置され、両可動部17及び18が磁気応答部材12として機能する。この場合も、検出対象である機械的振動(変位)に応じて板バネ状の第1及び第2可動部17、18が振動(変位)し、コイル11と該第1及び第2可動部17、18とのギャップが変化することにより、該機械的振動(変位)に応じたインダクタンス変化がコイル11に生じる。なお、この構成においては、検出対象である機械的振動(変位)に応じて一方の磁性可動部17がコイル11に近づくとき他方の非磁性可動部18がコイル11から遠ざかる、というようにプッシュプルで変位することにより、コイル11に生じるインダクタンスが相加的に変化し、検出精度が向上する。振動又は衝撃の判定の仕方は、上述と同様に行うようにしてよい。

[0025] 図6は、本発明に係る位置検出装置を傾斜センサに応用した一例を示す正面略図である。この例においては、フラットコイルからなるコイル11が固定部21に固定され、磁性材質又は非磁性かつ導電材質からなる揺動部20が前記磁気応答部材12として機能する。揺動部20は、枢動軸20aの回りで揺動可能に取り付けられている。検出対象の傾きに応じて揺動部20がコイル11に対して変位し、これに応じた位置データLdが前記演算部14から得られる。この場合、得られた位置データLdに基づき検出対象の傾斜量を示す情報を生成するようにしてもよいし、あるいは得られた位置データLdを適宜の判定回路(図示せず)に供給し、該判定回路において該位置データLdが所定閾値より大きいと判定したとき、該所定閾値以上の傾斜が生じことを検出するように構成してもよい。

[0026] 図7は、本発明に係る位置検出装置を2次元センサに応用した一例を示す平面略図である。この例においては、フラットコイルからなる複数のコイル11-1, 11-2, 11-3, ...が固定面22上に2次的に配置され、磁性材質又は非磁性かつ導電材質からなる磁気応答部材12が固定面22上に配置されたコイル11-1, 11-2, 11-3, ...に対して非接触的に近接配置され、磁気応答部材12が該コイル11-1, 11-2, 11-3, ...に対して2次的に変位する。各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...毎に前記自励発振回路13と前記演算部14が設けられ、各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...のインダクタンスに応じた位置データLdがそれぞれに対応する前記演算部14から得られる。これら各演算部14から得られるコイル毎の位置データLdの組合せによって、検出対象の2次元位置が特定される。なお、各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...毎に前記自励発振回路13と前記演算部14を設けることなく、1つの自励発振回路13内に複数のコイル11-1, 11-2, 11-3, ...を組み込み、かつコイル切り替え回路を付加して設け、該コイル切り替え回路によって該自励発振回路13において使用するコイルをいずれか1つに時分割的に選択接続するように構成してもよい。その場合、演算部14も、自励発振回路13におけるコイルの時分割的选择に同期して複数チャンネル（各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...毎のチャンネル）で時分割動作するように構成すればよい。

[0027] 図8は、本発明に係る位置検出装置を適用した別の2次元センサの略図である。この場合、磁気応答部材12は円筒状の可動部材として構成され、その周囲において複数のコイル11-1, 11-2, 11-3, ...が固定的に配置される。円筒状の磁気応答部材12の軸線に垂直な面に沿う2次的変位に応じて、各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...のインダクタンスが変化する。上述と同様に、各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...毎に前記自励発振回路13と前記演算部14が設けられ（又はコイル切り替え回路を付加して1つの自励発振回路13と前記演算部14を複

数チャンネルで時分割的に使用し)、各コイル11-1, 11-2, 11-3, ...のインダクタンスに応じた位置データLdがそれぞれに対応する前記演算部14から得られる。これら各演算部14から得られるコイル毎の位置データLdの組合せによって、検出対象の2次元位置が特定される。

[0028] 図9は、本発明に係る位置検出装置を圧力センサに応用した一例を示す側面略図である。この例においては、フラットコイルからなるコイル11に対して、ダイヤフラム状の磁気応答部材12が非接触的に近接配置され、コイル11に対する磁気応答部材12の距離が検出対象圧力に応じて変化するよう構成される。従って、検出対象圧力に応じてコイル11のインダクタンスが変化し、演算部14から得られる位置データLdによって、検出対象圧力が特定される。なお、図9において、破線は磁気応答部材12の変位を例示している。同様の構造により、歪みセンサあるいは荷重センサを構成することもできる。

[0029] 図10は、本発明に係る位置検出装置をリニアセンサに応用した一例を示す略図である。円筒状のコイル11の内部空間でロッド状の磁気応答部材12が直線変位し得るよう構成され、該磁気応答部材12の直線位置に応じてコイル11のインダクタンスが変化する。従って、演算部14から得られる位置データLdによって、検出対象の直線位置が特定される。リニアセンサに限らず、本発明に係る位置検出装置を回転センサに適用することができるのは勿論である。

[0030] 図11は、本発明に係る位置検出装置をトルクセンサに応用した一例を示し、(a)はトルクセンサの側断面図であり、図示の便宜上、センサ部10の半分は省略して示している。この実施形態に係るトルクセンサは、自動車のステアリングシャフトのトーションバーTに負荷されるねじれトルクを検出する。公知のように、ステアリングシャフトにおいては入力軸1と出力軸2の各磁性シャフト(例えば鉄などの磁性部材からなる)がトーションバーTを介して同軸的に連結されており、これら入力軸1及び出力軸2はトーションバーTによるねじれ変形の許す限りの限られた角度範囲で相対的に回転

しうようになっている。入力軸 1 に連結された第 1 の磁気応答部材 3 及び出力軸 2 に連結された第 2 の磁気応答部材 4 が前記磁気応答部材 1 2 として機能する。この実施例では、一方の磁気応答部材 3 が磁性体（例えば鉄）からなり、他方の磁気応答部材 4 が反磁性材質（例えばアルミニウム）からなる。

[0031] 図 1 1 (b) は、各磁気応答部材 3, 4 の分解斜視図である。各磁気応答部材 3, 4 はそれぞれ円周方向に複数の窓パターンを備えた面板の形状（円板状、詳しくはリング円板状）をなしており、それぞれの面板が密接に近接して前記窓パターンが対向するように配置されている。トルクセンサでは公知のように、窓パターンとは、パターン化された窓を意味し、窓とは、各磁気応答部材 3, 4 の持つ前記所定の磁気応答性能が失われる（若しくは変化する）部分である。本実施例では、この窓パターンは、内周寄りの開口窓 3 a, 4 a のパターンと、外周寄りの開口窓 3 b, 4 b のパターンの、2 系列のパターンからなっている。公知のように、2 つの磁気応答部材 3, 4 の窓の重なりの変化が磁性的なシャッターの役割を果たす。

[0032] 図 1 1 (a) において、センサ基板部 2 0 は、面板状の第 1 及び第 2 の磁気応答部材 3, 4 と同様に、全体的に円板状（詳しくはリング状）を成しており、入力軸 1 及び出力軸 2 からなる軸部分に嵌挿され、第 1 及び第 2 の磁気応答部材 3, 4 に近接した配置で、ベース部 5 に固定されている。出力軸 2 は軸受 6 を介して回転自在にベース部 5 に固定されている。センサ基板部 2 0 においては、図 1 1 (c) に示すように、内周寄りのフラットコイル 1 1 a と外周寄りのフラットコイル 1 1 b の 2 つのコイルが設けられる。これらのフラットコイル 1 1 a, 1 1 b が前記コイル 1 1 としてそれぞれ機能する。内周寄りのフラットコイル 1 1 a は内周寄りの開口窓 3 a, 4 a のパターンに対応し、外周寄りのフラットコイル 1 1 b は、外周寄りの開口窓 3 b, 4 b のパターンに対応するように設けられる。

[0033] 公知のように、各系列における開口窓 3 a, 4 a, 3 b, 4 b の重なり具合の変化は互いに逆特性となるように、開口窓の配置を適切にずらして設定

している。例えば、第2の磁気応答部材4においては、開口窓4 aの系列（第1の系列）と、開口窓4 bの系列（第2の系列）とは、開口窓の繰り返しサイクルに関して、丁度の1/2サイクルの位相ずれを持つように開口窓を形成（配置）する。その場合、第1の磁気応答部材3においては、開口窓3 aの系列（第1の系列）と、開口窓3 bの系列（第2の系列）とは、開口窓の繰り返しサイクルに関して、丁度、同相となるように開口窓列を形成（配置）する。また、トーションバーTのねじれ角が0の状態において、第1の列における開口窓3 a, 4 aの重なり具合は丁度半分となり、第2の系列における開口窓3 b, 4 bの重なり具合も丁度半分となるように、各開口窓列を形成（配置）する。ねじれ角が0の状態から、時計方向にねじれ角が生じると、例えば、第1の系列における開口窓3 a, 4 aの重なり具合が減少してそれに対応する第1のコイル11 aのインダクタンスが増加するのに対して、第2の系列における開口窓3 b, 4 bの重なり具合が増加してそれに対応する第2のコイル11 bのインダクタンスが減少する。また、ねじれ角が0の状態から、反時計方向にねじれ角が生じると、第1の系列における開口窓3 a, 4 aの重なり具合が増加してそれに対応する第1のコイル11 aのインダクタンスが減少するのに対して、第2の系列における開口窓3 b, 4 bの重なり具合が減少してそれに対応する第2のコイル11 bのインダクタンスが増加する。

[0034] このように、トルクセンサのセンサ部10においては、入出力軸（第1及び第2の回転軸）1, 2の相対的回転位置（ねじれ角）に応答して互いに逆特性のインダクタンス変化を該第1及び第2のコイル11 a, 11 bに生じさせるように、第1及び第2の磁気応答部材3, 4を構成しかつ該第1及び第2のコイル11 a, 11 bを配置している。そして、本発明の適用にあたっては、第1の系列をなす開口窓3 a, 4 aに関連する磁気応答部材3, 4の部分と第1のコイル11 aとの組合せが、図1に示す磁気応答部材12とコイル11からなる1つの組合せに相当し、この1つの組合せに対応して、前記自励発振回路13と演算部14が設けられる。また、第2の系列をなす

開口窓 3 b, 4 b に関連する磁気応答部材 3, 4 の部分と第 2 のコイル 1 1 b との組合せが、図 1 に示す磁気応答部材 1 2 とコイル 1 1 からなるもう 1 つの組合せに相当し、このもう 1 つの組合せに対応して、前記自励発振回路 1 3 と演算部 1 4 が設けられる。各系列の演算部 1 4 から得られる位置データ L d が、それぞれの系列のトルク検出データである。すなわち、トルクセンサに対する応用にあたっては、図 1 に示すコイル 1 1、磁気応答部材 1 2、自励発振回路 1 3、演算部 1 4 からなる位置検出装置が 2 系列設けられることとなり、互いに逆特性の 2 つの位置データ L d が両系列から得られ、2 系列のトルク検出データとして出力される。

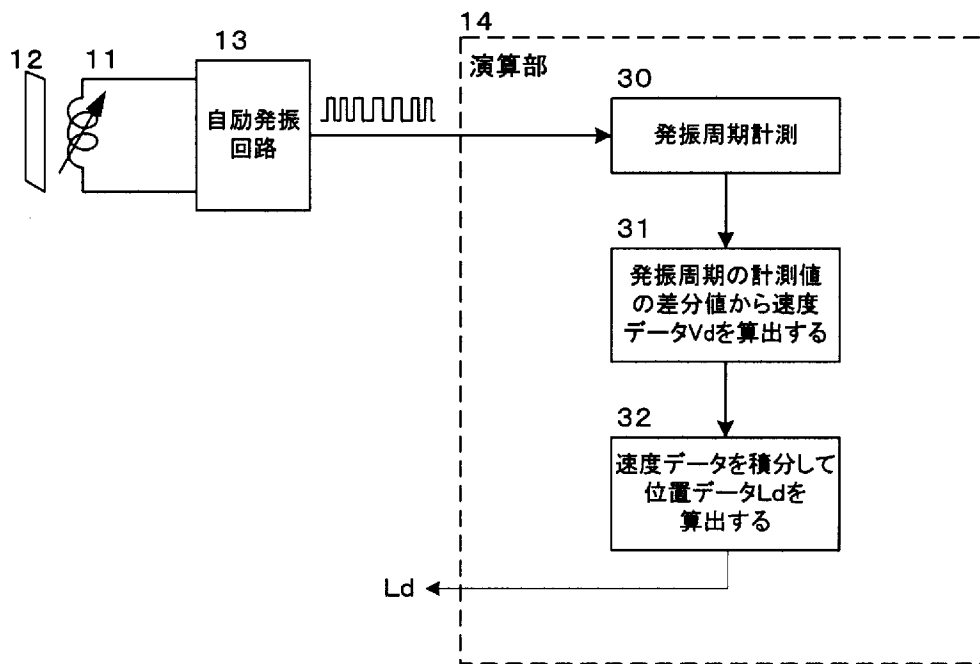
[0035] なお、図 1 1 の例では、入力軸 1 に設けた磁気応答部材 3 と出力軸 2 に設けた磁気応答部材 4 とがスラスト方向に対向する（開口窓がスラスト方向に重なる）ように配置されているが、これに限らず、入力軸 1 及び出力軸 2 に設ける磁気応答部材をそれぞれ円筒形に形成して、両者の開口窓がラジアル方向に重なるように配置したトルクセンサにおいても本発明の位置検出装置を適用することができるのは勿論である。

[0036] なお、演算部 1 4 の機能は、マイクロコンピュータと各ステップの処理を実現するためのソフトウェアプログラムを記憶したメモリとの組み合わせで実現することができるが、これに限らず、カスタム IC など専用のデジタル回路で実現してもよい。

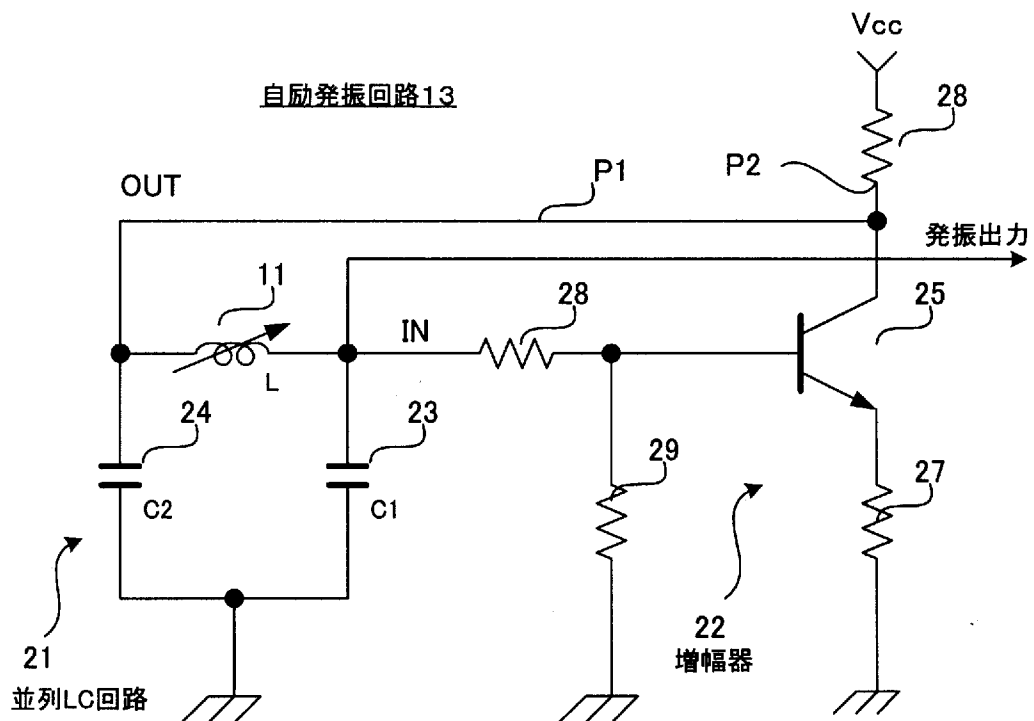
請求の範囲

- [請求項1] コイルと、
- 検出対象位置に応じて前記コイルに対して変位するように配置された磁気応答部材と、
- 前記コイルを発振要素として組み込み、該コイルに対する前記磁気応答部材の変位に応じた該コイルのインダクタンス変化に応じて発振周波数が変化する自励発振回路と、
- 前記自励発振回路の発振出力信号に基づき発振周波数に応じた計測値を生成し、該計測値の微分値を速度データとして求め、該速度データを積分することにより変位データを求める演算部と
- を備える変位検出装置。
- [請求項2] 前記演算部において、前記計測値を微分するための時間差が可変設定される、請求項1の位置検出装置。

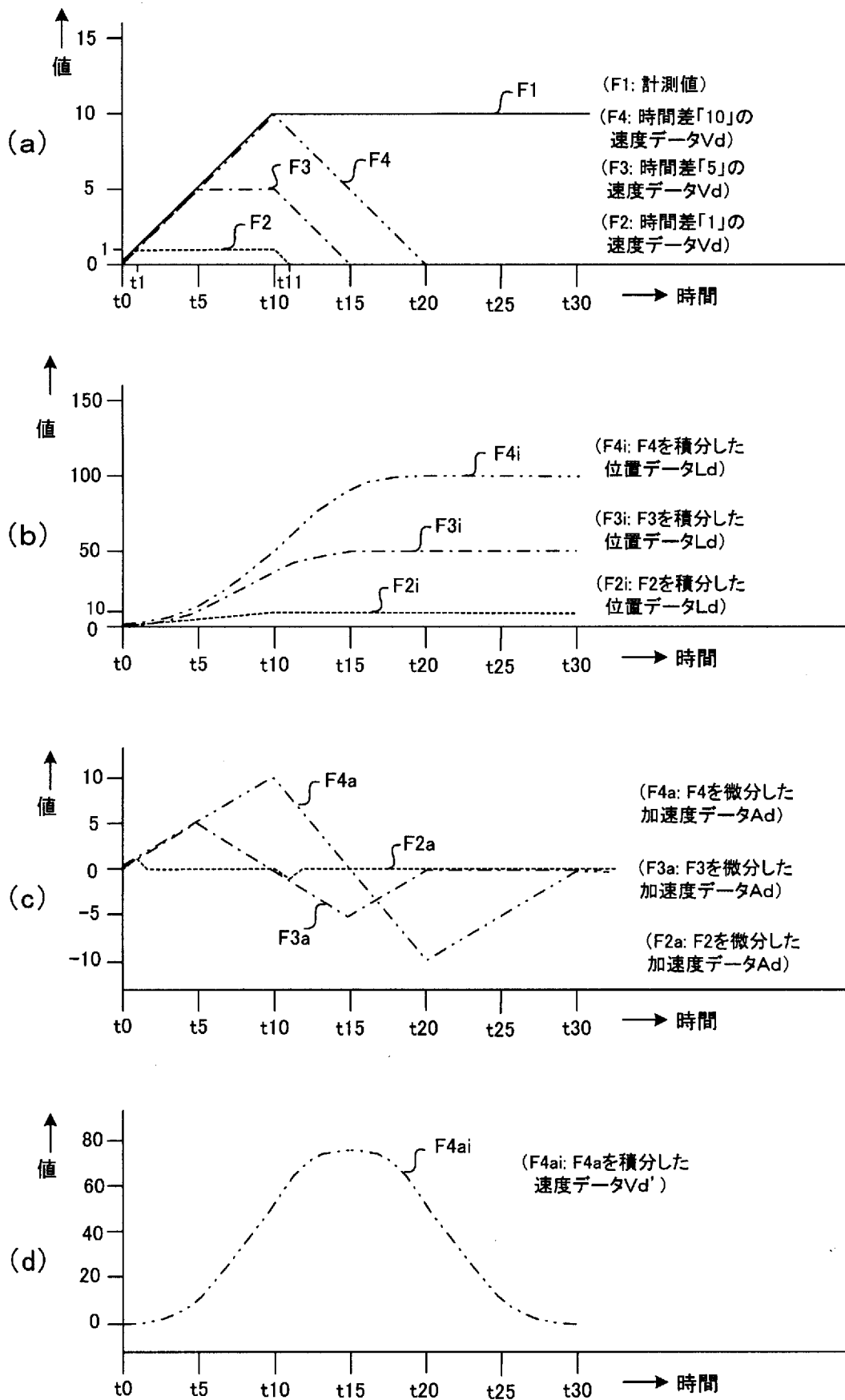
[図1]



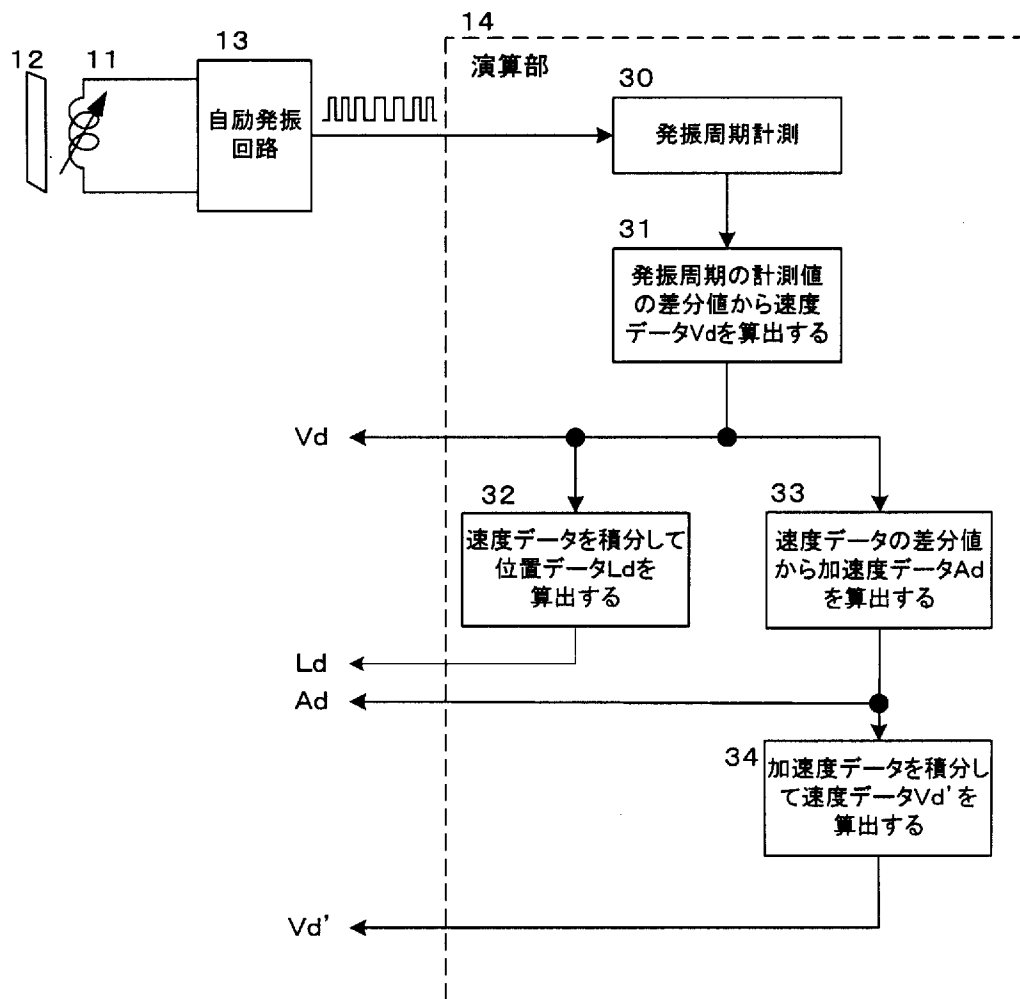
[図2]



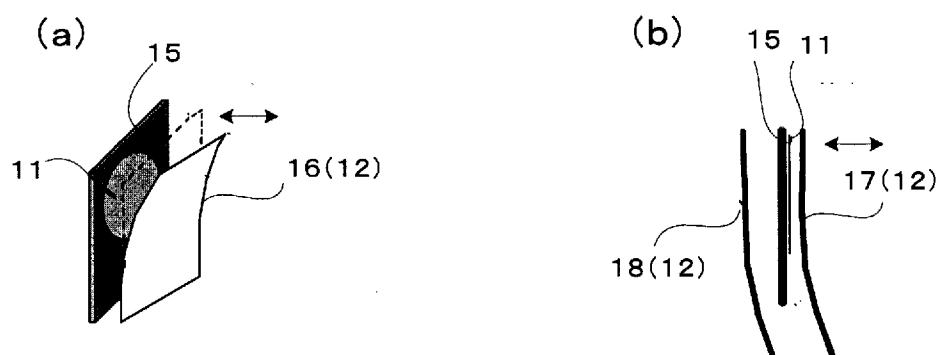
[図3]



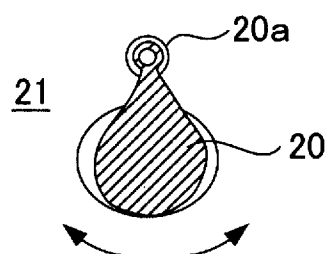
[図4]



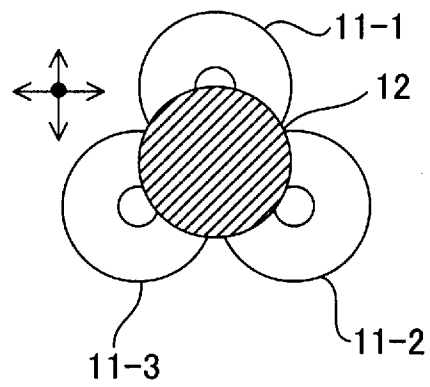
[図5]



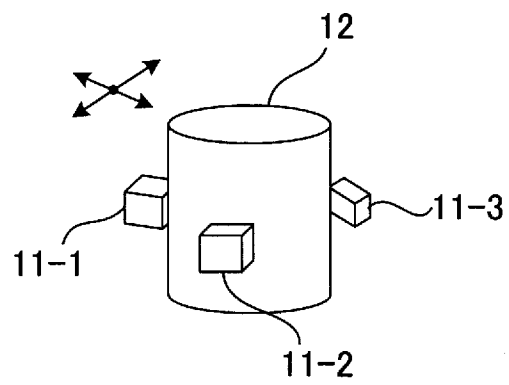
[図6]



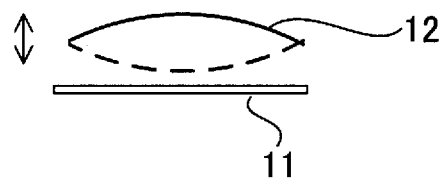
[図7]



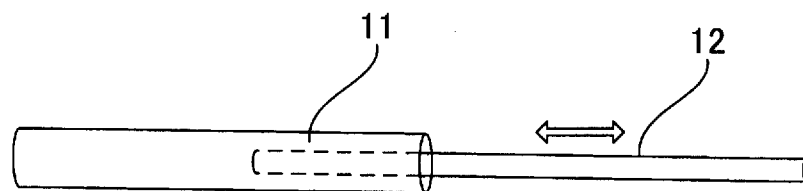
[図8]



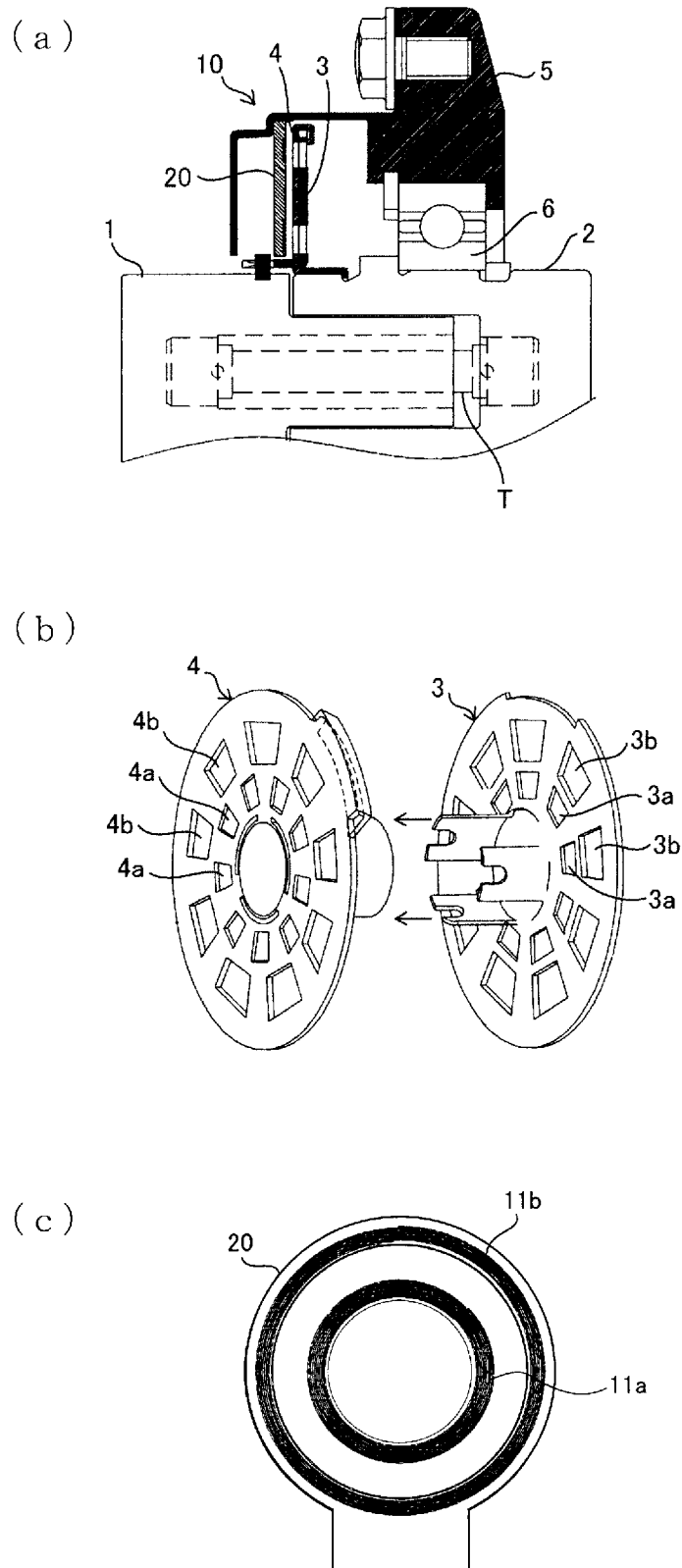
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B7/00(2006.01)i, G01L5/00(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)

G01B7/00, G01L5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	WO 2013/089205 A1 (Amiteq Co., Ltd.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0013] to [0021]; fig. 1 to 4 & US 2014/0347075 A1 paragraphs [0027] to [0035]; fig. 1 to 4	1-2
Y	JP 2002-328002 A (SG Corp.), 15 November 2002 (15.11.2002), paragraphs [0009] to [0010]; fig. 20 (Family: none)	1-2
Y	JP 10-252549 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 September 1998 (22.09.1998), paragraphs [0015] to [0016]; fig. 2 to 4 (Family: none)	2

☐ 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
17 January 2017 (17.01.17)

Date of mailing of the international search report
31 January 2017 (31.01.17)

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. G01B7/00(2006.01)i, G01L5/00(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. G01B7/00, G01L5/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	WO 2013/089205 A1（株式会社アミテック）2013.06.20, [0013] - [0021]、図1-4 & US 2014/0347075 A1, [0027] - [0035]、図1-4	1-2
Y	JP 2002-328002 A（株式会社エスジー）2002.11.15, [0009] - [0010]、図20（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 10-252549 A（三菱電機株式会社）1998.09.22, [0015] - [0016]、図2-4（ファミリーなし）	2

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

17.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

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）

眞岩 久恵

2S

4067

電話番号 03-3581-1101 内線 3216