



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

空隙を有し、被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コアと、前記空隙に配置されたホール素子と、ホール素子に磁束を印加するコイルと、コイルに高周波信号を印加する高周波発振器と、ホール素子の出力を増幅する増幅器と、増幅器の出力から高周波信号の周波数成分を除去する第 1 のローパスフィルタと、増幅器の出力と高周波信号とを掛け算する掛け算器と、掛け算器の出力から高周波信号の周波数と被測定電流の周波数の差以上の周波数成分を除去する第 2 のローパスフィルタと、基準電圧から第 2 のローパスフィルタの出力を引き算する引き算器と、引き算器の出力から制御信号を生成する制御信号生成器と、制御信号によりホール素子に供給する電流を制御する電流制御回路とを有する。温度変化の影響を受けず、常に一定の電流感度を得ることができる。

明 細 書

発明の名称：電流センサ

技術分野

[0001] この発明は磁性体コアとホール素子を使用する電流センサに関する。

背景技術

[0002] 図1はこの種の電流センサの従来構成例として特許文献1に記載されている電流センサの回路構成を示したものである。この例では電流センサは、磁性体コア1とホール素子2と巻線3と高周波発振器4と増幅回路5とフィルタ6、7と制御回路8とによって構成されている。

[0003] 被検出電流Iによる周回磁束の磁路をなす磁性体コア1のギャップに配置されたホール素子2は磁束に応じた電気信号を出力する。磁性体コア1には巻線3が巻回されている。高周波発振器4は高周波信号を発生し、巻線3に印加する。高周波信号の周波数は、被検出電流Iの最大周波数の10倍程度またはそれ以上とされている。

[0004] ホール素子2により出力された電気信号を増幅する増幅回路5はオペアンプ11を有し、ホール素子2の正側出力端子及び負側出力端子はそれぞれ抵抗R_a、R_bを介してオペアンプ11の正側入力端子及び負側入力端子に接続されている。オペアンプ11の正側入力端子は電源V_{cc}とグランドとの間の抵抗R_c、R_dの直列回路によりバイアスされている。また、抵抗R₁、R₂の直列回路の一端がオペアンプ11の負側入力端子に接続され、他端がグランドに接続されている。また、抵抗R₃の一端が抵抗R₁とR₂の接続点に接続され、他端がオペアンプ11の出力端子に接続されている。

[0005] 抵抗R₂には制御回路8のトランジスタQのコレクターエミッタが並列に接続されており、トランジスタQのコレクターエミッタ間の抵抗値を変化させることにより増幅回路5の増幅度が変化する。

[0006] フィルタ6は抵抗R₄とコンデンサC₁で構成されるローパスフィルタであり、増幅回路5の出力信号から高周波信号の周波数と同一の周波数成分を

遮断する。増幅回路 5 の出力信号のうちの被測定電流 I についての周波数成分はフィルタ 6 を通過し、出力端子に印加される。

[0007] フィルタ 7 はコンデンサ C_2 と抵抗 R_5 で構成されるハイパスフィルタであり、増幅回路 5 の出力信号から高周波信号の周波数成分と同一の周波数成分を抽出する。フィルタ 7 を通過した高周波信号についての周波数成分は制御回路 8 に印加される。

[0008] 制御回路 8 はフィルタ 7 により抽出された電気信号に基づいて、その周波数成分の振幅が所定の一定値になるように増幅回路 5 の増幅度を制御する。制御回路 8 は基準電圧 V_{ref} を発生する電源 15 と、フィルタ 7 により抽出された周波数成分の電気信号を整流する整流回路 16 と、整流回路 16 の出力電圧と基準電圧 V_{ref} との差に応じた制御信号を出力する比較回路 17 と、トランジスタ Q とを有する。

[0009] 整流回路 16 はダイオード D とコンデンサ C_3 を有し、比較回路 17 はオペアンプ 18 と抵抗 R_6 , R_7 を有する。比較回路 17 から出力される制御信号はトランジスタ Q のエミッターベース間に印加され、制御信号の電圧に応じてコレクターエミッタ間の抵抗値が変化するため、増幅回路 5 の増幅度が変化する。

[0010] この電流センサでは高周波発振器 4 により巻線 3 に高周波信号が印加される。ホール素子 2 の出力電圧には高周波信号についての周波数成分と、被検出電流 I についての周波数成分が含まれる。ホール素子 2 の出力電圧は増幅回路 5 で増幅され、増幅回路 5 の出力電圧はフィルタ 6 及び 7 に印加される。被検出電流 I についての周波数成分はフィルタ 6 を通過し、電流センサの出力電圧 V_{out} として出力端子に印加される。

[0011] 一方、高周波信号についての周波数成分はフィルタ 7 を通過し、制御回路 8 に印加される。制御回路 8 では整流回路 16 によりその高周波信号についての周波数成分が整流平滑化され、比較回路 17 により整流回路 16 の出力電圧と基準電圧 V_{ref} とが比較され、両者の差が所定の値に近づくようにトランジスタ Q が制御される。

[0012] 従って、この電流センサでは高周波信号についての周波数成分のみを整流平滑化して得られる直流電圧が所定の一定値になるように、増幅回路5の増幅度が常時制御されるものとなっている。これにより、被検出電流Iとは別に印加される高周波信号についての検出値も様々な誤差要因に起因して誤差を含んでいるが、その誤差を無くすべく増幅回路5の増幅度が調整されるため、被検出電流Iについての誤差も併せて低減されるものとなっている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開2012-8009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] ところで、ホール素子を使用する電流センサでは、ホール素子の磁気感度が温度によって変化することに基因して電流感度が温度によって変化するという問題があり、このような電流感度の温度依存性を補償することは高精度な測定を行う上で重要な課題となっている。

[0015] この点、上述した特許文献1に記載されている電流センサは、ホール素子の磁気感度の温度依存性に対しては補償を行うことができるものとなっているものの、電流センサ全体として見た場合、電流感度の温度依存性に対する補償は十分とは言えず、測定誤差が生じるものとなっていた。

[0016] 即ち、特許文献1に記載されている電流センサは、ホール素子2の出力電圧を増幅する増幅回路5の増幅度を制御する制御回路8において、その制御回路8内の整流回路16にダイオードDを用いている。ダイオードDは温度変化、経年変化により順方向降下電圧 V_f が変化するため、精度が悪く、その点で電流感度の温度依存性に対する補償は十分とは言えないものとなっていた。

[0017] この発明の目的は、ホール素子の磁気感度の温度依存性の影響を排除し、温度が変化しても常に一定の電流感度が得られるようにした温度依存性のな

い高精度な電流センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0018] この発明の第1の観点によれば、電流センサは、空隙を有し、被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コアと、前記空隙に配置されたホール素子と、ホール素子に磁束を印加するコイルと、コイルに高周波信号を印加する高周波発振器と、ホール素子の出力を増幅する増幅器と、増幅器の出力から前記高周波信号の周波数成分を除去する第1のローパスフィルタと、増幅器の出力と前記高周波信号とを掛け算する掛け算器と、掛け算器の出力から前記高周波信号の周波数と被測定電流の周波数の差以上の周波数成分を除去する第2のローパスフィルタと、基準電圧から第2のローパスフィルタの出力を引き算する引き算器と、引き算器の出力から制御信号を生成する制御信号生成器と、前記制御信号によりホール素子に供給する電流を制御する電流制御回路とを有する。

[0019] この発明の第2の観点によれば、電流センサは、空隙を有し、被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コアと、前記空隙に配置されたホール素子と、ホール素子に磁束を印加するコイルと、コイルに高周波信号を印加する高周波発振器と、ホール素子の出力を増幅する増幅器と、増幅器の出力から前記高周波信号の周波数成分を除去する第1のローパスフィルタと、増幅器の出力と前記高周波信号とを掛け算する掛け算器と、掛け算器の出力から前記高周波信号の周波数と被測定電流の周波数の差以上の周波数成分を除去する第2のローパスフィルタと、基準電圧から第2のローパスフィルタの出力を引き算する引き算器と、引き算器の出力から制御信号を生成する制御信号生成器と、前記制御信号によりゲインが制御され、その制御されたゲインで第1のローパスフィルタの出力を増幅する可変増幅器とを有する。

発明の効果

[0020] この発明によれば、電流感度は温度変化の影響を受けず、常に一定に制御されるため、温度特性に優れた高精度な電流センサを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図 1 は電流センサの従来構成例を示す回路図である。

[図2]図 2 はこの発明による電流センサの実施例 1 の構成を説明するためのブロック図である。

[図3]図 3 は図 2 におけるホール素子、コイルの実装関係を説明するための図である。

[図4]図 4 は図 3 における基板上的のコイルパターンを示す図である。

[図5]図 5 はこの発明による電流センサの実施例 2 の構成を説明するためのブロック図である。

[図6]図 6 はこの発明による電流センサの実施例 3 の構成を説明するためのブロック図である。

[図7]図 7 はこの発明による電流センサの実施例 4 の構成を説明するためのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下にこの発明の実施例を説明する。

実施例 1

[0023] 図 2 はこの発明による電流センサの実施例 1 の機能構成を示したものであり、図 3 はホール素子及びコイルの配置関係を示したものである。

[0024] 被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コア 2 1 は図 3 に示したように C 形あるいはリング形状とされ、その一部に形成された空隙 2 1 a にホール素子 2 2 とコイル 2 3 が配置されている。ホール素子 2 2 は印加される磁束に応じた電気信号を出力する。コイル 2 3 はホール素子 2 2 に磁束を印加することができるものとなっている。

[0025] ホール素子 2 2 とコイル 2 3 はこの例では同一基板上に形成されている。ホール素子 2 2 は図 3 に示したように基板 2 4 の一方の板面に形成され、コイル 2 3 は基板 2 4 の他方の板面に形成されている。

[0026] コイル 2 3 は図 4 に示したような形状を有する平面コイルとされ、基板 2 4 上にパターン形成されて設けられている。図 4 中、2 3 a はビア（中継スルーホール）を示す。基板 2 4 を両面プリント基板もしくは多層プリント基

板とすれば、このようなコイル 2 3 を容易に形成することができる。なお、コイル 2 3 の形状は図 4 に示したような形状に限らず、渦巻形状としてもよい。

[0027] 基板 2 4 上には電気回路 1 0 0 が設けられている。電気回路 1 0 0 は図 2 に示したような構成を有するものとされ、この例では電圧源 3 1 と抵抗器 3 2 と高周波発振器 3 3 と差動増幅器 3 4 と第 1 のローパスフィルタ 3 5 と掛け算器 3 6 と第 2 のローパスフィルタ 3 7 と基準電圧源 3 8 と引き算器 3 9 と制御信号生成器 4 1 と電流制御回路 4 2 とによって構成されている。

[0028] 高周波発振器 3 3 はコイル 2 3 に高周波信号を印加する。この高周波信号の周波数は電流センサの出力帯域よりも高い周波数とされる。例えば、電流センサの出力帯域を DC ~ 1 0 0 k H z とした場合、高周波信号の周波数は 1 M H z とされる。

[0029] 今、被測定電流が 0 と仮定して電気回路 1 0 0 の動作を説明する。

[0030] 電圧源 3 1 から抵抗器 3 2 及び電流制御回路 4 2 を介してホール素子 2 2 に電流（駆動電流）が供給される。電圧源 3 1 は例えば + 5 V とされる。

[0031] ホール素子 2 2 からはコイル 2 3 に印加された高周波信号の周波数の交流電圧が出力される。ホール素子 2 2 の出力は差動増幅器 3 4 で増幅され、増幅された出力は第 1 のローパスフィルタ 3 5 と掛け算器 3 6 に入力される。第 1 のローパスフィルタ 3 5 は差動増幅器 3 4 の出力から高周波信号の周波数成分を除去する。よって、第 1 のローパスフィルタ 3 5 の出力は 0 となる。

[0032] 一方、掛け算器 3 6 に入力された差動増幅器 3 4 の出力は、コイル 2 3 に印加されている高周波信号と掛け算される。掛け算器 3 6 の出力は第 2 のローパスフィルタ 3 7 に入力され、第 2 のローパスフィルタ 3 7 は掛け算器 3 6 の出力から高周波信号の周波数成分を除去する。

[0033] 第 2 のローパスフィルタ 3 7 の出力は引き算器 3 9 に入力され、引き算器 3 9 は基準電圧源 3 8 から入力される基準電圧から第 2 のローパスフィルタ 3 7 の出力を引き算する。引き算器 3 9 の出力は基準値との偏差信号となる。

。

[0034] 偏差信号（引き算器 3 9 の出力）は制御信号生成器 4 1 に入力される。制御信号生成器 4 1 はこの例では積分器とされ、偏差信号は積分されて制御信号が生成される。制御信号は電流制御回路 4 2 に入力され、電流制御回路 4 2 は制御信号によりホール素子 2 2 に供給する電流を制御する。

[0035] 電流制御回路 4 2 には例えばトランジスタを用いることができる。バイポーラトランジスタでは、ベースに制御電流を印加することでコレクタ電流を制御することができ、電界効果トランジスタ（FET）では、ゲートに制御電圧を印加することでドレイン電流を制御することができる。

[0036] 電流制御回路 4 2 は電流を変化させるように動作する。例えば、第 2 のローパスフィルタ 3 7 の出力が基準値より小さい場合、偏差信号は正の値となり、電流制御回路 4 2 は電流を大きくするように動作する。ホール素子 2 2 は電流（駆動電流）が増加するので磁気感度が大きくなり、よってコイル 2 3 からの磁束に対して出力電圧が大きくなり、基準値に近づくように、つまり偏差信号が小さくなるように制御される。

[0037] このような制御により、例えば温度変化によってホール素子 2 2 の磁気感度が変わると、ホール素子 2 2 から出力される高周波信号の振幅が変化し、それを補償するようにホール素子 2 2 の磁気感度が制御されるため、電流センサの電流感度は温度変化の影響を受けず、常に一定の電流感度が維持される。

[0038] 以下、被測定電流に対応する差動増幅器 3 4 の出力を、

$$V_1 \sin(\omega_1 t + \phi)$$

但し、 V_1 ：振幅

ω_1 ：被測定電流角周波数

ϕ ：高周波発振器出力に対する位相差

とし（被測定電流が直流の場合は $\omega_1 = 0$ 、 $\phi = 0$ ）、コイル 2 3 によって印加される磁束に対応する差動増幅器 3 4 の出力を、

$$A \sin \omega_2 t$$

但し、 A ：振幅

ω_2 ：高周波発振器出力角周波数

とし、高周波発振器出力を、

$$B \sin \omega_2 t$$

但し、 B ：振幅

として、第1及び第2のローパスフィルタ35、37の出力を説明する。

[0039] 差動増幅器34の出力は、

$$V_1 \sin(\omega_1 t + \phi) + A \sin \omega_2 t$$

となる。第1のローパスフィルタ35は差動増幅器34の出力から高周波信号の周波数成分を除去するので第1のローパスフィルタ35の出力、即ち電流センサの出力は、

$$V_1 \sin(\omega_1 t + \phi)$$

となる。一方、掛け算器36の出力は、

$$\begin{aligned} & \{V_1 \sin(\omega_1 t + \phi) + A \sin \omega_2 t\} \times B \sin \omega_2 t \\ &= V_1 B \sin(\omega_1 t + \phi) \times \sin \omega_2 t + A B \sin \omega_2 t \times \sin \omega_2 t \\ &= V_1 B \{ \cos((\omega_1 - \omega_2)t + \phi) - \cos((\omega_1 + \omega_2)t + \phi) \} \\ & \quad / 2 + A B (1 - \cos 2\omega_2 t) / 2 \end{aligned}$$

となる。第2のローパスフィルタ37は掛け算器36の出力から $|\omega_1 - \omega_2|$ 以上、即ち高周波信号の周波数と被測定電流の周波数の差以上の周波数成分を除去するので、第2のローパスフィルタ37の出力は、

$$A B / 2$$

となり、高周波発振器33から出力される高周波信号の振幅 B 及び高周波信号に対応する差動増幅器34の出力の振幅 A に対応した値となり、この値が基準値に近づくように制御される。

実施例 2

[0040] 図5はこの発明による電流センサの実施例2の機能構成を示したものである。ホール素子22及びコイル23の配置は実施例1と同じである。

[0041] この例では電気回路200は実施例1の電気回路100中の電流制御回路

4 2 がなく、第 1 のローパスフィルタ 3 5 の後段に可変増幅器 4 3 を設けたものとなっており、他の構成は実施例 1 の電気回路 1 0 0 と同じである。ホール素子 2 2 には電圧源 3 1 から抵抗器 3 2 を介して電流（駆動電流）が供給される。

[0042] 実施例 1 と同様にして、制御信号生成器 4 1 で生成される制御信号は、この例では可変増幅器 4 3 に入力される。可変増幅器 4 3 のゲイン（利得）は制御信号により制御され、その制御されたゲインで可変増幅器 4 3 は第 1 のローパスフィルタ 3 5 の出力を増幅する。即ち、この例では制御信号は可変増幅器 4 3 のゲイン制御に使用される。

[0043] 例えば、ホール素子 2 2 の磁気感度が温度変化で大きくなった場合、引き算器 3 9 から出力される偏差信号は負となり、制御信号生成器 4 1 で生成される制御信号も負となる。この時、可変増幅器 4 3 のゲインは小さくなるように制御される。よって、ホール素子 2 2 の磁気感度が大きくなった分、可変増幅器 4 3 のゲインが小さくなって補償することができ、これにより電流感度は温度変化の影響を受けず、一定に維持されるものとなる。

[0044] なお、この例では電圧源 3 1 及び抵抗器 3 2 に替えて定電流源を用いるようにしてもよく、定電流源を用いれば、より高精度な測定を行うことができる。

実施例 3

[0045] 次に、この発明による電流センサの実施例 3 の構成について説明する。

[0046] 図 6 は実施例 3 の機能構成を示したものであり、電気回路 1 0 0' は実施例 1 の電気回路 1 0 0 に比較器 5 1 が付加された構成となっている。比較器 5 1 には制御信号生成器 4 1 で生成される制御信号が入力され、比較器 5 1 はその制御信号から故障検出信号を生成して出力する。

[0047] 電圧源 3 1、抵抗器 3 2、電流制御回路 4 2、ホール素子 2 2、差動増幅器 3 4、掛け算器 3 6、第 2 のローパスフィルタ 3 7、基準電圧源 3 8、引き算器 3 9、制御信号生成器 4 1、高周波発振器 3 3 及びコイル 2 3 のいずれかが故障した場合、積分器で構成されている制御信号生成器 4 1 から出力

される制御信号は0又は電源電圧に飽和する。よって、この場合の比較器51の出力が例えば0になるように、比較器51をウインドコンパレータで構成すれば、故障検出を行うことができる。

実施例 4

[0048] 図7はこの発明による電流センサの実施例4の機能構成を示したものであり、電気回路200'は実施例2の電気回路200に比較器51が付加された構成となっている。比較器51には実施例3と同様、制御信号生成器41から制御信号が入力され、比較器51はその制御信号から故障検出信号を生成して出力する。

[0049] 電圧源31、抵抗器32、ホール素子22、差動増幅器34、掛け算器36、第2のローパスフィルタ37、基準電圧源38、引き算器39、制御信号生成器41、高周波発振器33及びコイル23のいずれかが故障した場合、実施例3と同様、制御信号は0又は電源電圧に飽和するため、この場合の比較器51の出力が例えば0になるように比較器51をウインドコンパレータで構成すれば、故障検出を行うことができる。

[0050] 以上、各種実施例について説明したが、ホール素子22に磁束を印加するコイル23は平面コイルとされ、基板24上にパターン形成されるため、例えばコイルを巻くといった面倒な作業は不要であり、その点で電流センサを低コストで製作することができる。

[0051] なお、制御信号生成器41は積分器としているが、引き算器39の出力（偏差信号）を増幅して制御信号を生成する増幅器としてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 空隙を有し、被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コアと、
- 前記空隙に配置されたホール素子と、
- 前記ホール素子に磁束を印加するコイルと、
- 前記コイルに高周波信号を印加する高周波発振器と、
- 前記ホール素子の出力を増幅する増幅器と、
- 前記増幅器の出力から前記高周波信号の周波数成分を除去する第1のローパスフィルタと、
- 前記増幅器の出力と前記高周波信号とを掛け算する掛け算器と、
- 前記掛け算器の出力から前記高周波信号の周波数と前記被測定電流の周波数の差以上の周波数成分を除去する第2のローパスフィルタと、
- 基準電圧から前記第2のローパスフィルタの出力を引き算する引き算器と、
- 前記引き算器の出力から制御信号を生成する制御信号生成器と、
- 前記制御信号により前記ホール素子に供給する電流を制御する電流制御回路とを有する電流センサ。
- [請求項2] 空隙を有し、被測定電流によって発生する磁束を通す磁性体コアと、
- 前記空隙に配置されたホール素子と、
- 前記ホール素子に磁束を印加するコイルと、
- 前記コイルに高周波信号を印加する高周波発振器と、
- 前記ホール素子の出力を増幅する増幅器と、
- 前記増幅器の出力から前記高周波信号の周波数成分を除去する第1のローパスフィルタと、
- 前記増幅器の出力と前記高周波信号とを掛け算する掛け算器と、
- 前記掛け算器の出力から前記高周波信号の周波数と前記被測定電

流の周波数の差以上の周波数成分を除去する第2のローパスフィルタと、

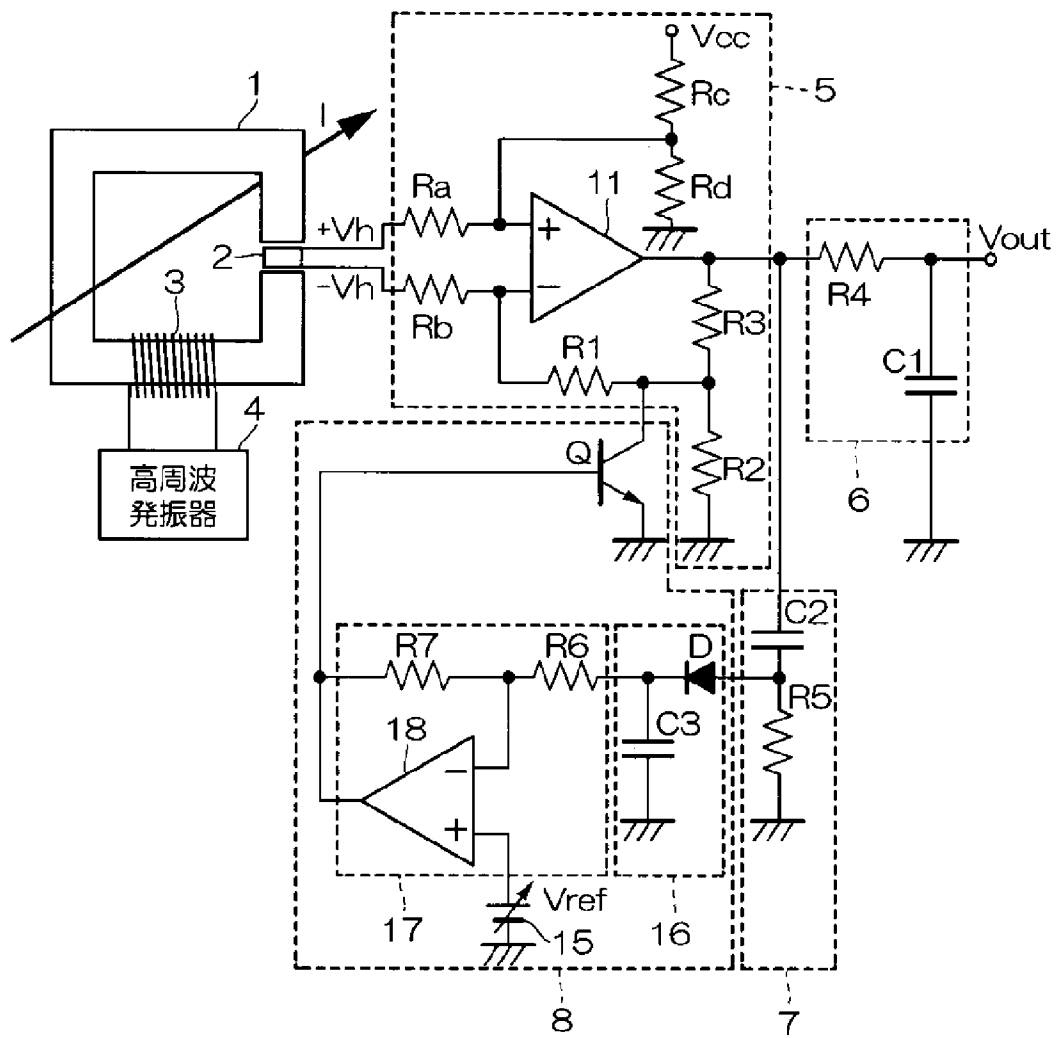
基準電圧から前記第2のローパスフィルタの出力を引き算する引き算器と、

前記引き算器の出力から制御信号を生成する制御信号生成器と、

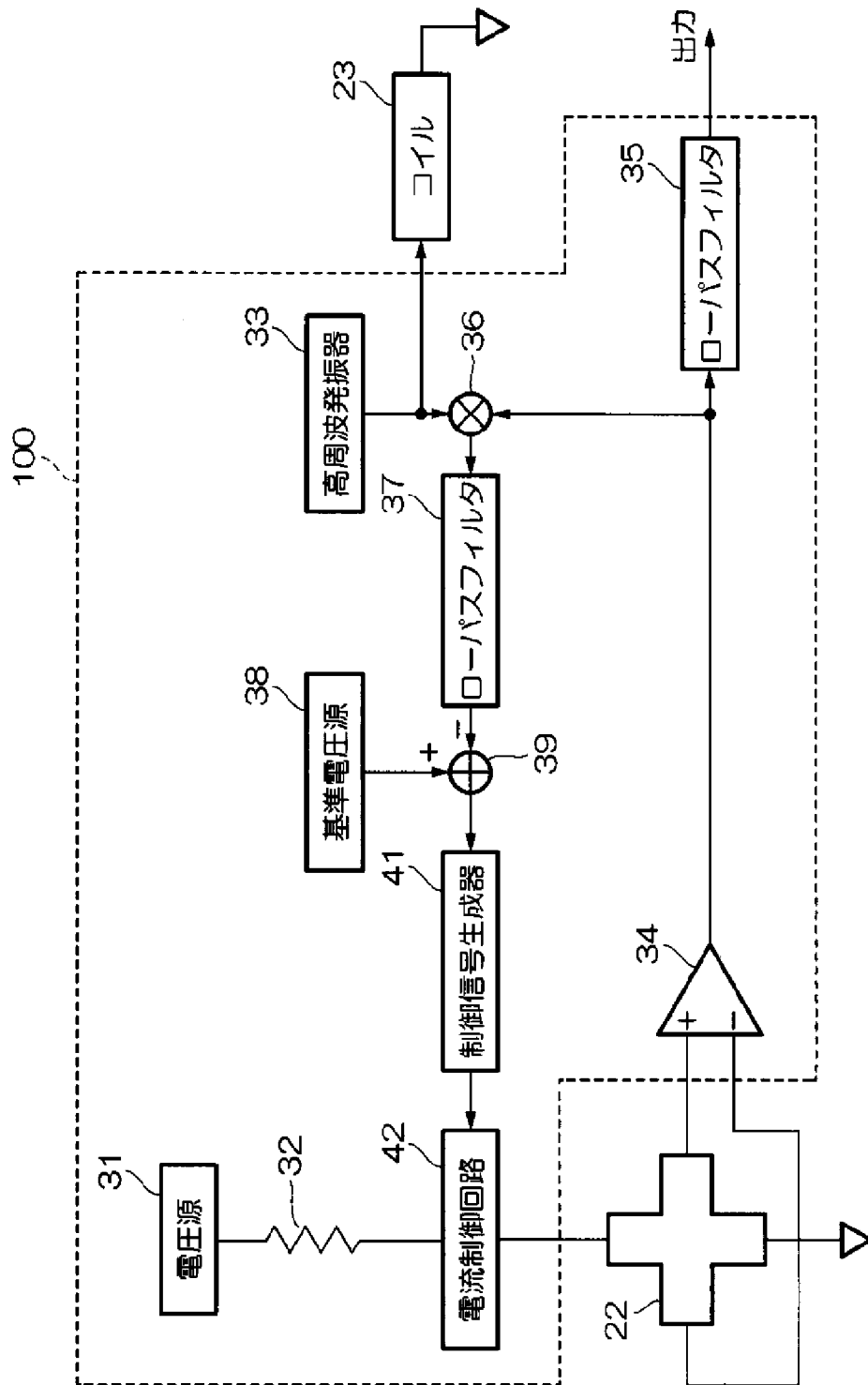
前記制御信号によりゲインが制御され、その制御されたゲインで前記第1のローパスフィルタの出力を増幅する可変増幅器とを有する電流センサ。

- [請求項3] 請求項1又は2の電流センサにおいて、
前記制御信号から故障検出信号を生成する比較器を有する。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかの電流センサにおいて、
前記ホール素子と前記コイルは同一基板上に形成されている。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれかの電流センサにおいて、
前記制御信号生成器は積分器である。
- [請求項6] 請求項1乃至4のいずれかの電流センサにおいて、
前記制御信号生成器は増幅器である。

[図1]



[図2]



[図3]

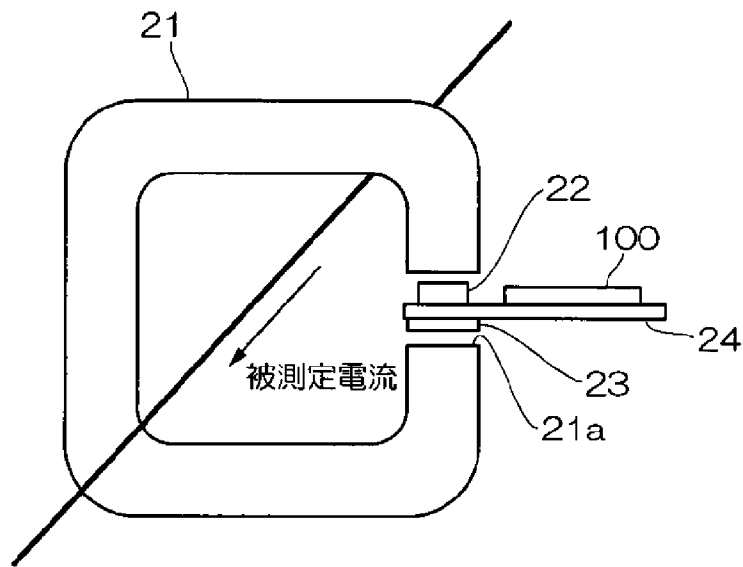


図3

[図4]

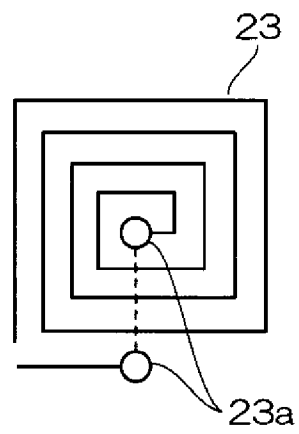


図4

[図5]

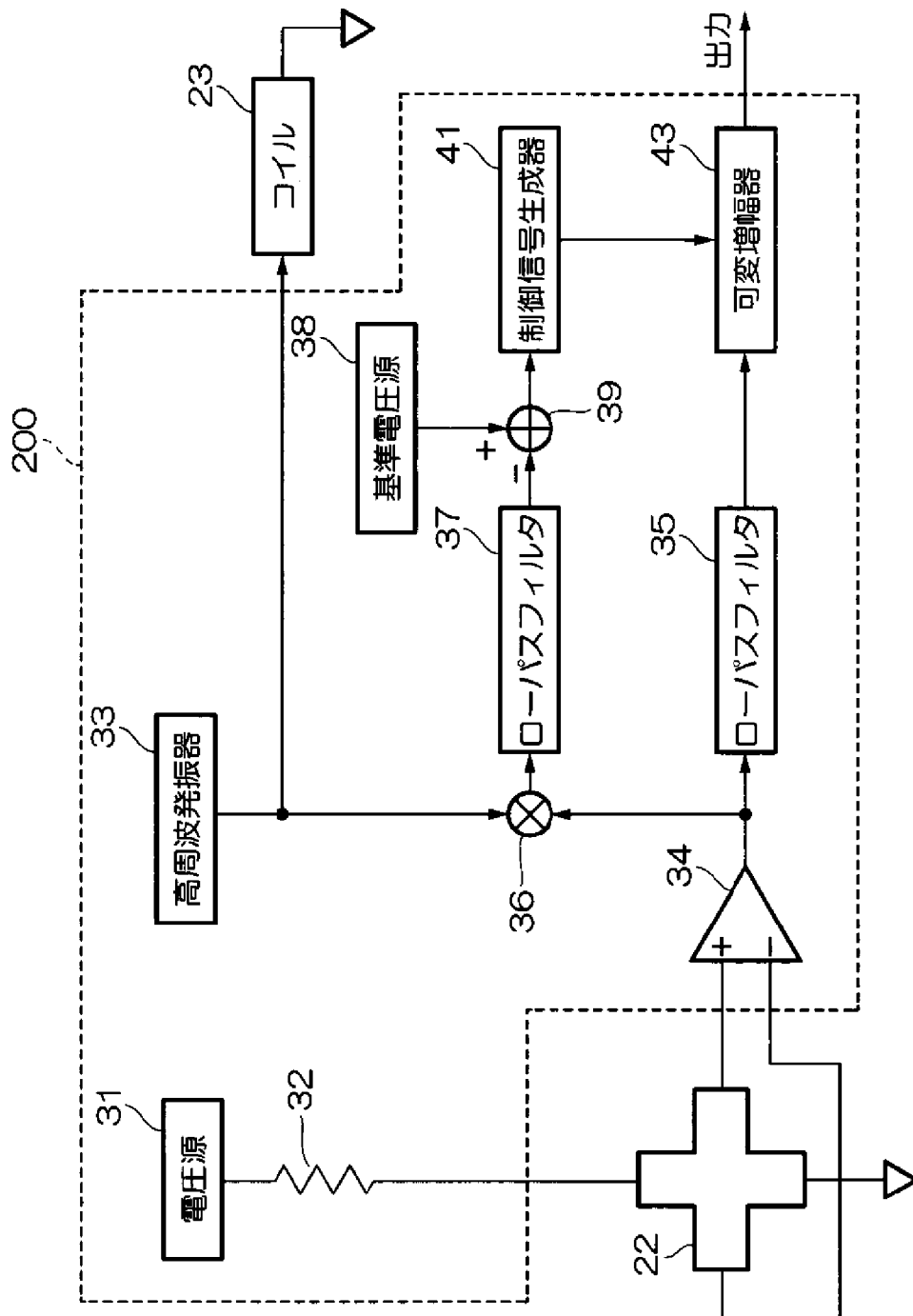


図5

[図6]

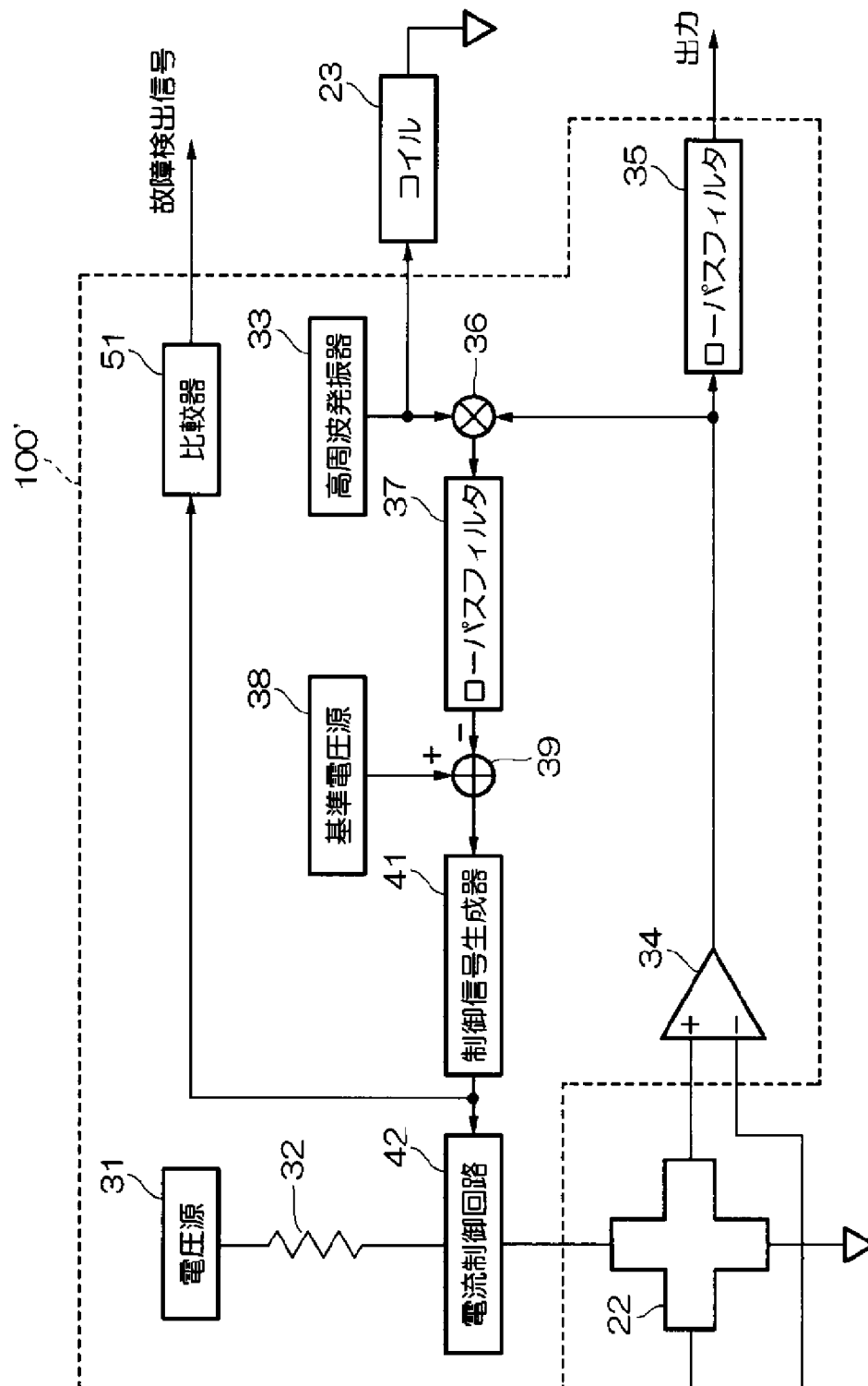


図6

[図7]

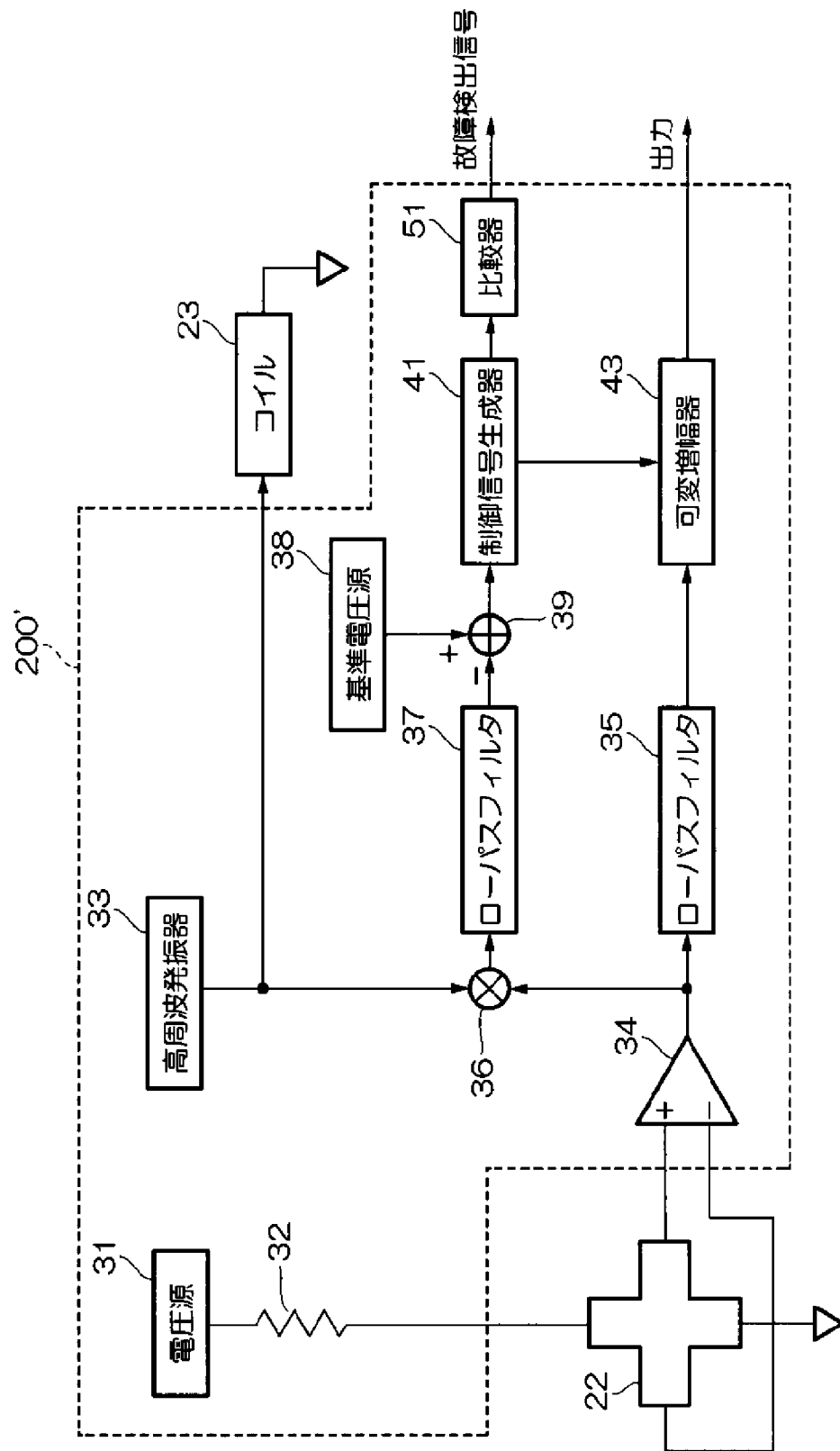


図7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R19/32(2006.01)i, G01R15/20(2006.01)i, G01R19/00(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)

G01R19/32, G01R15/20, G01R19/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2012-008009 A (Sumida Corp.), 12 January 2012 (12.01.2012), paragraphs [0017] to [0042]; fig. 1 & EP 2400309 A1 & CN 102298084 A	1-6
Y	JP 51-117080 A (Ricoh Co., Ltd.), 14 October 1976 (14.10.1976), page 2, upper left column, line 10 to lower right column, line 20; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 3-6
Y	JP 11-074823 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 16 March 1999 (16.03.1999), paragraph [0004]; fig. 5 (Family: none)	1-6

☒ 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
03 April, 2014 (03.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052056

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-055999 A (TDK Corp.), 25 February 2000 (25.02.2000), paragraphs [0056] to [0062]; fig. 8 (Family: none)	3-6
A	JP 11-281678 A (Shimadzu Corp.), 15 October 1999 (15.10.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2006-126012 A (Asahi Kasei Microsystems Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R19/32(2006.01)i, G01R15/20(2006.01)i, G01R19/00(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（I P C））

Int.Cl. G01R19/32, G01R15/20, G01R19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2012-008009 A（スミダコーポレーション株式会社）2012.01.12 段落【0017】－【0042】、【図1】 & EP 2400309 A1 & CN 102298084 A	1-6
Y	JP 51-117080 A（株式会社リコー）1976.10.14 第2頁左上欄第10行－右下欄第20行、第1図－第2図 （ファミリーなし）	1, 3-6

☒ 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

0 3 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

續山 浩二

2 S

4 4 5 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 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	JP 11-074823 A (国際電気株式会社) 1999.03.16 段落【0004】、【図5】 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2000-055999 A (ティーディーケー株式会社) 2000.02.25 段落【0056】－【0062】、【図8】 (ファミリーなし)	3-6
A	JP 11-281678 A (株式会社島津製作所) 1999.10.15 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2006-126012 A (旭化成マイクロシステム株式会社) 2006.05.18 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6