

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5444086号
(P5444086)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int.Cl.

G01F 1/60 (2006.01)

F 1

G01F 1/60

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-79353 (P2010-79353)
 (22) 出願日 平成22年3月30日 (2010.3.30)
 (65) 公開番号 特開2011-209231 (P2011-209231A)
 (43) 公開日 平成23年10月20日 (2011.10.20)
 審査請求日 平成25年1月24日 (2013.1.24)

(73) 特許権者 000006666
 アズビル株式会社
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (72) 発明者 光武 一郎
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株式会社 山武内
 (72) 発明者 大平 正則
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株式会社 山武内

審査官 森 雅之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定管内を流れる流体の流れ方向に対してその磁界の発生方向を垂直として配置された励磁コイルと、この励磁コイルへ無励磁期間を挟んで正方向および負方向への励磁電流を交互に供給し前記無励磁期間の前後に正励磁期間および負励磁期間を設ける励磁回路と、前記測定管内を流れる流体の流れ方向および前記励磁コイルの発生磁界の方向と直交して前記測定管内に対向して配置された第1および第2の電極と、この第1および第2の電極間に得られる信号起電力に基づいて前記測定管内を流れる流体の流量に応じた信号を流量測定信号として出力する流量測定回路とを備えた電磁流量計において、

前記正励磁期間から前記無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間、前記負励磁期間から前記無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間とし、前記第1および第2の期間毎にその時の前記第1の電極に生じる電圧と前記第2の電極に生じる電圧との和を電極間の電圧和として求める電極間電圧和算出手段と、

この電極間電圧和算出手段によって求められた前記第1および第2の期間毎の前記電極間の電圧和に基づいて前記電磁流量計の異常を判定する異常判定手段と

を備えることを特徴とする電磁流量計。

【請求項 2】

請求項1に記載された電磁流量計において、

前記電極間電圧和算出手段によって求められた前記第1および第2の期間毎の前記電極

10

20

間の電圧和から所定の周波数成分のみを抽出する周波数成分抽出手段を備え、

前記異常判定手段は、

前記周波数成分抽出手段によって抽出された前記第1および第2の期間毎の前記電極間の所定の周波数成分の電圧和に基づいて前記電磁流量計の異常を判定する

ことを特徴とする電磁流量計。

【請求項3】

請求項2に記載された電磁流量計において、

前記周波数成分抽出手段によって抽出された前記第1および第2の期間毎の前記電極間の所定の周波数成分の電圧和について、その期間中の電圧和が所定値よりも高い部分のみをサンプリングし、このサンプリングした電圧和の積算値に応じた値の直流信号に変換する直流信号変換手段を備え、

10

前記異常判定手段は、

前記直流信号変換手段によって変換された直流信号の値と所定の基準値とを比較し、直流信号の値が基準値を超えた場合に異常信号を出力する

ことを特徴とする電磁流量計。

【請求項4】

請求項2に記載された電磁流量計において、

前記周波数成分抽出手段によって抽出された前記第1および第2の期間毎の前記電極間の所定の周波数成分の電圧和について、その期間中の電圧和の最大値をピーク値として保持し、この保持した電圧和のピーク値に応じた値の直流信号に変換する直流信号変換手段を備え、

20

前記異常判定手段は、

前記直流信号変換手段によって変換された直流信号の値と所定の基準値とを比較し、直流信号の値が基準値を超えた場合に異常信号を出力する

ことを特徴とする電磁流量計。

【請求項5】

請求項3又は4に記載された電磁流量計において、

前記直流信号変換手段と前記異常判定回路との間に所定の周波数以下の信号を通過させるローパスフィルタが設けられている

30

ことを特徴とする電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、各種プロセス系において導電性を有する流体の流量を測定する電磁流量計に關し、特に励磁コイルへ無励磁期間を挟んで正方向および負方向への励磁電流を交互に供給して流体の流量を測定する電磁流量計に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、この種の電磁流量計として、電池駆動形の電磁流量計がある（以下、電池式電磁流量計と称す）。電池式電磁流量計は、商用電源によって電源が供給される代わりに、内部に電池を搭載して、その電池を電源として励磁回路を駆動するとともに、測定管内に対向して設置された一対の電極間に得られる信号起電力より流量測定信号を生成する流量測定回路を駆動する。

40

【0003】

図6に従来の電池式電磁流量計の要部を示す（例えば、特許文献1，2参照）。同図において、1は測定管、2は測定管1内を流れる流体の流れ方向に対してその磁界の発生方向を垂直として配置された励磁コイル、3は励磁コイル2へ無励磁期間を挟んで正方向および負方向への励磁電流I_e×（図7参照）を交互に供給し無励磁期間の前後に正励磁期間および負励磁期間を設ける励磁回路、4a，4bは測定管1内を流れる流体の流れ方向および励磁コイル2の発生磁界の方向と直交して測定管1内に対向して配置された一対の

50

検出電極、5は接地電極、6は検出電極4a, 4b間に得られる信号起電力を検出し、この検出される信号起電力に基づいて測定管1内を流れる流体の流量に応じて周波数が変わるデューティ比のパルス信号を流量測定信号として出力する流量測定回路、7は内蔵電池である。励磁回路3および流量測定回路6には内蔵電池7からの電源電圧VBが供給される。

【0004】

この電池式電磁流量計において、励磁回路3は、励磁電流方向切替回路3-1や励磁電流値調整回路3-2などを備えている。励磁電流方向切替回路3-1は、流量測定回路6からの指示を受けて、励磁コイル2への励磁電流Iexの方向を無励磁期間を挟んで正方向および負方向へ交互に切り替える。励磁電流値調整回路3-2は、流量測定回路6からの指示を受けて、励磁コイル2への励磁電流Iexの値を調整する。流量測定回路6はCPU6-1を備えている。このCPU6-1から励磁電流方向切替回路3-1や励磁電流値調整回路3-2へ指示が出される。また、CPU6-1によって、検出電極4a, 4b間に得られる信号起電力に基づく流量の算出が行われる。

10

【0005】

この電池式電磁流量計では、動作電源を内蔵電池7に依存しており、内蔵電池7が消耗すれば新しい電池に交換しなければならない。このため、電池交換の周期を延ばすことが求められ、励磁コイル2への励磁電流Iexの供給に際して、正励磁期間と負励磁期間との間に無励磁期間を設けることによって、電力消費の削減を図っている。以下、この正励磁期間と負励磁期間との間に無励磁期間を設ける方式、すなわち無励磁期間の前後に正励磁期間および負励磁期間を設ける方式を3値励磁と呼ぶ。

20

【0006】

特許文献3には、このような3値励磁の電磁流量計において、測定管の中が空になったり、電極に絶縁性の異物が付着した場合などに生じる異常を検知できるようにした電磁流量計が示されており、正励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間、負励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間とし、第1の期間における電極間の電圧差を求め、第2の期間における電極間の電圧差を求め、この第1の期間における電極間の電圧差と第2の期間における電極間の電圧差との差を演算し、この差が所定の基準値を超えたときに異常と判定するようにしている。

30

【0007】

すなわち、特許文献3に示された電磁流量計では、励磁期間の切り替わり時に微分ノイズが発生し、測定管の中が空になったような場合、励磁コイルと電極との間に形成される浮遊容量により、その発生する微分ノイズが大きくなる。この微分ノイズを正励磁期間から無励磁期間への移行時の第1の期間における電極間の電圧差として検出し、また負励磁期間から無励磁期間への移行時の第2の期間における電極間の電圧差として検出し、この検出した電極間の電圧差に基づいて異常判定を行う。なお、第1の期間において電極間に発生する微分ノイズと第2の期間において電極間に発生する微分ノイズは極性が逆なので、第1の期間における電極間の電圧差と第2の期間における電極間の電圧差との差を求ることによって、電極間に発生する微分ノイズは2倍の大きさとして検出される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平9-126848号公報

【特許文献2】特開2001-281029号公報

【特許文献3】特開平3-144314号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献3に示された3値励磁の電磁流量計では、電極間の電圧差に基

50

づいて異常を判定するようにしているので、すなわち図6に示した例で言えば、検出電極4aに生じる電圧と検出電極4bに生じる電圧との差に基づいて異常を判定するようにしているので、微分ノイズを小さな値としてしか検出することができず、異常判定の信頼性が低いという問題があった

【0010】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、微分ノイズを大きな値として検出し、異常判定の信頼性を高めることができる電磁流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

このような目的を達成するために本発明は、測定管内を流れる流体の流れ方向に対してその磁界の発生方向を垂直として配置された励磁コイルと、この励磁コイルへ無励磁期間を挟んで正方向および負方向への励磁電流を交互に供給し無励磁期間の前後に正励磁期間および負励磁期間を設ける励磁回路と、測定管内を流れる流体の流れ方向および励磁コイルの発生磁界の方向と直交して測定管内に対向して配置された第1および第2の電極と、この第1および第2の電極間に得られる信号起電力に基づいて測定管内を流れる流体の流量に応じた信号を流量測定信号として出力する流量測定回路とを備えた電磁流量計において、正励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間、負励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間とし、第1および第2の期間毎にその時の第1の電極に生じる電圧と第2の電極に生じる電圧との和を電極間の電圧和として求める電極間電圧和算出手段と、この電極間電圧和算出手段によって求められた第1および第2の期間毎の電極間の電圧和に基づいて電磁流量計の異常を判定する異常判定手段とを設けたものである。

【0012】

この発明によれば、第1および第2の期間毎にその時の第1の電極に生じる電圧と第2の電極に生じる電圧との和が電極間の電圧和として求められ、この求められた第1および第2の期間毎の電極間の電圧和に基づいて電磁流量計の異常が判定される。この場合、第1の電極に生じる電圧と第2の電極に生じる電圧との和をとることで、第1の電極に生じた微分ノイズと第2の電極に生じた微分ノイズとが加算され、微分ノイズが大きな値として検出されるものとなる。

【0013】

なお、本発明において、第1の電極に生じる電圧と第2の電極に生じる電圧との和を電極間の電圧和として求めると、励磁コイルと電極との間に形成される浮遊容量により生じる微分ノイズ（以下、信号ノイズと呼ぶ）の成分だけではなく、商用ノイズや電極そのものに流れる1/fノイズなどによって生じるノイズ（以下、雑音ノイズと呼ぶ）の成分も大きな値となる。このような雑音ノイズが問題となる場合、電極間の電圧和から所定の周波数成分のみを抽出することによって、雑音ノイズとなる周波数成分を除去するようにしてもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、正励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間、負励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間とし、第1および第2の期間毎にその時の第1の電極に生じる電圧と第2の電極に生じる電圧との和を電極間の電圧和として求め、この求めた第1および第2の期間毎の電極間の電圧和に基づいて異常を判定するようにしたので、微分ノイズを大きな値として検出し、異常判定の信頼性を高めることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る電磁流量計の一実施の形態の要部を示す図である。

【図2】この電磁流量計における異常検出回路のブロック図である。

10

20

30

40

50

【図3】この電磁流量計における微分ノイズの発生状況を例示するタイムチャートである。

【図4】この電磁流量計における電極間の電圧和の周波数スペクトラムの解析結果を示す図である。

【図5】この電磁流量計において測定管内の流体を排水 空にしたときのサンプルホールド信号とコンパレータ出力の関係を示す図である。

【図6】従来の電池式電磁流量計の要部を示す図である。

【図7】無励磁期間を挟んで正方向および逆方向へ供給される励磁電流を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

10

以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。

図1はこの発明に係る電磁流量計の一実施の形態の要部を示す図である。同図において、図6と同一符号は図6を参照して説明した構成要素と同一或いは同等構成要素を示し、その説明は省略する。

【0017】

20

この実施の形態では、電磁流量計内に異常検出回路8を設け、検出電極4aに生じる電圧Vaおよび検出電極4bに生じる電圧Vbを異常検出回路8へ与えるようにしている。

【0018】

図2に異常検出回路8のブロック図を示す。異常検出回路8は、バンドパスフィルタ8-1, 8-2、加算回路8-3、增幅回路8-4、周波数成分抽出フィルタ8-5、直流信号変換回路8-6、ローパスフィルタ8-7、增幅回路8-8および異常判定回路8-9を備えている。

【0019】

図3にこの電磁流量計における微分ノイズの発生状況を例示する。図3(a)は励磁電流Iexである。励磁電流Iexは、無励磁期間を挟んで正方向および負方向へ交互に切り替えて、励磁コイル2に供給される。これにより、無励磁期間の前後に正励磁期間および負励磁期間が設けられる。図3(b)は検出電極4aに生じる微分ノイズであり、図3(c)は検出電極4bに生じる微分ノイズであり、励磁期間の切り替わり時に発生する。

【0020】

30

以下、異常検出回路8内の各回路の機能を交えながら、その動作について説明する。

異常検出回路8において、バンドパスフィルタ8-1は、検出電極4aに生じる電圧Vaを入力とし、正励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間T1、負励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間T2とし、この第1の期間T1および第2の期間T2における入力電圧Vaを通過させ、後段の加算回路8-3へ送る。

【0021】

40

バンドパスフィルタ8-2は、検出電極4bに生じる電圧Vbを入力とし、正励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第1の期間T1、負励磁期間から無励磁期間への移行開始から所定期間が経過するまでの無励磁期間を第2の期間T2とし、この第1の期間T1および第2の期間T2における入力電圧Vbを通過させ、後段の加算回路8-3へ送る。

【0022】

加算回路8-3は、バンドパスフィルタ8-1からの入力電圧Vaとバンドパスフィルタ8-2からの入力電圧Vbとを加算し($Va + Vb$)、その絶対値($|Va + Vb|$)を検出電極4a, 4b間の電圧和(電極間電圧和)Vabとして增幅回路8-4へ送る。增幅回路8-4は、加算回路8-3からの電極間電圧和Vabを増幅し、周波数成分抽出フィルタ8-5へ送る。

【0023】

50

周波数成分抽出フィルタ8-5は、増幅回路8-4によって増幅された加算回路8-3からの電極間電圧和Vabを入力とし、この電極間電圧和Vabから所定の周波数成分の

みを抽出し、直流信号変換回路 8 - 6 へ送る。

【0024】

〔周波数成分抽出フィルタでの所定の周波数成分の抽出〕

例えば、測定管 1 の中が空になった場合、励磁コイル 2 と検出電極 4 a および 4 b との間に形成される浮遊容量により、検出電極 4 a および 4 b に生じる微分ノイズが大きくなる。これにより、第 1 の期間 T 1 においては、バンドパスフィルタ 8 - 1 からの入力電圧 V a およびバンドパスフィルタ 8 - 2 からの入力電圧 V b が共に負方向へ大きくなり、この入力電圧 V a と V b とを加算して得られる電極間電圧和 V a b も大きくなる。また、第 2 の期間 T 2 においては、バンドパスフィルタ 8 - 1 からの入力電圧 V a およびバンドパスフィルタ 8 - 2 からの入力電圧 V b が共に正方向へ大きくなり、この入力電圧 V a と V b とを加算して得られる電極間電圧和 V a b も大きくなる。
10

【0025】

この場合、電極間電圧和 V a b は、励磁コイル 2 と検出電極 4 a および 4 b との間に形成される浮遊容量により生じる微分ノイズ（信号ノイズ）の成分だけではなく、商用ノイズや電極そのものに流れる 1/f ノイズなどによって生じるノイズ（雑音ノイズ）の成分も大きな値となる。

【0026】

本実施の形態では、このような雑音ノイズとなる周波数成分を除去するために、周波数成分抽出フィルタ 8 - 5 において、電極間電圧和 V a b から所定の周波数成分のみを抽出するようにしている。具体的には、5 Hz 超～50 Hz 未満の周波数成分のみを抽出する。
20

【0027】

図 4 に電極間電圧和 V a b の周波数スペクトラムの解析結果を示す。図 4 (a) において、f ex は励磁周波数であり、電極間電圧和 V a b は f ex、3 f ex、5 f ex、7 f ex、9 f ex、10 f ex、11 f ex の信号ノイズを含む。但し、検出電極 4 a、4 b には、満水時または空時に、図 4 (b) に示すような周波数成分（5 Hz 以下の 1/f ノイズ、50 Hz または 60 Hz のノイズ）を持つ雑音ノイズが重畠してくる。そこで、周波数成分抽出フィルタ 8 - 5 において、5 Hz 超～50 Hz 未満の周波数成分のみを抽出することにより、雑音ノイズとなる周波数成分を除去する。

【0028】

直流信号変換回路 8 - 6 は、周波数成分抽出フィルタ 8 - 5 によって抽出された第 1 の期間 T 1 および第 2 の期間 T 2 毎の所定の周波数成分の電圧和について、その期間中の電圧和が所定値よりも高い部分のみをサンプリングし、このサンプリングした電圧和の積算値に応じた値の直流信号に変換する。この場合、直流信号変換回路 8 - 6 は、サンプルホールド回路として構成される。
30

【0029】

なお、直流信号変換回路 8 - 6 として、周波数成分抽出フィルタ 8 - 5 によって抽出された第 1 の期間 T 1 および第 2 の期間 T 2 毎の所定の周波数成分の電圧和について、その期間中の電圧和の最大値をピーク値として保持し、この保持した電圧和のピーク値に応じた値の直流信号に変換するピークホールド回路を用いるようにしてもよい。
40

【0030】

直流信号変換回路 8 - 6 によって変換された直流信号は、ローパスフィルタ 8 - 7 を介し、增幅回路 8 - 8 で增幅されて、異常判定回路 8 - 9 へ与えられる。ローパスフィルタ 8 - 7 は、所定の周波数以下の信号のみを通過させることにより、直流信号変換回路 8 - 6 からの直流信号に含まれるノイズ成分を取り除く。

【0031】

異常判定回路 8 - 9 は、送られてくる直流信号の値と所定の基準値とを比較し、直流信号の値が基準値を超えた場合に異常検知信号を出力する。

【0032】

このようにして、本実施の形態では、検出電極 4 a に生じる電圧 V a と検出電極 4 b に
50

生じる電圧との和を電極間電圧和 V_{ab} として求め、この電極間電圧和 V_{ab} に基づいて異常を判定するようにしているので、微分ノイズを大きな値として検出し、異常判定の信頼性を高めることができるようになる。

【0033】

図5に測定管1内の流体を排水 空にしたときの異常判定回路8-9に与えられる直流信号（サンプルホールド信号）と異常判定回路8-9からの異常検知信号（コンパレータ出力）の関係を例示する。この例では、排水完了後10秒程度で、測定管1内が空になったことを検知することができている。

【0034】

なお、上述した実施の形態では、異常検出回路8の構成要素として周波数成分抽出フィルタ8-5を設けるようにしたが、必ずしも周波数成分抽出フィルタ8-5を設けなくてもよく、ローパスフィルタ8-7や増幅回路8-4, 8-8を省略した構成としたりしてもよい。

【0035】

また、上述した実施の形態では、バンドパスフィルタ8-1と8-2を加算回路8-3の前段に入れていたが、代わりに加算回路8-3の後段に1つのバンドパスフィルタを入れてもよい。

【0036】

また、上述した実施の形態において、第1の期間 T_1 および第2の期間 T_2 は、信号ノイズの発生が予想される期間よりも長ければよく、無励磁期間が終了するまでの全期間としてもよい。

【0037】

また、上述した実施の形態では、第1の期間 T_1 および第2の期間 T_2 毎に電極間電圧和 V_{ab} を求め、この求めた第1の期間 T_1 および第2の期間 T_2 毎の電極間電圧和 V_{ab} より得られる直流信号の値と基準値とを比較して異常判定を行うようにしたが、第1の期間 T_1 で求められた電極間電圧和 V_{ab} と第2の期間 T_2 で求められた電極間電圧和 V_{ab} とを加算し、この電極間電圧和の加算値より得られる直流信号の値と基準値とを比較して異常判定を行うようにしてもよい。

【0038】

また、上述した実施の形態では、流量測定回路6とは別個に設けた異常検出回路8で測定管1の中が空になったり、検出電極4a, 4bに絶縁性の異物が付着した場合などに生じる異常を検知するものとしたが、流量測定回路6内のCPU6-1のプログラムに従う処理動作として、同様の機能を得るようにもよい。

【産業上の利用可能性】

【0039】

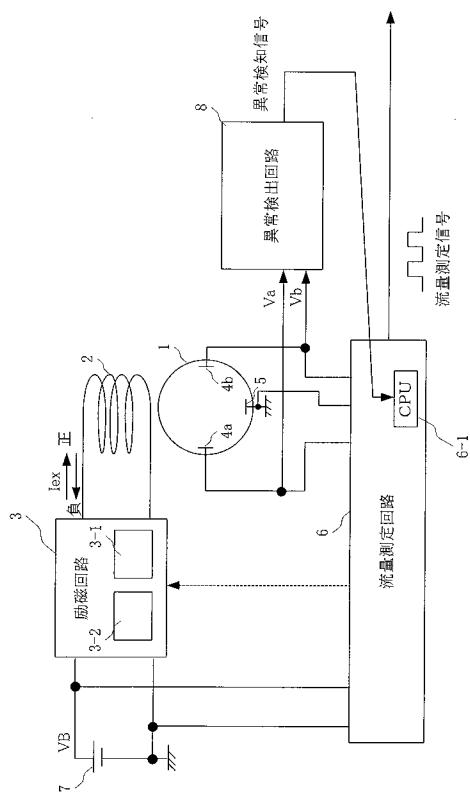
本発明の電磁流量計は、導電性を有する流体の流量を測定する電磁流量計として、各種プロセス系において利用することが可能である。

【符号の説明】

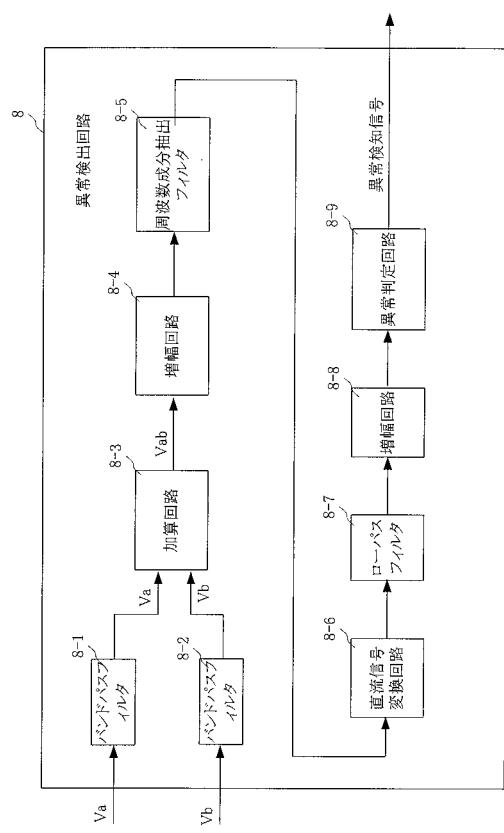
【0040】

1...測定管、2...励磁コイル、3...励磁回路、3-1...励磁電流方向切替回路、3-2...励磁電流値調整回路、4a, 4b...検出電極、5...接地電極、6...流量測定回路、6-1...CPU、7...内蔵電池、8...異常検出回路、8-1, 8-2...バンドパスフィルタ、8-3...加算回路、8-4...増幅回路、8-5...周波数成分抽出フィルタ、8-6...直流信号変換回路、8-7...ローパスフィルタ、8-8...増幅回路、8-9...異常判定回路。

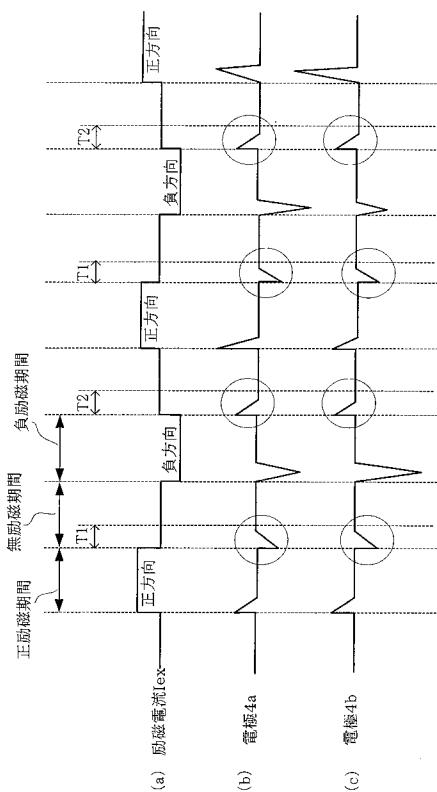
【図1】



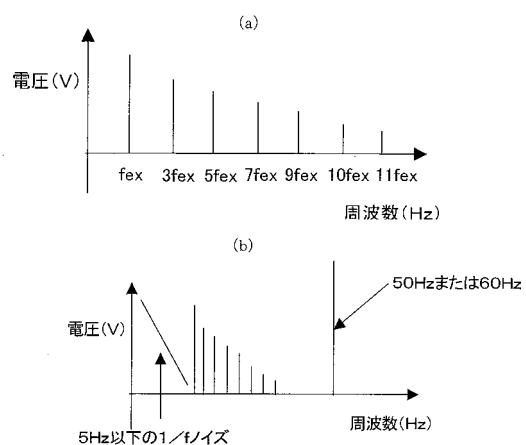
【図2】



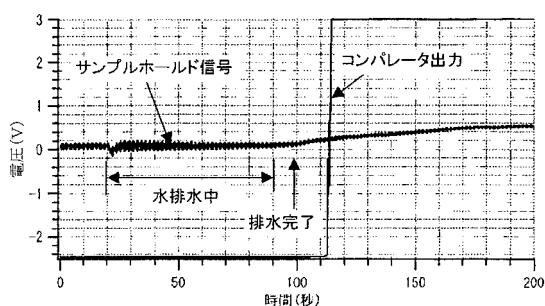
【図3】



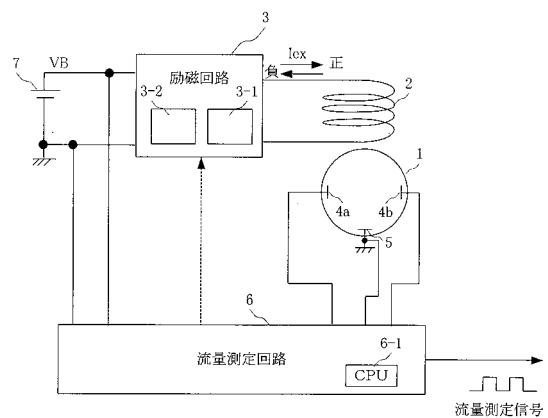
【図4】



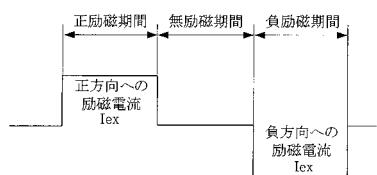
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第3161307(JP, B2)
特許第4300562(JP, B2)
特許第2707762(JP, B2)
特許第4755382(JP, B2)
特許第4593867(JP, B2)
特開平6-174513(JP, A)
実開平3-60027(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/60