

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-511425  
(P2016-511425A)

(43) 公表日 平成28年4月14日(2016.4.14)

(51) Int.Cl.  
G01F 1/60 (2006.01)

F I  
G O I F 1/60

テーマコード(参考)  
2 F O 3 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-501833 (P2016-501833)  
 (86) (22) 出願日 平成26年3月13日 (2014. 3. 13)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年9月28日 (2015. 9. 28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/025357  
 (87) 国際公開番号 W02014/159865  
 (87) 国際公開日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)  
 (31) 優先権主張番号 13/826, 839  
 (32) 優先日 平成25年3月14日 (2013. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 597115727  
 ローズマウント インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州  
 、チャナッセン、マーケット・ブルバード 8200  
 (74) 代理人 100098914  
 弁理士 岡島 伸行  
 (72) 発明者 ロジャース, スティーブン ブルース  
 アメリカ合衆国 55343 ミネソタ,  
 ミネトンカ, ディアークウッド ドライブ 4717  
 (72) 発明者 ロブナー, ブルース ディー.  
 アメリカ合衆国 55416 ミネソタ,  
 ミネアポリス, フランス アベニュー  
 サウス 2815

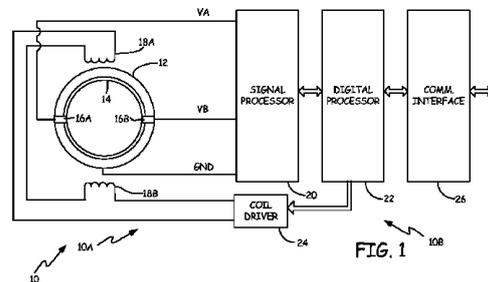
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出複素インピーダンスに基づく自動調整機能を有した電磁式流量計

(57) 【要約】

電磁式流量計10は、プロセス流体が流動する管路12と、管路12を横切る磁界を生成する2つのコイル18A及び18Bと、コイル18A及び18Bを駆動し、コイル駆動周波数で磁界を発生させる電流供給源24と、磁界によりプロセス流体の流動を横切って誘起される電圧を検出する2つの電極16A及び16Bとを備える。プロセッサ22は、検出された電圧の演算を行い、演算結果に基づき流量出力信号を生成する。プロセッサ22は、電極間または電極と接地との間で検出された複素インピーダンスに応じ、電極電圧サンプリング期間、コイル駆動周波数、または位相ずれといった電磁式流量計10の作動パラメータを調整する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内周面と外周面とを有する管路と、  
 前記管路の前記外周面に隣接するコイルと、  
 前記コイルに接続され、コイル駆動周波数で交番磁界を発生させる電流供給源と、  
 前記管路の前記外周面から前記管路の前記内周面へと延設された複数の電極と、  
 前記複数の電極の間の検出電圧に応じた流量出力信号を生成するプロセッサとを備え、  
 前記プロセッサは、前記複数の電極の間、または前記複数の電極のうちの 1 以上と接地との間で検出した複素インピーダンスに応じて流量計作動パラメータを調整することを特徴とする電磁式流量計。

10

## 【請求項 2】

前記流量計作動パラメータは、前記コイル駆動周波数であることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁式流量計。

## 【請求項 3】

前記プロセッサは、前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に前記コイル駆動周波数を調整することを特徴とする請求項 2 に記載の電磁式流量計。

## 【請求項 4】

前記流量計作動パラメータは、電極電圧サンプリング期間であることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁式流量計。

## 【請求項 5】

前記プロセッサは、前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に前記電極電圧サンプリング期間を調整することを特徴とする請求項 4 に記載の電磁式流量計。

20

## 【請求項 6】

前記電流供給源は、パルス化直流電流供給源であることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁式流量計。

## 【請求項 7】

前記電流供給源は、交流電流供給源であることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁式流量計。

## 【請求項 8】

前記流量計作動パラメータは、位相ずれであることを特徴とする請求項 7 に記載の電磁式流量計。

30

## 【請求項 9】

プロセス流体の流動を横切る交番磁界を生成する工程と、  
 前記交番磁界によって複数の検出電極の間に誘起された電圧を検出する工程と、  
 検出された前記電圧に基づき、流量出力信号を生成する工程と、  
 前記複数の検出電極の間、または前記複数の検出電極のうちの 1 以上と接地との間の複素インピーダンスを検出する工程と、  
 検出された前記複素インピーダンスに応じて流量計作動パラメータを変化させる工程とを備えることを特徴とする流量計測方法。

## 【請求項 10】

前記流量計作動パラメータは、電極電圧サンプリング期間であることを特徴とする請求項 9 に記載の流量計測方法。

40

## 【請求項 11】

前記電極電圧サンプリング期間は、検出された前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に調整されることを特徴とする請求項 10 に記載の流量計測方法。

## 【請求項 12】

前記流量計作動パラメータは、前記コイル駆動周波数であることを特徴とする請求項 9 に記載の流量計測方法。

## 【請求項 13】

前記コイル駆動周波数は、検出された前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に調整

50

されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の流量計測方法。

【請求項 1 4】

前記流量計作動パラメータは、位相ずれであることを特徴とする請求項 9 に記載の流量計測方法。

【請求項 1 5】

電磁式流量計の作動方法であって、

複数の検出電極の間、または前記複数の検出電極のうちの 1 以上と接地との間の複素インピーダンスを検出する工程と、

検出された前記複素インピーダンスに応じて、前記電磁式流量計の作動パラメータを自動的に調整する工程と

を備えることを特徴とする作動方法。

【請求項 1 6】

前記流量計作動パラメータは、電極電圧サンプリング期間であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の作動方法。

【請求項 1 7】

前記電極電圧サンプリング期間は、検出された前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に調整されることを特徴とする請求項 1 6 に記載の作動方法。

【請求項 1 8】

前記流量計作動パラメータは、前記コイル駆動周波数であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の作動方法。

【請求項 1 9】

前記コイル駆動周波数は、検出された前記複素インピーダンスの変化とは逆方向に調整されることを特徴とする請求項 1 8 に記載の作動方法。

【請求項 2 0】

前記流量計作動パラメータは、位相ずれであることを特徴とする請求項 1 5 に記載の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体処理に関するものであり、特にプロセス流体の計測及び制御に関するものである。具体的には、本発明は、電磁式流量計のための計測技術に係している。

【背景技術】

【0002】

電磁式流量計は、ファラデーの電磁誘導の法則、即ち電磁作用によって流量を計測するものである。この流量計では、コイルを駆動して管路を横切る磁界を発生させ、この磁界によって、プロセス流体の流動を横切る起電力 (EMF; Electromotive Force) が誘起される。こうして生じた電位差 (即ち電圧) は、管路壁を貫通して延設されてプロセス流体に接する 1 対の電極、或いは静電結合によって計測される。流速は、誘起される EMF と比例関係にあり、体積流量は、流速及び流路断面積に比例する。

【0003】

一般に、電磁式の流量計測技術は、水を主成分とする流体、イオン溶液、及びそのほかの導電体の流動に適用することが可能である。具体的な用途は、水処理施設、高純度薬品製造、衛生的な飲食物製造、並びに、危険性及び腐食性を有したプロセス流体を含む化学処理などである。また、電磁式流量計は、摩耗性及腐食性を有するスラリを利用した液圧破碎技術を伴う炭化水素燃料産業や、そのほかの炭化水素抽出処理でも使用される。

【0004】

電磁式流量計は、付随して生じる圧力損失 (例えば、オリフィス板やベンチュリ管を通過する際の圧力損失) のために差圧式の技術が好まれないような用途において、迅速且つ正確な流量計測を提供する。また、タービンロータ、渦生成部材、或いはピトー管といった機械要素をプロセス流体中に導入することが困難または実現不可能な場合にも、電磁式

10

20

30

40

50

流量計を使用することが可能である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

いくつかのタイプの電磁式流量計では、交流電源電力でそのまま駆動するフィールドコイルが用いられる。また、一般的にパルス化直流励磁型電磁式流量計と称されるような別のタイプの電磁式流量計では、低い周波数の矩形波で周期的にフィールドコイルを駆動する。このパルス化直流励磁型電磁式流量計は、特定の周波数で方向が切り替わる磁界を用いる。磁界が反転する際、磁界の急激な反転によって電極電圧にスパイクが生じる。このようなスパイクは、流速とは無関係である一方で、磁界の変化速度に関係する。流量を計測するためには、このスパイクが完全に減衰するまで待機するように、電極電圧計測回路がプログラムされている必要があり、そのようにしない場合には、減衰していくスパイクに起因した電位差が、流量計測値に現れることになる。

10

【0006】

電圧スパイクの減衰速度は、電圧スパイクに抵抗容量(RC)フィルタとして作用するプロセス流体のインピーダンスに応じて変化する。一方、このインピーダンスは、プロセス流体の導電率、電極表面の何らかの被覆、及びトランスミッタと流路管との間のケーブルの長さに依存する。従って、流量計が製造工場から出荷されると、電圧スパイクの減衰速度を知ることができなくなり、プロセス流体の導電率が変化したり、電極表面に被覆が形成されたりすると、電圧スパイクの減衰速度が時間の経過と共に変化する可能性がある。

20

【0007】

電極相互間のインピーダンスは、予め知ることができず、時間の経過と共に変化していく可能性があるため、パルス化直流励磁型電磁式流量計は、電圧スパイクが流量計測値に入り込む可能性が極めて低くなるような、半周期の一番最後の部分でのみサンプリングするようにプログラムするのが一般的である。このような計測の時期は、例えば各半周期の20%しかない場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、検出した複素インピーダンスに基づき、作動パラメータの自動調整を行う電磁式流量計に関する。電磁式流量計は、管路と、前記管路の外周面に隣接するコイルと、電流供給源と、前記管路の内周面へと延設された複数の電極と、前記複数の電極の間の検出電圧に応じた流量出力信号を生成するプロセッサとを備える。前記プロセッサは、前記複数の電極の間、または前記複数の電極のうち1以上と接地との間で検出した複素インピーダンスに応じて流量計作動パラメータを調整する。

30

【0009】

本発明の更なる態様は、流量計測方法に関する。この流量計測方法は、プロセス流体の流動を横切る磁界を生成する工程と、電極電圧サンプリング期間において、前記磁界によって複数の検出電極の間に誘起された電圧を検出する工程と、検出された前記電圧に基づき、流量出力信号を生成する工程とを備える。更に、流量計測方法は、前記複数の検出電極の間、または前記複数の検出電極のうち1以上と接地との間の複素インピーダンスを検出する工程と、検出された前記複素インピーダンスに応じて流量計作動パラメータを変化させる工程とを備える。

40

【0010】

もう1つの態様として、電磁式流量計の作動方法は、複数の検出電極の間、または前記複数の検出電極のうち1以上と接地との間の複素インピーダンスを検出する工程と、検出された前記複素インピーダンスに応じて、前記電磁式流量計の作動パラメータを自動的に調整する工程とを備える。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】パルス化直流励磁型の電磁式流量計のブロック図である。

50

【図 2 A】検出した複素インピーダンスに応じ、作動パラメータである電極電圧サンプリング期間を調整する実施形態を例示するブロック図である。

【図 2 B】検出した複素インピーダンスに応じ、作動パラメータであるコイル駆動パルス周波数を調整する実施形態を例示するブロック図である。

【図 3】2つの異なる導電率を有した水で、それぞれ管路を満たした場合のパルス化直流励磁型の電磁式流量計に関し、電極信号を時間の経過に応じて示すグラフである。

【図 4】2つの異なる導電率を有した水で、それぞれ管路を満たした場合のパルス化直流励磁型の電磁式流量計に関し、電極信号を時間の経過に応じて示すと共に、検出した複素インピーダンスに基づく電極電圧サンプリング期間の自動的な調整を例示するグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

図 1 は、典型的なパルス化直流励磁型の電磁式流量計 10 を示しており、電磁式流量計 10 は、主要部（即ち流路管部）10A と、付属部（即ちトランスミッタ）10B とを備える。流路管部 10A は、管路 12、絶縁用のライナ 14、電極 16A、電極 16B、フィールドコイル 18A、及びフィールドコイル 18B を備える。

【0013】

流路管部 10A の主たる機能は、計測対象の流体の流速に比例する電圧を生成することである。フィールドコイル 18A 及びフィールドコイル 18B は、電流が流れることにより駆動され、磁界を生成する。パルス化直流励磁型の電磁式流量計では、コイル駆動電流の方向が周期的に反転されることにより、これらフィールドコイル 18A 及び 18B が生成する磁界の方向が切り替わる。流路管部 10A の内部を通過するプロセス流体は、当該流体中に電圧を誘起する移動導電体として機能する。流路管部 10A の内周面と面一となるように取り付けられた 2つの電極 16A 及び 16B は、導電性を有したプロセス流体と電氣的に直に接することにより、プロセス流体中に生じた電圧を捕捉する。この電圧が短絡するのを防止するため、プロセス流体は電氣的絶縁材料の中に収容されている必要がある。管路 12 が金属管である場合、この電氣的絶縁はライナ 14 によって行われ、このライナ 14 は、ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、または絶縁ゴム材などの非導電性材料からなる。

20

【0014】

トランスミッタ 10B は、電極 16A 及び電極 16B に生成された電圧を解析し、標準化された信号を監視システムまたは制御システムに伝送する。付属部 10B は、トランスミッタまたは信号変換器と称されるのが一般的である。

30

【0015】

通常、トランスミッタ 10B は、信号プロセッサ 20、デジタルプロセッサ 22、コイル駆動部 24、及び通信用インタフェース 26 を備える。信号の変換、調整、及び伝送がトランスミッタ 10B の主たる機能である。

【0016】

デジタルプロセッサ 22 は、コイル駆動部 24 によって 2つのフィールドコイル 18A 及び 18B に供給されるパルス化直流コイル駆動電流のパルス周波数を制御する。コイル駆動部 24 によって供給される電流の波形は、パルス周波数として示される周波数を有した矩形波である。コイルの駆動は周期的に遮断され、2つのフィールドコイル 18A 及び 18B が作動を停止する。これにより、電極 16A と電極 16B との間、または電極 16A もしくは電極 16B と接地との間の電圧を周期的に計測することが可能となる。このような計測は、流路管部 10A 内に誘起された電圧のサンプリング、及びノイズに対する補正に用いることができる。また、この計測は、複素インピーダンスの検出にも利用することが可能であり、この複素インピーダンスは、電極電圧サンプリング期間や、コイル駆動パルス周波数といった、電磁式流量計 10 の作動パラメータを自動的に調整する際に用いることができる。

40

【0017】

50

複素インピーダンスは、フィールドコイルの作動を停止せずに検出することも可能である。コイル駆動用の周波数から離れた周波数、及び2つのフィールドコイル18A及び18Bの駆動信号とは非同期の周波数の少なくとも一方で、2つのフィールドコイル18A及び18Bに電流を流すことにより、複素インピーダンスの検出を行いながら、流量の計測も継続することが可能である。

#### 【0018】

信号プロセッサ20は、電極16A及び電極16B、並びに接地点に接続されている。接地点への接続は、管路12への接続であってもよいし、管路12の上流側または下流側にあるフランジまたは配管部分への接続であってもよい。

#### 【0019】

デジタルプロセッサ22によって定められた電極電圧サンプリング期間にわたり、信号プロセッサ20は、電極16Aの電位VA及び電極16Bの電位VBを監視する。信号プロセッサ20は、電極16Aと電極16Bとの間の電位の差を表す電圧を生成し、この電圧を、電極電圧サンプリング期間における電極電圧を示すデジタル信号に変換する。デジタルプロセッサ22は、更に、信号プロセッサ20から受け取ったデジタル信号の信号処理や整備を行うようにしてもよい。デジタルプロセッサ22は、通信用インタフェース26に流量計測値を送り、通信用インタフェース26は、この流量計測値を読み出したり、コントロールシステム(図示せず)に伝送したりするための通信を行う。通信用インタフェース26による通信は、4mAと20mAとの間で変化するアナログ電流値、デジタル情報が4~20mAの電流に変調されるHART(登録商標)プロトコル、例えばFieldbus(登録商標、IEC61158)のようなデジタルバスを介した通信プロトコル、或いは、例えばWirelessHART(登録商標、IEC62591)のようなワイヤレスプロトコルを用いるワイヤレスネットワークを介したワイヤレス通信によって行うことが可能である。

#### 【0020】

また、信号プロセッサ20は、流路管部10A内の複素インピーダンスを監視することも可能であり、この複素インピーダンスは、流路管部10A内を流動する流体の導電率、電極16A及び電極16Bの表面に形成された何らかの被覆、及び流路管部10Aとトランスミッタ10Bとの間のケーブルの長さに応じて変化する。この検出機能において、信号プロセッサ20は、電極16A及び電極16Bに電流を流す。電極16Aと電極16Bとの間の電圧、または電極16A及び電極16Bのいずれかと接地との間の電圧は、デジタルプロセッサ22による複素インピーダンスの検出値の取得に用いることが可能であって、この複素インピーダンスの検出値は、図2A及び図2Bに示すように、電磁式流量計10の作動パラメータの自動調整に用いることができる。図2Aは、検出した複素インピーダンスに応じ、作動パラメータの電極電圧サンプリング期間を調整する実施形態を例示するブロック図であり、図2Bは、検出した複素インピーダンスに応じ、作動パラメータのコイル駆動パルス周波数を調整する実施形態を例示するブロック図である。図2Aの実施形態に示すように、複素インピーダンスを検出し(ステップ100)、次に、検出した複素インピーダンスに応じ、電極電圧サンプリング期間を定める(ステップ102)。最後に、実際の電極電圧サンプリング期間を、検出した複素インピーダンスに応じて定めた電極電圧サンプリング期間に調整し、信号対雑音比を改善する(ステップ104)。同様に、図2Bの実施形態の場合、複素インピーダンスを検出し(ステップ200)、次に、検出した複素インピーダンスに応じ、コイル駆動パルス周波数を定める(ステップ202)。最後に、実際のコイル駆動パルス周波数を、検出した複素インピーダンスに応じて定めたコイル駆動パルス周波数に調整し、信号対雑音比を改善する(ステップ204)。一実施形態として、検出した複素インピーダンスを、電極電圧サンプリング期間及びコイル駆動パルス周波数の両方の調整に用いるようにしてもよい。

#### 【0021】

このように、検出した複素インピーダンスに基づき、デジタルプロセッサ22は、信号対雑音比を改善するように、電極電圧サンプリング期間及びコイル駆動パルス周波数の一

10

20

30

40

50

方または両方を変化させることができる。具体的には、電極電圧サンプリング期間を、検出された複素インピーダンスの変化と逆の方向に調整し、検出された複素インピーダンスが減少するに従い、電極電圧サンプリング期間が増大するようにしてもよい。また、コイル駆動パルス周波数の調整も、複素インピーダンスの変化と逆の方向に行い、検出された複素インピーダンスが減少するに従い、コイル駆動パルス周波数が上昇するようにしてもよい。

#### 【0022】

図3は、パルス化直流励磁型の電磁式流量計に関し、電極信号を時間の経過に応じて示すグラフである。このグラフは、2つの異なる導電率を有する水で、それぞれ6インチ(152.4mm)の管路を満たした場合の、ローズマウント(Rosemount、登録商標)社製8705流量計から得たものである。コイル駆動パルス周波数は37Hzに設定されている。第1サンプルは、ローズマウント社製8705流量計に規定された最小の導電率となる $5\mu\text{S}/\text{cm}$ に調整された導電率を有する脱イオン水(DW)である。第2サンプルは、導電率が $220\mu\text{S}/\text{cm}$ と計測された標準的な水道水(TW)である。

10

#### 【0023】

図3の領域Aに示すように、磁界の方向が反転することによって生じたスパイクの振幅は、脱イオン水(DW)の波形の方が、水道水(TW)の波形よりも小さい。

#### 【0024】

領域Bには、DWの波形におけるスパイクの立ち下がり端が、TWの波形におけるスパイクの立ち下がり端より遅れていることが示されている。領域Cには、DWの波形におけるスパイクが、TWの波形におけるスパイクよりもゆっくりと減衰することが示されている。

20

#### 【0025】

図4にも、脱イオン水(DW)の波形及び水道水(TW)の波形が示されている。コイル駆動パルス周波数は37Hzである。脱イオン水は $5\mu\text{S}/\text{cm}$ の導電率を有し、水道水は $220\mu\text{S}/\text{cm}$ の導電率を有する。

#### 【0026】

図4では、TWの信号及びDWの信号に、DWRA及びTWRAの符号を有する15周期移動平均が重ね合わせられている。これらの起伏する平均波形により、ノイズ越しにスパイクの減衰を容易に視認できる。

30

#### 【0027】

図4に示すグラフには、パルス化直流励磁型の電磁式流量計で用いられる標準の20%電極電圧サンプリング期間が示されている。この標準の20%電極電圧サンプリング期間は、図4においてSTDの符号が付されている。

#### 【0028】

また、図4中に破線で示すように、電極電圧サンプリング期間の増加分が符号ADDで示されている。これは、高い導電率を有した流体の場合に適用可能な追加サンプリング期間を示すものである。

#### 【0029】

脱イオン水のサンプルの場合、標準の20%電極電圧サンプリング時間STDが始まる直前まで、スパイクが0近くに減衰しない。従って、脱イオン水の場合の電極電圧サンプリング期間は、概ね最適である。

40

#### 【0030】

一方、水道水のサンプルの場合、標準の20%電極電圧サンプリング時間STDが始まるよりもかなり前に、完全にスパイクが減衰している。このことは、より長いサンプリング期間が適用可能であることを意味しており、この結果、より一層高い信号対雑音比を得ることが可能となる。図4に示す例では、電極電圧サンプリング期間STD+ADDを、標準の20%電極電圧サンプリング期間STDのほぼ3倍とすることが可能である。

#### 【0031】

より長い電極電圧サンプリング期間を採用できるか否かは、減衰時間の推測を可能とす

50

るプロセス流体の複素インピーダンスの計測が可能であるか否かにかかっている。電磁式流量計を流動するプロセス流体の多くは、水道水と同等または水道水より大きい導電率を有しており、電磁式流量計を用いた多くの場合の流量計測で、電極電圧サンプリング期間の延長による効果が得られることになる。

【0032】

信号対雑音比の上昇により、電磁式流量計の性能を向上させることができる。また、これに代え、性能を損なうことなく、フィールドコイルへの供給電力を低減するようにしてもよい。水道水より大きな導電率を有した流体は、より一層迅速に安定化しうるので、より大きな改善が得られることになる。

【0033】

検出した複素インピーダンスに応じた電極電圧サンプリング期間の自動調整による効果は、著しいコストの増大を生じることなく得られる。通常、トランスミッタにおける電子回路への変更は最小限ですみ、複素インピーダンスの検出及び電極電圧サンプリング期間の決定は、デジタルプロセッサ22におけるソフトウェアの変更によって行うことが可能である。

【0034】

本発明のもう1つの実施形態として、流体の複素インピーダンスに基づき、コイル駆動パルス周波数を自動的に調整することも可能である。一般に、高い周波数であるほどプロセスノイズは低下する傾向にあるので、コイル駆動パルス周波数の上昇により、信号対雑音比が向上する。但し、電圧スパイクは完全には減衰せず、また流体の複素インピーダンスを考慮しなければ減衰時間を知ることができないため、周波数を上昇させた作動では、ゼロ点についての信頼性が低下するという制限がある。流体の複素インピーダンスを検出し、その複素インピーダンスに応じてコイル駆動パルス周波数を調整することにより、トランスミッタ10Bは、ゼロ点の安定性を損なうことなく、可能な限り高い周波数で電磁式流量計10を作動させることが可能となる。

【0035】

検出した複素インピーダンスに基づく電磁式流量計の作動パラメータの調整は、交流励磁型の流量計にも適用可能である。例えば、電極インピーダンスに基づく電極信号の位相ずれの調整に、検出した複素インピーダンスを用いるようにしてもよい。これにより、更に良好な直交位相の調整が得られることで、ゼロドリフトを抑制することができ、使用計測技術に応じたノイズ低減を更に改善することが可能となる。

【0036】

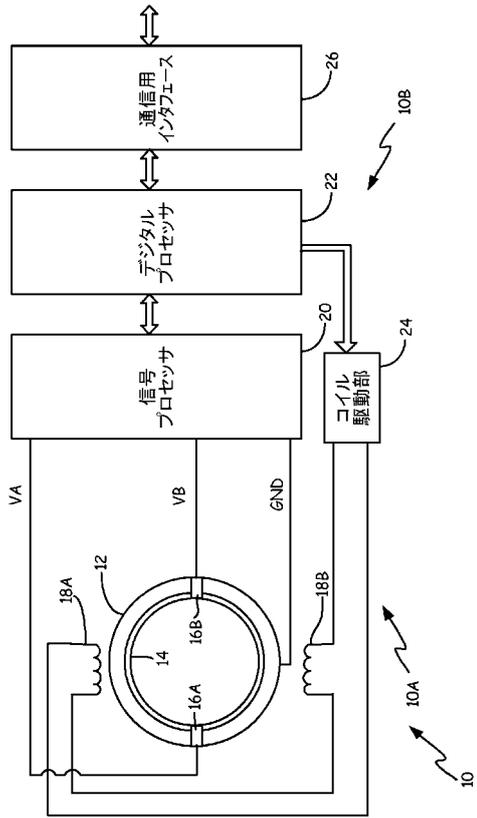
具体的な実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能であると共に、均等物で本発明の各構成要素を置き換えることが可能であることが当業者に理解されよう。また、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、特定の状況やものを本発明の教示に適合させるための様々な変形が可能である。従って、本発明は、開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲内に包含される全ての態様を含むものである。

10

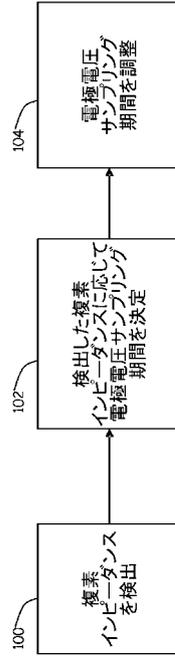
20

30

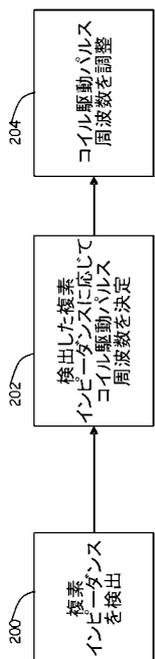
【 図 1 】



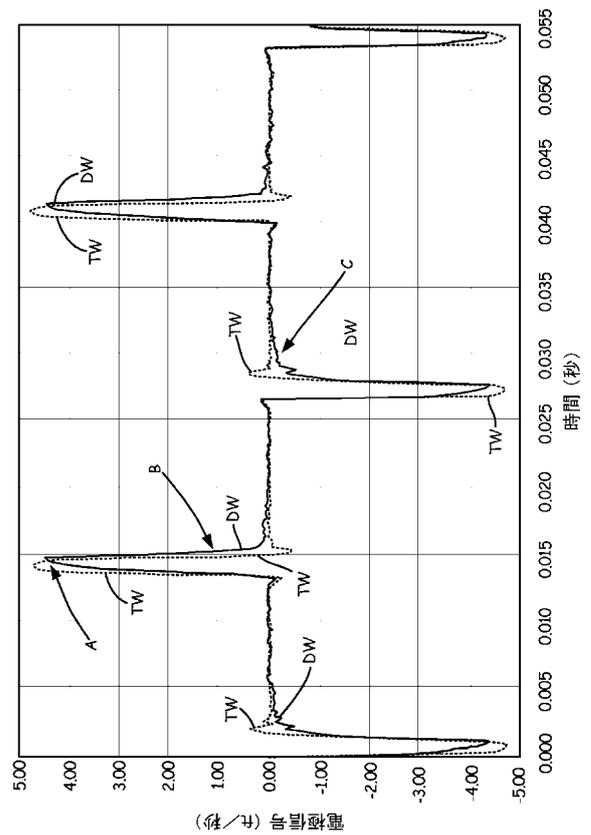
【 図 2 A 】



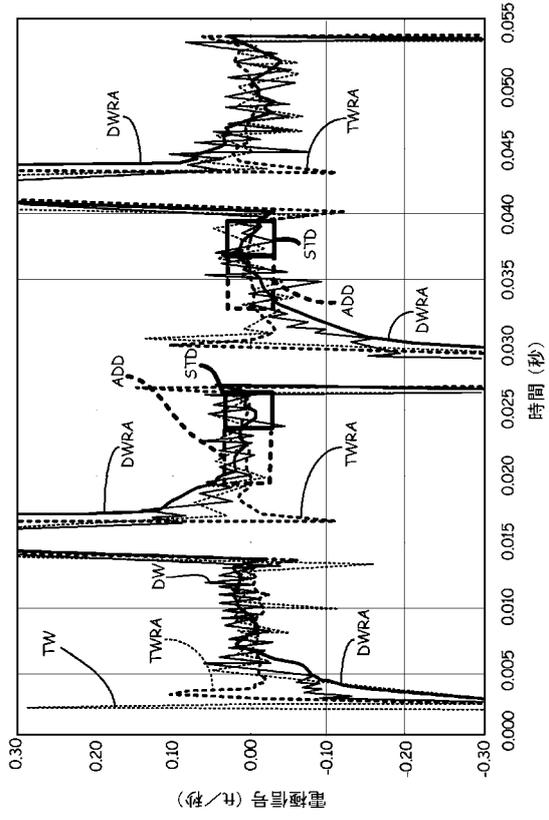
【 図 2 B 】



【 図 3 】



【 図 4 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2014/025357</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G01F 1/56(2006.01)i, G01F 1/60(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01F 1/56; G01F 1/60; G01F 1/58		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) <b>eKOMPASS(KIPO internal) &amp; Keywords: magnetic flowmeter, impedance, operating parameter, coil drive frequency, sampling period and phase shift</b>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6014902 A (LEWIS et al.) 18 January 2000 See abstract; column 1, lines 38-43; column 2, line 43 - column 3, line 10; column 4, lines 5-29 and figures 1, 2.	1,6,7,9,15
A		2-5,8,10-14,16-20
A	US 2003-0051557 A1 (ISHIKAWA et al.) 20 March 2003 See abstract; paragraphs 71-73, 89, 140 and figure 1.	1-20
A	US 2009-0205438 A1 (BUDWIGER, THOMAS) 20 August 2009 See abstract; paragraphs 18-23 and figure 1.	1-20
A	US 5880376 A (SAI et al.) 09 March 1999 See abstract; column 7, line 23 - column 8, line 20 and figure 5.	1-20
A	US 4856345 A (MOCHIZUKI, TUTOMA) 15 August 1989 See abstract; column 3, lines 19-57 and figure 1.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 15 July 2014 (15.07.2014)		Date of mailing of the international search report <b>17 July 2014 (17.07.2014)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer AHN, Jae Yul Telephone No. +82-42-481-8525 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2014/025357**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6014902 A	18/01/2000	EP 0915324 A2	12/05/1999
		EP 0915324 A3	30/06/1999
		EP 0915324 B1	08/02/2012
		US 5895864 A	20/04/1999
US 2003-0051557 A1	20/03/2003	CN 1271392 C	23/08/2006
		CN 1409093 A	09/04/2003
		DE 10243748 A1	17/04/2003
		JP 2003-097986 A	03/04/2003
		JP 3915459 B2	16/05/2007
		US 6804613 B2	12/10/2004
US 2009-0205438 A1	20/08/2009	CN 101287967 A	15/10/2008
		CN 101287967 B	10/08/2011
		EP 1915593 A1	30/04/2008
		JP 2009-505085 A	05/02/2009
		US 7946184 B2	24/05/2011
		WO 2007-020111 A1	22/02/2007
US 5880376 A	09/03/1999	CA 2188739 A1	27/04/1997
		CA 2188739 C	18/04/2000
		CN 1158984 A	10/09/1997
		CN 1165748 C	08/09/2004
		EP 0770857 A2	02/05/1997
		EP 0770857 A3	08/10/1997
		JP 09-119857 A	06/05/1997
		JP 3263296 B2	04/03/2002
		KR 10-0216646 B1	01/09/1999
		US 4856345 A	15/08/1989
DE 3874617 T2	04/02/1993		
EP 0294924 A1	14/12/1988		
EP 0294924 B1	16/09/1992		
JP 2514960 B2	10/07/1996		
JP 63-255620 A	21/10/1988		

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, 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, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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

(72)発明者 フォス, スコット ロナルド

アメリカ合衆国 5 5 3 4 6 ミネソタ, エデン プレーリー, ハニーサックル レーン 1  
6 9 1 6

Fターム(参考) 2F035 CA02 CB03 CB05 CB10