

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4094415号
(P4094415)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日(2008.3.14)

(51) Int.Cl.

G O 1 F 1/84 (2006.01)

F 1

G O 1 F 1/84

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-354267 (P2002-354267)
 (22) 出願日 平成14年12月5日 (2002.12.5)
 (65) 公開番号 特開2003-172648 (P2003-172648A)
 (43) 公開日 平成15年6月20日 (2003.6.20)
 審査請求日 平成16年4月1日 (2004.4.1)
 (31) 優先権主張番号 10159997.8
 (32) 優先日 平成13年12月6日 (2001.12.6)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (31) 優先権主張番号 10200768.3
 (32) 優先日 平成14年1月10日 (2002.1.10)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 591168600
 クローネ アクチエンゲゼルシャフト
 Krohne A. G.
 スイス国 バーゼル ウーファーシュトラ
 ーゼ 90
 Uferstrasse 90, Bas
 el, Switzerland
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100094798
 弁理士 山崎 利臣
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】質量流量測定器及び質量流量測定器の動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コリオリ原理により作動し、コリオリ測定管(1)と、該コリオリ測定管(1)に配属されており、該コリオリ測定管(1)を励振する振動発生器(2)と、該コリオリ測定管(1)に配属されており、コリオリ力及び/又は複数のコリオリ力に基づく振動を検出する測定値受信器(3)とを有する質量流量測定器の動作方法において、

該質量流量測定器において使用可能な電力を測定し、

前記コリオリ測定管(1)の平均振動エネルギーを前記測定された使用可能な電力に依存して時間間隔をもつて制御する、及び/又は、

前記測定値受信器(3)から到来する測定信号を変換するA/D変換器(4)のサンプリング周波数を前記測定された使用可能な電力に依存して制御することにより、該質量流量測定器において使用される電力を前記測定された使用可能な電力に依存して制御することを特徴とする、質量流量測定器の動作方法。

【請求項 2】

コリオリ原理により作動し、コリオリ測定管(1)と、該コリオリ測定管(1)に配属されており、該コリオリ測定管(1)を励振する振動発生器(2)と、該コリオリ測定管(1)に配属されており、コリオリ力及び/又は複数のコリオリ力に基づく振動を検出する測定値受信器(3)とを有し、前記振動発生器(2)を制御する駆動装置(5)が設かれている質量流量測定器において、

該質量流量測定器において使用可能な電力を測定するために電力測定装置(7)が設け

10

20

られており、

該質量流量測定器において使用される電力を制御するために、前記電力測定装置(7)と接続されている電力制御ユニット(6)が設けられており、

該電力制御ユニット(6)を用いて、前記駆動装置(5)を介して前記振動発生器(2)の電力消費量を、前記測定された使用可能な電力に依存して前記振動発生器を時間間隔をあいて制御することによって制御する、及び/又は

前記測定値受信器(3)から到来する測定信号を変換するA/D変換器(4)のサンプリング周波数を、前記測定された使用可能な電力に依存して制御することを特徴とする、質量流量測定器。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コリオリ原理により作動し、コリオリ測定管と、該コリオリ測定管に配属されており、該コリオリ測定管を励振する振動発生器と、該コリオリ測定管に配属されており、コリオリ力及び/又は複数のコリオリ力に基づく振動を検出する測定値受信器とを有する質量流量測定器の動作方法、並びにコリオリ原理により作動し、コリオリ測定管と、該コリオリ測定管に配属されており、該コリオリ測定管を励振する振動発生器と、該コリオリ測定管に配属されており、コリオリ力及び/又は複数のコリオリ力に基づく振動を検出する測定値受信器とを有し、前記振動発生器を制御する駆動装置が設けられている質量流量測定器に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

コリオリ原理により作動する公知の質量流量測定器は、通常の場合別個のインターフェースを有し、これらのうちの一方は電流供給すなわち電力の供給用であり、他方は測定信号の出力すなわちデータ伝送用である。このように電流供給とデータ伝送を分離することにより、電流供給はデータ伝送の様式には実際に完全に依存せず、その結果電流供給はいかなる場合でもデータ伝送の様式によって、質量流量測定器には制限された電力しか供給することができないというように制限されることはない。したがって相応の電流源を選択した場合には全ての動作条件において、質量流量測定器への十分な電流供給を保証することができる。したがって、質量流量測定器のコンポーネントの電力消費量が使用可能な電力を上回ることによって質量流量測定器の動作が中断されることは阻止される。

30

【0003】

しかしながら冒頭で記載したような質量流量測定器を二線式インターフェースを介して作動するという要望、すなわちそのようなインターフェースによって同時にこのインターフェースを介して必要な電力が質量流量測定器に供給され、且つ測定値が出力されるという要望がある。二線式インターフェースを用いる質量流量のそのような動作を例えれば爆発防止の理由から望むことができる。つまり二線式インターフェースを介することにより、基本的には質量流量測定器の本質的に安全な動作が可能である。すなわち点火性の火花は生じ得ないように質量流量測定器において使用できる最大電力が制限されている動作が可能である。

【0004】

40

そのような二線式インターフェースを使用する場合には、一般的に測定信号として4mAから20mAの間の電流値が出力されるので、基本的には最大で4mAの電流を質量流量測定器のコンポーネントへの供給のために使用することができる。この値を上回る電流は一般的に使用することができない。何故ならば質量流量測定器のコンポーネントに関して、どれ程の電力でこれらのコンポーネントを作動させることができるかを予め調整しなければならないからである。したがってコリオリ原理により作動し、二線式インターフェースを介して一方では電力が供給され、他方では測定信号を送出する質量流量測定器において使用できる電力は、その使用が実際には非常に困難となっているほどに大幅に制限されている。

【0005】

50

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、コリオリ原理により作動する質量流量測定器の動作方法、並びに最大限に使用可能な電力が制限されており、また時間的に変化する場合であっても動作することができる、コリオリ原理により作動する質量流量測定器、並びに質量流量測定器の動作方法を提供することである。

【0006】

この課題は、方法に関しては質量流量測定器において使用可能な電力を測定し、コリオリ測定管の平均振動エネルギーを前記測定された使用可能な電力に依存して時間間隔を置いて制御する、及び／又は、測定値受信器から到来する測定信号を変換するA／D変換器のサンプリング周波数を前記測定された使用可能な電力に依存して制御することにより、該質量流量測定器において使用される電力を前記測定された使用可能な電力に依存して制御することによって解決される。

装置に関しては質量流量測定器において使用可能な電力を測定するために電力測定装置が設けられており、該質量流量測定器において使用される電力を制御するために、前記電力測定装置と接続されている電力制御ユニットが設けられており、該電力制御ユニットを用いて、駆動装置を介して振動発生器の電力消費量を、前記測定された使用可能な電力に依存して前記振動発生器を時間間隔を置いて制御することによって制御する、及び／又は測定値受信器から到来する測定信号を変換するA／D変換器のサンプリング周波数を、前記測定された使用可能な電力に依存して制御することによって解決される。

【0007】**【発明の実施の形態】**

本発明による方法によって、質量流量測定器にとって必要な電力すなわちそのコンポーネントにとって必要な電力は使用可能な電力を上回らないよう配慮することができ、これに関しては考えられる最小の電流しか使用できない、考えられる最悪の事態に専ら適合させる必要は無い。むしろ質量流量測定器において消費ないし使用される電力の本発明による制御によって、使用可能な電力に依存して実質的に何時でも、使用可能な電力全てを利用することができる。

【0008】

この関連において本発明による方法は勿論、使用可能な電力が比較的僅かである場合にはまた比較的僅かな電力しか消費しないという（平凡な）認識には基づいていない。すなわち本発明の方法によれば、質量流量測定器のコンポーネントの電力消費量を能動的に制御する。

【0009】

質量流量測定器において使用される電力のそのような問題となる制御は、本発明の有利な実施形態によれば、コリオリ測定管の平均振動エネルギーが使用可能な電力に依存して制御されることによって行われる。このことは本発明の有利な実施形態によれば、振動発生器が使用可能な電力に依存して制御される、すなわち有利には振幅に関して制御されることによって行われる。使用可能な電力に所望のように適合させることは、振動発生器は使用可能な電力が比較的僅かであれば単に比較的僅かにすぎない振幅でもって制御されることによって達成される。すなわち使用可能な電力が比較的僅かである場合には振動振幅、したがってコリオリ測定管の振動エネルギーが低減されている。使用可能な電力が再び上昇した場合には、コリオリ測定管の振動振幅を上昇させることができる。（調和のとれた振動の限界では）コリオリ測定管の振動における比較的大きな振幅が比較的僅かな振幅よりも好まれるということは、コリオリ測定管の振動振幅が比較的大きい場合に得ることができる比較的良好な信号ノイズ比によって表されている。

【0010】

しかしながらコリオリ測定管の平均振動エネルギーは別のやり方でも変化させることができる。つまり、前述した実施形態について選択的または累積的なものと見なすことができる本発明の別の有利な実施形態によれば、振動発生器は使用可能な電力に依存して時間間隔を置いて制御される。振動発生器が時間間隔を置いて制御されるということは、振動発生

10

20

30

40

50

器の制御は従来の動作における制御とは異なり、励振周波数でもってはもはや行われないということを意味しており、この励振周波数は通常の場合励振している状態のコリオリ測定管の共振周波数に相応する。むしろ本発明のこの有利な実施形態による振動発生器は確かにコリオリ測定管の振動が前述の励振でもって維持されたままであるように引き続き励振されるが、しかしながらこの振動の所定の周期においては振動発生器の能動的な制御は行われない。このことは例えば、振動発生器が僅かにインターバルをおいて制御される、すなわち所定の時間間隔内では励振周波数でもって制御され、これに続く受動的なインターバル内では単にコリオリ測定管と共振するということを意味しているといえる。

【0011】

ここで測定動作にとってコリオリ測定管の振動は中断されないということが重要であるので、制御が行われない受動的なインターバルは有利には、コリオリ測定管の振動が常に存在する減衰のために既に完全に弱まっていることがない程度の長さでしかない。インターバルをおいたコリオリ測定管の励振について選択的に、振動発生器を用いて励振の各n回目（ここでnは整数である）の周期においてのみコリオリ測定管を励振するということも考えられる。

10

【0012】

コリオリ測定管の振動エネルギーを用いる、質量流量測定器において消費ないし使用される電気エネルギーの制御について選択的または累積的に、電力を消費する質量流量測定器の他の各コンポーネントを本発明により制御することが基本的に可能である。本発明の有利な実施形態によれば、測定値受信器から到来する測定信号を変換するためのアナログ／デジタル変換機（A／D変換器）ではサンプリング周波数が使用可能な電力に依存して制御される。すなわち比較的僅かなサンプリング周波数を使用することにより、A／D変換器において使用される電力を低減することができる。

20

【0013】

本発明の有利な実施形態によれば、質量流量測定器において使用される電力を制御するために電力制御ユニットが設けられている。所定の使用可能な電力を下回った場合には、この電力制御ユニットはエネルギー節約モード（スリープモード（sleep mode））に移行する。このようにして質量流量測定器において消費される電力を、質量流量測定器において消費される電力の半発明による制御を行うコンポーネント自体によっても低減することができる。

30

【0014】

既述したように本発明の方法によって、使用できる電力を最適に活用することができる。それに応じて本発明の有利な実施形態によれば、電力の供給及び測定信号の出力が二線式インターフェースを介して行われる。殊に有利には測定信号は4 mAから20 mAの間の電流信号として送出される。さらには電力の供給及び測定信号の出力をバスインターフェース、例えばIEC31G/89/NPないしIEC61158-2に応じたファウンデーションフィールドバス（Foundation Field Bus）またはプロフィバス（Profibus）を介して達成することもできる。

【0015】

測定信号の出力が1つの二線式インターフェースまたは1つのバスインターフェースを介して行われている場合には、厳密に1つの二線式インターフェースないしバスインターフェースが用意される。しかしながら同様に複数の二線式インターフェースないしバスインターフェースを設けることも可能であり、この場合全体としては潜在的により多くの電力を質量流量測定器のために使用することができる。この場合質量流量測定器において使用される電力の本発明による制御は、全ての二線式インターフェースないしバスインターフェースを介して供給される全ての電力に依存して行われる。

40

【0016】

上記から更に導出される課題または指摘された課題を解決する質量流量測定器は、本発明によれば質量流量測定器において使用される電力を制御するために電力制御ユニットが設けられているということを特徴としている。

50

【 0 0 1 7 】

したがって本発明による質量流量測定器は、前述した本発明による方法によって作動できるように構成されている。本発明の有利な実施形態によれば、本発明による質量流量測定器における本発明による方法は以下のことにより変えられていると考えられる。すなわち、振動発生器を制御する駆動装置が設けられており、電力制御ユニットを用いてこの駆動装置を介して振動発生器の電力消費量を制御することができる。

【 0 0 1 8 】

これについて選択的または累積的に本発明の別の有利な実施形態によれば、測定値受信器から到来する測定信号を変換するためのA / D変換器を、電力制御ユニットでもってサンプリング周波数に関して制御できるように構成することも可能である。

10

【 0 0 1 9 】

本発明による方法の特別な利用は本発明による質量流量測定器においては要するに以下のこととに表れている。すなわち発明の有利な実施形態によれば電力の供給及び測定信号の出力のために少なくとも1つの、上述のような二線式インターフェースまたはバスインターフェースが設けられている。

【 0 0 2 0 】

詳細には、本発明による方法ないし本発明による質量流量測定器を実施及び構成する手段が複数存在する。これに関しては独立請求項に従属する請求項、ならびに図面と関連した本発明の有利な実施例の以下の説明に示唆されている。

【 0 0 2 1 】

20

【 実施例 】

図1から見てとれるように、本発明の第1の有利な実施例による質量流量測定器はコリオリ測定管1を有し、このコリオリ測定管1には振動発生器2並びにコリオリ測定管1の振動を受信する2つの測定値受信器3が配属されている。測定値受信器3はA / D変換器4と接続されており、このA / D変換器4は測定値受信器3によって形成されたアナログ測定信号をデジタル化する。振動発生器2の制御は駆動装置5によって行われる。駆動装置5は通常の場合測定値受信器3とも接続されているので、コリオリ原理により作動する質量流量測定器の場合では一般的に通例であるように、コリオリ測定管の共振周波数を励振に関して調節することができる。

【 0 0 2 2 】

30

本発明の第1の有利な実施例による図1に図示した質量流量測定器においては、電力制御ユニット6が設けられているということが重要である。この電力制御ユニット6は使用可能な電力を測定するために設けられている電力測定装置7と接続されている。電力測定装置7を用いて電流を測定することにより、どれ程の電力を質量流量測定器のコンポーネントはこの質量流量測定器に設けられている二線式インターフェース8を介して使用できるかが算出される。この二線式インターフェース8は質量流量測定器に電力を供給する他に、測定信号を出力することにも使用される。使用可能な電力について算出された値を電力測定装置7は電力制御ユニット6に送信し、この電力制御ユニット6は使用可能な電力について算出された値に依存してA / D変換器4及び駆動装置5の制御を行う。ここでコリオリ測定管の平均振動エネルギーが使用可能な電力に依存して制御される。

40

【 0 0 2 3 】

このことは例えば振動発生器2が振幅に関して、駆動装置5を介して使用可能な電力に依存して制御されることによって行われる。使用可能な電力に所望のように適合させることは、振動発生器2は使用可能な電力が比較的僅かであれば単に比較的僅かにすぎない振幅でもって制御されることによって達成される。すなわち使用可能な電力が比較的僅かである場合には振動振幅、したがってコリオリ測定管1の振動エネルギーが低減されている。使用可能な電力が再び上昇した場合には、駆動装置5及び振動発生器2を介してコリオリ測定管1の振動振幅も高められる。

【 0 0 2 4 】

しかしながらコリオリ測定管1の平均振動エネルギーは別のやり方によっても変化される。

50

すなわち、振動発生器 2 は使用可能な電力に依存して時間間隔をおいて制御されることが付加的に行われている。振動発生器 2 が時間間隔をおいて制御されるということは、既に上述したように、振動発生器 2 の制御は従来の動作とは異なりもはや励振周波数でもっては行われず、ここではすなわち励振している状態のコリオリ測定管 1 の共振周波数でもっては行われないということを意味している。これに代わって、振動発生器 2 は確かにコリオリ測定管 1 の振動が前述の励振でもって維持されたままであるように引き続き励振されるが、しかしながらこの振動の所定の周期においては振動発生器 2 の能動的な制御は行われない。ここでこのことは、振動発生器 2 が僅かにインターバルをもって制御される、すなわち所定の能動的なインターバル内では励振周波数でもって制御され、これに続く受動的なインターバル内では単にコリオリ測定管 1 と共振するということを意味している。10

コリオリ測定管 1 の振動が中断されないようにするために、制御が行われない受動的なインターバルは、コリオリ測定管 1 の振動が常に存在する減衰のために既に完全に弱まっていることがない程度の長さでしかない。

【 0 0 2 5 】

さらには、A / D 変換器 4 においてサンプリング周波数が使用可能な電力に依存して制御される。比較的僅かなサンプリング周波数を使用することによってA / D 変換器において使用される電力が低減される。

【 0 0 2 6 】

最後に電力制御ユニット 6 はマイクロコントローラとして構成されている。したがって所定の使用可能な電力を下回った場合には電力制御ユニット 6 はエネルギー節約モード（スリープモード）に移行することができる。したがって質量流量測定器において消費される電力は、質量流量測定器において消費される電力の制御を行うコンポーネント自体によっても低減される。20

【 0 0 2 7 】

図 2 からは本発明の第 2 の有利な実施例による質量流量測定器が見て取れる。図 2 に図示された質量流量測定器はその構成においては、二線式インターフェース 8 の代わりに 2 つのバスインターフェース 9 が設けられているという点を除き実質的に図 1 に図示した質量流量測定器と対応している。2 つのバスインターフェース 9 を介して相互に異なる測定値が出力される。図 2 から見て取れる本発明の第 2 の有利な実施例の質量流量測定器によれば、一方のバスインターフェース 9 を介してコリオリ測定管 1 を通過する質量流量が出力され、他方のバスインターフェース 9 を介して質量流量測定器によって算出されたコリオリ測定管 1 を流れる媒体の濃度が出力される。電気エネルギーの供給を選択的に一つまたは複数のバスインターフェース 9 を介して行うことができる。電気エネルギーを 2 つのバスインターフェース 9 を介して行う場合には、質量流量測定器において使用される電力の制御を、2 つのバスインターフェース 9 を介して供給される全体の電力に依存して行う。その他に、電力制御ユニット 6 による質量流量測定器のコンポーネントの制御は、本発明の第 1 の有利な実施例による図 1 に図示した質量流量測定器との関係において既に説明した制御方法に相応する。30

【 0 0 2 8 】

最後に図 3 からは本発明の第 3 の有利な実施例による質量流量測定器が見て取れる。本発明の第 1 の有利な実施例による図 1 に図示した質量流量測定器に加えこの質量流量測定器では、マイクロコントローラとして構成された別の制御ユニット 10 を介して付加的で純粋に受動的な出力部 11 が制御される。この受動的な出力部 11 を介しては、質量流量測定器の電流供給は行われない。この受動的な出力部 11 は単に状態情報または指示情報の出力、ないし例えればキーボードを介して入力された調節の伝送に使用される。ここでもまた質量流量測定器のコンポーネントの制御は、本発明の第 1 の有利な実施例による図 1 に図示した質量流量測定器に関連して説明したように電力制御ユニット 6 を用いて行われる。40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明の第 1 の有利な実施例による質量流量測定器の概略図。50

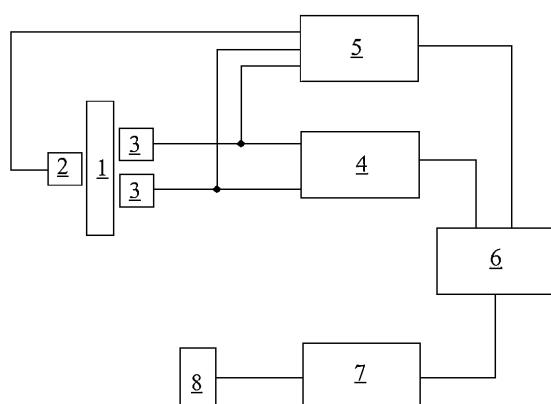
【図2】本発明の第2の有利な実施例による質量流量測定器の概略図。

【図3】本発明の第3の有利な実施例による質量流量測定器の概略図。

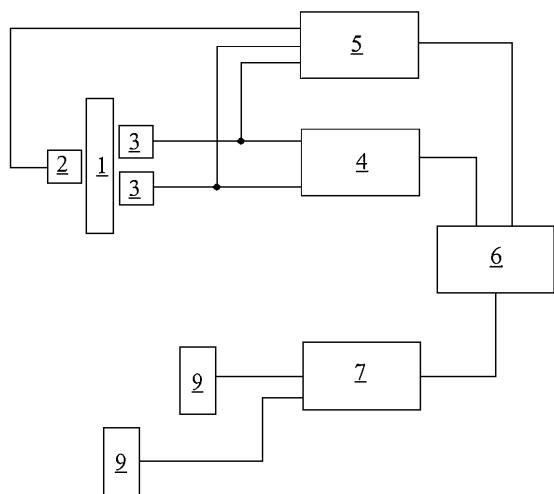
【符号の説明】

1 測定管、 2 振動発生器、 3 測定値受信器、 4 A / D 変換器、 5 駆動装置、 6 電力制御ユニット、 7 電力測定装置、 8 二線式インターフェース、 9 バスユニット、 10 制御ユニット、 11 出力部

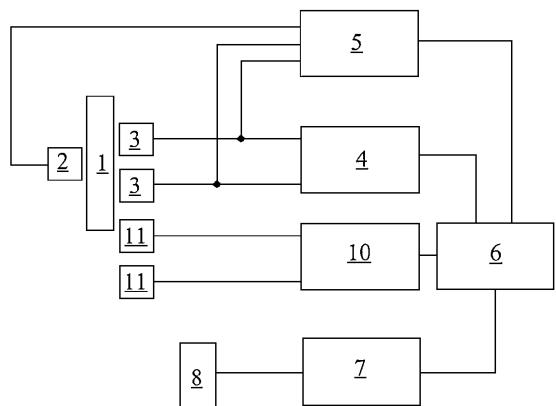
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト

(74)代理人 230100044
弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ヘルムート ブロックハウス
ドイツ連邦共和国 ディンスラーケン マルタシュトラーセ 62

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特表平04-506410 (JP, A)
特開平08-050043 (JP, A)
特開2000-046613 (JP, A)
特開2000-018994 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/00-9/02