

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4688865号
(P4688865)

(45) 発行日 平成23年5月25日(2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int.Cl.	F I
G O 1 F 1/66 (2006.01)	G O 1 F 1/66 Z
G O 1 F 15/06 (2006.01)	G O 1 F 15/06
G O 8 C 19/00 (2006.01)	G O 8 C 19/00 G

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-504968 (P2007-504968)	(73) 特許権者	305032494
(86) (22) 出願日	平成17年2月23日(2005.2.23)		ジーイー・インフラストラクチャー・セン
(65) 公表番号	特表2007-530941 (P2007-530941A)		シング・インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成19年11月1日(2007.11.1)		アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 O
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/005816		1 8 2 1、ビレリカ、テクノロジー・パー
(87) 国際公開番号	W02005/103631		ク・ドライブ、1 1 0 0
(87) 国際公開日	平成17年11月3日(2005.11.3)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成20年2月21日(2008.2.21)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	10/810,882	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成16年3月26日(2004.3.26)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低電力超音波流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流量計(40)であって、

電源装置電圧を供給するループ電源装置(42)と、

負荷電圧によって給電される負荷(50)であって、少なくとも、流量を計算する処理装置(52)、超音波トランスデューサ電力回路(54)及び超音波トランスデューサ受信回路(58)を含む負荷(50)と、

前記ループ電源装置(42)と前記負荷(50)との間に配置された電力調整回路(70)と

を有し、

前記電力調整回路は、

前記電源装置電圧に応動して、制御信号に応じて前記負荷電圧を変える電力変換器(80)と、

前記電力変換器(80)と前記負荷(50)との間に配置されて、前記負荷によって必要とされないときは電力を蓄積し且つ前記負荷によって必要とされるときは電力を送り出す安全蓄電装置と、

前記負荷(50)による前記ループ電源装置(42)の設定に基づいて前記変換器に制御信号を供給する制御サブシステム(84)と

を含んでおり、

前記流量計(40)は、さらに、

10

20

前記負荷電圧を検出して、１つ以上の所定の設定点で電力消費を低減するように構成されている電力管理サブシステム（６４）
を有する流量計（４０）。

【請求項２】

前記ループ電源装置（４２）は４～２０ｍＡのループ電源装置である、請求項１記載の流量計。

【請求項３】

前記電力変換器（８０）はスイッチング式電力変換器である、請求項１記載の流量計。

【請求項４】

前記安全蓄電装置はコンデンサ（８２）である、請求項１記載の流量計。

10

【請求項５】

前記制御サブシステム（８４）は、前記ループ電源装置（４２）に接続された１つの入力及び基準電圧に接続された別の入力を持つ制御増幅器（８６）を含んでいる、請求項１記載の流量計。

【請求項６】

前記電力管理サブシステム（６４）は低レベル電力管理部分を含んでいる、請求項１記載の流量計。

【請求項７】

更に、前記負荷に接続されたトランスデューサ（５６）を含んでいる請求項１記載の流量計。

20

【請求項８】

更に、前記ループ電源装置に給電するための１つ以上の蓄電池を含んでいる、請求項１記載の流量計。

【請求項９】

更に、前記ループ電源装置に給電するための１つ以上の太陽電池を含んでいる、請求項１記載の流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般的に云えば超音波流量計に関し、具体的に云えば本質的に安全で低電力の超音波流量計に関するものである。

30

【背景技術】

【０００２】

パイプのような導管内の流体（ガス又は液体）の流量を測定するために超音波流量計システムが使用されている。１つの特定のシステムでは、２つのトランスデューサが導管の外部に互いに対して斜めの角度で配置されている。一方のトランスデューサは上流側トランスデューサであり、また他方は下流側トランスデューサである。導管を通る流体の流量を決定するには、先ず、上流側トランスデューサから下流側トランスデューサへパルスを送信する。次いで、下流側トランスデューサから上流側トランスデューサへパルスを送信する。上流側トランスデューサから下流側トランスデューサへ送信されたパルスの走行時間は、逆方向に送信されたパルスの走行時間よりも短い。そこで、これらの２つのパルスの走行時間の差に基づいて流体流量を決定する（計算する）ことができる。当業者に知られているように、トランスデューサは導管の外部にクランプ（締め付け固定）することができ、或いは導管の壁を通して挿入することができる（例えば、湿式トランスデューサ）。

40

【特許文献１】米国特許第６６２６０４９号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

典型的な流量計システムは、トランスデューサと、標準的な電源装置によって給電され

50

る電子的制御装置とを含んでいる。制御装置はトランスデューサを制御し、且つトランスデューサによって出力された信号に応答して流量を計算する。設備によっては、例えば、危険な爆発性ガスが存在しているとき、制御装置は防爆型格納装置内に配置しなければならない。電源装置接続部はケーブル導管を必要とし、又は防爆型格納装置への配線のために典型的に必要とされる他の特別な取り扱いを必要とする。現在入手可能な超音波流量計は、トランスデューサ及び全ての流量計電子装置を含む全体を危険区域内に設置することができない。と云うには、それらが、例えば、E N 5 0 0 2 0 又は認可基準等級番号 3 6 1 0 のような危険区域についての特別な要件を満たしていないからである。

【 0 0 0 4 】

また伝統的な電源装置が利用できない超音波流量計についての使用法がある。現在設計されている流量計制御装置は高レベルの電力を消費し、また現在入手可能な超音波流量計システムは、一般に、時間を延長させるために蓄電池又は太陽エネルギー型電源装置のような代替エネルギー源によって給電することができない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本発明による流量計は低電力で動作し且つ本質的に安全であり、このため制御装置を囲む防爆型格納装置を必要とせずに危険区域内に使用することが可能である。更に、伝統的な電源が利用できないとき制御装置に給電するために蓄電池又は太陽電池を使用することが可能である。独自の回路によって調整される 4 ~ 2 0 m A の電流のループ電源装置によって流量計に給電するようにすることによって、また独自の電力管理サブシステムを含むことによって、且つ高効率のトランスデューサを使用することによって、本発明の流量計は、制御装置を囲む防爆型格納装置を必要とせずに危険区域内に使用することができ、及び/又は、蓄電池、太陽電池、或いはその他の種類の低電力電源装置によって給電することができるので伝統的な電源装置が利用できないような状況でも使用することができる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、電源装置電圧を供給するループ電源装置と、負荷電圧によって給電される負荷であって、少なくとも、流量を計算する処理装置、超音波トランスデューサ電力回路及び超音波トランスデューサ受信回路を含む負荷とを有している流量計を特徴とする。電力調整回路が、ループ電源装置と負荷との間に配置される。好ましい電力調整回路は、電源装置電圧に応動して、制御信号に応じて負荷電圧を変える電力変換器と、該変換器と負荷との間に配置されて、負荷によって必要とされないときは電力を蓄積し且つ負荷によって必要とされるときは電力を送り出す安全蓄電装置と、負荷によるループ電源装置の設定に基づいて変換器に制御信号を供給する制御サブシステムとを含む。また、負荷電圧を検出して、少なくとも 1 つの所定の設定点で負荷の電力消費を低減するように構成される電力管理サブシステムを含むことができる。

【 0 0 0 7 】

典型的には、ループ電源装置は 4 ~ 2 0 m A のループ電源装置であり、電力変換器はスイッチング式電力変換器であり、安全蓄電装置は 1 0 0 μ F 未満の値を持つコンデンサである。

【 0 0 0 8 】

制御サブシステムは、ループ電源装置に接続された 1 つの入力と基準電圧に接続された別の入力とを持つ制御増幅器を含むことができる。このとき、処理装置は、流量に基づいて制御増幅器に基準電圧を出力するようにプログラムされている。電力調整回路は更に、負荷電圧を制限するために調整回路と負荷との間にツェナーダイオードのような電圧クランプを含むことができる。

【 0 0 0 9 】

電力管理サブシステムは、負荷の選択されたモジュールの電力引出し量を測定し、且つ各モジュールの電力引出し量に基づいてモジュールの動作を調整するための一組の規則を実行するように構成されている高レベル電力管理部分を含むことができる。

【 0 0 1 0 】

電力管理サブシステムは更に、低レベル電力管理部分を含むことができ、該低レベル電力管理部分は、少なくとも、負荷電圧を第1の設定点電圧と比較して、負荷電圧が第1の設定点電圧よりも低いときに処理装置に第1の警告信号を出力するように構成されている第1の電圧検出器を含む。処理装置は、第1の警告信号にตอบสนองして第1の電力低減命令セットを開始して、負荷電力消費を低減するようにプログラムされる。低レベル電力管理部分は更に、負荷電圧を第2の設定点電圧と比較して、負荷電圧が第2の設定点電圧よりも低いときに処理装置に第2の警告信号を出力するように構成されている第2の電圧検出器を含むことができる。このとき、処理装置は、第2の警告信号にตอบสนองして第2の電力低減命令セットを開始して、負荷電圧を更に低減するようにプログラムされている。

【0011】

10

トランスデューサは、典型的には、負荷に接続されており、また複合圧電素子を含むことができる。圧電素子は、ポッティング材料を充填したチャンネルによって互いから絶縁分離されたセルの配列を有する。1つ以上の蓄電池によりループ電源装置に給電することができる。この代わりに、1つ以上の太陽電池によりループ電源装置に給電することができる。

【0012】

本発明による流量計は、電源装置電圧を供給するループ電源装置と、負荷電圧によって給電される負荷であって、少なくとも、流量を計算する処理装置、超音波トランスデューサ電力回路及び超音波トランスデューサ受信回路を含む負荷と、ループ電源装置と負荷との間に配置された電力調整回路と、負荷電圧を検出して、1つ以上の所定の設定点で負荷の電力消費を低減するように構成されている電力管理サブシステムと、を含むことができる。好ましくは、電力調整回路は、電源装置電圧に反応して、制御信号に応じて負荷電圧を変える電力変換器と、該電力変換器と負荷との間に配置されて、負荷によって必要とされないときは電力を蓄積し且つ負荷によって必要とされるときは電力を送り出す安全蓄電装置と、負荷によるループ電源装置の設定に基づいて変換器に制御信号を供給する制御サブシステムと、を含む。

20

【0013】

本発明による流量計は、電源装置電圧を供給するループ電源装置と、負荷電圧によって給電される負荷であって、少なくとも、流量を計算する処理装置、超音波トランスデューサ電力回路及び超音波トランスデューサ受信回路を含む負荷と、ループ電源装置と負荷との間に配置された電力調整回路と、を含むことができる。電力調整回路は、典型的には、電源装置電圧に反応して、制御信号に応じて負荷電圧を変える電力変換器と、該電力変換器と負荷との間に配置されて、負荷によって必要とされないときは電力を蓄積し且つ負荷によって必要とされるときは電力を送り出す安全蓄電装置と、負荷によるループ電源装置の設定に基づいて変換器に制御信号を供給する制御サブシステムと、を含む。

30

【0014】

ループ電源装置と負荷電圧によって給電される負荷との間の電力を調整するための本発明による一方法は、制御信号にตอบสนองして負荷電圧を変える段階と、負荷にとって必要とされないときに電力を蓄積する段階と、負荷に給電する必要があるときに負荷に電力を送り出す段階と、ループ電源装置の設定に基づいて制御信号を調節する段階と、負荷電圧を検出する段階と、1つ以上の所定の設定点で負荷の電力消費を低減する段階と、を含む。

40

【0015】

ループ電源装置は典型的には4～20mAのループ電源装置である。制御信号を調節する段階は、典型的には、ループ電源装置を基準電圧と比較することを含む。基準電圧レベルは、典型的には、流量に基づいて定められる。本方法は更に、負荷電圧を所定の限界にクランプする段階を含むことができる。

【0016】

電力消費を低減する段階は、負荷電圧を第1の設定点電圧と比較し、負荷電圧が第1の設定点電圧よりも低いときに第1の警告信号を出力し、次いで第1の警告信号にตอบสนองして第1の電力低減命令セットを開始して、負荷電力消費を低減することを含むことができる

50

。負荷電圧を低減する段階は更に、負荷電圧を第２の設定点電圧と比較し、負荷電圧が第２の設定点電圧よりも低いときに第２の警告信号を出力し、次いで第２の警告信号に応答して第２の電力低減命令セットを開始して、負荷電力消費を更に低減することを含むことができる。負荷電力消費を低減する段階はまた、負荷の選択されたモジュールの電力引出し量を測定し、次いで各モジュールの電力引出し量に基づいてモジュールの動作を調整するための一組の規則を実行することを含むことができる。

【００１７】

他の目的、特徴及び利点は、以下の説明及び添付の図面から当業者に明らかになるう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下に開示する具体例又は実施形態とは別に、本発明は他の実施形態も可能であり、また様々なやり方で実施し又は実行することが可能である。従って、本発明がその用途において以下に述べる又は図面に例示する構成の細部及び構成要素の配置に制限されないことを理解されたい。

【００１９】

図１に示される１つの典型的な従来技術の流量計１０は、上流側超音波トランスデューサ１２及び下流側超音波トランスデューサ１４を含む。超音波トランスデューサ１２及び１４はクランプ・オン・トランスデューサ又は湿式トランスデューサであってよく、また導管１６の同じ側に配置することができ、或いは導管１６の互いに反対の側に配置することができる。トランスデューサ１２は導管１６内の流れ（液体又は気体）を通過してトランスデューサ１４で受け取られるように信号を送信し、またトランスデューサ１４は導管１６内の流れを通過してトランスデューサ１２で受け取られるように信号を送信する。前に背景技術の項で述べたように、結果として導管１６内の流量が求められるように流量計１８によって２つの信号の間の走行時間の差を計算する。図示のように、流量計１８は電源装置２０によって給電される。

【００２０】

図２に示されるように、流量計１８が危険区域３０内で使用されるとき、電源装置２０は安全区域３２内に配置して、ケーブル導管３４を介して流量計１８に接続しなければならない。その上、流量計１８の電子的及び電氣的構成要素によって熱が発生され且つ危険区域３０内の爆発性ガスが火花点火される恐れがあるので、流量計１８は適当な安全格納装置３６内に収容しなければならない。

【００２１】

前に背景技術の項で述べたように、現在入手可能な超音波流量計は、危険区域３０内に配置される電氣的又は電子的装置についての典型的な危険区域固有の安全規格を満足していない。と云うのは、防爆型格納装置内に収容しないと、流量計の電子装置全体を危険区域内に設置することができないからである。

【００２２】

図３に示す、本発明の好ましい実施形態による流量計４０は、電源装置電圧 V_{PS} を供給するループ電源装置４２を含む。典型的には、ループ電源装置４２は、電源装置４６によって給電される制御装置４４の一部である。電源装置４６は通常の電源装置とすることができるが、本発明の流量計の低電力要件に起因して１つの蓄電池又は一組の蓄電池、或いは太陽エネルギー（太陽電池）型電源装置であってもよい。他の低電力源を使用することもできる。場合によっては、電源装置４６が電力調整回路７０に直接給電することができ、電源装置４２は使用しない。

【００２３】

一般に、二線式で４～２０ｍＡのループ電源装置４２を使用することに起因して、本発明の流量計は５０～６０ｍＷ未満の電力を費やすが、該電力はごく通常の流量計のものより２０分の１である。その結果は、通常の電源装置が利用できないときに使用することのできる流量計であり、また本質的に安全であり、且つ流量計の全ての電氣的及び電子的構成要素が危険区域についての典型的な規格の要件を満たすので防爆型格納装置を必要とせ

10

20

30

40

50

ずに危険区域内に使用することのできる流量計である。

【 0 0 2 4 】

負荷 5 0 は、前に述べたように（とりわけ）流量を計算する処理装置 5 2 と、トランスデューサ 5 6 を付勢する超音波トランスデューサ電力回路 5 4 と、トランスデューサ 5 6 によって検出された信号を受け取る超音波トランスデューサ受信回路 5 8 と、表示モジュール 6 0 と、信号処理回路 6 2 と、超音波流量計の制御用電子装置に関連すると当業者によって理解されている他の回路及びモジュール（図示せず）と、を代表する。本発明の一実施形態に特有のものは、以下に述べる電力管理サブシステム 6 4 である。

【 0 0 2 5 】

4 ~ 2 0 m A の電源装置 4 2 は負荷 5 0 と関連して以下のように動作する。最初に構成されるとき、電源装置 4 2 からの 4 m A の電流引出し量が幾分低い流量、例えば、0 g p m に対して設定され、且つ 2 0 m A の電流引出し量が異なる高い値、例えば、4 0 0 g p m に対して設定される。これらの特別な値は流量計 4 0 の特定の具現化に依存して定められる。次いで、制御装置 4 4 は電源装置 4 2 からの電流引出し量に基づいて導管内の実際の流量を決定する（例えば、1 2 m A の電流引出し量で 2 0 0 g p m の流量を表すことができる）。当業者なら、制御装置 4 4、負荷 5 0 及び電力調整回路 7 0 を同じ物理的な電子的流量計ユニット 4 0 内に収容してもよいこと、或いは別々にしてもよいことが理解されよう。

【 0 0 2 6 】

本発明の電力調整回路 7 0 は電源装置 4 2 と負荷 5 0 との間に接続される。好ましい実施形態では、図 4 に示されるように、電力調整回路 7 0 は電力変換器 8 0 を含み、電力変換器 8 0 は、ループ電源装置 4 2 によって出力された電源装置電圧 V_{ps} に応動して、制御信号 V_c に応じて負荷 5 0 に供給される負荷電圧 V_L を変える。変換器 8 0 と負荷 5 0 との間にあるコンデンサ 8 2（例えば、9 0 μF ）のような危険区域安全蓄電装置が、負荷 5 0 によって必要とされないときに電力を蓄積し且つ必要とされるときに負荷 5 0 へ電力を送り出す。制御サブシステム 8 4 が、負荷 5 0 によるループ電源装置の現在の設定に基づいて変換器 8 0 に制御信号 V_c を供給する。好ましい実施形態では、制御サブシステム 8 4 は、ループ電源装置 4 2 に接続された 1 つの入力 8 8 と基準電圧 V_{ref} に接続された入力 9 0 とを持つ制御増幅器 8 6（例えば、Analog Devices, Inc. 社の部品番号 A D 8 5 4 1）を含む。負荷 5 0 の処理装置（図 3 の 5 2）は、計算された流量に基づいて増幅器 8 6 に対して基準電圧 V_{ref} を出力するようにプログラムされており、これにより増幅器 8 6 が、変換器 8 0 に入力される適切な制御信号 V_c を発生し、次いで変換器 8 0 がこの制御信号に応答しては負荷電圧 V_L を調節する。

【 0 0 2 7 】

このようにして、例えば、処理装置により流量が 4 0 0 g p m であると決定するとき、ループ電源装置 4 2 で 2 0 m A が要求され、これに対応して V_{ref} が設定される。制御増幅器 8 6 は V_{ref} に応答して、変換器 8 0 がコンデンサ 8 2 に印加される電力を増大させ且つ同時にループ電流を 2 0 m A へ増大させるように、 V_c を適切な値に設定する。

【 0 0 2 8 】

また、例えば、処理装置により流量が 2 0 0 g p m であると決定するとき、ループ電源装置 4 2 で 1 2 m A が要求され、これに対応して V_{ref} が設定される。制御増幅器 8 6 は V_{ref} に応答して、変換器 8 0 がコンデンサ 8 2 に印加される電力を減少させ且つ同時にループ電流を 1 2 m A へ減少させるように、 V_c を適切な値に設定する。

【 0 0 2 9 】

電力調整回路 7 0 についてのこの新規な設計は、本質的に安全な設計を提供すると共に、負荷 5 0 の計器用電子装置に給電するために使用される入力電力を効率よく供給し且つ調整する。本回路は過剰な入力電力（利用可能であるが計器用電子装置によって利用されない電力）をコンデンサ 8 2 に自動的に蓄積させ、コンデンサ 8 2 は、電力調整回路 7 0 と共に、計器用電子装置の電力消費が瞬時入力電力を越えた過渡的な時間にわたって貯蔵

10

20

30

40

50

装置を構成する。回路 70 はまた電源装置 42 のループ電流を厳密に制御する。

【0030】

変換器 80 と負荷 50 との間のツェナーダイオード電圧クランプ 92 が負荷電圧 V_L を制限し、また危険な環境についての安全限界（図 5 の線 100）内にあるコンデンサ 82 のキャパシタンス値を定めるためにクランプ電圧レベル（図 5）を設定することによってコンデンサ 82 のキャパシタンス値を最大にする。

【0031】

好ましい実施形態では、図 3 に示す流量計 40 はまた電力管理サブシステム 64 を含み、電力管理サブシステム 64 は、負荷電圧 V_L を検出し且つ少なくとも 1 つの所定の設定点で負荷 50 の電力消費（例えば、 V_L ）を低減して、負荷の電子サブシステムを動作状態に保つために十分な電力が常に利用可能であることを保証するように構成されている。一例では、電力管理サブシステムは高レベル電力管理部分及び低レベル電力管理部分の両方を含む。

【0032】

低レベル電力管理部分の好ましい実施形態では、図 6 に示すように電圧検出器 110 が、（図 7 に処理段階 130 ~ 132 で示されるように）負荷電圧 V_L を第 1 の設定点電圧 V_{ref1} と比較して、負荷電圧 V_L が設定点電圧基準 V_{ref1} よりも低いときに処理装置 52（図 6）へ第 1 の警告信号 S_1 を出力するように構成されている。そこで、処理装置 52 は、信号 S_1 に応答して第 1 の電力低減命令セットを開始して（図 7 の段階 134）、負荷電力消費を低減するようにプログラムされている。また、図 6 に示すように電圧検出器 112 が、負荷電圧 V_L を第 2 の設定点 V_{ref2} と比較して、負荷電圧 V_L が第 2 の設定点電圧 V_{ref2} よりも低いとき（図 7 の段階 136）に処理装置 52 へ第 2 の警告信号 S_2 を出力するように構成されている。そこで、処理装置 52（図 6）は、第 2 の警告信号 S_2 に応答して第 2 の電力低減命令セットを開始して（図 7 の段階 138）、負荷電力消費を更に低減するようにプログラムされている。

【0033】

一例では、電圧検出器 110（図 6）は MAX6380XR44 であって、 V_{ref1} は 4.4 ボルトであり、他方、電圧検出器 112 は MAX6380XR38 であって、 V_{ref2} は 3.8 である。従って、 V_L が 4.4 ボルトよりも低いとき、処理装置 52 は、検出器 110 によって出力された中断信号 S_1 に応答して、送信回路 54（図 3）によって送信された超音波パルス相互の間の間隔を長くして、 V_L が再び 4.4 ボルトを越えるまで電力を節約することができる。また、 V_L が 3.4 ボルトよりも低いとき、処理装置 52 は、検出器 112 によって出力された中断信号 S_2 に応答して、それ自身を停止させると共に、所定の時間にわたって負荷 50 の他のモジュールを停止させる作用を開始し、もって電力を節約し且つ何らメモリ・データが失われないように保証することができる。しかしながら、これらの電力低減命令は模範例にすぎず、流量計毎に、また設備毎に変えることができる。

【0034】

電力管理サブシステム 64（図 3）の高レベル電力管理部分は、典型的には、処理装置 52 によって実行されるコードで具現化され、従って、図 6 に示すように処理装置 52 は、（図 7 の段階 140 で示されるように）負荷の選択されたモジュール 54、58、60 及び 62（そして多分、他のもの）の電力引出し量を測定して、利用可能なシステム電力を計算し（段階 141）、且つ電力引出し量に基づいて様々なモジュールの動作を調整するように一組の規則を実行する（図 7 の段階 142）ように構成されている。再び、この一組の規則は異なる流量計モジュールの間で変えることができるが、処理装置は任意の所与の時間に利用可能である最大電力を計算し続け、また送信回路 54（図 3）によって発生された相次ぐ超音波パルス間の時間間隔を長くし又は短くし、信号処理モジュール 62 を停止又は減速させ、又は電力を保存するための同様な行為を取ることができる。

【0035】

2 つのレベルの電力管理により、流量計は広範な入力電力で動作することが可能になる

10

20

30

40

50

。高レベル電力管理はマイクロ制御装置 5 2 (図 3) を利用して、モジュール電力を動的に測定し且つ入力電力を動的に測定して、様々なモジュール動作時間の「スケジュール」を定める。制御装置 5 3 は各モジュールについて動作電力を動的に測定する (図 7 の段階 1 4 0) 。次に、入力電圧を測定し且つループ電流を計算することによって利用可能な全電力を決定する (段階 1 4 1) 。利用可能な全電力と全モジュール動作電力との差に基づいて、制御装置 5 3 はマイクロ制御装置が動作するために残されている電力量を決定する。次いで、マイクロ制御装置はこの残っている電力に基づいてデューティサイクルが定められる。

【 0 0 3 6 】

相対的に低レベルの電力管理は電圧比較器を利用して、負荷電圧が或る特定の基準点以下に低下したときに「フラグ (警告信号) 」を出力する。これらのフラグは規則的な間隔で連続的に監視される。相対的に低レベルの電力管理部分は、メータが高レベル電力管理部分において対処されない動的な状態 (すなわち、負荷の過渡状態、電力計算及びモジュール電力測定におけるエラー) の下で連続的に動作することを可能にする。

10

【 0 0 3 7 】

ほぼ 4 . 4 ボルトの第 1 の設定点は、負荷電圧がこの設定点を超えるまで、マイクロ制御装置 5 3 に作用して負荷電力消費を低減させる。この設定点は、メータの動作停止を生じさせることなく、システムがより低い電力で増大した応答時間を達成することを可能にする。それはまた、電力計算に余裕を与える。ほぼ 3 . 8 ボルトの第 2 の設定点は、マイクロ制御装置を直ちに遮断し、これによりデータを持続性メモリに保存させる。

20

【 0 0 3 8 】

図 8 では、データ更新レートが X 軸であり、電力消費が Y 軸である。本発明の電力管理サブシステムは、線 2 0 0 で示すように、更新レートを、任意の所与の時点で利用可能である電力に基づいて調節する。これに対し、従来の流量計は、常に十分に大きい電力を引き出すことができたので、一定の高レベルの更新レートで作動されている。

【 0 0 3 9 】

流量計 4 0 を動作させるのに必要な電力を更に低減するために、トランスデューサ 5 6 は好ましくは、引用によって本書に取り入れる米国特許第 6 6 2 6 0 4 9 号に述べられているような非常に効率の良い複合圧電作動器を含む。このような複合トランスデューサはより高い信号対ノイズ比を生じ、且つトランスデューサ励起電圧を低下させて、本発明の超音波流量計の動作中に引き出される電力量をかなり低減することを可能にする。

30

【 0 0 4 0 】

本発明の特定の特徴を幾つかの図面に示し、他の図面には示していないが、これは単に便宜のためであり、各特徴は本発明に従って他の特徴の任意のもの又は全てと組み合わせることができる。本書で用いる用語「含む」、「有する」、「持つ」及び「備える」は広義に且つ包括的に解釈すべきであり、どのような物理的な相互接続に制限されるものではない。更に、本願で開示したどの実施形態も唯一つの可能な実施形態であると考えべきではない。

【 0 0 4 1 】

当業者には、特許請求の範囲内にある他の実施形態が考えられよう。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 2 】

【図 1】典型的な超音波流量計システムの設備の概略図である。

【図 2】危険区域内に設置された流量計システムを示すブロック図である。

【図 3】本発明による一例の超音波流量計に関連した主要な構成要素を示すブロック図である。

【図 4】図 3 の電力調整回路の一実施形態の回路図である。

【図 5】図 4 の電力調整回路のツェナーダイオードのクランプ電圧が本発明に従って設定される方法を示すグラフである。

【図 6】図 3 に示した流量計のための一例の低レベル電力管理サブシステムの一部の回

50

路図である。

【図7】図3の電力管理モジュールの高レベル電力管理及び低レベル電力管理部分の両方に関連した主要な段階を示す流れ図である。

【図8】本発明の超音波流量計について電力消費の特徴に基づいて可変のデータ更新レートを示すグラフである。

【符号の説明】

【0043】

- 12 上流側超音波トランスデューサ
- 14 下流側超音波トランスデューサ
- 16 導管
- 34 ケーブル導管
- 40 流量計
- 46 電源装置
- 52 処理装置
- 70 電力調整回路
- 82 コンデンサ
- 84 制御サブシステム
- 86 制御増幅器
- 88、90 入力
- 92 ツェナーダイオード電圧クランプ
- 100： 安全限界
- 110、112 電圧検出器

10

20

【図1】

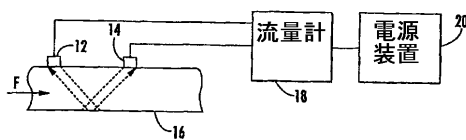


FIG. 1
(従来技術)

【図2】

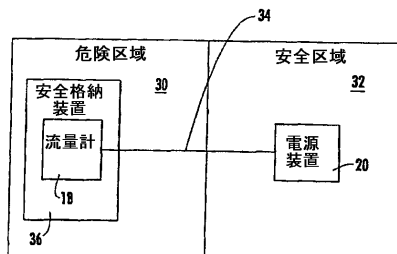


FIG. 2
(従来技術)

【図3】

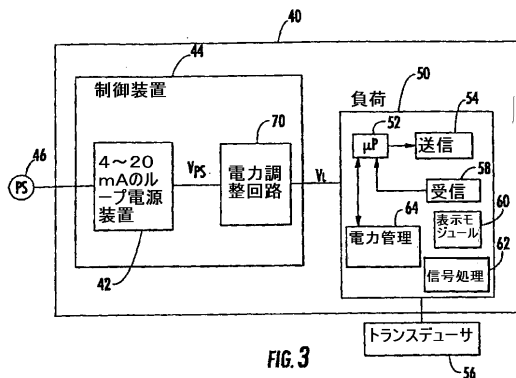


FIG. 3

【図4】

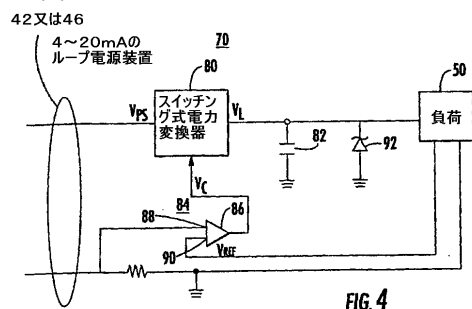


FIG. 4

【図5】

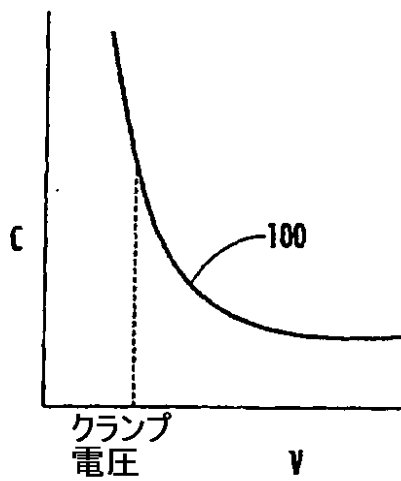


FIG. 5

【図6】

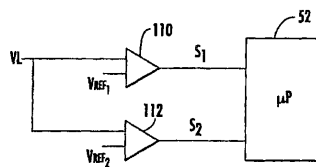


FIG. 6

【図7】

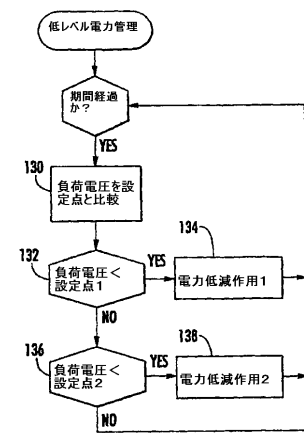


FIG. 7

【図8】

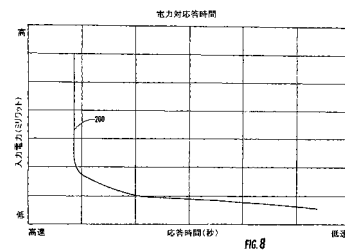


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 コワル, アンソニー・ジェイ
アメリカ合衆国、01503、マサチューセッツ州、ベルリン、ランドール・ロード、111番
- (72)発明者 マクドナルド, ベンジャミン・エドワード
アメリカ合衆国、01721、マサチューセッツ州、アッシュランド、マウンテン・ゲイト・ロード、116番
- (72)発明者 リ, スー・ソン・スコット
アメリカ合衆国、02420、マサチューセッツ州、レキシントン、イヴァン・ストリート、60番

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開2001-153695(JP, A)
特表2004-530895(JP, A)
特開2004-93371(JP, A)
特公昭59-26080(JP, B2)
特公昭51-49216(JP, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/00-9/02
G01F 15/00-15/18
G08C 13/00-25/04