

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5284572号  
(P5284572)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>FO4B</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4B 13/00 A
<b>FO4B</b>	<b>49/06</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4B 49/06 321Z
<b>FO4B</b>	<b>53/08</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4B 21/00 E
<b>FO4B</b>	<b>43/04</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4B 43/04 A

請求項の数 33 外国語出願 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2006-224085 (P2006-224085)  
 (22) 出願日 平成18年8月21日(2006.8.21)  
 (65) 公開番号 特開2007-92750 (P2007-92750A)  
 (43) 公開日 平成19年4月12日(2007.4.12)  
 審査請求日 平成21年7月28日(2009.7.28)  
 (31) 優先権主張番号 102005039772.7  
 (32) 優先日 平成17年8月22日(2005.8.22)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 506282506  
 プロミネント ドジュールテヒニク ゲーエ  
 ムペーハー  
 ドイツ、69123 ハイデルベルク、イ  
 ム シューマヒャーゲバン 5-11  
 (74) 代理人 100066865  
 弁理士 小川 信一  
 (74) 代理人 100066854  
 弁理士 野口 賢照  
 (74) 代理人 100066885  
 弁理士 齋下 和彦  
 (72) 発明者 トーマス フロイデンベルガー  
 ドイツ、67069 ルードビヒスハーフ  
 エン、ダムステケル ベーク 11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気駆動定量ポンプ (MD)

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連結ロッド(19)に固定された可動スラスト部材(20)は、ポンプハウジング(1)に定着された磁石シュラウド(17)の縦軸において軸方向に移動可能であり、連結ロッド(19)と共に磁化コイル(2)を電氣的に駆動(起動)するとき、回復バネ(23)の力に抗して磁石シュラウド(17)に引き込まれ、空隙を低減して前記磁石シュラウド(17)の穴に引き込まれ、また前記磁化コイル(2)の起動停止後、前記スラスト部材(20)は前記回復バネ(23)によって開始位置に戻り、前記スラスト部材(20)および弾性変位部材が起動し、それによって前記磁化コイル(2)の連続的な起動および起動停止の振動運動が実行され、ダイヤフラム(13)は出口弁(15)および入口弁(14)と交互に協働し、縦軸に配置された計量ヘッド(12)においてポンプストローク(押圧ストローク)およびプライミングストロークを生成し、

前記スラスト部材(20)および前記連結ロッド(19)で構成されるモジュールに関連付けられた基準素子(35)の位置は位置センサ(36)によって検出され、前記位置センサ(36)は前記基準素子(35)の位置と固定関係にある実信号(X<sub>1</sub>)を制御回路に与える磁気駆動定量ポンプにおいて、

前記制御回路は前記実信号(X<sub>1</sub>)が入力されると、前記スラスト部材(20)および連結ロッド(19)によって生成されるユニットの運動に対して、所定の名目プロファイル(38)に従うように制御精度に影響を与えることを特徴とする磁気駆動定量ポンプ。

【請求項2】

前記位置センサ(36)は、非接触原理に従って前記基準素子(35)の位置を検出することを特徴とする請求項1に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項3】

前記連結ロッド(19)に関連付けられる基準素子(35)および前記位置センサ(36)は、前記計量ヘッド(12)の外部に存することを特徴とする請求項1に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項4】

前記基準素子(35)は、光源(33)からの光線の経路および、それと協働しかつ前記磁石シュラウド(17)に固定された前記位置センサ(36)に影響を与え、受光方式において動作することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ

10

【請求項5】

前記基準素子(35)は、影生成体または影生成輪郭であって、前記磁石シュラウド(17)上に配置される前記位置センサ(36)は、一連の受光電荷結合素子(CCD)という形態の受光部(32)から成ることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項6】

前記位置センサ(36)は、前記磁石シュラウド(17)上に固定された専用のセンサキャリア(31)上に配置されることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

20

【請求項7】

前記光源(33)、前記影生成体(35)または前記影生成輪郭(35)、および前記受光部(32)を、前記影生成体(35)または前記影生成輪郭(35)の影が前記受光部(32)のラインの上へ投影されるように前記光源(33)を配置し、測定値は連続的または断続的に電子制御システム(44)へ送給されることを特徴とする請求項4に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項8】

前記位置センサ(36)の前記受光部(32)は、直線的に配置された128個の受信部(ピクセル)から成ることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

30

【請求項9】

前記光源(33)は、前記位置センサ(36)の受光部(32)の向かい側に配置された発光ダイオード(LED)であって、前記受信部に向けられたその光線は前記連結ロッド(19)によって妨げられないことを特徴とする請求項8に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項10】

前記位置センサ(36)が出力する値は、影遷移領域における複数のピクセルの輝度を補間することによって生成されることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項11】

前記位置センサ(36)の信号を処理するときは、フィルタリングを採用することを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

40

【請求項12】

前記位置センサ(36)のゼロ位置の誤差は、基準メモリによって解消されることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項13】

前記位置センサ(36)のスケーリング誤差は、1つまたは複数の基準位置によって解消されることを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項14】

前記位置センサ(36)の照明変動は、得られたピクセル輝度値を用いて前記光源(3

50

3) を制御または調整することによって補償されることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 15】

前記受光部 (32) の個々のピクセル間の輝度変動は、各ピクセルの感度ごとに基準メモリを用いることによって補償されることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 16】

前記位置センサ (36) から読み取られた前記信号 ( $x_1$ ) は、制御装置においてさらに処理され、名目プロファイル (38) と比較され、

前記制御装置は、前記磁化コイル (2) に対する電流 ( $I_M$ ) に影響を与え、ひいては前記運動に修正を加えることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

10

【請求項 17】

前記制御装置は、前記スラスト部材 (20) または前記ダイアフラム (13) の位置 ( $x_1$ )、速度 ( $v_1$ ) または加速度に対し、制御装置を用いて前記コイル電流 ( $I_M$ ) を変化させる手段により影響を与えることを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 18】

前記制御装置は、プライミング段階および/または押圧段階の間、前記スラスト部材 (20) の速度 ( $v_1$ ) を意図的に減少させて、流れに対する抵抗によって引き起こされる圧力急低下、例えば、キャビテーションの発生に対処できるようにすることを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

20

【請求項 19】

前記名目プロファイル (38) は、オペレータによって前記制御装置へ伝達され、前記制御装置を用いて、実行されるストローク長に前記磁化コイル (2) を電子的に制御して、前記スラスト部材 (20) の運動を制限することを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 20】

前記ストロークを調節する値は、前記位置センサ (36) を介して計量中の測定によって直接決定されることを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

30

【請求項 21】

前記制御装置は、前記押圧段階の開始および/または終了時において、前記磁化コイル (2) を制御することにより前記スラスト部材 (20) の速度 ( $v_1$ ) を制限して、計量媒体流の速度の急速な変化、または機械的バッファに対する強い衝突によって生じることがある圧力ピークを回避することを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 22】

前記制御装置は、前記磁化コイル (2) を制御することによって、前記押圧段階の終了時に前記スラスト部材 (20) の速度 ( $v_1$ ) を制限して、低背圧での過度の歪みによる影響を回避することを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項 23】

前記制御装置は、計量ストロークが非常に低速な場合であっても、前記計量媒体が均等に施されるようにするために、前記計量ストロークの反復率により決定される時間の間、前記駆動モータ (2) を駆動することにより、前記押圧段階の間の前記スラスト部材 (20) の前進運動を分散させることを特徴とする請求項 16 に記載の磁気駆動定量ポンプ。

40

【請求項 24】

前記制御装置は、ほとんど連続的な計量をして、すなわち、プライミングおよび次の計量ストロークとの間に本質的に休止せずに動作するときは、前記計量ストロークにおける前記ダイアフラム速度をほぼ保持しながら、ストローク長を低減し、かつストローク回数を増大させた動作にストローク運動を変換させて所望の計量性を生成し、

および、前記プライミングは、前記空隙ひいては前記電流 ( $I_M$ ) の要求が小さい場合

50

に、前記スラスト部材(20)が前記回復バネ(23)により前方の機械的(休止)バッファ上、またはストローク調節ピン(8)上で完全に推される前に、前記磁化コイル(2)の制御によって終了され、前記スラスト部材(20)の動きがストローク経路領域内のみで生じるようにすることを特徴とする請求項23に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項25】

前記制御装置それ自体またはさらに別の制御ユニットのいずれかは、前記スラスト部材(20)の制御された前進運動の開始段階の間に、前記電流( $I_M$ )を観察し、そこから力を推測して前記出口弁(15)を開口することを決定し、また前記観察によってダイアフラム(13)の弾性変形に起因するデッド領域を測定し、かつ前記決定されたダイアフラム(13)の変形にしたがって前記ストローク運動を故意に終了することにより、前記実ストローク経路に影響を与えて、(前記ストロークまたは計量容積に関して)前記ダイアフラム(13)の変形によって引き起こされる誤差を解消し、かつ計量された量の背圧への依存性を実質的に低減することを特徴とする請求項16に記載の磁気駆動定量ポンプ。

10

【請求項26】

前記制御装置は、ストロークモードを低減して動作するとき、前記ダイアフラム(13)の弾性変形による前記測定されたデッド領域とは無関係に、前記スラスト部材(20)の前進運動の間に実行される前記実ストローク経路に影響を与え、ダイアフラム(13)の変形による前記誤差を解消し、計量された量の設定ストローク長比率への線形依存性を実質的に改善することを特徴とする請求項25に記載の磁気駆動定量ポンプ。

20

【請求項27】

前記制御装置は、前記スラスト部材(20)の前進運動の間に、前記ダイアフラム(13)の弾性変形に起因するデッド領域を測定し、前記測定されたデッド領域から動作圧力を見積もることが可能であり、所定の圧力最大値を超えるときは、計量を調節して圧力がさらに上昇するのを防ぐことを特徴とする請求項1~26のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項28】

前記磁石と電子部品(6、44)とを含む前記磁気駆動定量ポンプのハウジング(1)内部は、冷却されることを特徴とする請求項1~27のいずれかに記載の磁気駆動定量ポンプ。

30

【請求項29】

前記内部およびその中に配置されるコンポーネントを冷却するため、前記磁気駆動定量ポンプの前記ハウジング(1)の内壁およびその他のコンポーネントだけでなく、前記磁石シュラウド(17)および/またはコイル巻線(29)の壁の周りに空気流(48)が向かうファン(43)を配置することを特徴とする請求項28に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項30】

前記位置センサ(36)を冷却するため、前記空気流(48)の一部を、その上に導くことを特徴とする請求項29に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項31】

誘導面および/または誘導チャネルは、ストロークカバー(28)に関連付けられ、前記空気流(48)の一部を前記位置センサ(36)の上に導くことを特徴とする請求項30に記載の磁気駆動定量ポンプ。

40

【請求項32】

さらなる前記空気流(48)の一部を、前記ハウジングカバー(5)内に組み込まれた前記電子部品(6)上に導くことを特徴とする請求項29に記載の磁気駆動定量ポンプ。

【請求項33】

前記磁石シュラウド(17)は、前記ハウジング(1)内部に配置して、冷却目的のためにその周囲に向けられる空気流(47)を有することができることを特徴とする請求項28に記載の磁気駆動定量ポンプ。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、請求項1の前文にしたがう磁気駆動定量ポンプに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

その型の磁気駆動定量ポンプは公知であり、追加物を用いて要求に合致させる。それらは、密閉容積をトランスポートすることで計量を実施する容量測定により動作する。従ってストローク当たりの計量容積は、ダイヤフラムの運動での容積における差に一致する。

## 【0003】

このような磁気駆動定量ポンプにおいては、可動スラスト部材を静止磁石シュラウドの中に取り付け、磁化コイルを駆動すると、これが磁石シュラウドの中に引き込まれて空隙が縮まり、電気駆動のスイッチを切った後、回復ばねによりスラスト部材は開始位置に引き戻される。連結ロッドはスラスト部材に固定して関連付けられ、運動および力を計量ダイヤフラムに送る。

## 【0004】

最も単純な場合は、ストローク磁石のスイッチを特定の時間だけ入れて、計量ストロークを実行する。別の実施態様は、所定の時間プロファイルに従って制御電流を磁化コイルに供給する。この場合は、磁力従って計量性を再現しやすくなり、主電源の実電力のような電気的パラメータに依存しなくなる。

## 【0005】

ストローク頻度は電気駆動パルスの反復頻度を用いて示される。ストローク長は、例えば、ストローク運動の開始点を設定する機械的に調節可能なスピンドルを用いて変えることができる。終点は、磁石が完全に動いたときに示される。1つの可能な実施態様においては、ストローク調節ピンがポンプハウジングのねじ山にねじ込まれ、外側から触れることの出来る較正ノブを有し、その背部は磁石シュラウドに固定され、またはその位置が磁石シュラウドに対して固定される。

## 【0006】

ダイヤフラムの運動は、有効な力の組合せにより生じる。スイッチを入れた後、結果として磁流および作成される力が最初は上昇し、自己誘導により遅くなる。連結ロッド上にダイヤフラムおよび回復ばねが生成する力を克服すると、スラスト部材は動き始める。空隙が縮まると対応する磁力はさらに上昇する。スラスト部材は速やかに加速し、一般的に存在するリングにより抑制されるだけで、シュラウドに衝突する。運動全体は数ミリ秒以内で実行され、計量媒体のため極めて高い瞬間速度、および動作圧力の2倍を超える高圧ピークを結果として生じる。

## 【0007】

ダイヤフラムは剛体ではなく、その上に計量媒体の圧力が動作するとき屈曲領域において特定の量だけ弾性的に変形する。変形の量は、有効ストローク運動に対して失われるので、その結果、動作圧力の増加に伴って計量の量が低減する。この低下性は、通常の使用において計量精度が許容するより遙かに顕著である。従って、磁気駆動定量ポンプは通常、広範囲の動作圧力にわたって所望の精度で使用することは出来ない。その上、較正により起こる誤差は、さらなる較正を含む場合、悪影響を及ぼす。前述の較正測定は、特に活性化学物質を使用するとき使用中に実動作条件下で、実施しなければならないが、それは極めて困難なステップである。

## 【0008】

現在の磁気駆動は、数個の簡単な部品を有するだけなので製造は容易であるが、適用は比較的限られており、モータ駆動ポンプと比較して計量工程における油圧性に関して不利な点がある。例えば、ギヤまたはカムを用いて送られるモータ駆動は、より多くの適用を有し、多くの工程に対して計量性を有するが、作成するのは遙かに高価である。

## 【発明の開示】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明の特別な目的は、計量工程の油圧性に関する公知の欠点を克服し、可変で、より大きい動作範囲を、その利点、すなわち容易で安価な製造、を損なうことなく磁気駆動定量ポンプに提供することにある。さらに、スラスト部材および関連付けられた連結ロッドの運動は、計量工程自体が調節可能であるよう、製造により生じるあらゆる欠陥または弾性ダイヤフラムの不利な特性を考慮に入れ、かつ制御システムによって補償されることが出来るように、名目細目に合致させなければならない。位置インジケータは、アセンブリにおける変動および/または位置測定に関する作業中に起こる問題を搭載電子部品を用いて補償することが出来るように構築されなければならない。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

問題は、スラスト部材および連結ロッドが構成するモジュールに関連付けられる基準素子によって解決する。その位置は、位置センサを用いて検出し、位置センサは基準素子の位置と固定関係にある実信号を提供する。スラスト部材および連結ロッドが形成するユニットの運動は、その制御精度の点で所定の名目プロフィールにしたがうよう、制御回路の影響を受ける。

## 【0011】

制御システムおよび位置センサは、連結ロッドを伴うスラスト部材の運動を捕捉して、これを所定の運動プロフィールで移動させる。この関連で、名目条件から開始して、制御システムは、可能な最良の方法で計量を実施し、例えば、ダイヤフラムの特性のためなどで起こる不正確さを除去するために、設定すべき適切な運動を判定し、次いで位置センサから得られる運動測定を用いて運動を制御して磁化コイル電流に影響を与える。

20

## 【0012】

位置センサが非接触原理に従って動作すると、センサの非摩擦動作が保証される。このことは、定量ポンプの使用寿命の間の膨大な数のストロークのため、好都合であり、かつ事実上必要である。

## 【0013】

連結ロッドに関連付けられた位置素子が、計量ヘッドに面する終点で、かつ計量ヘッドの外部に存するときは、位置センサのためのスペースの点で、可撓性が増大する。

30

## 【0014】

基準素子が、光源の光路に影響を与え、かつ磁石シュラウドに固定され、感光受信部として動作する位置センサがそれに協働すると、定量ポンプの使用寿命の間に実行される膨大な数のストロークのために重要な非摩擦動作が確保され、それらに触れることなく可動部が一掃される。このような配置のさらなる利点は、位置センサに関するこのような構造が、磁石近くでセンサを動作するとき避けることの出来ない浮遊磁界を原理的に感応しないことである。

## 【0015】

基準素子が、影生成体または影画定体であり、協働して磁石シュラウド上に固定される位置センサが一連の受光電荷結合素子から構成されるとき、このような配置は位置センサによって満たされなければならない重要な受光性を有する。第1に、この配置は非摩擦受光機能原理に基づいて動作するので浮遊磁界に感応しない。第2に、このようなセンサは実用的に直線性の欠陥がない。

40

## 【0016】

位置センサを、磁石シュラウドに固定される、それ自体のセンサキャリア上に配置するとき、このような配置は、モジュールとして予めアセンブリされて試験をすることが出来るので、アセンブリが容易になる。センサキャリアを絶縁でないプラスチック部品で形成するときは、これに加えて、磁石シュラウドからのセンサ素子の電気絶縁が簡単になる。

## 【0017】

位置素子、影生成体または影画定輪郭、および位置センサが、ライトボックス状の配置

50

を構成し、測定が連続的に、または段階的に電子制御システムへ送給されるとき、このような配置は、位置データを電子制御システムに適切な割合で提供する。

【0018】

位置センサの受光部が、直線的に配置された128個のピクセルが好適な、多数の受信部（ピクセル）から成るとき、このような配置は、照射セルおよび非照射セルとの間にある影のエッジを判定することにより、位置を容易に判定することが出来るので、明らかに、受信部モジュールのセルの分割に等しい分解能を有する。

【0019】

光源が、位置センサの向かい側に、受信部に向かうその光線が連結ロッドにより擾乱されないよう配置される発光ダイオード（LED）であるときは、廉価なLEDが高度の光分解能に非常に重要な点光源に近く、ほとんど使用寿命が無限であるという利点を有する。これを位置センサの向かい側に連結ロッドを越えて配置することで、光源および受信部との間に大きい距離を作成するが、これは、関連する光線の射出角を素子の取付位置に対して比較的無関係にする。

【0020】

位置センサ（36）のための開始値を、影遷移領域にある複数のピクセルの輝度値を補うことにより生成するときは、位置センサのための開始信号についての分解能は、それがCCD受信部のセルの機械的ピッチにより判定されるときより、精細になる。

【0021】

1位置センサからの信号を処理するとき、フィルタリング手段が採用されると、位置センサの干渉に対する抵抗が改善される。

【0022】

アセンブリにおける変動および、例えば、加熱中またはベアリングの摩耗といった動作中の機械的変位、に関する位置センサの感度は、基準メモリを用いて位置センサのゼロ位置誤差を除去するか、または1つまたは複数の基準位置を含むことにより位置センサのスケーリング誤差を除去することで低減する。

【0023】

位置センサの照射における変動は、ピクセルについて得られる輝度値を用いて光源を制御または調整することにより均等にすると、モジュールパラメータにおける変動に対する位置センサの感度が低減する。

【0024】

受光部の個別ピクセルの間の輝度における変動を、各ピクセルの感度に関する基準メモリを組み込むことにより補償すると、受光部上の汚れの影響が低減する。

【0025】

制御装置が磁化コイルに対する電流に影響を与えて運動を修正するとき、位置センサからの信号を、制御装置でさらに処理して名目値と比較すると、ダイヤフラム運動に関するこの故意の影響力を利用して、例えば、低速計量などのため、部分ストロークについての押圧補償および/または計量精度のため、有利な計量の油圧性を達成するかまたは改良することが出来る。

【0026】

制御装置が、スラスト部材の位置、速度、または加速度に対し、制御装置を介してコイル電流を変化することにより影響を与えると、それが真の計量タスクの要求に合致するとき、適切な制御方法の利点を利用することが出来る。ダイヤフラム速度を制御することにより、計量媒体の実流速を直接制御することが出来る。これは、例えば、低速プライミングにおけるキャピテーションを避けるのに必要である。一方、ダイヤフラム位置を制御することは、ほぼ静止した状態を制御することが出来ることを意味する。この場合は、経路信号の微分により得られる速度に関する情報が、極めて小さくなるので、もはや制御装置により正しく処理することが出来ない。ダイヤフラム位置を制御することは、この問題を回避するので、例えば、電子ストローク長の制限または低速計量のためなどに好都合に使用される。ダイヤフラムの加速度を制御することは、移動質量の加速は磁力の直接反映で

10

20

30

40

50

あって磁流とは間接的であるから、調整が容易なので好都合である。

【 0 0 2 7 】

制御装置が、プライミング段階および/または押圧段階にスラスト部材の速度を故意に低減すると、流れに対する抵抗またはキャピテーションの作成により生じる圧力損失の影響が弱められる。例えば、レシチンなど、高粘性の媒体を計量するとき、流速が高過ぎると、弁の中のような、狭い場所に大きい圧力低下を生じる。これらの圧力低下は、駆動装置からの追加電力の形で克服しなければならないが、ダイヤフラム速度を制御することにより低く保つことが出来る。加えて、低減された流速における流れ騒音も効果的に低減できる。塩素系漂白剤のような、容易に気化する媒体を計量するとき、高過ぎる流速を使用するときは、計量媒体の蒸気圧以下に低下することにより、特にプライミングの間にキャピテーションが頻繁に生じ、その結果、機械的摩擦が増大する。プライミング段階および/または押圧段階においてダイヤフラム速度を制御することは、この現象を好都合に避ける。

10

【 0 0 2 8 】

操作者が所望のストローク長を制御装置に通信し、制御装置を使用して磁化コイルを電子的に制御することにより、スラスト部材の運動を実行するストローク長にまで制限するときは、機械的な調節素子を概して施すことが出来る。スラスト部材の運動を、最大ストローク長であっても、機械的パuffaに達することなく、電子的に制限するときは、吸収リングもなしで施すことが出来る。

【 0 0 2 9 】

ストローク調節を設定する値は、計量中の測定を用い、位置センサを介して直接判定すると、付随する搭載素子を機械的に位置決めするための追加センサを施すことが出来る。

20

【 0 0 3 0 】

制御装置が、押圧段階の始まり、および/または終了のとき、例えば、ストローク運動の第1または最後の第3において、計量媒体流の速度における急速な変化によりまたは機械的パuffaに対し激しく衝突することにより生じることのある圧力ピークを回避するよう磁化コイルを制御することにより、スラスト部材の速度を制限すると、さもなければ必要な脈動減速材のような追加付属品を施すことが出来ることを意味する。

【 0 0 3 1 】

制御装置が、押圧段階終了時のスラスト部材の速度を、磁化コイルを制御することにより、過度の歪みを避けるよう制限するときは、計量精度が、特に低い背圧において、実質的に改善される。

30

【 0 0 3 2 】

制御装置が、計量ストロークの反復率によって与えられた時間だけ磁化コイルを駆動することにより、計量媒体が出来るだけ滑らかな方法で、例えば、数分の持続時間の極めて遅い計量ストロークにおいてでさえも、分配されるよう、押圧段階中のスラスト部材の前進運動を分配するときは、計量媒体における濃度変動を実質的に避けることが出来る。

【 0 0 3 3 】

連続的な計量モードにおいて、すなわち、プライミングおよび次の計量ストロークとの間で実質的に中断がなく動作するとき、制御装置が、ストローク運動を、ストローク長が低減し、かつストローク頻度が増大したストローク運動に変化させ、計量ストロークにおけるダイヤフラム速度をほぼ同一に保って、所望の計量性を提供する。また、スラスト部材が回復ばねにより完全に前方機械的休止パuffa上に推進される前に、スラスト部材の運動が、空隙および磁流要求 ( $I_M$ ) が小さいストローク運動領域内でのみ生じるように磁化コイルを制御することにより、プライミングを完了するとき、時間を基準にして、要求される電氣的駆動および結果として発生する熱損失が低減する。

40

【 0 0 3 4 】

スラスト部材の制御前進運動の開始段階の間、制御装置それ自体またはさらなる制御装置のいずれかが、磁流を観察し、電力プロファイルを推測して出口弁の開放を瞬間的な電力プロファイルから検出し、この観察からダイヤフラムの弾性変形のため生じるデッド領

50

域を測定し、次いでダイヤフラム変形の関数としてストローク運動を故意に停止することにより、ダイヤフラムの（ストロークまたは計量容積に関する）変形により寄与される誤差を除去し、背圧に対する計量された量の依存性を実質的に低減するよう、実ストローク経路に影響を与えるときは、計量精度が改善する。この改善は、動作圧力のためダイヤフラムの弾性変形により生じる誤差を、前述の変形が計量に寄与しないよう、除去することにより達成される。計量された数量の動作圧力に対する依存性の低減によって、さもないと、動作圧力のような動作パラメータを著しく変更するとき必要な再較正が施される。磁流を観察することによるダイヤフラム変形のための補償は従って、特に磁気駆動定量ポンプに対しては、利用可能な信号から推測することの出来る実電力要求をよく反映し、余分な測定は必要がないので、好都合である。

10

## 【0035】

低減ストローク長を用いて動作するとき、ダイヤフラムの弾性変形によって測定されたデッド領域とは無関係にスラスト部材の前進運動の間に実行する実ストロークが、ダイヤフラムの変形による誤差を除去するように、および設定されたストローク長の比率に対する計量数量の線形依存性を実質的に改善するよう、故意にストローク運動を終了することによる制御装置の影響を受けると、このことが、この場合の計量精度を増大する。この改善は、動作圧力によるダイヤフラムの弾性変形を通じて起こる誤差を、前述の変形の量が計量に寄与しないので有効なストローク長は機械的に設定された長さに厳密には比例しないよう、除去することにより達成される。最後に、上でおこなった記述はここに関連する。

20

## 【0036】

制御装置が、スラスト部材の前進運動の間に、ダイヤフラムの弾性変形を通じて起こるデッド領域を測定し、それを用いて動作圧力を見積もるとき、また、圧力の所定最大値を超過するときに、計量を調節して圧力がさらに増大するのを避けることが出来るときは、過剰圧力は計量工程の間に有利に検出して制限することが出来る。こうして、過剰圧力リミタなどのような現在まで必要であった追加付属品は、定量ポンプがこの工程で唯一の圧力を増大する装置であるならば、施すことが出来る。

## 【0037】

磁気駆動定量ポンプの中で生成される熱は、磁石および電子部品を含むハウジングの内部を冷却すると、効率良く分散させることが出来る。これにより、例えば、低速のダイヤフラム運動における連続計量など、大量の熱を生成する動作を実施することが出来る。

30

## 【0038】

内部とその中に配置されるコンポーネントとを冷却するため、磁石および/またはコイル巻線の壁と同時に磁気駆動定量ポンプのハウジングおよび他のコンポーネントの内壁の周りに空気流が向かうファンを配置すると、磁石または前述のコンポーネントによって生成される熱は、内部の空気、従ってハウジングに直接導かれる。向けられる空気流は、高熱の部品の熱伝達抵抗を改善するので、ハウジング内部の空気温度に関する温度上昇を低減する。ハウジングの全表面にわたる熱を均等に分散するため、直接冷却の無い場合より、表面のより大きい部分がヒートシンクとして作動する。ハウジング表面およびポンプの中のコンポーネントのピーク温度は、従って冷却の無い場合より低い。

40

## 【0039】

空気流の一部を位置センサ上に導いてそれを冷却するときは、その温度が本質的にハウジング内部の空気温度に保たれる。位置センサは、磁石のかなり近くに取り付けられて測定での誤差を有利に避けるので、このような測定がなければ、磁石はこの装置の中では群を抜いて最大の熱消費源なので、ファンを用いる冷却がないと、ハウジング内部の一般的な空気温度より遙かに高温の磁石とほぼ同じ位の高温になる。

## 【0040】

空気流の一部を位置センサ上に導く誘導面および/またはチャンネルをカバーの蓋に関連付けるときは、空気流がさらに容易に位置センサ上に向かう。

## 【0041】

50

空気流の一部をさらに、ハウジングカバーに取り付けられる電子部品上に向けるときは、その温度が本質的にハウジング内部の空気温度に保たれる。ハウジングカバーの中に設けられた電子部品も磁石に比較的近く取付けられるので、この測定が無いと、それらは磁石により加熱されて、冷却しないときの温度はハウジング内の全体の空気温度より遙かに高くなる。

【0042】

磁石シュラウドを、ハウジング内部で、空気流がその周辺をかすめることが出来るよう配置すると、ファンによる磁石の冷却がさらに容易になる。

【0043】

コイル巻線が、増大するワイヤ断面のため低減された巻数を有すると、磁石スラスト部材の運動を制御するとき、必要に応じてコイル電流を急速に変化させることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

ここで本発明の実施態様および若干の適用を詳細に記述する。

図1は、磁気駆動定量ポンプ(MD)を通じた縦断面を示す。磁石近く(上面)にリブ3が提供されて加熱面への接触を防ぐハウジング1は、その下面に床板4を有する。一般に公知のように、ハウジング1の上部領域は駆動磁石の磁石シュラウド17を含む。ハウジングの1つの面は、ハウジング1上に設定され固定されたハウジングカバー5を用いて閉じる。ハウジングカバー5の中心には、実質的に回転対称の磁石の縦軸18と同心で、手動で調節可能な調節部材7が、カバーと一体化しており、スラスト部材20、および従ってダイヤフラムポンプのストロークの軸方向移動を制限するストローク調節ピン8を調節する。調節部材7およびその他の操作素子はフード9が保護する。フード9の下方には、制御ワイヤ10または主ケーブル11のための接続がある。フードの反対側には、計量ヘッド12がありその中に、プラスチックなどから形成されるダイヤフラム13が張り詰めてある。計量ヘッド12はまた、入口弁14および出口弁15も有し、ダイヤフラム13と計量ヘッド12との間の計量チャンバ16の中に入口弁14を介して導入される計量媒体を、出口弁15を通じて計量チャンネルの中に推す。磁気駆動定量ポンプは容量測定的に作動する。すなわち、所定の容積をストローク毎にプライミングして、出口弁15を通じて推す。ダイヤフラム13は、駆動装置を通じて振動運動で移動する。「磁気駆動定量ポンプ」の記述が示すように、ダイヤフラム13のための駆動装置は、回転対称磁石シュラウド17で形成される電磁石であり、その中には回転対称の磁化コイル2が一体化されている。磁化コイル2は、プラスチックから形成する回転対称コイルキャリア15から形成され、これにエナメル導線から形成する複数のコイルから成る巻線29を巻き付ける。磁化コイルは、例えば、約1mm径のワイヤを有するコイル800巻などである。コイルキャリアおよび巻線は適切に配置し、ホイールのような、さらなる絶縁物質を用いて絶縁することが出来る。磁石シュラウド17は、堅固な回転対称物体で、磁石シュラウド17からスラスト部材20までの磁気回路を閉じる磁石板25と共に、スラスト部材20を、そのスラスト部材の中心に配置される連結ロッド19で囲む。この連結ロッドはスラスト部材20と共に軸方向に変位可能である。ストローク調節ピン8の片側に対し、連結ロッド19および調節部材7が、手動で調節可能なストローク調節装置として作動する。連結ロッド19の反対側の端部は、弾性ダイヤフラム13と協働する。連結ロッド19のストローク調節ピン8に面する部分において、スラスト部材20は連結ロッドに固定される。ダイヤフラム13のコアは、連結ロッド19の計量ヘッド12に面する部分上で連結ロッドに固定される。連結ロッド19およびスラスト部材20は、磁石シュラウド17の中心に位置するブッシング26の中に、軸方向に変位可能に取付ける。スラスト部材20に面する磁石シュラウドの面24の中には、リング21があり、これは、磁石シュラウドの反対側内面24に対して衝突するスラスト部材の内面22によって生じるあらゆる衝撃を吸収する。さらに、磁石シュラウドの面24には、スラスト部材の面22に面する穴の中に、例えば渦巻きばねなどの圧縮ばね23がある。これは、磁石が制御されないとき、スラスト部材を磁石シュラウド24の内面から、2つの面の間に空隙が形成されるように離

10

20

30

40

50

しておく。磁石シュラウドは、ストローク調節ピン 8 に面する側に、磁石板 25 を有する。これは、ネジまたは押込金具を用いて磁石シュラウドに固定しており、磁石シュラウドからスラスト部材までの磁気回路を閉じる。回転対称のスラスト部材の外表面は、さらなるプッシング 27 の磁石板 25 で、軸方向に変位可能である。磁石シュラウド上には調節装置の側にカバー 28 が固定しており、ストローク調節ピン 8 を取付ける。このカバーは、一方ではスラスト部材の運動を妨害しないよう磁石シュラウドおよびスラスト部材から十分に遠く、他方ではファン 43 によって生成される空気流を位置センサ 36 上に向けるよう形成される。調節装置、ストローク調節ピンおよび連結ロッドは、縦軸 18 の中に同心に配置される。磁化コイル 2 に電流を供給すると、スラスト部材 20 は、空隙を狭めながら圧縮ばねに向かって移動する。同時にダイヤフラムは計量チャンバ内に推され、計量チャンバ内に過剰圧力を生じ、例えばばね式ボール弁などの出口弁 15 が開き、計量媒体が計量ラインに推される結果となる。このとき磁石が起動停止すると、スラスト部材は、例えば渦巻きばねとして形成することの出来る圧縮ばね 23 により反対方向のストローク調節ピンまで移動し、その結果、ダイヤフラムに関連付けられる連結ロッド 19 がダイヤフラムを移動し、計量チャンバ 16 の中に圧力低下を生じ、これが、計量チャンバの中に計量媒体のさらなるバッチをプライミングすることが出来るよう、入口弁 14 を開く。磁石駆動によるダイヤフラムの交互振動運動により、計量媒体が計量ラインに推される。

#### 【 0 0 4 5 】

連結ロッド 19、スラスト部材 20、およびダイヤフラム 13 が形成するユニットの位置は、位置センサ 36 を用いて検出する。そこからの信号は、この位置に対し所定の関係にある。この関係は、例えば、厳密な比例関係などであろう。位置センサ 36 からの信号は、従って、それを採用する可動ユニットの部分の位置に絶え間なく関係する。この固定点は、この場合は抽象的な、基準素子を用いて形成する。位置センサの要求に従って、組込む付加的な実素子として形成することもあるが、スラスト部材 20 上などといった要求されるコンポーネントのうち 1 つのエッジまたは面など、単に独特の形状から成ることもある。

#### 【 0 0 4 6 】

この実施態様においては、磁石シュラウド 17 が、その上に固定するセンサキャリア 31 (図 6 の説明図も参照) を有し、その片側に縦方向を向く受光 CCD セル 32 (荷電結合素子) を付け、向かい側に例えば発光ダイオードなどの光源 33 を付ける。

#### 【 0 0 4 7 】

磁石シュラウドに固定するセンサキャリア 31 は、中を連結ロッド 19 が通過する中央開口部 34 を有する。連結ロッド 19 がセンサキャリア 31 を貫通する部分には、影画定体 35 として、基準素子を固定する。連結ロッド 19 が振動するにつれ、影画定体 35 も移動し、受光セル 32 上をそれに接触することなく通過する。軸方向の平面図を示す図 5 において特に示されるように、光源 33 は、受光セル 32 までの途上で、光線が連結ロッド 19 により遮断されないように配置しなければならない。これは、例えば、光源 33 を連結ロッド 19 上または下に配置し、受光 CCD セル 32 の線を、連結ロッド 19 の軸内に配置することを意味する。図 7 において特に示されるように、光源 33 の影画定体は、受光セル 32 上に影を投影し、これがセルを照射 (h) セルと非照射 (d) セルとに分割する。例えば、約 8 mm の距離にわたる 128 個のピクセルの、長軸 18 に平行な方向を向く受光セルの列は、部分的にのみ照射されるかまたは遷移領域における影の中に入るので、図 8 に示す遷移状態 SV を生じる。図 8 に示す矩形面の高さは、ピクセルの輝度をあらかず。図 10 を参照して後述する特殊な工程は、影画定体の位置および従って連結ロッドおよび従ってダイヤフラムの位置を正確に判定するため遷移状態を活用する。連結ロッド側上の影画定体、および向かい側の光源を有するセンサキャリア側上の受光 CCD セルから成るこの測定装置は、振動する連結ロッドの実位置または速度を測定し、この情報を活用して記述された機能を実施するのに役立つ。

#### 【 0 0 4 8 】

ダイヤフラムを振動移動で移動するよう設定する連結ロッドは、機械的なストローク長

10

20

30

40

50

に対応する距離をストローク毎に補う。アセンブリにおける変動を許容するためには、受光CCDセルの縦方向の広がりがある程度大きくしなければならない。これは、想定される別の位置センサ全部についても原理的に当てはまる。

【0049】

図3および図4に詳しく説明されるように、センサと制御装置が形成する制御回路は、以下の機械的および電氣的なコンポーネントを必要とする。二つのダイアグラムにおいて使用する略語は以下を意味する。

$x_s$  : スラスト部材の位置に関する名目値

$x_I$  : スラスト部材の位置に関する実値

$x_{sI}$  : スラスト部材の位置に関する偏差

$v_s$  : スラスト部材の速度に関する名目値

$v_I$  : スラスト部材の速度に関する実値

$v_{sI}$  : スラスト部材の速度に関する偏差

SG : コントローラ出力

KSG : 修正されたコントローラ出力

$I_M$  : 磁流

【0050】

磁気駆動の静止部分は、スラスト部材20と連結ロッド19が形成するユニットのための挿入されたベアリングブッシング26または27をそれぞれが有する磁化コイル2および磁石板25を有する磁石シュラウド17から成る。その運動を制御すべき磁気駆動の移動部分は、駆動素子としてのスラスト部材20およびダイヤフラムコア30が固定された連結ロッド19から成る。回復ばね23は、動作ストロークの後、スラスト部材を引き戻してプライミングを動作する。ダイヤフラム13の外側リングは、計量ヘッド12に固定して取付けられ、ダイヤフラムの中に差し挟まれるその金属製ダイヤフラムコア30は、スラスト部材として計量ヘッドの中でダイヤフラムの中心面を移動する。入口弁14は計量ヘッドのプライミング側で閉じ、出口弁15は圧力側で閉じて、それぞれが外部配管との接続の可能性を提供する。基準素子は、例えば、計量ヘッドに面する端部で連結ロッド19に接続し、その位置は、現在の場合、接触せずに動作する位置センサ36を用いて検出する。示された実施態様では、板の形において基準素子は影画定体35であり、位置センサは一連の受光セル32と協働する上述の光源33を含むライトボックス状の配置であって、これは板35の位置をその影により接触せずに受光的に判定する。

【0051】

位置センサ36は、基準素子の位置に比例する実信号 $x_I$ を作成する。速度コントローラの場合、これはこの実施態様において、時間微分器37( $dx_I/dt$ )を通じて送給されるので、速度に比例する実信号 $v_I$ を追加して作成する。ダイヤフラム速度に比例する信号を生成することの出来る別の方法も、制御ステップに適しているのは明らかである。制御のタイプおよび計量要求次第で、位置 $x_s$ または速度 $v_s$ の名目値38に関する時間依存プロファイルを生成する。分散比較38は、変動を位置変動 $x_{sI} = (x_s - x_I)$ または速度変動 $v_{sI} = (v_s - v_I)$ として判定し、その結果はPIDコントロール(比例、積分および微分コントロール)に与えられる。出力、すなわちコントローラ出力SG、は駆動の値に対応する。コントローラの安定性を改善するには、磁石が前進するにつれ所定の力に対して必要とする電流が次第に少なくなるとの事実を、さらなる処理に先行して位置修正41が考慮する。位置修正41は、開始信号4から位置比例分数を差し引いて起こる。PIDコントローラ40が修正コントローラ出力KSGを生成する。増幅器42が電力レベルを維持してコイルに必要な電流を供給する。位置依存電流修正の程度は、名目値の実電流への変換および必要なときは速度信号 $v_I$ の形成のための偏差定数を、3つの比例係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ によって設定される。位置依存修正のための係数 $k_1$ は、電流低減の程度が出来るだけ磁石の安定状態に近いように選択される。増幅器のための $k_2$ または速度信号偏差のための $k_3$ の2つの係数は、使用する寸法のため利用可能な最良範囲を用いる動作のような、実用的な考慮から選択することが出来る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

図 3 は、位置レギュレータのための制御回路を示し、図 4 は、速度コントローラを用いる時の制御回路を示す。記述される制御回路は、位置  $x_s$  または速度  $v_s$  についての名目値に関する所定の時間依存プロファイルを、その可能な制御調整との関連で明確に伝える。

## 【 0 0 5 3 】

位置、速度または加速度に関する実際のプロファイルの確立、およびこれらの動作モード間の切り替えは、後述のように、例えば、制御速度、達成可能な精度など、コントローラの機能制限を考慮に入れて生じる。

## 【 0 0 5 4 】

このような制御を用いて、ダイヤフラム 1 3 の所望の速度を予め定め、従って計量媒体の有効な流速を制御するために、磁気駆動定量ポンプを使用することが出来る。

## 【 0 0 5 5 】

こうしてダイヤフラム位置を直接制御することが出来る。この機能により、選択する計量工程の段階、および必要であれば静止しているときにおける位置を取得することが出来る。

## 【 0 0 5 6 】

位置インジケータを用いて運動を制御することにより、制御されない動作と対照的に、時間とともに出現する変化、または環境的な配慮または変動、すなわち、連続生産における統計的偏差のため生じる動作パラメータにおける変化に対応することが出来るので、その損傷作用を最小にすることが出来る。引用することの出来る実施例は、ダイヤフラムの剛性または計量媒体の粘性である。両者とも、ダイヤフラム面に動作圧力を作成するための力に対し、追加しなければならない磁力を必要とする。それらの効果を判定し、続いて磁流を調整することにより、これらの損傷作用を補償することが出来る。プリセットされた磁流を有する調整しない磁気駆動定量ポンプは、制御して安定に保っていても、このような作用を被る。

## 【 0 0 5 7 】

さらに、位置インジケータを用いて移動を制御することは、調整のない動作における自発的な計量工程と対照的に、後述する内部および外部の作用に反応すること、および計量において特定の油圧条件を活用または回避することの出来る動作条件を確立できる。ある実施例は、後述の、プライミングにおけるキャビテーション保護である。

## 【 0 0 5 8 】

上述の型の磁気駆動定量ポンプに関する個別の実装例をここで記述する。このポンプは、磁化コイル電流を制御して調節することによりダイヤフラムの運動に影響を与えることの出来る位置センサを有する。

## 【 0 0 5 9 】

これらの適用の可能性を記述するため、図 1 4 乃至 1 9 は、適切な計量工程に関するオシログラムを示す。各ダイアグラムにおいて、上方の曲線  $P o s$  は、ダイヤフラム運動を  $0.5 \text{ mm} / \text{区画}$  のスケールリングで示し、バッファ終点  $E P o s$  が、図の上部のエッジである。 $P o s$  曲線の上昇部分は、計量ストロークに相当し、下降部分はプライミングに相当する。下方の曲線  $I_M$  は、 $1 \text{ A} / \text{区画}$  のスケールリングで付随する磁流を示す。ゼロライン  $I_{M0}$  は、ダイアグラムの下部のエッジにある。図 1 4 および図 1 5 乃至 1 9 における“ $P o s$ ”、“ $E P o s$ ”、“ $I_M$ ” および “ $I_{M0}$ ” の記述は、格別に説明しないけれども、類似の意味を示す。

## 【 0 0 6 0 】

高粘性媒体における流量損失の回避

ダイヤフラム 1 3 の速度を、特に高粘性媒体（例えば、レシチン）で調整すると、弁およびその他の狭い場所における流量損失を制限することが出来る。このような媒体における高流速は、流れ抵抗の結果としての追加圧力低下を通じて計量精度に負の影響を有する。加えて、ここでは、弁の開閉に多くの時間がかかると、速度が制限されるため好都合で

10

20

30

40

50

ある。両方の効果が高粘性媒体における計量精度を改善する。

【0061】

これを達成するには、計量工程全体の間、ダイヤフラム速度を選択可能な最大値に制限する。この最大速度は、とりわけ、計量しようとする実媒体の粘性によって決まり、例えば、操作者によって選択された適用次第で決まるか、または直接的に提供されるいくつかの所定の値としてである。

【0062】

キャビテーション保護

容易に気化する媒体（例えば、塩素系漂白剤）を用いるときは、とりわけプライミングに際してだけではなく計量ストロークにおいても、流速が高過ぎると、蒸気圧の局所的な低下により限定された地点でキャビテーションを生じることがある。これは、とりわけ、計量媒体の化学組成およびその温度に依存し、摩耗を増大する結果となる。キャビテーションも、プライミング、すなわち、ダイヤフラムの戻りの間の速度を、実質的に臨界流速より下の速度の値に調整することで回避できる。磁石のための制御回路を用いて抑制力を設定し、回復ばね23の力に対して作用させ、ダイヤフラム速度を媒体の速度に対応する速度、例えば、1 mm / 50 ms、に制限する。

10

【0063】

図14は、1つの実施例として、400 msのストローク周期、2 mmのストローク長および10パールの名目動作圧力のための、プライミングに際し積極的なキャビテーション保護を有するこの計量工程のオシログラムを示す。

20

【0064】

図15は、同一条件で、自由なプライミングのための計量工程に関するオシログラムを示す。

【0065】

図14におけるプライミングの間、磁化コイルを駆動することにより、速度は約1 mm / 50 msの値まで、制限されている。すなわち、回復ばね23が駆動するダイヤフラムが、設定速度より早く戻って駆動されるのを制御装置が防ぐ。ダイヤフラムは、これを確立するプライミング段階の間の磁流を示している。図15においては、プライミング段階の間、磁石は駆動されず - この場合、この段階の間、磁流は流れていない。これは結果として、キャビテーションを生じることのある遙かに高い速度を生じる。

30

【0066】

電子的なストローク長調節

本発明により、ストローク長を調整するための機械的装置（調節部材7およびストローク調節ピン8）を施すことが出来る。この目的で、制御装置は所望のストローク長を、例えば操作者の入力によって伝えられる。所望のストローク長が実行されると、ダイヤフラム13が到達する位置が格納されて、プライミング段階に戻される。ダイヤフラムは、出口弁15が閉じるのに十分な時間を与えるため、名目ストローク長が指示する位置で一瞬停止するか、または名目ストローク長を実行した後すぐに戻る。

【0067】

図16は、1つの実施例として、400 msのストローク周期および10パールの名目動作圧力のための0.9 mmの電子的に制限されるストローク長を有する計量工程のためのオシログラムを示す。図から分かるように、ダイヤフラムは、図の上方のエッジにある終点バッファまで完全には移動しないで、0.9 mmだけ移動した後停止し、続いてプライミング手順を実施する。

40

【0068】

ストローク長に関する調節制御の位置検出

先行技術の定量ポンプは、変位チャンバ（ストローク長）で設定される容積から直接に計量ストロークを計量全容積に計算し、かつこれを例えば、容積流量などとして1/hユニットで表示することにより動作することが多い。このような機能のためには、操作者が設定するストローク長に関する知識が必要となる。ストローク当たりに計量する容積がそ

50

れにより決まるからである。この理由のため、先行技術の定量ポンプでは、ストローク調節装置の位置は別個のセンサを用いて電気信号に変換して、制御システムが読取らなければならない。実用的な実施態様のための1つの実施例は、ストローク調節部材上のrpmリーダを用いるものである。

#### 【0069】

定量ポンプが制御する運動は、搭載された位置センサを用いてストロークの間の実ダイヤフラム経路を検出することが出来るので、追加のセンサを必要としない。機械的バッファに到達した後に測定出来る終点位置における2つの位置の間の差を作成することにより、運動が停止するとすぐに、ストローク長を直接計算して、次の処理に適用することが出来る。

10

#### 【0070】

##### 圧力ピークの回避

先行技術の磁気駆動定量ポンプにおいては、出口弁が開くときに、この出口弁が突然開くので、計量媒体はかなり急速に加速され、その結果圧力ピークを生じる。さらに、先行技術の磁気駆動定量ポンプにおけるダイヤフラムおよび従って計量媒体は、ストローク運動の最後の部分において特に、極めて急速に縮小する空隙を通じて移動する。このことは、スラスト部材がバッファに対して激しく衝突し、瞬間的に高い流速すなわち圧力ピークを生じることを意味する。

#### 【0071】

記述するような運動を制限する磁気駆動定量ポンプは、出口弁が開くまでのおよび終点バッファに到達する僅か前までの速度を故意に低減し、計量スラスト部材をバッファの僅か前の経路の最後の部分で抑制することにより、これらの負の効果を回避することが出来る。変動においても、バッファに衝突しない可能性があるが、ダイヤフラム運動をバッファに到達する僅か前に故意に停止する。従って、リング21は省略するかまたは寸法を実質的に小さくすることが出来る。その上、作動音が大幅に低減する。

20

#### 【0072】

図17は、1つの実施例として、400msのストローク周期、2mmのストローク長および10バールの名目動作圧力を有し、終点バッファに対して衝突を抑制する計量工程に関するオシログラムを示す。ダイヤグラムで示されるように、ダイヤフラムの速度は、ダイヤグラムの上端の終点バッファに到達する前に、約0.6mm/50msの値まで低減する。

30

#### 【0073】

##### 過度の歪みの回避

先行技術の磁気駆動定量ポンプにおいては、極めて低い背圧では過度の歪みを生じる。これは、計量ストロークの最後の終点において、出口弁は即座には閉じないで、計量媒体はその慣性に関連付けられる高速に起因した一種のサイフォン効果によりさらに計量ヘッドを通じて流れ、早まって入口弁を開けて出口ラインに余剰量の計量媒体が到着するようになるため生じる。過度の歪みのため、非制御のポンプは、例えば、2-3バールなどの、最小動作圧力以上でのみ使用することが出来る。これを保証するため、出口計量ラインに圧力保持弁を通常取付ける。

40

#### 【0074】

運動制御磁気駆動定量ポンプを用いると、終点バッファに到達する僅か前または計量ストローク全体の間ダイヤフラムの電子的制限が、過度の歪みに関わるサイフォン効果を実用的に完全に回避する。定量ポンプの動作範囲は、従って低い動作圧力まで拡大し、ほとんどの実用的な計量状態において圧力保持弁を省略することが出来る。

#### 【0075】

この運動は、それが特に低い動作圧力での状態に関するものは例外として、図17に示すものに相当する。

#### 【0076】

濃度における変動を回避する低速計量

50

処理媒体流と良く混合することが必要とされる適用のためには、計量媒体の工程へ出来るだけ均等に施さなければならない。

【 0 0 7 7 】

運動制御磁気駆動定量ポンプを用いると、計量ストロークの反復頻度が示す利用可能な時間を、プライミングの後の残り時間を僅かな休止までであっても差し引くよう、分配することが出来るので、前進運動のため最大まで活用することが出来る。調整すべき速度は、従って、通過する経路（設定されたストローク長）と利用可能な時間から計算する。利用可能な時間の使用量は、計量要求および冷却設計の特性次第で決まる。冷却設計は、ほとんど妨害されない磁気駆動によって生成される熱の増大を受け入れなければならない。

【 0 0 7 8 】

図 1 8 は、1つの実施例として、500msのストローク周期、2mmのストローク長および10バールの名目動作圧力を用いる低速の計量モードにおいて、ここでは減速プライミングと組合せてキャピテーションから保護する計量工程のためのオシログラムを示す。ダイアグラムから分かるように、500msの全体ストローク周期を、約250ms以上の押圧ストロークと約180ms以上のプライミングストロークに調節しており、これが一緒になって430msまたはストローク周期全体の86%を占める。残りの70msを利用して運動段階を分離する。

【 0 0 7 9 】

特殊な適用は、極めて少量を極めて長い周期にわたって出来るだけ均等に計量し、ほとんど連続的な計量を作成する可能性をも必要とする。これらの場合のため、先行技術においては、モータ駆動定量ポンプを採用する。これは、例えば、ステップモータとセルフロックギヤを有する。このような定量ポンプにおける完全なストロークは、低減回転速度を用いるかまたは中間休止時間をいくつかのステップに分配して実施し、完全ストロークの終点において完全な（迅速な）プライミング段階を実施し、その後、記述する方法で計量工程を継続する。

【 0 0 8 0 】

本発明は、簡単で従って高価でない磁気駆動定量ポンプの構造により、これらの要求を満たすことが出来る。ダイヤフラム13は、制御される方法により極めて低速でストローク経路に沿って動作させ、ストロークの終点において、すべてのプライミング段階を名目速度で実施し、全部のストローク周期のほとんど全部が押圧ストロークに使用されるようにしなければならない。この速度は、例えば、1mm/minから1mm/sおよびそれ以上など、極めて広い範囲に入れることが出来る。

【 0 0 8 1 】

1つの実施態様においては、部分的な運動の間に、ダイヤフラム13を定常位置に保つ短い休止を挿入することが出来る。これは、大きい緊張を出力弁15に作成し、極めて遅く、静止に近い運動では利用することが出来ないと明白に定義される条件を有する出口弁15が提供される。このような変形における熱負荷は、直線的移動バージョンと実用的に同等である。両方の場合に、動作圧力は有効な準静止磁石を使用するからである。

【 0 0 8 2 】

さらなる実施態様は、前の場合のようなストローク運動を小さい部分移動に分割し、その間の静止段階において、出口弁15を明白に閉じてそれにより同時に静止段階の間の磁力要求を低減するため、ダイヤフラム13も小さい脱負荷経路だけ逆行させて、熱負荷を低減できる。部分的なストロークは次いで、この脱負荷経路の量まで完了するので、全体では不変のストローク経路を実行するようになる。脱負荷経路は、ダイヤフラムの（圧力依存）変位経路をより短くして、逆行、またはそれによる精度の低減で、部分的なストローク間に部分的なプライミングが実施されるのを防がなければならない。これらの実施態様は、以下に記述する押圧補償との関連で有利に動作する。これは、ダイヤフラムの変形を測定し、従って脱負荷経路を実際条件により良く合致させることが出来るからである。

【 0 0 8 3 】

押圧補償

10

20

30

40

50

制御運動を用いると、制御システムは、外部（時間依存）の力がカバーする任意の点において、磁流と平衡状態（すなわち、静止状態）にある。

【 0 0 8 4 】

この磁流要求は、瞬間電力からおよびスラスト部材 2 2 の内面と磁石シュラウド 2 4 の内面との間に残る空隙の結果として生じる。図 1 9 に詳しく示すように、計量ストロークの間に、性電流  $I_M$  を生じる。示されるオシログラムは、例えば、ストローク長 2 mm に分割され名目動作圧力 1 0 パールの約 2 . 0 s にわたるストロークに伴う電流を示す。ストロークの終点において、より遅いプライミングを実施し、下に記述する観察に関する結果では生じていないキャピテーションに対し保護する。図に関する時間スケールはより遅いストロークを反映する。

10

【 0 0 8 5 】

下方の曲線  $I_M$  は、初めは、ダイヤフラム 1 3 が移動を開始するまで電流の比較的急激な上昇を示す。少しのオーバースイングの後、最大電流に達するまで連続運動に伴って電流は上昇する。この点から、電流は残りの経路全体にわたって、終点バッファ E P o s に達するまで実質的に直線的な方法で低減する。プライミング段階においては、ダイヤフラムが早過ぎて戻るのが追加の電流が保護して、キャピテーションから保護する。この特性工程から以下の結論を引き出すことが出来る。

【 0 0 8 6 】

?? 電流の初期急速上昇（ダイアグラムでは時間 0 から 8 0 m s まで）は、ゼロ時には電流の変化を受けることの出来ない磁化コイル 2 の誘導的行動、および初めは要求された運動に調節しなければならない制御装置の速度により生じる。増大する電流は、外部の力を克服するまで磁力を増大するのでスラスト部材 2 0 はダイヤフラム 1 3 と共に移動を開始する。この段階で、磁界は徐々に増加する。

20

【 0 0 8 7 】

?? 初期の制御調節の後、実際の最大電流までのほぼ直線的な上昇（ダイアグラムでは 4 0 m s から 4 0 0 m s まで）は、定常力および低減する空隙のため磁流が低減しなければならないので、電力要求を増大する。この段階で、出口弁 1 5 が未だ閉じている計量チャンバ 1 6 においては、内圧が連続的に上昇し、ダイヤフラム 1 3 は次第に増大する力を行使して弾性的に変形する。この工程において、ダイヤフラムのコア 3 0 は、計量チャンバ 1 6 内を移動して、圧力を増大し、ダイヤフラムの弾性的な屈曲領域は、ダイヤフラムコアの運動に対し同一程度だけ圧力を掛ける。計量媒体は実用的に圧縮不能でこの時点では両方の弁が閉じているので、ダイヤフラム 1 3 はそれ自体で変形し、全体では事実上変形は起こらない。この段階の終わりにおいて、チャンバ圧力は外部の動作圧力に相当する。これまでにトラバースした経路は、ダイヤフラム変形、すなわち計量開始時のデッド領域に相当し、実際には計量に寄与しない。実位置は格納されて、次の計量工程において計量変形として考慮される（例において、デッド領域は 0 . 3 m m である）。

30

【 0 0 8 8 】

?? 平衡点において、圧力側出口弁 1 5 が開く。ここで、ダイヤフラム 1 3 での圧力は事実上外部の動作圧力と同等でそれ以上は上昇しないので、その結果磁流は、残りの空隙が低減し、かつ連続する運動が続く（ダイアグラムでは 4 0 0 m s から）ために定常の力が生成される。記述する工程を使用するときの計量媒体の流速は無視出来るほど小さいので、圧力変動は生じないで、電流プロファイルはここでも磁力を反映する（図 1 9 参照）。

40

【 0 0 8 9 】

?? 平衡に達し出口弁 1 5 が開いた後の磁流は、もはやここに記述したダイヤフラム変形の測定には関係がない。ダイヤフラム変形を測定するとき、1 つの実施例として、電流最大値の測定に最適化されている速度に関する名目値を用いて、初めに直線的な前進運動を制御することが出来る。その上で、捕捉して格納した直後

50

に、ダイヤフラム変形を、記述した機能のうち1つの要求に合致する変位運動経路に、切替えることが出来る。1つの実施例として、ストロークの初めに、ダイヤフラムの変形に対して比較的短い時間周期が測定され、残りの利用可能な時間を実計量ストロークが低速計量として実施されることが出来る。

#### 【0090】

磁流を観察することにより測定するダイヤフラムの変形は、ここで機械装置ストローク長 $H_L$ を修正することが出来、実行すべきダイヤフラム経路に計算することが出来る。この目的で、電流が最大である点を計量のための実際の開始点として確立する。この点から所望のストローク長を実行し、次いでストロークは、スラスト部材20が磁石シユラウド24の内面に衝突することにより、機械的終点バッファの前で終了する。名目圧力下での動作圧力のために、ダイヤフラムの変形はより小さく、スラスト部材のため可能な機械的経路の最後の部分は使用しない、すなわち、空隙は完全には閉じない。

10

#### 【0091】

ダイヤフラム変形は、とりわけ、材料性に依存するので、経年によりまたは製造における変動により変化する。ダイヤフラム変形における修正は、モジュールパラメータから導出される所定の値を使用するのではなく、ストローク毎に新たに実際条件を捕捉するので、これら2つの側面が考慮に入る。

#### 【0092】

磁流を捕捉することは出来るが、実際は必要ではない。増幅器42が、修正コントローラ出力 $KSG$ を磁流として、係数 $k_2$ を用い磁石コイル電流 $I_M$ に変換するので、修正コントローラ出力 $KSG$ を磁流の反映として直接的に使用することが出来る。また、これは、制御システムからの信号からさらに測定をすることなく、次の処理のため使用することが出来る。

20

#### 【0093】

部分ストローク動作のための計量精度の改善

磁流の観測により弾性を基礎にするダイヤフラムの変形を決定する上述の工程は、部分ストローク動作の間の精度を改善することも出来る。

#### 【0094】

先行技術の磁気駆動定量ポンプについては、計量は、圧力に依存するだけでなく、部分ストローク条件の下では機械的ストローク長に厳密には比例しない。さらに、有効な計量は、初期デッド領域の後のみのストロークにおいて、ダイヤフラム変形が最大である点から始まる。計量プロファイルを機械的ストローク長に応じて示す安定状態特性が生成されると、デッド領域 $x_{T1}$ 、 $x_{T2}$ 、 $x_{T3}$ 、 $\dots$ 、 $x_{Tn}$ に相当する最小ストローク長の後の本当のドーズ量を示すのみの直線的な上昇曲線が生成される(図12を参照)。この最小ストローク長は、ダイヤフラム変形に相当するので、動作圧力 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_n$ 次第で決まる。

30

#### 【0095】

静止状態性におけるこのシフト $x_{T1}$ 、 $x_{T2}$ 、 $x_{T3}$ 、 $\dots$ 、 $x_{Tn}$ は、本当の作業条件下での先行技術の再較正を意味する。現在のストローク長が実質的に変化する限り、新しい計量性は、現在のおよび新しいストローク長からの比例計算による十分な精度で判定することは出来ない。

40

#### 【0096】

上述のダイヤフラム変形を補償と、部分ストローク動作モードにおける比例誤差も除去することが出来るので、定量ポンプは、例えば、20%から100%までの実用的に有用なストローク長の範囲にわたって、指定された計量精度を確実にするためには、例えば、10%以上までストローク長の調整を必要とする先行技術において今まで必要であった再較正を実施することなく、動作させることが出来る。

#### 【0097】

電氣的寸法を用いる動作圧力の見積り；電子的圧力制限；過剰圧力の検出

ダイヤフラムの材料性に関する値を規定することにより、上述のダイヤフラム変形の測

50

定は、以下に述べる追加の機能を実施するため、動作圧力に関して十分に正確な結論を引き出すことが出来る。

【0098】

非調整の先行技術の磁気駆動定量ポンプは、ストローク運動の間に駆動磁石が発達させる力が、空隙の低減によって急激に増大するという、基本的性質を有する。磁流は、開始点の力、すなわち、大きい空隙を有する力が名目動作圧力に充分であるよう測定される。ストローク終点においては、この力の倍数が適用される。これは、例えば偶然に閉鎖された閉塞部材など、欠陥のある配管に対し、ポンプは、部分ストロークに対して低減したストローク長で動作しているとき、最大動作圧力より遙かに上の圧力に発達すると結果を有する。

10

【0099】

位置センサを用いてダイヤフラム運動を制御しダイヤフラム運動を調整する磁気駆動定量ポンプにおいては、しかしながら、スラスト部材の位置、従って残りの空隙の長さは、常時知られている。駆動磁石の既知の現在の力の経路静止状態性と共に、発達する最大の力を全経路にわたってほぼ一定の値に制限するよう、計量ストロークの間制御回路が磁石を駆動することの出来る最大電流を、実際のダイヤフラム位置に動的に合致させることが可能である。従って、発達する最大圧力はいっそう精密で設定された部分ストローク長とは無関係なので、多くの場合に条件を制限された追加の圧力使用を施すことが出来る。

【0100】

本発明の適用は、定量ポンプ用制御システムのため、測定を通じて、過剰圧力に関する知識を確保して、外部条件に関する知識がなくとも、警報の生成および/またはポンプの停止など、この条件に対し反応できるようにすることを可能にする。

20

【0101】

前述の機能の精度は、ダイヤフラム全体の上での、基本的材料性の再現性次第で決まる。この精度は、作成段階または実際の適用における一回限りの較正により増大することが出来る。この較正においては、既知圧力で定量ポンプを駆動して、この既知圧力とダイヤフラム変形との間の関係がさらなる計算の基礎を形成する。

【0102】

制御システムと共に、位置インジケータに関する上述された可能性は、例えば、連結ロッドまたはスラスト部材上で、位置センサを使用することにより、全体のストロークおよびプライミング工程の間、ダイヤフラムの実位置を判定してモニタリング出来ることを示す。位置を確立してモニタリングすることは、実値を測定する方法により工程を精密に制御することが出来るという事実に導き、記述された利点を結果として生じる。

30

【0103】

磁石および追加のコンポーネントの冷却

先行技術の磁気駆動定量ポンプと対照的に、連続した電流作動のための実質的に長い時間に対する磁化コイル2の遅い計量のような、規定された作動モードにおいては、遙かに高い熱損失を結果として生じる。特にプラスチック製ハウジングの中に取り付けられたとき、熱伝導の問題を生じる。磁気駆動定量ポンプは、典型的な使用において、活性化学物質に対し感知しにくくするため、散水保護プラスチック製ハウジングの中に取り付けられることが多い。これらの場合、制御磁気駆動定量ポンプには、空気を交換することなくハウジング壁を通じて熱を導くことによる冷却を保証しなければならない。

40

【0104】

先行技術の磁気駆動定量ポンプを用いると、磁石シュラウド10がハウジング1と熱伝導接触するその上面を出来るだけ多く有するよう、磁石はハウジング1の中に設けられる。この接触は、例えば、ハウジングの製造においてハウジングを磁石の周りに注入することにより改善することが出来る。この面によって、磁石シュラウド17からハウジング1の内壁へ部分的に熱放散が生じる。別のコンポーネントからの熱と共に磁石からの熱の他の部分は、ハウジング内部でハウジング内の空隙に分散され、これを温める。熱は、対流によりハウジングの内壁に伝えられ、そこから磁石からの熱が直接結合される部分と共に

50

、ハウジング1の壁を通じて導かれ、最後に、このハウジングの外壁から対流により外気に分散される。専ら対流による複数の遷移、および磁石シュラウド17のハウジング1との、例えば、不良に形成されるプラスチック製ハウジングのエッジといった噛み合いによる、通常は熱接触が良くないために、先行技術の非制御動作においては磁石が非常に熱くなり、温度は100を超えることがある。ハウジングの外壁は、磁石の上部の領域において特に高温であるが、ここは通常、とりわけ、接触に対する保護として作用するリブを有する。この場合、全表面の小さい部分、すなわち、リブの背の上部のみ接触することが出来る。接触に際してハウジングのリブ3は、平滑面が接触するときと比べ、遙かに少ない熱しか表皮に伝達しないので、ハウジングの温度は遙かに低いと思われる。リブはまた、比較的小さい空気チャンネルを形成して対流を妨害し、それによりハウジングの熱放散に悪影響を与え、これが表面および内部の温度を増大する。

10

## 【0105】

本発明の磁気駆動定量ポンプでは、上に概説した問題のため、今まで使用された構造は、熱の除去に関しては遅いストロークを用いても不十分である。遙かに効率の良い熱放散が必要で、これはファンを用いて内部空気を導くことにより達成される。図13は、冷却構想をより詳細に示す。ハウジング1の上部において、磁石を数個の、この場合は3個の、連結金具50を用いて、その周辺の出来るだけ多くを覆って、磁石シュラウド17およびその面がハウジング1から、例えば、少なくとも5 - 10 mmの小さい隙間を有するよう中心に集める。ハウジングの下部には、電子制御システム44およびファン42があるので、ファンは、磁石シュラウド17およびコード化された搭載電子モジュール45の周りを移動する空気の循環流47を生成する。ファン43は、後述のように、電子制御システム44のためのモジュール、またはハウジング1の中の独立モジュールであることが出来る。当然ながら、ファンは別の場所に位置付けされることも出来るが、重要なことは、熱がハウジングの内壁に対し出来るだけ均等な方法で運ばれ、次いで熱の放散のため使用されるので、熱が送り出されることを空気運動が保証することである。ファンはハウジングの外側にあってそれに密封してあることも注意しなければならない。

20

## 【0106】

連結金具50および磁石シュラウド17とハウジング1との間の空間は、磁石の全表面を覆って出来るだけ効率良く空気流47を向けて、空気をハウジング1の内壁の全部分に向ける1つまたは複数の空気流チャンネルを形成する。磁石からの熱は、この実施態様において、純粹の対流より遙かに効率よく内部空気に分散され、強力な乱気流もそれをハウジング1の壁に導く。ここで重要なのは、先行技術の構造と対照的に、加熱された磁石に接触するハウジングの領域だけでなく、本発明の適用は、ハウジングの全表面が均等に温められるので、熱を周囲の空気に分散するのに役立つことを意味することである。ハウジング表面の極めて高温の領域、特に先行技術のポンプでの磁石の上方は、こうして回避されるので、例えば、ハウジングリブ3は、触れることができる接触面を最小にするために施すことが出来る。これは、ハウジングリブ3に関連付けられる対流問題も消滅するので、ハウジングからの熱放散をさらに改善する。

30

## 【0107】

ここに記述する詳細な実施態様においては、カバー28を作成して、これが空気流47の一部を位置センサ36に導き、この空気流の一部をさらに1つまたは複数の出口開口部16にまで導くようにする。位置センサは(高温の)磁石近くに取り付けるので、位置センサは特に高温にさらされる。受動的な先行技術型の冷却では、熱放散が悪いため磁石は非常に加熱されるので、位置センサ36は、磁石の表面温度に近いと想定される。有向空気流を用いる本発明の冷却を用いると、位置センサ36の温度が、内部空気温度近くに保たれることを意味するので、特に連結ロッド31を構築するときは、これがセンサ素子(CCD受信部32および光源33)を磁石の金属部分から、熱的に十分に隔離することに注意しなければならない。これは勿論、ハウジングカバー5の中に設けるあらゆる電子部品(6)にも当てはまる。これも、その上に空気流49の一部を向けて冷却する。

40

## 【0108】

50

## 位置センサ

既に論じたように、記述した実施態様における位置インジケータのための基準素子は、位置を検出するための延長した連結ロッド 20 の上にある影画定体 35 であって、その影を CCD セル 32 (電荷結合素子) のラインの上に投影する。実施例においてさらに詳細に記述した、位置を検出する能動位置センサは、計量ヘッドに向けられたスラスト部材の側面の上にある。光源 33 は LED で、受光部は CCD セル 32 を有する電子モジュールで、これはこの場合、中間部分、すなわち、センサキャリア 31 上に取り付ける。センサキャリア 31 上に位置センサ 36 を取付けることにより、作成工程において独立モジュールとして扱うことが出来るので、例えば、予め別個に組み立てられ、最終構築場所から離れて試験をすることが出来る。さらに、記述したライトボックス状の配置は、非接触で従って非摩耗のセンサを構成する。

10

### 【0109】

基本的機能にとって、センサの場所は重要でない。場所は、空間、アセンブリ順序などのような、構造的配慮により判定することが出来る。さらに、ここで固定して取付けると記述される部品 (光源 33、受信部 32) および連結ロッドと共に移動すると記述される部品 (影画定体 35) とは、機能を交換することが出来る。

### 【0110】

この実施例において、CCD モジュール 32 は、マイクロプロセッサを含み、かつ要求される制御信号を生成する評価ユニットを用いて制御される。マイクロプロセッサの代わりに、評価ユニットは DSP (デジタル信号処理装置) または別個の技術から生成されることも出来る。

20

### 【0111】

光源 33 には、十分に狭い光点を作成する限り、任意の素子を使用することが出来る。図 7 に示す幾何学的形状と共に、この幅が影領域 SV を判定する (図 8 も参照)。

### 【0112】

光源 33 はまた、数個の素子または線光源によって構成され、影 SV は、特定の要求を満たすように生成される。1つの実施例は、運動方向において鮮明度に影響しない高輝度の生成である。

### 【0113】

CCD ライン 32 は、M 個の受光部 (以下ピクセルと表示する) の直線的な配置で、これらを数  $\mu\text{m}$  のピッチ R で規則的な配列で配置する。1つの実施例として、 $64\ \mu\text{m}$  離して約 8 mm の全長となる 128 個のピクセル、すなわち、 $M = 128$  および  $R = 64\ \mu\text{m}$  がある。

30

### 【0114】

評価ユニットが作成する制御信号が、CCD ライン 32 の個々のピクセルが入射光を CCD モジュール内の増幅器で積分して後の処理のため格納する間に、照射時間を設定する。積分は、照射周期全体にわたってだけでなく、ピクセル毎の受光面全体にわたっても生じる。照射後、ピクセルに対する輝度値を、次の制御信号がアナログ値として CCD モジュールから順に読取って、評価ユニットが捕捉する。

### 【0115】

照射と輝度値の読取は、最も簡単な場合には交互に生じる。市販の CCD ライン構築によっては、両方の手順を同時に実施する可能性を有するものもある。この場合、これらは積分された照射測定を格納して、直ちに次の測定のため積分器を開放する。次の手順のための、照射段階の間の測定結果の同時出力は、測定速度を増大することが出来る。

40

### 【0116】

図 8 のダイアグラムは、具体的な実施例において影響を受けたピクセルの領域における実際の影を積分した輝度値 H を示す。影領域 SV は、この実施例において、ピクセル # 60 から # 63 まで拡張する。

### 【0117】

簡単な評価手順として、判断閾値  $H_v$  (図 8 では破線で示される) を、例えば、最大輝

50

度の半分に設定し、影遷移領域における輝度値  $H$  が最初に閾値  $H_v$  を下回るピクセルを求める。実施例では、これはピクセル # 62 である。

【 0 1 1 8 】

別の実施態様においては、ピクセル数を非照射 CCD セルから照射 CCD セルへ増大させ、輝度を逆方向にすることが出来る。これは、光源 33, CCD モジュール 32, および影生成体 35 素子の配置により、および採用される CCD モジュール 32 の内部組織によって決まる。この場合は、最初に閾値を超える輝度を有するピクセルが、求められるピクセルである。

【 0 1 1 9 】

照射、読取および処理の 3 つの段階の後、位置の値が作成される。3 つの段階の総使用時間が、位置の値を取得する頻度を判定する。測定分解能は、個別のコンポーネント間の取付け距離により与えられる幾何学的関係  $A$  により修正される CCD セルのピクセルピッチ  $R$  である。

幾何学的関係  $A$  については ( 図 9 を参照 )

$s$  = 影画定体の実運動

$s'$  = 影画定体の CCD 平面に投影される運動

$x_2$  = 受光影画定体および光源との間の距離

$x_3$  = CCD 面および光源との間の距離

とするとき、

$$A = s' / s = x_3 / x_2$$

である。

【 0 1 2 0 】

この手順はピクセルを計数することにより位置を判定するので、デジタルな手順である。モジュール感度などの直線的パラメータにおける偏差またはシフトは、アナログ手順に比較した結果に対して実用的に影響がない。幾何学的関係  $A$  を実用的な値について判定すると、アセンブリにおける変動も小さな影響しかない。 $x_3 = 21 \text{ mm}$  で  $x_2 = 20 \text{ mm}$  の実用的な実施態様においては、比  $A$  について 1.05 の名目値が得られる。すなわち、影画定体 35 素子の特定距離だけの移動は、CCD セル 32 の平面において 1.05 倍高い影領域  $SV$  のシフトを生成する。係数  $x_3$  についてのアセンブリ変動、すなわち、CCD セル 32 の光源 33 からの距離の可能な変動を、 $\pm 0.3 \text{ mm}$  と想定し、許容範囲の上

【 0 1 2 1 】

影画定体 35 の位置および従ってダイヤフラム 13 の位置を判定する上述の方法は、既に極めて正確で直線的位置の値を示すけれども、補間によりさらに精密な位置分解能を生成することが出来る。この拡張された実装例において、ピクセル輝度  $H$  の評価は、ピクセルの輝度値を決定閾値の領域において補間して、例えば、ピクセル 61 および 62 との間などで、ピクセルピッチ  $R$  より細かい位置分解能を生成する。この目的は、輝度プロファイルが決定閾値  $H_v$  と交わる位置を判定して、この交点に対し位置尺度の上で、ピクセルの中間で正確にピクセル数に対応する  $x$  の値を与えることである。

【 0 1 2 2 】

この目的で、決定閾値  $H_v$  の左と右の 2 つのピクセルが求められ、この閾値からの輝度値の距離  $H$  が判定される。図 10 または図 11 に示すように、

$$? H_l = H_l - H_v$$

$$? H_r = H_r - H_v$$

である。

## 【 0 1 2 3 】

隣接する2つのピクセル、この実施例では# 6 1と# 6 2、それぞれの中心軸からピクセル幅の倍数で交点まで計算される距離 $x$ が、交点の左にあるピクセル# 6 1（左隣接ピクセル）に関する輝度 $H$ と次の関係を形成する。

$$x_l / (x_l + x_r) = H_l / (H_l + H_r)$$

( $x_l + x_r$ ) = 1 (1ピクセル幅)であるときは、

$$x_l = H_l / (H_l + H_r)$$

## 【 0 1 2 4 】

求められる交点の右にあるピクセル# 6 2（右隣接ピクセル）に関しては、次の関係が保たれる。

$$x_r / (x_l + x_r) = H_r / (H_l + H_r)$$

( $x_l + x_r$ ) = 1 (1ピクセル幅)であるときは、

$$x_r = H_r / (H_l + H_r)$$

## 【 0 1 2 5 】

この実施例において、交点は6 1 . 7の値にある。補間領域における輝度が理想的直線にしたがうときは、両方の計算は同一結果を生成するので、原理的には、2つの計算のうち1つが実施されれば良い。しかし、両方の計算を実施して結果を平均すると、その結果は、考慮している遷移領域における正確には直線でない輝度プロファイルを通じて、または不正確な測定を通じて起こる、予期しなければならない誤差を最小にすることが出来る。

## 【 0 1 2 6 】

別の実施態様においては、非照射および照射CCDセルに関する交点のどちらか一方の条件を交換することが出来る。この場合は、左および右のインジケータがその機能を適切に交換するので、補間の方程式は付随して変えなければならない。

## 【 0 1 2 7 】

さらに、2つより多いピクセルからの輝度値を用いる、別の実施態様も可能である。このときは、重複する複数の計算により幾つかの結果を平均して、位置を判定する。別の可能な実装例においては、ここで説明した以外の直線的な補間または直接隣接以外のピクセルからのデータを用いる補間を使用することが出来る。

## 【 0 1 2 8 】

モジュール感度のような直線的パラメータにおける偏差およびシフトは、補間領域内の結果に影響を有するのみである。CCD平面上にある影画定体の投影の鮮明度から結果として生じる影遷移領域における輝度プロファイルの傾斜は、それにより補間が広く影響を受けることはないので、余り重要でない。補間の精度のためには、輝度プロファイルの直線性のみが重要である。

## 【 0 1 2 9 】

上述の補間方法とは無関係に、記述された基本原理に基づく、別の手順をセンサ性の改善のため使用することが出来る。これらの手順を以下に記述する。

## 【 0 1 3 0 】

?? フィルタリングによる干渉に対する抵抗の改善

センサの干渉に対する抵抗は、フィルタリングにより改善することが出来る。フィルタリングは、ピクセルに対する輝度値、および位置判定の結果自体に対して、適用することが出来る。最初の場合、手順は、幾つかのピクセルまたは幾つかの経路にわたって平均された輝度を用いて、動作する。また第2の場合、最初に判定される幾つかの位置結果を、推測された位置の値に集積し、次いでこれを次の処理に使用する。

## 【 0 1 3 1 】

?? アセンブリにおける変動についての補償

例えば、実計量ストロークの前の休止段階など、定義された段階において、この段階に対する位置の値を判定して基準メモリに格納する。能動運動段階の間、前に判定された基準値に関する位置の値を処理される。この手順により、生成中に生じる休止位置のアセン

10

20

30

40

50

ブリの変動および動作中の偏差、例えば熱膨張、を自動的に補償して精度を改善することが出来る。

【 0 1 3 2 】

?? スケーリング誤差についての補償

さらなる代替案において、基準位置と称される2つまたはそれ以上の既知の位置を、位置センサのスケージングに使用することが出来る。これは生成中または試験手順中に一度だけ若しくは動作中に反復生じることがある。

【 0 1 3 3 】

最初の場合は、例えば、ピッチ位置または外部の測定器具など、外部に存する器具を用いて基準位置を提供する。これらの基準位置から測定する位置の値から、基準位置の実位置に関する知識と共に、位置センサのスケージングに関する補正値を判定して次の処理のために格納することが出来る。

【 0 1 3 4 】

反復スケージング判定の第2の場合は、例えば、機械的バッファなど、既知の位置または追加の利用可能な器具からの基準信号が位置の判定に必要である。ダイヤフラムが動作中に、このような既知の位置にあるとき、この場所から測定する位置の値は、位置センサのスケージングのための補正値を生成することが出来るので、次の処理のため格納することが出来る。

【 0 1 3 5 】

?? 受光パラメータについての補償

さらなる実施態様においては、完全に照射されたピクセルの輝度値を利用して、照射強度のための代表値を作成する。この目的で、例えば、ピクセルの適切なグループを使用して平均輝度を提供することが出来る。照射強度を使用して、利用可能な範囲を最適に活用するよう、照射を制御することが出来る。1つの実施例として、光源の輝度またはオンタイムを、完全に照射されるピクセルの照射強度がCCDモジュールのための焼付限界のわずかに下になるよう、制御することが出来る。光源のオンタイムは、オン/オフ比を変えることにより制御する。測定毎に、前に取得した比を用いて、例えば経年変化による、照射パラメータの変動がいずれも除かれるよう、照射強度を修正する。

【 0 1 3 6 】

?? 汚れおよびピクセル偏差についての補償

さらなる実施態様において、センサの機械的構造を、例えば、実計量ストロークを実行する前の休止段階など、明確な段階において、動作可能なピクセル範囲の全体またはその大部分を照射するよう、構築することが出来る。可能な実施態様は、例えば、影生成体の磁石に面する影画定エッジを鑑定のため使用することで、これにより、影画定体はストローク運動の間にセンサの上を掃引して、前の休止位置で照射されていたCCDセルの領域を暗くする。この段階で、関係するピクセルの輝度を判定して個別に基準メモリ内に格納することが出来る。例えば、理想的な値からの個別のピクセルについての測定値からの偏差などを、修正の形で補償することが出来る。能動運動段階の間、各ピクセルの輝度を先ず修正し、その次にのみ、測定毎に前に得られる基準値を用いてさらに処理する。この手順によって、製造工程により持ち込まれる個別ピクセルの感度における偏差を補償し、精度または動作の信頼性を改善することが可能である。

【 0 1 3 7 】

当然ながら、CCD受信部セルも2列以上に配置して、重複により、例えば、汚れによるなどの低下に対する安全性を増大するか、または、平均により測定の精度を増大することがある。特別に大きいストローク長のためには、個別ラインの測定範囲を、単一ラインの機能的限度を超えて広げるため、2つ以上のCCDラインを組み合わせることが出来る。

【 0 1 3 8 】

磁石出力および熱出力の合致

運動制御磁気駆動定量ポンプの利点を、特に低速運動乃至休止運動において、活用する

10

20

30

40

50

ため、とりわけ磁石出力、および既に上述したハウジング内側の内部ファンを用いる能動冷却を考察しなければならない（「磁石およびその他のコンポーネントの冷却」の項を参照）。

【0139】

磁気駆動定量ポンプにおいて通常生じる基準にしたがう磁石出力は、運動制御作動の下で変更を加えることなく動作するときには、狭い範囲においてのみ適切である、もっと広い範囲にわたって制御を可能にするためには、磁石電流が極めて迅速に変動する最悪の場合においてさえも、機械的なコンポーネントの自然な移動に対し反応することが出来ることが重要である。

【0140】

しかし、先行技術の構造においては、磁化コイル2の高誘導性がこれに抵し、それにより、約20 - 50 msの時間の後、磁流 $I_M$ による名目値に達するのみである。この正常出力は、巻線29（オーム抵抗、誘導性）の電圧およびインピーダンスとの協働が、ほぼ所望の電流を与えるように、選択される。単純な場合には、この電流は機械のための供給電圧により、おそらくは許容誤差をこれから差し引いて、与えられる。電流が制御された実施態様では、最小に予想された供給電圧のためにも電流の流れが保証されるよう、寸法を選択するので、高い電圧については前もって設定する値に制御回路が制限する。

【0141】

磁石が運動の制御に適しているときは、遙かに少ない数の巻線が選択され、磁流が最短時間で影響を受けるようにしなければならない。巻線空間を均等に使用するときには、巻線数（N）の低減係数は抵抗および誘導性に2乗の効果を有し、これが不変電圧のため $N^2$ の比で電流上昇率を上昇させる。このような磁力についての電力要求は、全体で動作電流に達する時間はNの係数だけ低減するよう、Nの比で上昇する。

【0142】

以下の実施例において、これはさらに詳細に説明される。簡単にするため、磁化コイル2のほぼ直線的な電流上昇、すなわち、純粋に誘導的な行動を想定する。先行技術の磁化コイルは、そのインピーダンスのため、磁流を $0.1 A / ms$ だけ上昇させることが出来る。必要な動作電流の2 Aには、従って電圧印加後20 msで達する。半分の時間（10 ms）で動作電流に達すると、巻線数は半分になるのでワイヤの断面積は2倍にできる、すなわち、線径をルート2の係数だけ増大することができる。誘導性および巻線抵抗は4の係数だけ低下するので、電流上昇時間は不変電圧に関して $0.4 A / ms$ まで上昇する。動作電流は4 Aまで2倍になり、元の時間（10 ms）の半分で達する。

【0143】

制御能力は、自然運動を遅くすることに特に活用することが出来る。このことが磁流の流れ $I_M$ を、ほとんど連続作動に拡張するので、ストローク当たりのエネルギー損失は増大する。記述する機能の何れを実施するかにより、これは、放散すべき熱を実質的に増大することがある。この増大の程度次第で、熱放散を可能にする機械的構造の変化を伴う、拡張基準を用いる熱設計が必要となる。この増大して長く続く磁石の動作電流 $I_M$ は、制御電子部品44でより大きいモジュールを使用することにより、考慮に入れなければならない。

【0144】

位置センサを、ダイヤフラム運動の制御に関連して使用し、油圧性を改良し磁気駆動定量ポンプの適用分野を広くすることは、経済的理由のため、磁気駆動定量ポンプの個別モジュール全部の再設計のニーズに至ってはならない。既知のモジュールを大幅に再使用することが出来ることに注意しなければならない。これは搭載モジュールについても当てはまり、その構造は、非制御の磁気駆動定量ポンプに既に使用している部品は制御磁気駆動定量ポンプにおいても使用出来ることを保証しなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0145】

【図1】制御された磁石を有する磁気駆動定量ポンプの断面図を示す。

10

20

30

40

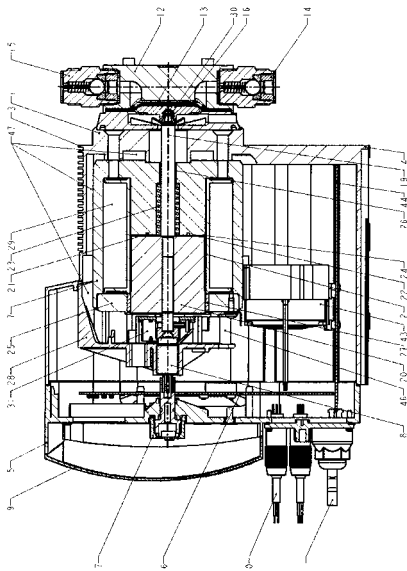
50

- 【図 2】位置センサの分解図を示す（図 1 における区画 X の拡大図）。
- 【図 3】位置制御回路のコンポーネントを示す。
- 【図 4】速度制御回路のコンポーネントを示す。
- 【図 5】位置センサの軸方向の上面図を示す。
- 【図 6】軸に対し右の確度から見た位置センサの側面図を示す。
- 【図 7】位置センサの影領域の説明図を示す。
- 【図 8】実影遷移領域におけるピクセルの輝度値を示す。
- 【図 9】幾何学的配置に基づく位置センサ測定の説明図を示す。
- 【図 10】位置分解能の補間を示す。
- 【図 11】位置分解能の補間のための算出基礎の説明図を示す。 10
- 【図 12】機械的なストローク長、および動作圧力として計量性の説明図を示す。
- 【図 13】冷却概念の説明図を示す。
- 【図 14】プライミングでキャピテーション保護のある計量工程のオシログラムを示す。
- 【図 15】キャピテーション保護のない計量工程のオシログラムを示す。
- 【図 16】ストローク長を電子的に 0.9 mm に制限した計量工程のオシログラムを示す。
- 。 【図 17】終点のバッファ衝突が抑制された計量工程のオシログラムを示す。
- 【図 18】低速計量を用いる計量工程のオシログラムを示す。
- 【図 19】プライミング上でキャピテーション保護のある低速計量における計量運動および付随する磁流要求の説明図を示す。 20
- 【符号の説明】
- 【0146】
- 1 ハウジング
  - 2 磁化コイル
  - 3 ハウジングリブ
  - 4 床板
  - 5 ハウジングカバー
  - 6 ハウジングカバー内の電子部品
  - 7 調節部材
  - 8 ストローク調節ピン 30
  - 9 カバー
  - 10 制御ライン
  - 11 歯車（減速歯車）
  - 12 計量ヘッド
  - 13 ダイヤフラム
  - 14 入口弁
  - 15 出口弁
  - 16 計量チャンバ
  - 17 磁石シュラウド
  - 18 縦軸 40
  - 19 連結ロッド
  - 20 スラスト部材
  - 21 Oリング
  - 22 スラスト部材の内面
  - 23 圧縮ばね（回復ばね）
  - 24 磁石シュラウドの内面
  - 25 磁石板
  - 26 押圧ヘッド側ブッシュ
  - 27 スラスト部材側ブッシュ
  - 28 カバー 50

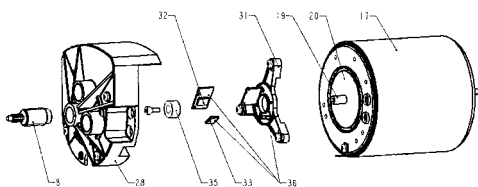
29	コイル巻線	
30	ダイヤフラムコア	
31	センサキャリア	
32	受信部、CCDモジュール	
33	光源	
34	開口部	
35	基準素子としての影画定体	
36	位置センサ	
37	微分器	
38	名目値設定	10
39	名目 - 実際の比較	
40	PID調整	
41	位置修正	
42	増幅器	
43	ファン	
44	制御電子部品	
45	電力モジュール	
46	空気流出口開口部	
47	ファンの空気流	
48	位置センサ用部分空気流	20
49	ハウジングカバー内電子部品用部分空気流	
50	連結金具	
51	コイルキャリア	
SV	影プロファイル	
h	明るい領域	
d	暗い領域	
#58 . . . #65	CCDのセル(ピクセル)	
H	ピクセルの輝度	
H <sub>v</sub>	比較閾値(VS)の輝度	
H <sub>l</sub>	VSとの交点の左にあるピクセル(左側隣接ピクセル)の輝度	30
? H <sub>l</sub>	左側隣接ピクセルと比較閾値の輝度値との間の輝度の相違	
H <sub>r</sub>	VSとの交点の右にあるピクセル(右側隣接ピクセル)の輝度	
? H <sub>r</sub>	右側隣接ピクセルと比較閾値の輝度値との間の輝度の相違	
? x <sub>l</sub>	左側隣接ピクセルの中間線の、VSとの交点に対する位置分離	
? x <sub>r</sub>	右側隣接ピクセルの中間線の、VSとの交点に対する位置分離	
x <sub>1</sub>	影画定体とCCD面との間の距離	
x <sub>2</sub>	影画定体と光源との間の距離	
x <sub>3</sub>	CCD面と光源との間の距離	
P <sub>1</sub>	動作圧力P <sub>1</sub>	
P <sub>2</sub>	動作圧力P <sub>2</sub>	40
P <sub>3</sub>	動作圧力P <sub>3</sub>	
P <sub>4</sub>	動作圧力P <sub>4</sub>	
x <sub>T1</sub>	動作圧力P <sub>1</sub> に関するデッド領域	
x <sub>T2</sub>	動作圧力P <sub>2</sub> に関するデッド領域	
x <sub>T3</sub>	動作圧力P <sub>3</sub> に関するデッド領域	
x <sub>T4</sub>	動作圧力P <sub>4</sub> に関するデッド領域	
S	実際の影画定体の運動	
S'	投影された影画定体の運動	
D	計量性	
HL	機械的ストローク長	50

- S G コントローラ出力
- K S G 修正コントローラ出力
- k 1 位置依存位置電流修正のための係数
- k 2 性能増幅器のための係数
- k 3 速度信号の偏差のための係数
- $x_s$  スラスト部材の位置に関する名目値
- $x_I$  スラスト部材の位置に関する実値
- $x_{sI}$  スラスト部材の位置に関する制御偏差
- $v_s$  スラスト部材の速度に関する名目値
- $v_I$  スラスト部材の速度に関する実値
- $v_{sI}$  スラスト部材の速度に関する制御偏差
- P O S ダイアフラムにおける制御信号
- E P O S ダイアフラムにおける制御信号のための終点緩衝装置
- I M 磁流
- I M o ダイアフラムにおける磁流のゼロ位置

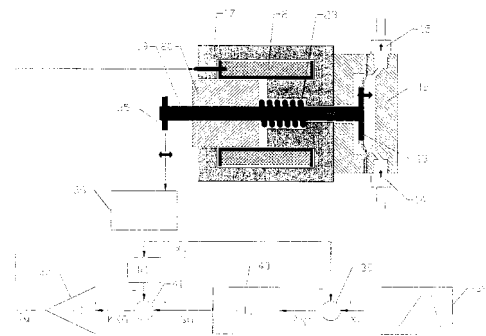
【 図 1 】



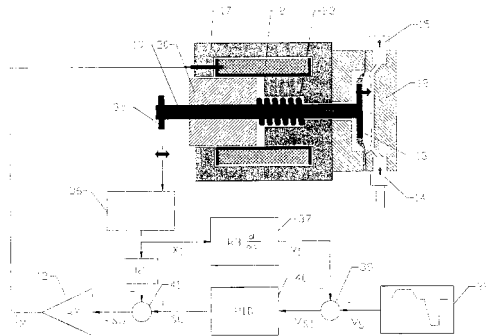
【 図 2 】



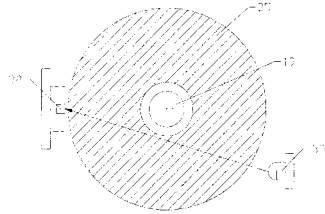
【 図 3 】



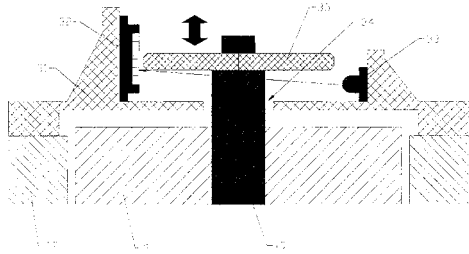
【 図 4 】



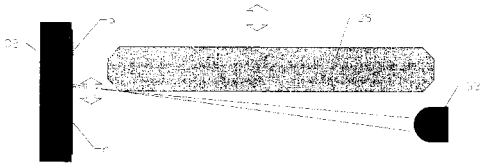
【 図 5 】



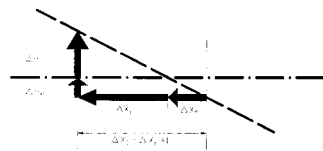
【 図 6 】



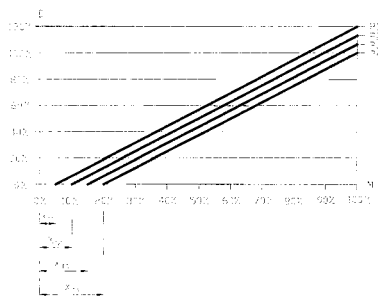
【 図 7 】



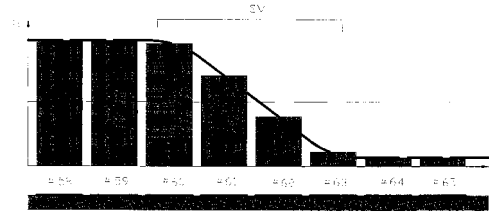
【 図 11 】



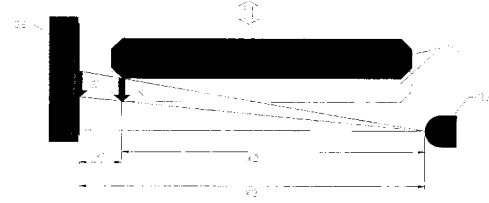
【 図 12 】



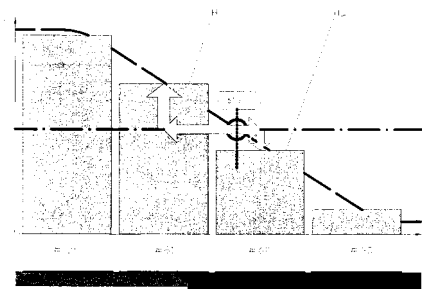
【 図 8 】



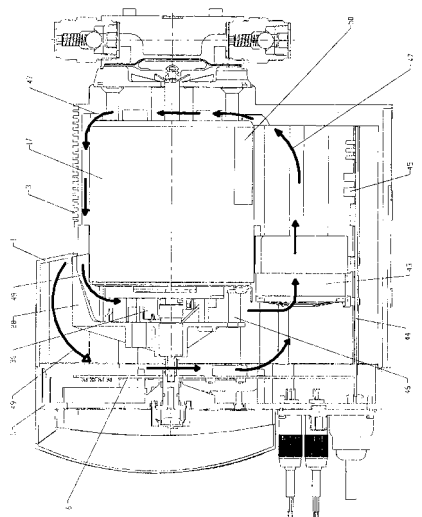
【 図 9 】



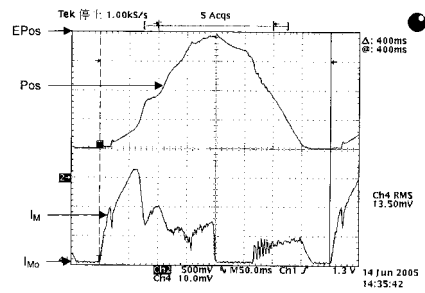
【 図 10 】



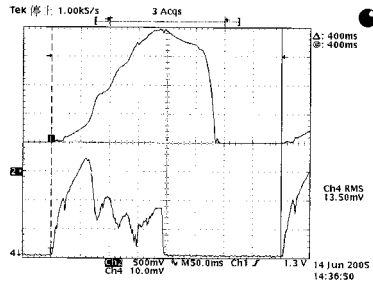
【 図 13 】



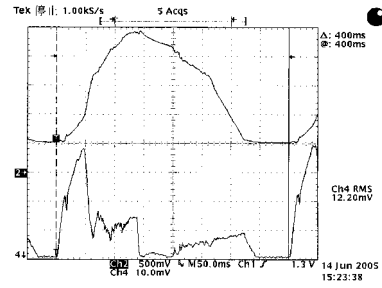
【 図 14 】



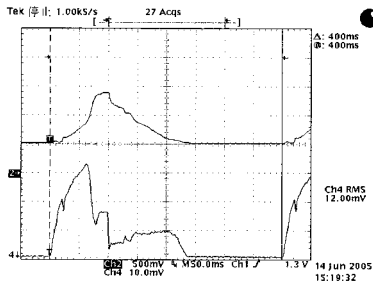
【 15 】



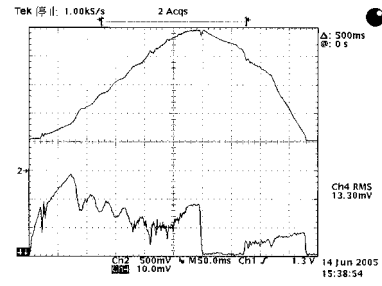
【 17 】



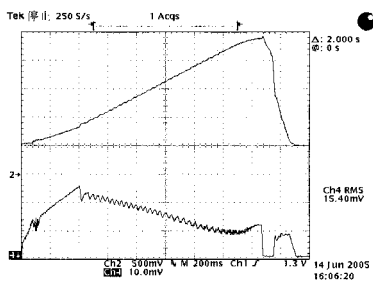
【 16 】



【 18 】



【 19 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アンドレアス ヒェラー

ドイツ、64646 ヘッペンハイム、ドクトル ハイブリッヒ ピンター シュトラーセ 23

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献 特表2002-527669(JP,A)

特開平09-269318(JP,A)

特開平02-099801(JP,A)

実開昭61-143006(JP,U)

実開昭54-078007(JP,U)

特開平11-343978(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B 13/00

F04B 43/04

F04B 49/06

F04B 53/08

G01B 11/00