

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4095282号  
(P4095282)

(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.  
H02N 2/00 (2006.01)

F I  
H02N 2/00 C

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-355912 (P2001-355912)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成13年11月21日(2001.11.21)	(74) 代理人	100067541 弁理士 岸田 正行
(65) 公開番号	特開2003-164171 (P2003-164171A)	(74) 代理人	100108361 弁理士 小花 弘路
(43) 公開日	平成15年6月6日(2003.6.6)	(74) 代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
審査請求日	平成16年10月25日(2004.10.25)	(72) 発明者	日塔 潔 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
		審査官	西村 泰英
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 振動波駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気 - 機械エネルギー変換素子に交流電圧を印加することによって弾性体の駆動部に同形の2つの振動モードの振動を時間的な位相差を有して励起させ、前記位相差を有する振動の合成により前記弾性体に円または楕円運動を形成する振動体と、前記振動体に加圧接触する移動体を有する振動波駆動装置において、

前記2つの振動モードにおける前記振動体の固有振動数に差を設けるとともに、前記2つの振動モードのうち固有振動数の高い振動モードにおける前記振動体の機械的品質係数Q値を、固有振動数の低い振動モードにおける前記振動体の機械的品質係数Q値よりも低くしたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項 2】

前記振動体は、前記固有振動数の高い振動モードにおける前記振動体の振動を減衰させる部材を備えることを特徴とする請求項1に記載の振動波駆動装置。

【請求項 3】

前記振動体は、複数の弾性体を用いて、前記電気 - 機械エネルギー変換素子と、前記電気 - 機械エネルギー変換素子に給電するための電極パターンが形成された給電部材とを挟持固定し、

前記給電部材は、前記2つの振動モードの振動方向に関して、前記電極パターンまたは形状が互いに異なることを特徴とする請求項1または2に記載の振動波駆動装置。

【請求項 4】

前記振動体は、複数の弾性体を用いて、前記電気 - 機械エネルギー変換素子と、前記 2 つの振動モードの振動方向に関して互いに異なる形状を有する金属部材とを挟持固定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動波駆動装置。

【請求項 5】

前記弾性体は、前記 2 つの振動モードの振動方向に関して前記弾性体の剛性に差を持たせるスリットを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動波駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は振動波駆動装置、特に振動体の構造に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

振動波モータ等の振動波駆動装置は、駆動振動が形成される振動体を基本的構成として有し、該振動体の駆動部に接触体が加圧接触し、前記移動体と前記接触体とが前記駆動振動により相対移動する。そして、このような振動波モータは、カメラレンズ駆動用途等への製品応用がなされており、棒状型のものと円環型のものが存在する。

【0003】

図12は現在カメラレンズ駆動用に用いられている棒状型の振動波モータの構成図を示す。図12において、aは金属製の第1の弾性体、bは金属製の第2の弾性体、cは積層型の電気 - 機械エネルギー変換素子としての積層圧電素子、d1はシャフト、d2はナットであり、部

20

品aからcは該シャフトd1及びナットd2によって所定の挟持力が付与されるように締め付けられている。

ロータgはロータ本体の振動体側に筒状の摩擦接触部材を嵌合した構成を有し、この摩擦接触部材は接触幅が小さく、かつ適度なバネ性を有する構造をしており、この摩擦接触部材の先端面が振動体の摩擦面fに接触する。また、ロータgの前記振動体とは反対側には、ロータと一緒に回転し、モータの出力を伝達するギアhの凹部(または凸部)と係合するよう凸部(または凹部)が形成されている。さらに、ギアhはモータを不図示の被取り付け部に取り付けるためのフランジiにより、シャフトd1のスラスト方向に位置が固定されており、前記ロータgに加圧力を付与するための加圧バネjがこのギアとロータとの間に設けられ

30

【0004】

前記積層圧電素子cは、片面側に複数の電極が形成され、電極が2つの電極群にグループ化されており、不図示の電源からそれぞれの電極群に位相の異なる交流電界を印加すると、振動体には図13(b)に示す姿態の直交する2つの曲げ振動が励振される(もう一方は紙面に垂直な方向の振動)。この印加電界の位相を調整することにより、2つの振動間に90度の時間的な位相差を与えることができる。その結果、棒状振動体の曲げ振動は振動体の軸周りに回転する。

【0005】

この結果、ロータgに接触する第1の弾性体aの上面には楕円運動が形成され、耐摩耗性を有する摩擦面fに押圧されたロータgが摩擦駆動されるため、該ロータg、ギアh、加圧バネjが一体となって回転する。

40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

電気 - 機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することによって、振動体上に同形のモードの振動を時間的に適当な位相差を有して励起させ、該振動体の表面粒子に円又は楕円運動を行なわしめる振動体において、安定した性能を供給するために、性能に大きく関与する進行波ムラを減らす手法として、2つの共振周波数差  $f(=f_a-f_b)$  を10Hz  $f_a-f_b$  100 Hzに設定していた。 $f$ と駆動部各所での振動波の大きさのばらつきの関係を図14示す。

図14から分かるように、A相のQ値(Qa)とB相のQ値(Qb)が同じ値の場合には、 $f$ が増加す

50

ればするほど、振動波の大きさのばらつきが大きくなることから、2つの共振周波数差を調整するだけでは、完全に進行波ムラを無くすることができないという課題を抱えていた。

【0008】

また、世の中のニーズとして、更に性能を向上させたいという要望がある。この要望に応えるために、進行波ムラ成分の発生の要因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくするために、減衰成分を意図的に調整することにより(Qa/Qbの値を調整する)、図14に示すように振動波の大きさのばらつきを小さくし、進行波ムラを抑え、性能を向上させることに努めた。

【0009】

また、2つの固有振動数に差を設ける手段として、図12の現在カメラレンズ駆動用に用いられている棒状型の振動体においては、2面取りという手法が採用されていた。

10

【0010】

しかし、この手法では、加工工程が煩雑になるためコストアップ要因につながり、コストが高くなるという課題があった。世の中のニーズとして、さらに安くしたいという要望がある。この要望に応えるために、給電用部材の電極パターン又は形状を非対称に構成したり、振動体の挟持面に非対称形な金属部材を挟持固定した。

【0011】

また、第1の弾性体aを回してねじ締め用のトルクをシャフトd1に伝達するために、第1の弾性体aには、シャフト軸方向に窪みを持つスリットが周方向に設けられ、このスリットにねじ締め治具を差し込んでねじ締めを行なうようにしており、このようにして形成された動剛性不均一部により2つの振動系の固有振動数に差を設けることにより、コストダウンを実現した。

20

【0012】

本出願に係る発明の目的は、このような点に鑑み、駆動振動のムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくすることができる振動体を備えた振動波駆動装置を提供しようとするものである。

【0013】

また、本出願に係る発明の他の目的は、このような点に鑑み、駆動振動のムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさを自由に設定できる振動体を備えた振動波駆動装置を提供しようとするものである。

30

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、電気-機械エネルギー変換素子に交流電圧を印加することによって弾性体の駆動部に同形の2つの振動モードの振動を時間的に適当な位相差を有して励起させ、該位相差を有する振動の合成により該弾性体に円または楕円運動を形成する振動体、振動体に加圧接触する移動体を有する振動波駆動装置において、前記2つの振動モードにおける振動体の固有振動数に差を設けるとともに、2つの振動モードのうち固有振動数の高い振動モードにおける振動体の機械的品質係数Q値を固有振動数の低い振動モードにおける振動体の機械的品質係数Q値よりも低くしたことを特徴とする。

【0024】

40

ここで、固有振動数の高い方の機械的品質係数Q値を低くして、進行波ムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくするためには、振動体に減衰性の部材を設ける構成にすればよい。

【0025】

また、給電部材の電極パターン又は形状を2つの振動モードの振動方向に関して互いに異なる構成(非対称)にしたり、2つの振動モードの振動方向に関して異なる形状を有する金属部材を配置する構成にしたりする。

【0026】

また、弾性体に、2つの振動モードにおける振動方向で弾性体の剛性に差を持たせるスリットを設けたりする構成にすればよい。

50

【 0 0 2 7 】

【 発明の実施の形態 】

( 第 1 の実施の形態 )

図1、図 2 は本発明の第1の実施の形態である。

【 0 0 2 8 】

本第 1 の実施の形態では、図 2 ( a ) に示すように、ディスク状弾性体eと第2の弾性体bにより電気 - 機械エネルギー変換素子としての積層圧電素子cを挟持固定し、圧入構造で第 1 の弾性体aと一体化されているシャフトd1と、第 2 の弾性体bの両ねじ部とを結合し、締め付けるように振動体が構成されている。

【 0 0 2 9 】

なお、振動体を一体化するための圧入構造及び下のねじ構造部は、それぞれ、ねじ構造、テーパ構造、圧入構造、一体加工構造、キー構造、蠟付け構造等でもよい。

【 0 0 3 0 】

本実施の形態において、積層圧電素子cは、圧電層と電極層を交互に複数層形成したもので、複数の電極層において電極が2つの電極群にグループ化されており、不図示の電源からそれぞれの電極群に位相の異なる交流電界を印加すると、振動体には図2(b)に示す姿勢の直交する2つの曲げ振動が励振される(もう一方は紙面に垂直な方向の振動)。この印加電界の位相を調整することにより、2つの振動間に90度の時間的な位相差を与えることができる。その結果、棒状振動体の曲げ振動は振動体の軸周りに回転する。

【 0 0 3 1 】

これらの振動体を励振するために、積層圧電素子cの圧電層の片面に形成される電極層は、円盤部を略 4 等分する形状で電極が形成され、各電極の外端の一部から延びる側面電極が圧電層の外端面に形成されている。

【 0 0 3 2 】

積層圧電素子cは、各電極ごとに圧電層が厚さ方向に分極が施されており、中心軸に対して対向する位置にある電極は互いに逆方向に分極されている。各電極には積層圧電素子cの側面において前記側面電極が一体的に導通され、そこに給電用のリード線が半田付けにより接続されている。

【 0 0 3 3 】

また、複数の電極層の一つには、図3に示すように、センサ相電極を有するものがある。電極3AがA相電極、電極3B1及び3B2がB相電極、電極3Sがセンサ相電極である。

【 0 0 3 4 】

積層圧電素子の電極は振動体の屈曲変形により歪みを生じ、圧電効果により電荷を発生する。この電荷を電極Sより検出することで振動体の振動状態のモニターが行われる。この時の周波数に対するA相圧電素子の印加電圧とセンサ相の出力信号の位相差の関係(以後  $A-S$  と称する)は、屈曲1次振動モードで振動体を駆動すると、共振周波数  $f_r$  において位相差  $A-S$  は、CW(時計周り方向)、CCW(反時計周り方向)共に  $\pm \pi/2$  [rad] となり、共振周波数より高い側の周波数では徐々にずれていく。よって、振動を与えている時にこの位相差  $A-S$  の値を検出することで入力周波数と振動体の共振周波数との関係のモニターが行え、振動体の安定した駆動が行える。

【 0 0 3 5 】

従来、安定した駆動を行うために、2つの共振周波数差  $f (=f_a - f_b)$  を 10 [Hz]  $f_a - f_b \geq 100$  [Hz] に設定し、 $A-S$  の値を検出し、制御を行っていた。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態では、さらに安定した駆動を行うため、進行波ムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくするために、図1に示すように、固有振動数の高い方つまりA相の振動系の機械的品質係数  $Q(\gamma)$  を低く設定した。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態においては、A相の振動系における振動体に振動減衰性に優れた部材を付与または付加することにより機械的品質係数  $Q$  を低く設定した。

10

20

30

40

50

## 【0038】

図14に示すように、A相とB相のQ値、つまり $Q_a/Q_b$ の値を調整することにより、進行波ムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくすることができる。

## 【0039】

(第2の実施の形態)

図4は本発明の第2の実施の形態を示す。なお、図2に示す部材と同じ部材には同じ符号を付してその説明を省略する。

## 【0040】

本実施の形態では、棒状振動体において、駆動部各所での振動波の大きさを自由に設定するために、第1の弾性体aとディスク状弾性体eの挟持面及び、圧電素子cの外周部、第2の弾性体bの外周部に接着剤又はゴムなどの減衰性の部材pを配置するように構成した。

10

## 【0041】

これらの減衰性の部材pは、A相曲げ方向の領域に設けられている。

## 【0042】

なお、図4は配置場所の一例であり、本発明は図示の場所に限定されるものではない。

## 【0043】

(第3の実施の形態)

図5は本発明の第3の実施の形態を示す。

## 【0044】

20

本実施の形態では、円環型振動体において、駆動部各所での振動波の大きさを自由に設定するために、振動の腹位置に接着剤又はゴムなどの減衰性の部材pを配置するように構成している。

## 【0045】

この振動体は、リング状弾性体aの一方の面にリング状の圧電素子cを接着したもので、リング状の圧電素子cは、振動の波長を  $\lambda$  とすると、例えば  $\lambda/2$  の間隔で分極方向が互いに異なる複数の電極を2群有し、両電極群の間隔を  $\lambda/4$  としたものである。

## 【0046】

図5(b)は、面外3次の曲げ振動の時に減衰性部材を配置する位置を示した一例であり、弾性体aと圧電素子cとの間に減衰性部材pを配置しており、例えば円板状の部材の一部に減衰性部材pを設けている。なお、減衰性部材pは図示の場所に限定されるものではない。例えば減衰性部材pを櫛歯の間に設けてもよく、また櫛歯自体を減衰性部材としても良い。

30

## 【0047】

この図5(b)の場合、振動の腹に減衰性の部材pを配置していることを示している。なお、減衰性の部材pはA相の定在波振動における腹の位置に配置されているものである。

## 【0048】

また、弾性体aの上面には切り込みrを設けることにより、振動体の2つの固有振動数に差を設けている。

## 【0049】

40

(第4の実施の形態)

図6は本発明の第4の実施の形態である。

## 【0050】

本発明では、棒状振動体の固有振動数差を設ける手段として、給電用フレキシブルプリント配線板のパターン部(ハッチング部)におけるスリット部をA相方向に設けることで、B相方向の剛性を小さくするように構成されている。

## 【0051】

勿論、第1の実施の形態と同様に、2つの振動系の固有振動数に差を有し、固有振動数の高い方の振動系における機械的品質係数Q値を他方の振動系の機械的品質係数Q値よりも低く設定している。

50

## 【 0 0 5 2 】

( 第 5 の実施の形態 )

図7は本発明の第5の実施の形態である。

## 【 0 0 5 3 】

本発明では、棒状振動体の固有振動数差を設ける手段として、給電用フレキの取り出し口をB相方向に設けることで、A相方向の剛性を大きくするように構成されている。すなわち、A相方向の剛性は、フレキの取り出し方向と垂直方向にフレキの取り出し分を曲げるため、A相方向の剛性が大きくなる。

## 【 0 0 5 4 】

勿論、第 1 の実施の形態と同様に、2つの振動系の固有振動数に差を有し、固有振動数の高い方の振動系における機械的品質係数Q値を他方の振動系の機械的品質係数Q値よりも低く設定している。

10

## 【 0 0 5 5 】

( 第 6 の実施の形態 )

図8、図9は本発明の第6の実施の形態を示す。

## 【 0 0 5 6 】

本発明では、棒状振動体の固有振動数差を設ける手段として、振動体の挟持面に、図 9 ( a ) または ( b ) に示すように、非対称形に構成された金属部材sを、任意の挟持面に少なくとも1つ以上挟持固定するように構成しており、例えば第 1 の弾性体 a とディスク状弾性体 e との間、ディスク状弾性体 e と圧電素子 c との間に金属部材 s を設けている。なお、図8 ( a ) は配置場所の一例であり、本発明は図示の場所に限定されるものではない。

20

## 【 0 0 5 7 】

勿論、第 1 の実施の形態と同様に、2つの振動系の固有振動数に差を有し、固有振動数の高い方の振動系における機械的品質係数Q値を他方の振動系の機械的品質係数Q値よりも低く設定している。

## 【 0 0 5 8 】

( 第 7 の実施の形態 )

図10は本発明の第7の実施の形態を示す。

## 【 0 0 5 9 】

本実施の形態では、第 1 の弾性体aを回してねじ締め用のトルクをシャフト d 1 に伝達するために、第 1 の弾性体 a には、シャフト軸方向に窪みを持つスリットが周方向に設けられ、このスリットにねじ締め治具を差し込んでねじ締めを行なうようにしている。図10はスリットの形状の実施の形態である。

30

## 【 0 0 6 0 】

図10におけるスリットの形状は、(a)直線、(b)三叉路をそれぞれ示している。(a)、(b)ともに中心点から放射状にスリットが延びる構成になっているが、この放射状のスリットの数、2、3本に限定されるものではなく、第1の弾性体に剛性差を持たせるようなスリット形状になっていればよい。

## 【 0 0 6 1 】

勿論、第 1 の実施の形態と同様に、2つの振動系の固有振動数に差を有し、固有振動数の高い方の振動系における機械的品質係数Q値を他方の振動系の機械的品質係数Q値よりも低く設定している。

40

## 【 0 0 6 2 】

( 第 8 の実施の形態 )

図11は本発明の第 8 の実施の形態を示す。

## 【 0 0 6 3 】

図11は上記した第 1 の実施の形態における振動体を用いた振動波モータの構成図の例である。

## 【 0 0 6 4 】

不図示の電源から圧電素子cに時間的に  $\pi/2$  の位相差を有する交流電圧を印加すると、互

50

いに直交した2方向に2つの曲げ振動を励振する。この振動の合成により、ロータgの接触するディスク状弾性体eの上端面には円運動が形成され、耐摩耗性を有するディスク状弾性体eに押圧されたロータgは摩擦駆動される。

#### 【0065】

d1はシャフトで、下部には振動体挟持用のねじが上部にはモータ固定体フランジiと結合用のねじが設けられている。ロータgにはロータ本体の外周部に接触用のバネkが接着等により結合され、また該ロータ本体の内周部に形成されたバネケース部lに加圧用コイルバネjが装着されている。hは出力用ギアで、ロータgとラジアル方向に相対移動せぬよう嵌合結合している。モータ固定体フランジiとギアhとの結合部はベアリングにより構成している。mは圧電素子への給電用のフレキシブル基板である。

10

#### 【0066】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、2つの振動系の固有振動数に差を設けるとともに、固有振動数の高い方の機械的品質係数Q値を低く設定する構成にすることにより、進行波ムラの原因となる駆動部各所での振動波の大きさのばらつきを小さくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る振動波駆動装置の第1の実施の形態における振動体の周波数-アドミタンス曲線図

【図2】本発明に係る振動波駆動装置の第1の実施の形態における振動体の断面図(a)および振動体の振動モード図(b)

20

【図3】図2の圧電素子を示す図

【図4】本発明に係る振動波駆動装置の第2の実施の形態における振動体の断面図

【図5】本発明に係る振動波駆動装置の第3の実施の形態における振動体の斜視図(a)、および圧電素子上面図(b)

【図6】本発明に係る振動波駆動装置の第4の実施の形態における給電部材の構成図

【図7】本発明に係る振動波駆動装置の第5の実施の形態における給電部材の構成図

【図8】本発明に係る振動波駆動装置の第6の実施の形態における振動体の断面図

【図9】(a)(b)は図8の金属部材の形状図

【図10】(a)(b)は本発明に係る振動波駆動装置の第7の実施の形態における第1の弾性体の溝の形状図

30

【図11】本発明に係る振動波駆動装置の第8の実施の形態を示す断面図

【図12】従来の棒状型振動波モータの断面図

【図13】(a)は図12の振動体の断面図、(b)はその振動モード図

【図14】本発明に係る振動体のf-振幅ムラ曲線図

#### 【符号の説明】

aは第1の弾性体

nは支持板

a2は第3の弾性体

oは中空ボルト

bは第2の弾性体

pは接着剤又はゴム

cは電気-機械エネルギー変換素子(圧電素子)

qはベアリング

40

d1はシャフト

rは切れ込み

d2はナット

sは金属部材

eはディスク状弾性体

tは電極材料

e2は第2のディスク状弾性体

uはポリイミド

fは摩擦面

3AはA相電極

gはロータ

3B1, 3B2はB相電極

hはギア

3Sはセンサ相電極

iはフランジ

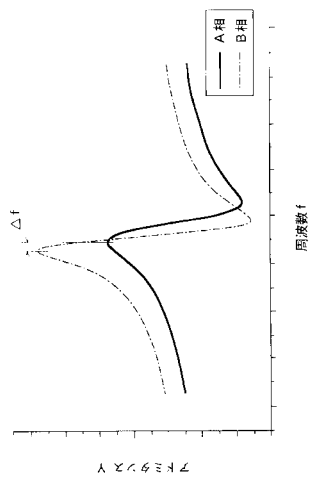
jはコイルバネ

kはバネ

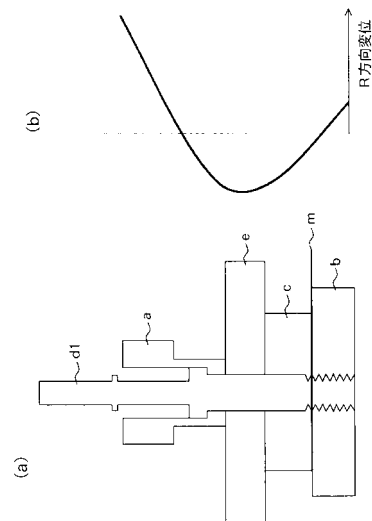
50

lはバネケース  
mはフレキシブル基板

【図 1】

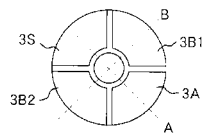


【図 2】

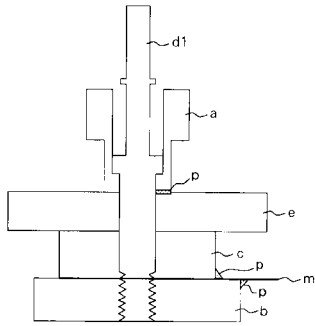




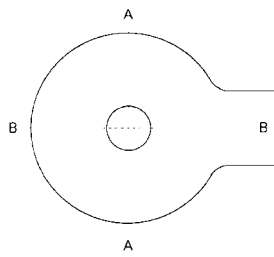
【図 3】



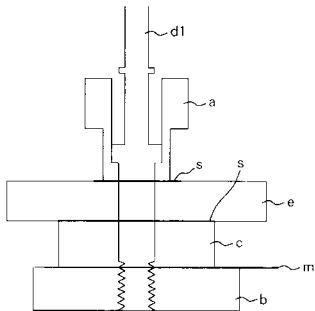
【図 4】



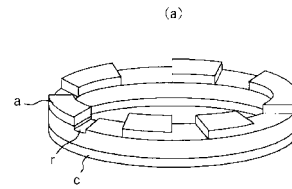
【図 7】



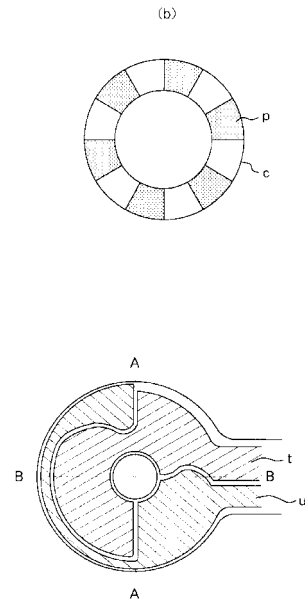
【図 8】



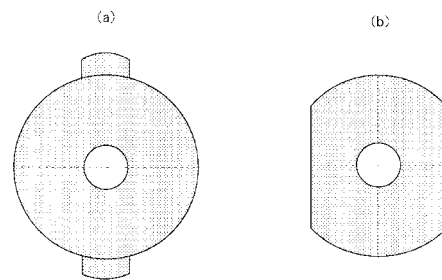
【図 5】



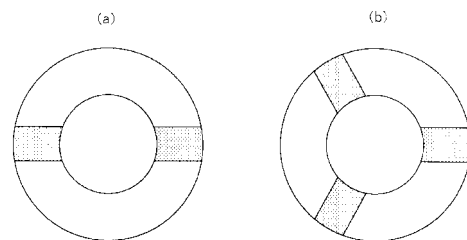
【図 6】



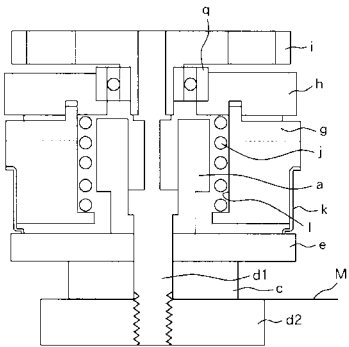
【図 9】



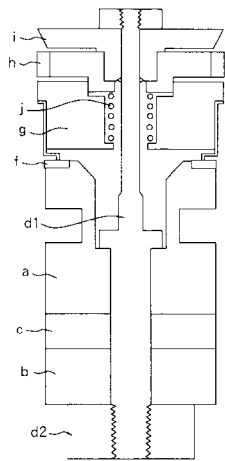
【図 10】



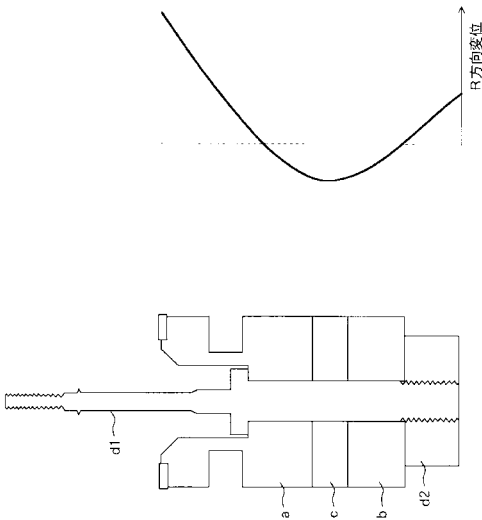
【図 1 1】



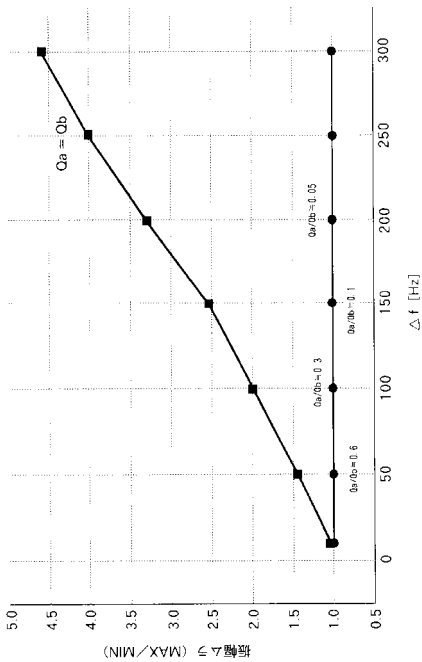
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05-115183(JP,A)  
特開平06-343274(JP,A)  
特開平03-251085(JP,A)  
特開平05-300762(JP,A)  
特開平03-145974(JP,A)  
特開平04-317573(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00