

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4046966号
(P4046966)

(45) 発行日 平成20年2月13日 (2008. 2. 13)

(24) 登録日 平成19年11月30日 (2007. 11. 30)

(51) Int. Cl.

H02N 2/00 (2006.01)

F 1

H02N 2/00

C

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-311067 (P2001-311067)
 (22) 出願日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)
 (65) 公開番号 特開2003-116289 (P2003-116289A)
 (43) 公開日 平成15年4月18日 (2003. 4. 18)
 審査請求日 平成16年10月4日 (2004. 10. 4)

(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
 (74) 代理人 100067541
 弁理士 岸田 正行
 (74) 代理人 100108361
 弁理士 小花 弘路
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (72) 発明者 月本 貴之
 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 牧 初

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】

弾性体および前記弾性体に設けた電気 - 機械エネルギー変換素子を備えた振動体と、前記弾性体に設けられた複数の突起部に対して加圧接触する移動体とを有する振動波駆動装置において、

前記電気 - 機械エネルギー変換素子は、前記弾性体に対して、偶数次数の面内方向の振動および奇数次数の面外方向の振動、又は奇数次数の面内方向の振動および偶数次数の面外方向の振動を発生させることにより、前記移動体が摩擦駆動され、

前記複数の突起部は、前記面内方向の振動および前記面外方向の振動に関して、これらの振動の腹となる位置と、一方の振動の腹であって他方の振動の節となる位置に設けられていることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項 2】

前記弾性体は円環状であり、前記複数の突起部は、前記弾性体における直径軸上の複数位置に設けられてい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】

前記面内方向の振動と前記面外方向の振動との時間的位相差を変更することにより前記移動体の移動方向を切り替え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】

前記移動体の少なくとも一部が球状に形成され、前記球状に形成された部位が前記円環

10

20

状の弾性体の中央孔部に嵌り込んでいることを特徴とする請求項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】

本発明は多自由度駆動が可能な振動波駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、多自由度駆動可能な振動波モータ等の振動波駆動装置の例としては、特開昭62-141978号公報に開示されており、この多自由度振動波モータは、図2(a)に示すように、球状移動体に多数のリング型振動体M1～M4を押圧したものである。

10

【0003】

このタイプの振動波モータは1自由度ごとに一つの振動体が必要で、多自由度の駆動を可能とするためには、複数の振動体が必要となり、小型化には不向きであった。

【0004】

また、複数の振動体のうち、駆動に寄与しない振動体も球状移動体に押圧されているため、これとの摩擦力がブレーキとなって移動体の運動を阻害したり、または、摩擦力を低減するための定在波を発生させるための無駄なエネルギーを必要としていた。

【0005】

また、特開平11-220893号公報に記載の多自由度振動波モータは、図2(b)に示すように、棒状の振動体aに球状の移動体bを押圧し、多自由度の運動を可能としたものが開示されているが、振動体の形状が棒状体であるため、小型化には不向きであった。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本願発明の目的は、このような従来の問題を解決し、小型でかつ簡素な構造で多自由度の動きを可能とする振動波モータ等の振動波駆動装置を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本出願に係る発明の目的を実現する構成は、弾性体および前記弾性体に設けた電気-機械エネルギー変換素子を備えた振動体と、前記弾性体に設けられた複数の突起部に対して加圧接触する移動体とを有する振動波駆動装置において、前記電気-機械エネルギー変換素子は、前記弾性体に対して、偶数次数の面内方向の振動および奇数次数の面外方向の振動、又は奇数次数の面内方向の振動および偶数次数の面外方向の振動を発生させることにより、前記移動体が摩擦駆動され、前記複数の突起部は、前記面内方向の振動および前記面外方向の振動に関して、これらの振動の腹となる位置と、一方の振動の腹であって他方の振動の節となる位置に設けられていることを特徴とする。

30

【0008】

(削除)

【0009】

40

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

図1は本発明に係る振動波駆動装置の第1の実施の形態を示す振動体の斜視図である。

【0010】

図中、1は金属等で構成された円環形状の弾性体であり、表面に4カ所の突起部3が形成されている。2は電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子であり、弾性体1と接着されていて振動体を構成している。

【0011】

このような振動体において、圧電素子2に交流電界を印加すると、圧電素子2は周方向に伸縮するため、振動体全体としては曲げ変形を行う。又、印加する交流電界の周波数を

50

振動体の固有振動数と一致させることで、図 3 (a) に示す奇数次数である 3 次の面内振動 (曲げ振動)または、図 3 (b) に示す偶数次数である 2 次の面外振動 (曲げ振動)の変位が拡大する。図から分かるように、振動体の表面粒子は面内振動の腹部ではリング面内 (図 3 (a) の面内)において径方向へ変位し、面外振動はリング面外方向に変位する。

【 0 0 1 2 】

ここで、両固有振動数を略一致させておけば、同一周波数で面内及び面外の振動 (曲げ振動)を同時に発生させることができる。

【 0 0 1 3 】

この結果、振動体の直径上に位置する突起部 3 に楕円運動が発生すれば、図 4 に示すように、該突起部 3 に押圧した移動体 4 を摩擦駆動することができる。

10

【 0 0 1 4 】

図 4 において、突起部 3 を弾性体 1 の本環部と別部材の耐摩耗性のある部材、例えば強化繊維入りの樹脂やセラミック等で形成し、該本環部に接着剤で接着し弾性体 1 を構成している。

【 0 0 1 5 】

図 5 は振動体に発生させる振動次数 (波数) およびその位置位相を示す模式図である。

【 0 0 1 6 】

図 5 中、円の中心から放射方向に延びる実線及び破線の直線部は振動の腹を示し、破線部と直線部で振動位相は逆となる。

20

【 0 0 1 7 】

図 5 において、符号 5 で示す外側の円は、面内振動 (曲げ振動)について示したもので、波数 3 である。また、符号 6 で示す内側の円は面外振動 (曲げ振動)について示したもので、波数 2 である。また、突起部 3 a ~ 3 d は図 5 に示す位置に 4 力所存在する。突起部 3 a、3 b、3 c、3 d は、面外振動の腹位置に存在するが、突起部 3 a、3 c と、突起部 3 b、3 d とにおける面外振動は逆位相である。

【 0 0 1 8 】

また、面内振動との位相関係について見ると、図 5 (a) に示すように、突起部 3 a と突起部 3 c は面内振動の腹に位置しており、位相は逆である。一方、突起部 3 b、3 d は面内振動の節に位置しており、面内での変位が発生しない。

30

【 0 0 1 9 】

したがって、図 6 (a) に示すように、面内振動の変位と面外振動の変位の間に略 90 度の時間位相差を与えれば、突起部 3 a と突起部 3 c では、x 軸回りの円又は楕円運動を行い、略 - 90 度の時間位相差とすれば逆向きの円又は楕円運動を行うが、突起部 3 b、3 d においては面内変位が生じないため、面外振動による略軸方向 (z 軸方向) の直線運動 (楕円運動を生じさせる 2 つの成分のうち一方の成分に伴う運動) を行うのみである。

【 0 0 2 0 】

よって、図 4 に示すように、平板状の移動体 4 を振動体の突起部 3 に押圧接触させれば、移動体 4 は y 方向に並進運動し、面外振動と面内振動の時間位相差を切り替えれば y 方向に往復運動させることができる。

40

【 0 0 2 1 】

一方、図 5 (a) に示す構成に対して面内振動の空間的位相差を 90 度ずらした図 5 (b) に示す構成において、面内振動を発生させると、図 6 (b) に示すように、突起部 3 b、3 d において y 軸 (面内 X 軸に直交する軸) 回りの円又は楕円運動を発生し、突起部 3 a、3 c は軸方向へ略直線運動を行う。したがって、これに押圧された移動体 4 は X 方向に駆動される。

【 0 0 2 2 】

また、面内振動および面外振動の例として曲げ振動モードを先に示したが、面内振動としては、面内方向への変位を伴う振動として他に伸縮振動・ねじり振動、面外振動としては面外方向への変位を伴うものとしてねじり振動などを利用することもできる。

50

【 0 0 2 3 】

(第 2 の実施の形態)

図 7 は本発明の第 2 の実施の形態を示す。図 7 (a) は振動体の断面図、図 7 (b) は振動体の上面図である。

【 0 0 2 4 】

本実施の形態の振動体は、弾性体 1 よりも大径の円板形状の薄板の外周部の 4 箇所を折り曲げて形成される突起部 3 は弾性体 1 と別部材で構成されており、該弾性体 1 と該薄板は接着により一体化する。したがって、弾性体 1 は矩形断面のリング、突起部 3 はプレス加工で得ることができるため、安価な製作が可能である。

【 0 0 2 5 】

また、突起部 3 は弾性体 1 から外径方向に突出した片持ち梁となっているため、バネ性を有しており、移動体との接触を滑らかに行うことができる。

【 0 0 2 6 】

(第 3 の実施の形態)

図 8 は本発明の第 3 の実施の形態を示す。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態の円環形状の振動体は、弾性体 1 の内周部上面に 4 力所の突起部 3 を設けている。一方、移動体 4 は球形状であって、弾性体 1 の内周部に嵌り込み、突起部 3 に押圧接触されている。

【 0 0 2 8 】

また、弾性体 1 と球形状の移動体 4 のうちどちらかを磁化し、または磁石を、弾性体 1 及び移動体 4 の接触部の近傍に設けて、磁気力により押圧接触を行わせることでコンパクトな加圧機構が実現できる。

【 0 0 2 9 】

(第 4 の実施の形態)

図 9 は、本発明の第 4 の実施の形態を示す。

【 0 0 3 0 】

本実施の形態の振動体は図 8 と同様の外観形状に形成されているが永久磁石で構成され、ステンレス製球殻状の移動体 4 は永久磁石製の弾性体 1 の下面から加圧接触しており、弾性体 1 に発生させる振動により 3 軸方向に回転運動を行う。

【 0 0 3 1 】

また、弾性体 1 の外周側面にはピン状またはフランジ状の支持部材 7 が径方向外方向に突出しており、支持部材 7 が固定台 8 に支持されている。

【 0 0 3 2 】

一方、移動体 4 の内部には機能部材が包含される。本実施の形態ではレンズ 9、画像センサー 10 が配置されており、入出力用の配線 11 が移動体 4 の一部に設けられた穴を貫通している。

【 0 0 3 3 】

12 は移動体 4 の外周面に向けて発光する LED、13 は LED 12 の移動体 4 からの反射光を受光する CCD で、球状体の移動体 4 の位置検出センサーを構成しており、移動体 4 の球状の外周面からの反射光の強度分布パターンが移動体 4 の移動によって変化するのを検出・信号処理して 3 軸方向における移動体 4 の移動量を検出している。

【 0 0 3 4 】

(第 5 の実施の形態)

図 10、13 は本発明の第 5 の実施の形態を示す。

【 0 0 3 5 】

図 10 は弾性体 1 に接着される圧電素子の電極パターン、図 13 は振動体の外観斜視図を示す。

【 0 0 3 6 】

外側パターンは面内振動励振用の電極で、外周側に設けた電極 2 s 1, 2 s 2, 2 c 1,

10

20

30

40

50

2 c 2 は面内振動の半波長の長さであり、周方向で隣り合う電極は逆向きに分極処理されていて、駆動時には同一方向の交流電界が印加される。また、2 h 1, 2 h 2 は駆動に利用しない電極で、前者は 1 / 4 波長、後者は 3 / 4 波長の長さである。

【 0 0 3 7 】

したがって、電極 2 s 1、2 s 2 と電極 2 c 1、2 c 2 は空間的に 90 度の空間的位相差を有している。

【 0 0 3 8 】

また、内周側パターンは面外振動励振用の電極で、電極 2 a 1 ~ 2 a 4 の全てが面外振動の半波長の長さである。

【 0 0 3 9 】

尚、本実施の形態では、面内振動用の電極を外側に、面外振動用の電極を内周側に設けたが、内外逆でも良く、また、一枚の圧電素子に面外振動用および面内振動用の電極を形成せず、圧電素子を多層にして、面内振動用及び面外振動用の各層を設けたり、さらには、空間的位相の異なるものを別層に分けても良い。

【 0 0 4 0 】

なお、弾性体の底面に配置した圧電素子による面内振動は、面外振動に比べて小変位となりやすいので、面内振動励振用の圧電素子面積を面外振動励振用の圧電素子面積に比べて大きく、又は層数を多くとっても良い。

【 0 0 4 1 】

ところで、図 10 に示す電極パターンにおいて、外周側の面内振動励振用の電極 2 s 1、2 s 2、2 c 1、2 c 2 は、空間的に 90 度の位相差をもった 2 つの面内振動を励起するものであり、両振動間に 90 度の時間的位相差を与えれば、面内振動は振動体上を進行する。

【 0 0 4 2 】

このとき、図 13 に示すように、突起部には周上同方向の楕円運動を生ずるから、リングの上内周部に接触した球状移動体を振動体の軸回りに摩擦駆動することができる。

【 0 0 4 3 】

したがって、電極 2 s 1、2 s 2 及び 2 a 1 ~ 2 a 4 を駆動することで、x 軸まわりの回転運動、電極 2 c 1、2 c 2 及び 2 a 1 ~ 2 a 4 を駆動することで y 軸回りの回転運動、又、電極 2 s 1、2 s 2 及び 2 c 1、2 c 2 を駆動することで z 軸回りの回転運動を行う 3 自由度の振動波モータが実現できる。

【 0 0 4 4 】

(第 6 の実施の形態)

図 11 は本発明の第 6 の実施の形態を示す。

【 0 0 4 5 】

図 11 に示す本実施の形態の振動体は、円環形状に形成されたもので、円環形状の弾性体 1 の上面には突起部 3 が内周方向 (径方向内側) に向けて突出するように設けられている。この振動体は、x 方向、又は y 方向に駆動することを目的としたもので、突起部 3 は弾性を有するバネであるが、弾性体 1 の径方向に硬く、周方向に柔らかくなるよう構成されている。即ち、突起部 3 は駆動方向に硬く、これと直角な方向に柔らかいバネである。

【 0 0 4 6 】

図 12 は面内振動の変位分布を上面から見たものであるが、弾性体 1 の径方向中央部においては面内振動の節部における弾性体周方向の変位径は零であるが、曲げ変形に伴う回転により弾性体 1 の内周部又は外周部において、さらには、図 11 で説明したように、内径方向または外径方向に接触用の突起部が張り出している場合には、面内振動により周方向に変位する。そこで、周方向にバネ性を与えて、バネの変形により移動体の駆動に寄与しない不要な滑りを防止している。

【 0 0 4 7 】

(第 7 の実施の形態)

図 14 は本発明の第 7 の実施の形態を示す。本実施の形態は、球殻に形成された移動体

10

20

30

40

50

4の内側で振動体と接触するようにしたものである。弾性体1の上面には径方向外方向に延びる突起部3が周方向に等間隔で4箇所設けられ、この4箇所の突起部3が移動体4の内周面と接触している。また、弾性体1の内周側には薄板からなるフランジ状の支持板14が形成されている。この支持板14は中心部に形成された穴部が振動体固定台15のボルト部に嵌合され、ナット16を該ボルト部に締め付けることにより、振動体を振動体固定台15に固定している。

【0048】

このような構成をとると、振動体1の内径側に薄板フランジ状の支持板14を設けることが可能で、振動体1をこの中心部で固定できるため、コンパクトに振動体を支持することができる。

10

【0049】

(第8、第9の実施の形態)

図15は第8、第9の実施の形態を示す。

【0050】

図15(a)に示す第8の実施の形態は、外周側に設けた面内振動用の圧電素子5で振動体に面内振動5次、内周側に設けた面外振動用の圧電素子6で面外振動4次の振動を発生させており、第1の実施の形態と同様のモータができる。この場合には、突起部3eと3fで面内振動の位相は反転しているため、移動体との接触もこれに同期して反転する。しかし、楕円運動の向きは等しく、移動体はy方向へ駆動される。

【0051】

20

この構成では、リング径が大きく、2次・3次といった低次の固有振動数が可聴域に入ってしまう場合には、このように適宜高次の振動を用いれば良い。

【0052】

図15(b)に示す第9の実施の形態は、外周側に設けた面内振動用の圧電素子5で振動体に面内振動2次、内周側に設けた面外振動用の圧電素子で面外振動3次の振動を形成するようにしたもので、y方向に突起部3iと3jが形成されている。x軸上に面外振動の腹が存在しないため、x方向の駆動はできないが、y方向へ駆動することができる。

【0053】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、複数の突起部のうち、一部の突起部を面内方向及び面外方向の振動の腹となる位置に設け、他の突起部を一方の振動の腹となる位置であって、他方の振動の節となる位置に設けることで、一方の突起部に円又は楕円運動を生じさせて移動体を駆動する際に、他の突起部により移動体の駆動が抑止されるのを低減でき、振動波駆動装置の駆動効率を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る振動体の斜視図

【図2】従来図

【図3】振動モード図

【図4】本発明に係る振動波モータの縦断面図

【図5】振動モードの位相図

40

【図6】本発明に係る振動体の斜視図

【図7】本発明に係る振動体の縦断面図及び上面図

【図8】本発明に係る振動体および移動体の縦断面図及び振動体の上面図

【図9】本発明の他の実施の形態

【図10】圧電素子の電極パターン

【図11】本発明の他の実施の形態

【図12】振動モード図

【図13】本発明に係る振動体の斜視図

【図14】本発明の他の実施の形態

【図15】本発明の他の実施の形態

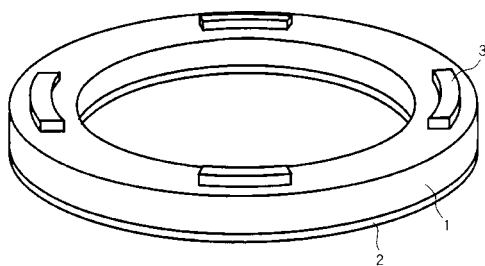
50

【符号の説明】

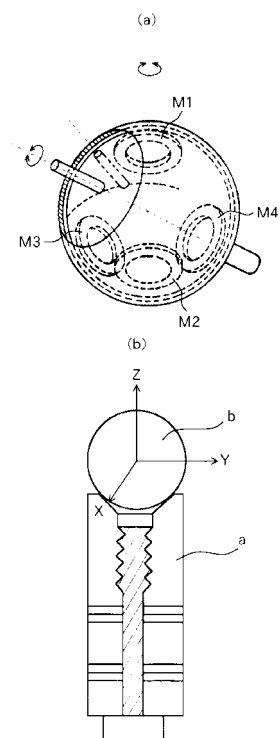
- 1 弾性体
- 2 圧電素子
- 3 突起部
- 4 移動体
- 7 支持部材
- 8 固定台
- 9 レンズ
- 10 画像センサー
- 11 入出力用の配線
- 12 LED
- 13 CCD
- 14 支持板
- 15 固定台
- 16 ナット

10

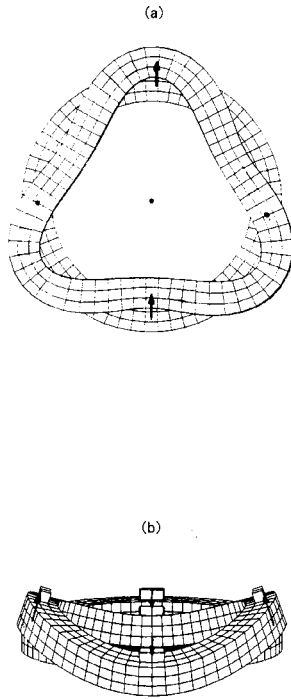
【図 1】



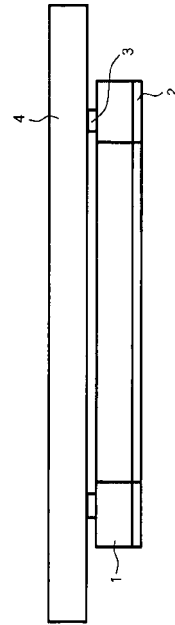
【図 2】



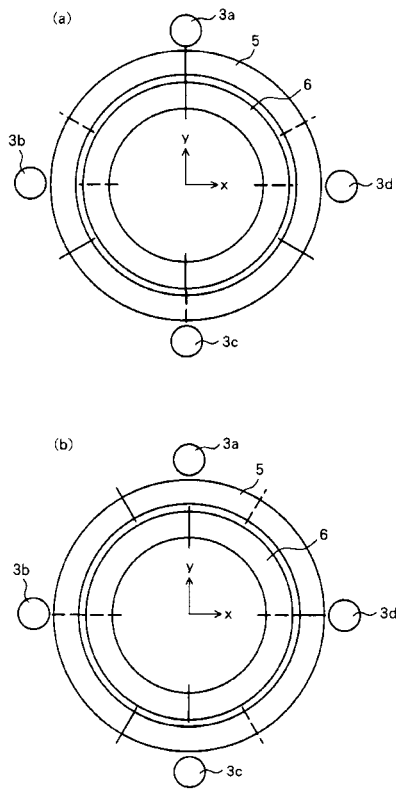
【図 3】



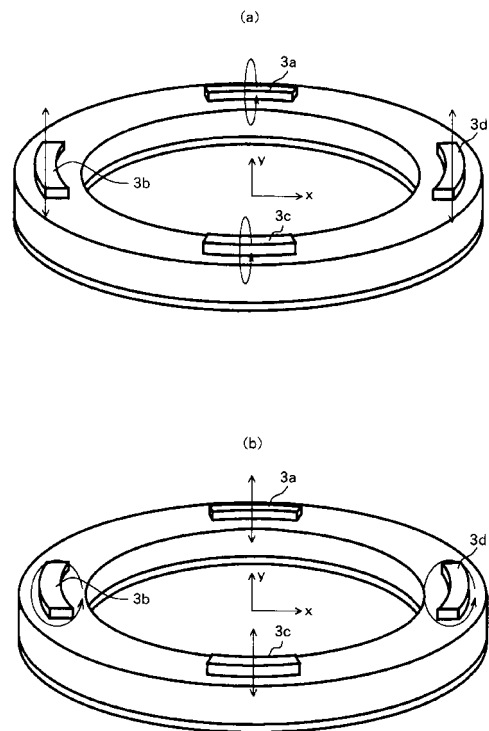
【図 4】



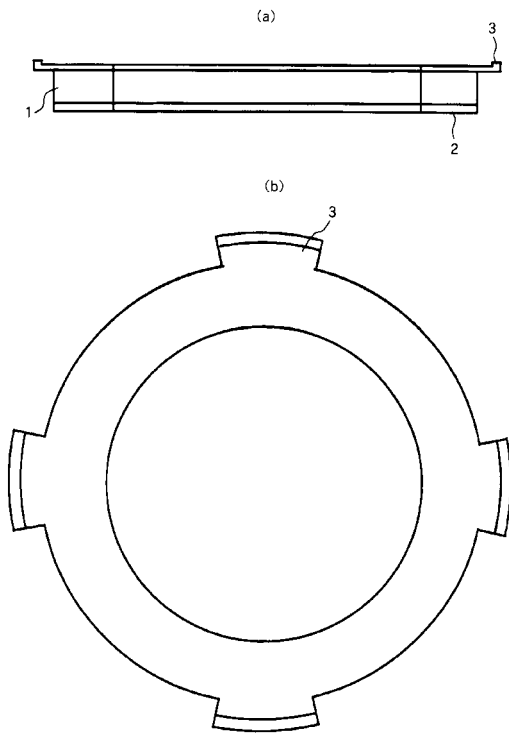
【図 5】



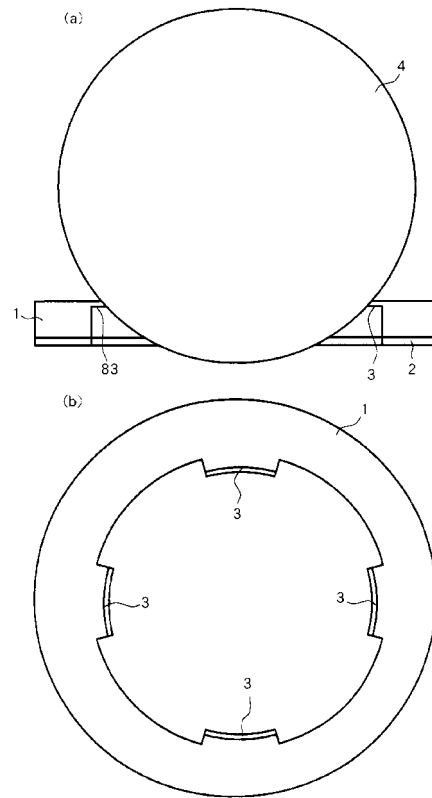
【図 6】



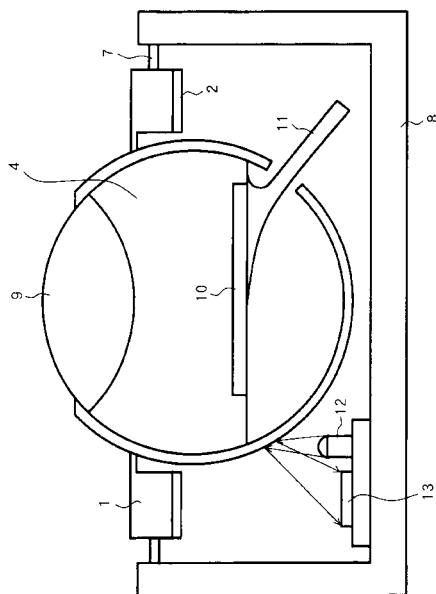
【図 7】



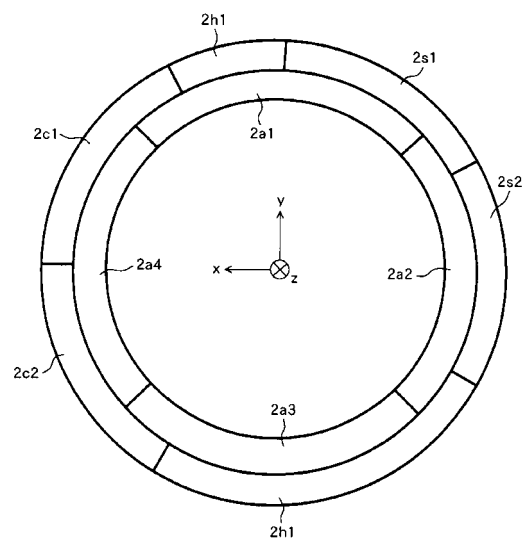
【図 8】



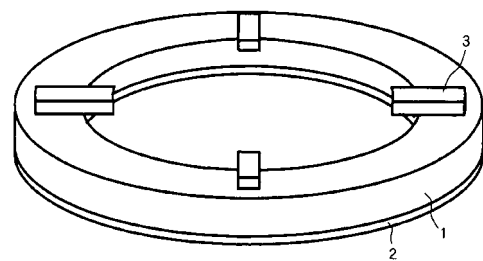
【図 9】



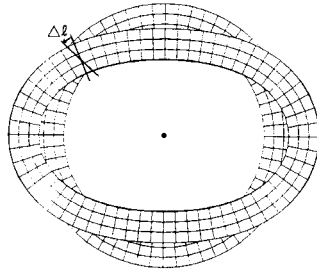
【図 10】



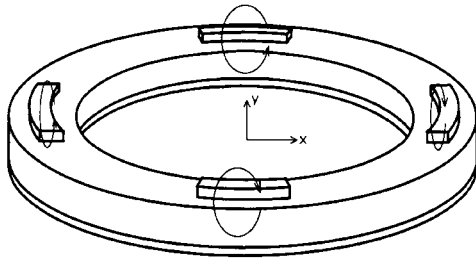
【図 11】



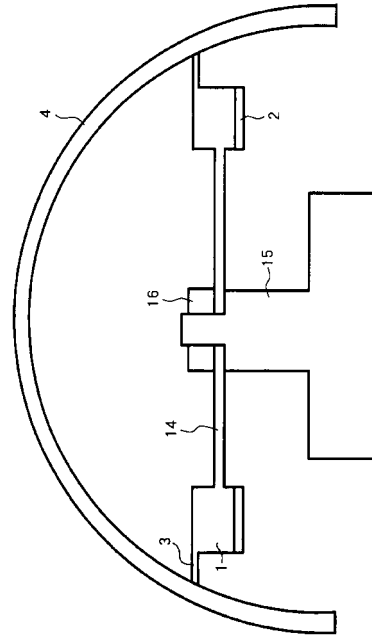
【図 12】



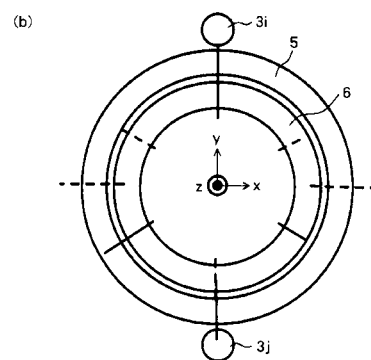
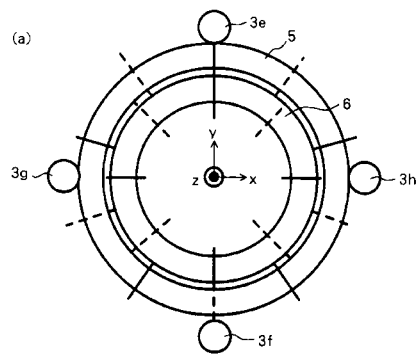
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 9 - 0 9 3 9 6 2 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 9 7 0 8 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 2 0 8 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H02N 2/00-2/16