

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-17909

(P2014-17909A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl.  
H02N 2/00 (2006.01)

F I  
H02N 2/00 C

テーマコード(参考)  
5H680

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-151991 (P2012-151991)  
(22) 出願日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
(74) 代理人 100092576  
弁理士 鎌田 久男  
(72) 発明者 芦沢 隆利  
東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
株式会社ニコン内  
Fターム(参考) 5H680 BB02 BB12 BC01 CC04 DD02  
DD12 DD23 DD65 EE03

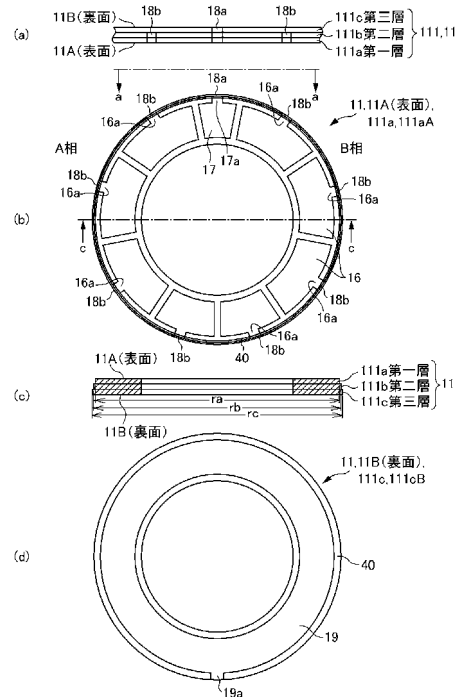
(54) 【発明の名称】 振動波モータ及びレンズ鏡筒

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成且つ低電圧で駆動可能な振動波モータを提供する。

【解決手段】本発明の振動波モータ1は、駆動信号により振動が発生される電気機械変換素子の積層体11と、積層体に接合される接合面12f、及び接合面の反対側に設けられ、振動によって進行性の振動波を生じる駆動面12a、を有する弾性体12と、駆動面に加圧接触され、振動波によって駆動される相對運動部材20と、を備え、積層体は、電気機械変換素子の単層体111が、弾性体12の厚さ方向へ、複数積層されたものであり、積層体を接合面と平行な一方の面側からみたときに、後方の単層体において前方の単層体と重ならず表面が露出している露出部40b、40cが存在し、該露出部は段階状に連続し、その連続する露出部に単層体間の導通部18a、18bが形成されていること、を特徴とする。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

駆動信号により振動が発生される電気機械変換素子の積層体と、  
 前記積層体に接合される接合面、及び該接合面の反対側に設けられ、前記振動によって進行性の振動波を生じる駆動面、を有する弾性体と、  
 前記駆動面に加圧接触され、前記振動波によって駆動される相對運動部材と、を備え、  
 前記積層体は、前記電気機械変換素子の単層体が、前記弾性体の厚さ方向へ、複数積層されたものであり、  
 前記積層体を前記接合面と平行な一方の面側からみたときに、後方の単層体において前方の単層体と重ならず表面が露出している露出部が存在し、該露出部は段階状に連続し、  
 その連続する露出部に前記単層体間の導通部が形成されていること、  
 を特徴とする振動波モータ。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の振動波モータにおいて、  
 前記単層体は円環形状であり、前記露出部は、円環の外周側または内周側に形成されていること、  
 を特徴とする振動波モータ。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の振動波モータにおいて、  
 前記単層体は外周側または内周側の径が互いに異なり、該径の異なる前記単層体を積層させることにより、前記露出部が段階状に形成されていること、  
 を特徴とする振動波モータ。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の振動波モータにおいて、  
 前記単層体には、それぞれ第 1 切欠き部が設けられており、前記単層体を積層させる際に、該第 1 切欠き部の位置が互いにずれることにより、前記露出部が段階状に形成されていること、  
 を特徴とする振動波モータ。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の振動波モータにおいて、  
 前記単層体には、前記第 1 切欠き部とは異なる第 2 切欠き部が設けられており、  
 前記第 1 切欠き部と前記第 2 切欠き部との間の距離は、前記単層体によって異なり、  
 前記単層体を積層させる際に、前記第 2 切欠き部が前記厚さ方向に整列するように前記単層体を並べることにより、前記第 1 切欠きの縁部において前記露出部が段階状に形成されること、  
 を特徴とする振動波モータ。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の振動波モータを備えるレンズ鏡筒。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は振動波モータ及びレンズ鏡筒に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

撮影装置のレンズ等に用いられる振動波モータの振動子は、金属製の弾性体と圧電体から構成され、圧電体は一層であることが一般的である。このような一層の圧電素子を用いた超音波モータを実用的な出力で駆動するには、数十ボルトの高周波電圧が必要である。このため、撮影装置の電池の電圧では不十分で、昇圧回路を備えるものがある。しかし、昇圧回路はコストアップや装置大型化の問題が生じるため、圧電体を積層化することで、

50

高電圧を確保している振動波モータもある（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 7 - 213081 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記文献の積層化された圧電体では、各層の電極パターンが異なるため複雑化する。また、弾性体に接合する側の層と反接合側の層と分極されておらず、これらの分極されていない層が振動波の励振を阻害するといった課題もある。

10

【0005】

本発明では、簡単な構成且つ低電圧で駆動可能な振動波モータ及びレンズ鏡筒を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、以下のような解決手段により前記課題を解決する。なお、理解を容易にするために、本発明の実施形態に対応する符号を付して説明するが、これに限定されるものではない。

請求項 1 に記載の発明は、駆動信号により振動が発生される電気機械変換素子の積層体（11, 11', 213）と、前記積層体（11, 11', 213）に接合される接合面（12f）、及び該接合面（12f）の反対側に設けられ、前記振動によって進行性の振動波を生じる駆動面（12a）、を有する弾性体（12, 214）と、前記駆動面（12a）に加圧接触され、前記振動波によって駆動される相對運動部材（20, 220）と、を備え、前記積層体（11, 11', 213）は、前記電気機械変換素子の単層体（111, 111a, 111b, 111c）が、前記弾性体（12, 214）の厚さ方向へ、複数積層されたものであり、前記積層体（11, 11', 213）を前記接合面（12f）と平行な一方の面側からみたときに、後方の単層体（111, 111a, 111b, 111c）において前方の単層体（111, 111a, 111b, 111c）と重ならず表面が露出している露出部（40b, 40c）が存在し、該露出部（40b, 40c）は段階状に連続し、その連続する露出部（40b, 40c）に前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）間の導通部（18a, 18b）が形成されていること、を特徴とする振動波モータ（1, 210）である。

20

30

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の振動波モータ（1, 210）において、前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）は円環形状であり、前記露出部（40b, 40c）は、円環の外周側または内周側に形成されていること、を特徴とする振動波モータ（1, 210）である。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の振動波モータ（1, 210）において、前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）は外周側または内周側の径が互いに異なり、該径の異なる前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）を積層させることにより、前記露出部（40b, 40c）が段階状に形成されていること、を特徴とする振動波モータ（1, 210）である。

40

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の振動波モータ（1, 210）において、前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）には、それぞれ第 1 切欠き部（50）が設けられており、前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）を積層させる際に、該第 1 切欠き部（50）の位置が互いにずれることにより、前記露出部が段階状に形成されていること、を特徴とする振動波モータ（1, 210）である。

請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 に記載の振動波モータ（1, 210）において、前記単層体（111, 111a, 111b, 111c）には、前記第 1 切欠き部（50）とは異なる第 2 切欠き部（51）が設けられており、前記第 1 切欠き部（50）と前記第 2

50

切欠き部(51)との間の距離は、前記単層体(111, 111a, 111b, 111c)によって異なり、前記単層体(111, 111a, 111b, 111c)を積層させる際に、前記第2切欠き部(51)が前記厚さ方向に整列するように前記単層体(111, 111a, 111b, 111c)を並べることにより、前記第1切欠きの縁部において前記露出部(40b, 40c)が段階状に形成されること、を特徴とする振動波モータ(1, 210)である。

請求項6に記載の発明は、請求項1~5のいずれか1項に記載の振動波モータを備えるレンズ鏡筒である。

【0007】

なお、符号を付して説明した構成は、適宜改良してもよく、また、少なくとも一部を他の構成物に代替してもよい。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、簡単な構成且つ低電圧で駆動可能な振動波モータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施形態の振動波モータを説明する図である。

【図2】第1実施形態の振動波モータの駆動装置を説明するブロック図である。

【図3】第1実施形態の振動波モータを搭載したレンズ鏡筒を示す図である。

20

【図4】第1実施形態の圧電体を説明する図であり、(a)は圧電体の側面図、(b)は圧電体の表面を示した図、(c)は圧電体の断面図、(d)は圧電体の裏面を示した図である。

【図5】圧電体を含む弾性体を説明する図であり、(a)は側面図、(b)は表面側から見た図である。

【図6】単層圧電体それぞれの電極パターンを説明する図であり、(a)は単層圧電体それぞれの表裏面の電極パターンを示した図であり、(b)は積層圧電体における単層圧電体それぞれの分極方向を示した図である。

【図7】積層圧電体の段階状部分の拡大図であり、(a)は、後述の共通電極の導通部が設けられている部分、(b)は後述の印加電極の導通部が設けられている部分の図である。

30

【図8】印加電圧による圧電体の伸縮を示した図であり、(a)は印加電圧がプラスの場合、(b)は印加電圧がマイナスの場合を示した図である。

【図9】第2実施形態の圧電体を説明する図であり、(a)は圧電体の側面図、(b)は圧電体の表面を示した図、(c)は圧電体の断面図、(d)は圧電体の裏面を示した図、(e)は(b)の点線の丸で囲った部分の拡大図である。

【図10】本発明の第3実施形態のレンズ鏡筒を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(第1実施形態)

40

以下、本発明にかかる振動波モータ1の実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明の第1実施形態の振動波モータ1を説明する図である。

本実施形態では振動子10側を固定とし、移動子(相対運動部材)20を駆動する様になっている。

移動子20は、アルミニウム等の軽金属からなり、摺動面の表面には耐摩耗性向上のための表面処理が成されている。

【0011】

振動子10は、後で説明する様に電気エネルギーを機械エネルギーに変換する圧電素子や電歪素子等を例とした電気機械変換素子(以下、圧電体と称する)11と、圧電体11

50

が接合された弾性体 1 2 と、から構成され、振動子 1 0 には進行性振動波が発生する。

【 0 0 1 2 】

弾性体 1 2 は、共振先鋭度が大きな金属材料から成り、形状は円環形状である。

弾性体 1 2 の一面（接合面 1 2 f）には圧電体 1 1 が接合され、その一面と反対側は溝 1 2 b が切られている。そして、突起部分（溝 1 2 b が無い箇所）1 2 c の先端は駆動面 1 2 a となって移動子 2 0 に加圧接触される。

弾性体 1 2 の溝 1 2 b が切られていない部分はベース部 1 2 d であり、ベース部 1 2 d から内径側にフランジ 1 2 e が伸延されている。フランジ 1 2 e の最内径部は、固定部材 1 3 に固定されている。

弾性体 1 2 の突起部分 1 2 c には、全体を覆う様にして塗装膜や潤滑メッキ等の摺動部材が施されている。

10

【 0 0 1 3 】

圧電体 1 1 は、後に詳述するが、弾性体 1 2 の接着面と反対側の面（FPC 側の面、反接合面、以後、この面を表面という）には、電極が配置され、それは円周方向に沿って 2 つの相（A 相、B 相）に分かれた 2 群構造となっている。

各相においては、1 / 2 波長毎に交互に分極され、A 相と B 相との間には 1 / 4 波長分間隔があくように電極が配置されている。

【 0 0 1 4 】

出力軸 2 1 は、ゴム部材 2 2 と出力軸 2 1 の D カットにはまるように挿入されたストッパ部材 2 3 を介して移動子 2 0 に結合されている。そして、出力軸 2 1 とストッパ部材 2 3 は E クリップ 2 4 等により固定され、移動子 2 0 と一体に回転する様にされている。

20

ストッパ部材 2 3 と移動子 2 0 との間のゴム部材 2 2 は、ゴムによる粘着性で移動子 2 0 とストッパ部材 2 3 と結合する機能があり、かつ移動子 2 0 からの振動を出力軸 2 1 へ伝えないための振動吸収との機能があるブチルゴム等が好適である。

加圧部材 2 5 は、出力軸 2 1 の出力ギア 4 1 とベアリング 2 7 との間に設けられている。この様な構造により、移動子 2 0 は弾性体 1 2 の駆動面 1 2 a に加圧接触する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、第 1 実施形態の振動波モータ 1 の駆動装置 3 0 を説明するブロック図である。

まず、振動波モータ 1 の駆動 / 制御部 3 1 について説明する。

30

発振部 3 2 は、制御部 3 1 の指令により所望の周波数の駆動信号を発生する。

移相部 3 3 は、発振部 3 2 で発生した駆動信号を位相の異なる 2 つの駆動信号に分ける。

【 0 0 1 6 】

増幅部 3 4 は、移相部 3 3 によって分けられた 2 つの駆動信号をそれぞれ所望の電圧に昇圧する。

増幅部 3 4 からの駆動信号は、振動波モータ 1 に伝達され、この駆動信号の印加により振動子 1 0 に進行波が発生し、移動子 2 0 が駆動される。

回転検出部 3 5 は、光学式エンコーダや磁気エンコーダ等により構成され、移動子 2 0 の駆動によって駆動された駆動物の位置や速度を検出し、検出値を電気信号として制御部 3 1 に伝達する。

40

【 0 0 1 7 】

制御部 3 1 は、レンズ鏡筒 1 1 0 内またはカメラ本体の CPU 3 6 からの駆動指令を基に振動波モータ 1 の駆動を制御する。制御部 3 1 は、回転検出部 3 5 からの検出信号を受け、その値を基に、位置情報と速度情報を得て、目標位置に位置決めされるように発振部 3 2 の周波数を制御する。

【 0 0 1 8 】

次に、第 1 実施形態の振動波モータ 1 の動作を説明する。

制御部 3 1 から駆動指令が発令されると、発振部 3 2 は駆動信号を発生させる。

その駆動信号は移相部 3 3 により 90 度位相の異なる 2 つの駆動信号に分割され、増幅

50

部 3 4 により所望の電圧に増幅される。

増幅された駆動信号は、振動波モータ 1 の圧電体 1 1 に印加され、圧電体 1 1 は励振（振動）される。その圧電体 1 1 の励振によって、弾性体 1 2 には 4 次の曲げ振動が発生する。圧電体 1 1 は A 相と B 相とに分けられており、駆動信号はそれぞれ A 相と B 相に印加される。

【 0 0 1 9 】

A 相から発生する 4 次曲げ振動と B 相から発生する 4 次曲げ振動とは位置的な位相が 1 / 4 波長ずれるようになっている。また、A 相駆動信号と B 相駆動信号とは 9 0 度位相がずれているため、2 つの曲げ振動は合成され、4 波の進行波となる。

【 0 0 2 0 】

進行波の波頭には楕円運動が生じる。従って、駆動面 1 2 a に加圧接触された移動子 2 0 は、この楕円運動によって摩擦的に駆動される。

移動子 2 0 の駆動により駆動された駆動体には、光学式エンコ - ダが配置されていて、そこから、電気パルスが発生し、制御部 3 1 に伝達される。制御部 3 1 は、この信号を基に、現在の位置と現在の速度を得ることが可能となる。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、第 1 実施形態の振動波モータ 1 を搭載したレンズ鏡筒 1 1 0 を示す図である。

振動波モータ 1 はギアユニットモジュール 1 1 3 に取り付けられ、ギアユニットモジュール 1 1 3 はレンズ鏡筒 1 1 0 鏡筒の固定筒 1 1 4 に取り付けられている。

振動波モータ 1 の出力ギア 4 1 は、ギアユニットモジュール 1 1 3 の減速ギア 1 1 5 を介して、カム環 1 1 6 に回転運動が伝達され、カム環 1 1 6 は回転駆動する。

カム環 1 1 6 には、周方向に対して斜めにキー溝 1 1 7 が切られており、該キー溝 1 1 7 に固定ピン 1 1 8 が挿入された A F 環 1 1 9 は、カム環 1 1 6 が回転駆動することにより、光軸 O A 方向に直進方向に駆動され、所望の位置に停止できる様にされている。

回路 1 2 1 は、レンズ鏡筒 1 1 0 の外側固定筒 1 1 4 a と内側固定筒 1 1 4 b との間に設けられ、振動波モータ 1 の駆動、制御、回転数の検出、振動センサーの検出等を行う。

【 0 0 2 2 】

次に、圧電体 1 1 について詳述する。

図 4 は、第 1 実施形態の圧電体 1 1 を説明する図である。図 4 ( a ) は圧電体 1 1 の側面図（振動波モータ 1 の加圧方向と直交する方向から見た図）の一部である。図 4 ( b ) は圧電体 1 1 の表面 1 1 A を示した図であり、( a ) は ( b ) の a - a 方向から見た図である。図 4 ( c ) は ( b ) の c - c 断面図である。図 4 ( d ) は圧電体 1 1 の裏面 1 1 B を示した図である。

図 5 は、圧電体 1 1 と弾性体 1 2 とを含む振動子 1 0 を説明する図である。図 5 ( a ) は側面図であり、図 5 ( b ) は表面側から見た図である。

【 0 0 2 3 】

圧電体 1 1 の素地は、P Z T と呼ばれるチタン酸ジルコン酸鉛、または、近年では環境問題から鉛フリーの材料であるチタン酸バリウム、チタン酸ビスマスナトリウム、チタン酸ビスマスカリウム等から構成されている。

圧電体 1 1 の素地の表面 1 1 A には、電極が配置され、銀ペーストが印刷されている。電極は N i P や金等の金属メッキでも良い。

【 0 0 2 4 】

また、圧電体 1 1 は、図 4 ( a ) , ( c ) , 図 5 に示すように、単層圧電体 1 1 1 ( 第 1 層圧電体 1 1 1 a 、第 2 層圧電体 1 1 1 b 及び第 3 層圧電体 1 1 1 c ) を複数層（本実施形態では 3 層）積層したものである。以下、圧電体 1 1 を、単層圧電体 1 1 1 と区別するために、適宜、積層圧電体 1 1 という。

第 1 層圧電体 1 1 1 a 、第 2 層圧電体 1 1 1 b 及び第 3 層圧電体 1 1 1 c は、この順で、積層圧電体 1 1 の表面 1 1 A 側から並んでいる。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、単層圧電体 1 1 1 それぞれの電極パターンを説明する図である。図 6 ( a ) は

10

20

30

40

50

単層圧電体 1 1 1 それぞれの表裏面の電極パターンを示した図であり、図 6 ( b ) は積層圧電体 1 1 における単層圧電体 1 1 1 それぞれの分極方向を示した図である。

【 0 0 2 6 】

図 6 に示すように、第 1 層圧電体 1 1 1 a の表面 1 1 1 a A、第 2 層圧電体 1 1 1 a の裏面 1 1 1 b B、第 3 層圧電体 1 1 1 c の表面 1 1 1 c A には、印加電極パターン 1 6 が形成され、それは円周方向に沿って 2 つの相 ( A 相、 B 相 ) に分かれている。

各相においては、 1 / 2 波長毎に交互に分極され、 A 相と B 相との間には 1 / 4 波長分間隔があくように、電極パターン 1 7 が配置されている。

【 0 0 2 7 】

第 1 層圧電体 1 1 1 a の裏面 1 1 1 a B、第 2 層圧電体 1 1 1 b の表面 1 1 1 b A、第 3 層圧電体 1 1 1 c の裏面 1 1 1 c B には、分割した電極パターン 1 6 ではなく、 2 つの駆動信号の相 ( A 相、 B 相 ) の共通電極とする共通電極パターン 1 9 が形成されている。

【 0 0 2 8 】

そして、第 1 層圧電体 1 1 1 a の裏面 1 1 1 a B と第 2 層圧電体 1 1 1 b の表面 1 1 1 b A とは貼り合わされ、第 2 層圧電体 1 1 1 b の裏面 1 1 1 b B と第 3 層圧電体 1 1 1 c の表面 1 1 1 c A とは貼り合わされ、積層圧電体 1 1 が形成されている。

【 0 0 2 9 】

第 1 層圧電体 1 1 1 a の表面 1 1 1 a A は、積層圧電体 1 1 全体としての表面 1 1 A となり、第 3 層圧電体 1 1 1 c の裏面 1 1 1 c B は、積層圧電体 1 1 全体としての裏面 1 1 B となる。

積層圧電体 1 1 としての表面 1 1 A には、図 5 ( a ) , ( b ) に示すように駆動信号を伝達するためにフレキシブルプリント基板 ( F P C ) 1 4 が接着剤 1 8 で接着されている。接着剤 1 8 は、弾性体 1 2 及び圧電体 1 1 の側面から F P C 1 4 まで延びるように塗布されて、接着強度が補強されている。

また、積層圧電体 1 1 としての裏面 1 1 B は、常温硬化性の接着剤により弾性体 1 2 に接合されている。

【 0 0 3 0 】

図 6 ( b ) に示すように、各層 ( 第 1 層圧電体 1 1 1 a , 第 2 層圧電体 1 1 1 b , 第 3 層圧電体 1 1 1 c ) の分極は、奇数層の接合面 ( 弾性体側の面、以後、こちら側を裏面という ) 側から表面側への分極方向と、偶数層の裏面側から表面側へ分極方向が反対となっている。

【 0 0 3 1 】

すなわち、図 6 ( b ) に示す領域 P における第 1 層圧電体 1 1 1 a において、裏面 1 1 1 a B 側から表面 1 1 1 a A 側へ向かう分極方向だった場合 ( この方向を + 方向とする ) 、第 2 層圧電体 1 1 1 b では、表面 1 1 1 b A から裏面 1 1 1 b B へ向かう分極方向 ( - 方向 ) となり、さらに第 3 層圧電体 1 1 1 c では、裏面 1 1 1 c B から表面 1 1 1 c A へ向かう分極方向 ( + 方向 ) となる。すなわち、分極方向が圧電体の厚さ方向に沿って + - + となる。

また、領域 P と隣接する領域 Q では、領域 P と分極方向が逆で、圧電体の厚さ方向に沿って - + - となる。

【 0 0 3 2 】

また、上記の様な電極および分極の構成において、圧電体 1 1 における単層圧電体 1 1 1 の積層数は奇数となる。すなわち、第 1 層の分極方向と最終層の分極方向とが同じになるので、単層圧電体 1 1 1 の数は奇数となる。

【 0 0 3 3 】

奇数層の裏面側の電極パターンと偶数層の表側の電極パターンとは、同じ電極パターンとなり、偶数層の裏面側の電極パターンと奇数層の表面側の電極パターンとは、同じ電極パターンとなる。

【 0 0 3 4 】

すなわち、奇数層 ( 本実施形態では第 1 層圧電体 1 1 1 a と第 3 層圧電体 1 1 1 c ) の

10

20

30

40

50

裏面 1 1 1 a B , 1 1 1 c B と偶数層 ( 本実施形態では第 2 層圧電体 1 1 1 b ) の表面 1 1 1 b A の電極パターンは同じとなる。

本実施形態においてはこれらの面には、円周方向に沿って 2 つの駆動信号の相 ( A 相、B 相 ) に分かれ、各相においては、1 / 2 波長毎に交互に図の様に分極され、A 相と B 相との間には 1 / 4 波長分間隔が空く様に印加電極パターン 1 6 が配置されている。

【 0 0 3 5 】

また、奇数層 ( 本実施形態では第 1 層圧電体 1 1 1 a と第 3 層圧電体 1 1 1 c ) の表面 1 1 1 a A , 1 1 1 c A と偶数層 ( 本実施形態では第 2 層圧電体 1 1 1 b ) の裏面 1 1 1 b B の電極パターンは同じとなる。本実施形態においては、分割した印加電極パターン 1 6 ではなく、2 つの駆動信号の相 ( A 相、B 相 ) の共通電極パターン 1 9 が形成されている。

10

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態では、説明を簡単にするため、3 層を例としたが、5 層、7 層、9 層・・・と、奇数の積層数なら同様の構成とすることができる。

また、進行波の波数を 4 波として説明したが、5 波、6 波、7 波・・・と、どのような波数でも良い。

【 0 0 3 7 】

ここで、図 4 ( a ) , ( c ) , 図 5 に示すように、単層圧電体 1 1 1 ( 第 1 層圧電体 1 1 1 a , 第 2 層圧電体 1 1 1 b 及び第 3 層圧電体 1 1 1 c ) は、それぞれ円環形状を有している。その外径は、それぞれ異なり、第 1 層圧電体 1 1 1 a , 第 2 層圧電体 1 1 1 b 及び第 3 層圧電体 1 1 1 c の順に外径が小さくなっている。

20

すなわち、図 4 ( c ) に示すように、第 1 層圧電体 1 1 1 a の外径  $r_a$  , 第 2 層圧電体 1 1 1 b の外径  $r_b$  及び第 3 層圧電体 1 1 1 c の外径  $r_c$  とすると、 $r_a < r_b < r_c$  となっている。なお、本実施形態で内径は同一である。

【 0 0 3 8 】

このため、図 4 ( c )、図 5 に示すように、積層圧電体 1 1 としてみたときに、断面図における外径側は段階状になっている。図 7 は、積層圧電体 1 1 の段階状部分の拡大図である。図 7 ( a ) は、後述の共通導通部 1 8 a が設けられている部分、図 7 ( b ) は後述の印加導通部 1 8 b が設けられている部分である。

そして、第 1 層圧電体 1 1 1 a の表面 1 1 A 側から見たときに、第 2 層圧電体 1 1 1 b の表面 1 1 A の外周側は、第 1 層圧電体 1 1 1 a と重ならず露出した露出部 4 0 b となっている。さらに第 3 層圧電体 1 1 1 c の外周側は、第 2 層圧電体 1 1 1 b と重ならず露出した露出部 4 0 c となっている。

30

【 0 0 3 9 】

また、図 4 ( b ) , ( c ) , 図 7 に示すように、それぞれの電極パターン 1 6 , 1 7 , 1 9 は、円環の外縁と内縁とから離間して形成されている。そして、この円環の外縁と電極パターン 1 6 , 1 7 , 1 9 との間の離間している部分の一部が、上述の露出部 4 0 b , 4 0 c となる。

【 0 0 4 0 】

本実施形態において、この離間部分 ( 露出部 4 0 b , 4 0 c ) には、それぞれの電極パターン 1 6 , 1 7 , 1 9 から外縁まで延びる延伸部 1 6 a , 1 7 a , 1 9 a が形成されている。

40

【 0 0 4 1 】

そして、図 7 ( a ) に示すように、第 1 層圧電体 1 1 1 a の表面 1 1 1 a A の電極パターン 1 7 と、第 1 層圧電体 1 1 1 a の延伸部 1 7 a と、第 1 層圧電体 1 1 1 a の側面 1 1 1 a s と、第 2 層圧電体 1 1 1 b の表面 1 1 1 b A の延伸部 1 9 a ( 露出部 4 0 b ) と、第 2 層圧電体 1 1 1 b の側面 1 1 1 b s と、第 3 層圧電体 1 1 1 c の表面 1 1 1 c A の延伸部 1 7 a ( 露出部 4 0 c ) と、第 3 層圧電体 1 1 1 c の側面 1 1 1 c s と、共通電極パターン 1 9 とを接続するように共通導通部 1 8 a が延びている。なお共通導通部 1 8 a は、例えば導電性塗料を塗布することで形成される。

50

## 【0042】

ここで、第2層圧電体111bの表面111bAの延伸部19aは、第2層圧電体111bの表面111bAの共通電極パターン19と、第1層圧電体111aの裏面111bBの共通電極パターン19に接続される。

また、第3層圧電体111cの表面111cAの延伸部17aは、第3層圧電体111cの電極パターン17、第2層圧電体111bの電極パターン17とに接続される。

## 【0043】

すなわち、第1層圧電体111aの表面111aAの電極パターン17と、第1層圧電体111aの裏面111aBの共通電極パターン19と、第2層圧電体111bの表面111bAの共通電極パターン19と、第2層圧電体111bの裏面111bBの電極パターン17と、第3層圧電体111cの表面111cAの電極パターン17と、第3層圧電体111cの裏面111cBの共通電極パターン19と、が共通導通部18aによって接続される。

10

## 【0044】

また図7(b)に示すように、第1層圧電体111aの表面111aAの印加電極パターン16と、第1層圧電体111aの延伸部16aと、第1層圧電体111aの側面111asと、第2層圧電体111bの表面111bAの露出部40bと、第2層圧電体111bの側面111bsと、第3層圧電体111cの表面111cAの延伸部16aと印加電極パターン16とを接続するように印加導通部18bが延びている。

## 【0045】

ここで、第2層圧電体111bの表面111bAの露出部40bに設けられた印加導通部18bは、第2層圧電体111bの表面111bAの共通電極パターン19と第1層圧電体111aの裏面111bBの共通電極パターン19とに接続されていない。

20

一方、第3層圧電体111cの表面111cAの延伸部16aは、第3層圧電体111cの印加電極パターン16、第2層圧電体111bの印加電極パターン16に接続される。

## 【0046】

すなわち、第1層圧電体111aの表面111aAの印加電極パターン16と、第2層圧電体111bの裏面111bBの印加電極パターン16と、第3層圧電体111cの表面111cAの印加電極パターン16と、が印加導通部18bによって接続される。

30

## 【0047】

なお、本実施形態では、各層の電極パターン16, 19の導通を外周側面側にて実施しているが、段階形状を内周側に形成して、導通を内周面側で導通させても良い。

## 【0048】

図8は印加電圧による圧電体11の伸縮を示した図である。駆動信号が+に印加された場合、A相およびB相の各電極は、図8(a)の様に伸延および縮小が交互になされる。すなわち、領域Pにおいては伸延し、領域Qは縮小する。

また、逆に駆動信号が-に印加された場合、上記と逆に、図8(b)のように各電極は伸延および縮小が交互になされる。すなわち、領域Pにおいては縮小し、領域Qは伸延する。

40

このように、本実施形態の構成では、印加電圧と伸縮方向においては従来の単層の圧電体11と同じ挙動を示す。

## 【0049】

このように、本実施形態によると、積層圧電体11を構成する単層圧電体111が段階状に積層されている。そして、段階部分は表面が露出しており、その露出部40b, 40cには、それぞれの単層圧電体111の表裏に形成された電極パターンから導通して延びる延伸部16a, 17a, 19aが設けられている。

この延伸部16a, 17a, 19aの露出している部分に導電性塗料を塗布することで、積層圧電体間の導通を、容易且つ確実に図ることができる。

## 【0050】

50

また、圧電体における伸縮（変形）の大きさは、圧電体内部に生じる電界の強度によって異なる。すなわち、印加電圧が同じならば、圧電体が薄いほうが電界が強くなる。

したがって、圧電体は薄いほうがよいが、単層の圧電体を薄くすると強度的に不十分である。しかし、本実施形態によると、単層圧電体の厚さを薄くしても積層することで強度が確保できる。

【0051】

そして、単層圧電体それぞれを薄くすることが可能となるため、印加電圧をそれほど高くしなくとも、大きな変形量を得ることができる。すなわち、昇圧回路等を用いずに実用的な変形量を確保することができる。

【0052】

さらに、積層の際、同一の電極パターンを有する単層圧電体111を、向きを変えて交互に配置している。すなわち、異なる電極パターンの単層圧電体を用いることなく、同一の電極パターンを有する単層圧電体111によって積層圧電体11を形成している。このため、コストダウンが可能となり、製造工程が単純化され、作業上のミスが低減され、歩留まりや圧電特性の品質を向上することが可能となる。

【0053】

本実施形態によると、単層圧電体111を積層し、導通部18aによって各層を導通させているので、単層圧電体111全てを、一つの印加電圧で同時に分極することが可能である。

【0054】

このように本実施形態によると、振動波モータ1として組立てた場合に、従来よりも駆動電圧を下げることができ、駆動効率や発生トルク等の振動波モータ1の性能を向上すること可能となる。

【0055】

本実施形態は、駆動電圧が大きくなる、小径タイプの進行波型振動波モータ1に対して、その駆動性能向上への効果が大きい。特に、外径が25mm以下の場合に、本実施形態の効果が顕著である。

【0056】

また、小径タイプの進行波型振動波モータ1は、波長を得るために、4波、5波と波数を少なくする必要があるが、波数を少なくすると、A相およびB相の電極パターン数が少なくなる。

本実施形態の4波の場合、A相（またはB相）の電極パターン数は4、5波の場合では、A相（またはB相）の電極パターン数は5となるが、各相の電極パターン数が少ないと、屈曲振動の励起がされにくい。

【0057】

従って、本実施形態のように、各圧電体層とも分極され、圧電特性が得られる様になっている必要がある。本発明では、進行波の波数が4波、5波の場合に特に効果が得られる。

【0058】

（第2実施形態）

図9は、本発明の第2実施形態の圧電体11'を説明する図であり、第1実施形態の図4に対応している。第1実施形態と同様の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

図9(a)は第2実施形態の圧電体11'の側面図の一部である。図9(b)は圧電体11'の表面11Aを示した図であり、(a)は(b)のa-a方向から見た図である。図9(c)は(b)のc-c断面図である。図9(d)は圧電体11'の裏面11Bを示した図である。さらに図9(e)は(b)の点線の丸で囲った部分の拡大図である。

【0059】

第1実施形態では、外径の異なる単層圧電体111を積層することで、外周側を段階状として露出部40b, 40cを形成した。第2実施形態では圧電体11'に切欠き50を

10

20

30

40

50

設け、この切欠き50を周方向にずらすことによって段階部分を形成して露出部40b, 40cを設ける。

すなわち、単層圧電体111の電極パターンの外周部に半円状の第1切欠き部50を設け、そこへ各電極パターン16, 17, 19から延伸部16a, 17a, 19aを延ばす。

#### 【0060】

単層圧電体111を積層させる際に、第1切欠き部50が各層で周方向側に少しずつずれるようにする。この際、第1層圧電体111aの第1切欠き部50から、第2層圧電体111b及び第3層圧電体111cの延伸部16a, 17a, 19aが見えるようにする。すなわち、第1層圧電体111aの第1切欠き部50の内部に、第2層圧電体111b及び第3層圧電体111cの延伸部16a, 17a, 19aが露出しているようにずらす。

10

#### 【0061】

また、このようにずらすために、本実施形態では、各層に基準となる切欠き部(第2切欠き部51)を設ける。第2切欠き部51と第1切欠き部との距離は各層で異なる。

第1層圧電体111aにおける第2切欠き部51と第1切欠き部50との間の距離よりも、第2層圧電体111bにおける第2切欠き部51と第1切欠き部50との間の距離が大きく、さらにそれよりも第3層圧電体111cにおける第2切欠き部51と第1切欠き部50との間の距離が大きい。

20

#### 【0062】

単層圧電体111を積層する際に、この第2切欠き部51の位置を、厚さ方向において全ての層で一致させると、第1層圧電体111aの第1切欠き部50から、第2層圧電体111b及び第3層圧電体111cの表面に設けられた延伸部16a, 17a, 19aが見えるようにずれ、段階部が形成される。

本実施形態によっても、第1切欠き部50の段階部に導電塗料を塗布することで、第1実施形態と同様に、単層圧電体111の電極間を導通させることができる。

#### 【0063】

(第3実施形態)

図10は、本発明の第3実施形態のレンズ鏡筒200を説明する図である。本発明は第1実施形態の小径タイプの振動波モータ1の圧電体11のみならず、大径円環タイプの振動波モータ210の圧電体11においても同様な構成にすることが可能で、第1実施形態と同じ効果が得られる。

30

#### 【0064】

まず、振動波モータ210の構成を説明する。

振動子211は、圧電体11と、圧電体11を接合した弾性体214とから構成されている。振動子211には進行波が発生するようにされているが、本実施形態では一例として9波の進行波として説明する。

弾性体214は、共振先鋭度が大きな金属材料から成り、円環形状となっている。圧電体11が接合される反対面には溝が切っており、溝が設けられていない部分の面が駆動面216aとなり移動子220に加圧接触される。弾性体214の駆動面216aの表面には、駆動性能確保および耐久性向上のために潤滑塗装膜が施されている。

40

#### 【0065】

圧電体11は、円周方向に沿って2つの相(A相、B相)に分かれており、各相においては、1/2波長毎に分極が交互となった要素が並べられていて、A相とB相の間には1/4波長分間隔が空くようにしてある。

#### 【0066】

圧電体11の下には、不織布252、加圧部材250が配置されている。

不織布252は、フェルトを例としたものであり、圧電体11の下に配置され、振動子211の振動を加圧部材250に伝えないようにしてある。

#### 【0067】

50

加圧部材 250 は、加圧板（図示せず）の下に配置されていて、加圧力を発生させるものである。本実施形態では、加圧部材 250 を皿パネとする、皿パネでなくともコイルパネやウェーブパネでも良い。加圧部材 250 は、押さえ環 251 は固定部材 223 に固定されることで、保持される。

【0068】

移動子 220 は、アルミニウムといった軽金属からなり、摺動面の表面には耐摩耗性向上のための摺動材料が設けられている。

移動子 220 の上には、移動子 220 の縦方向の振動を吸収するために、ゴムの様な振動吸収部材 243 が配置され、その上には出力伝達部材 242 が配置されている。

【0069】

出力伝達部材 242 は、固定部材 223 に設けられたベアリング 253 により、加圧方向と径方向とを規制し、これにより移動子 220 の加圧方向と径方向とが規制されるようにされている。

出力伝達部材 242 は、突起部 241 があり、そこからカム環 315 に接続されたフォークがかん合しており、出力伝達部材 242 の回転とともに、カム環 315 が回転される。

【0070】

カム環 315 には、キー溝 317 がカム環 315 に斜めに切られており、AF環 319 に設けられた固定ピン 318 が、キー溝 317 にかん合していて、カム環 315 が回転駆動することにより、光軸方向に直進方向に AF環 319 が駆動され、所望の位置に停止できる様にされている。

固定部材 223 は、押さえ環 251 がネジにより取り付けられ、これを取り付けることで、出力伝達部材 242 から移動子 220、振動子 211、加圧部材 250 までを一つのモータユニットとして構成できるようになる。

【0071】

第3実施形態の圧電体 213 も、第1実施形態の圧電体 11 と同様の積層圧電体である。

すなわち、単層圧電体を複数層（本実施形態では3層）積層したものである。第1層圧電体、第2層圧電体及び第3層圧電体が、この順で、積層圧電体の弾性体との接着面と反対側から並んでいる。

【0072】

そして、第1層圧電体の表面側には、電極が配置され、それは、円周方向に沿って2つの駆動信号の相（A相、B相）に分かれている。各相においては、1/2波長毎に交互に分極され、A相とB相の間には1/4波長分間隔が空く様に電極が配置されている。

第1層圧電体の裏面は、分割した電極パターンではなく、2つの駆動信号の相（A相、B相）の共通電極パターンが形成されている。

【0073】

第2層圧電体の表面は、分割した電極パターンではなく、2つの駆動信号の相（A相、B相）の共通電極パターンが形成されている。そして、第2層目の表面と第1層目の裏面 B とは貼り合わされている。

第2層圧電体の裏面側には、電極が配置され、それは円周方向に沿って2つの駆動信号の相（A相、B相）に分かれている。各相においては、1/2波長毎に交互に分極され、A相とB相の間には1/4波長分間隔が空く様に電極 16 が配置されている。

【0074】

第3層圧電体の表面は、電極が配置され、それは円周方向に沿って2つの駆動信号の相（A相、B相）に分かれている。各相においては、1/2波長毎に交互に分極され、A相とB相の間には1/4波長分間隔が空く様に電極が配置されている。そして、第2層圧電体の裏面と第3層圧電体の表面とは貼り合わされている。

第3層圧電体の裏面は、分割した電極パターンではなく、2つの駆動信号の相（A相、B相）の共通電極パターンが形成されている。

10

20

30

40

50

そして、第3実施形態においても、積層圧電体を構成する単層圧電体は段階状に積層されている。そして、段階部分は表面が露出しており、その露出部に導通部が設けられてい

。以上、第3実施形態においても、上記第1実施形態と同様の効果を有する。

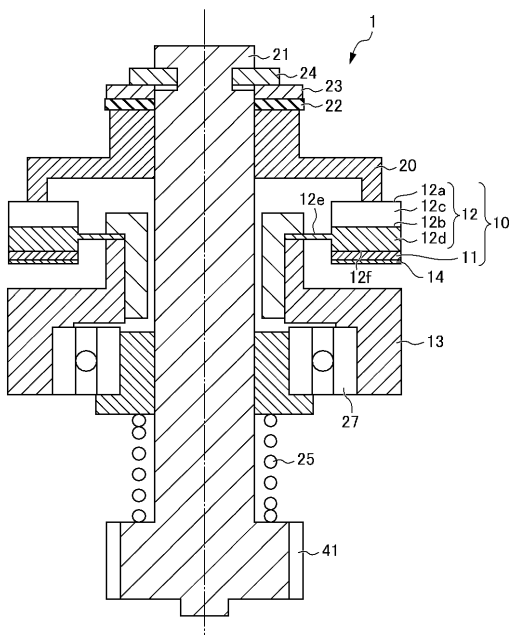
【符号の説明】

【0075】

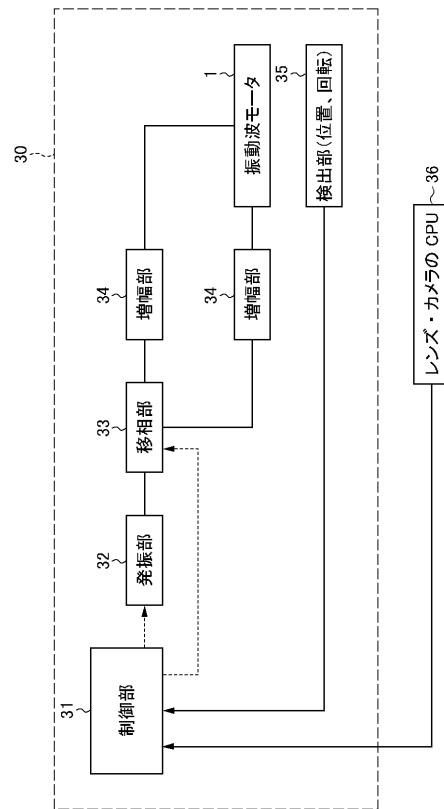
1：振動波モータ、10：振動子、11：圧電体（積層圧電体）、12：弾性体、12a：駆動面、12f：接合面、16：印加電極パターン、16a：延伸部、17：電極パターン、17a：延伸部、18a：共通導通部、18b：印加導通部、19：共通電極パターン、20：移動子、50：第1切欠き部、51：第2切欠き部、110：レンズ鏡筒、111：単層圧電体、111a：第1層圧電体、111b：第2層圧電体、111c：第3層圧電体、200：レンズ鏡筒、210：振動波モータ、211：振動子、213：圧電体、214：弾性体、218a：駆動面、220：移動子

10

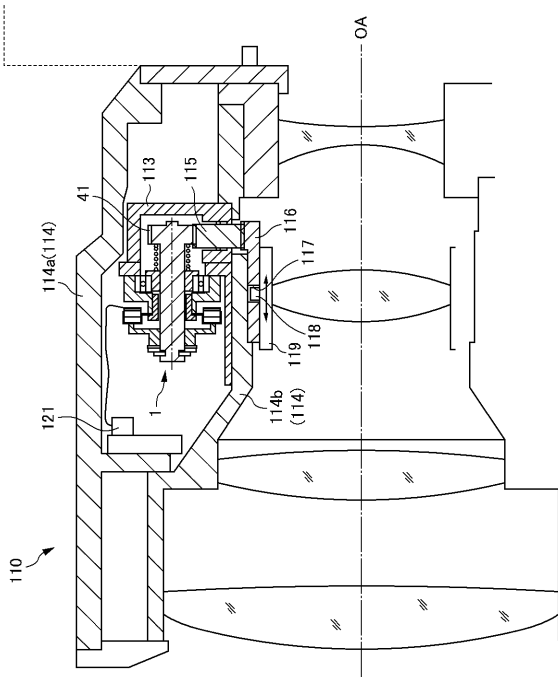
【図1】



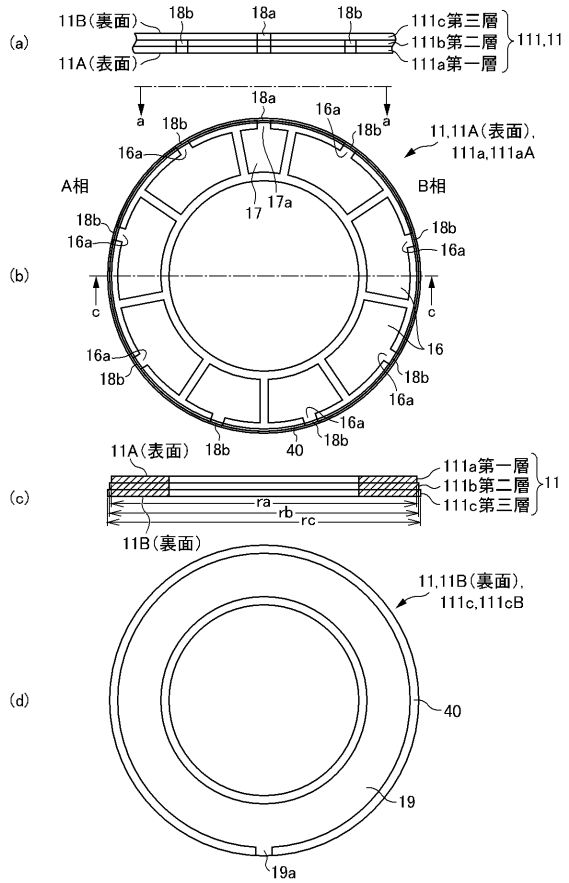
【図2】



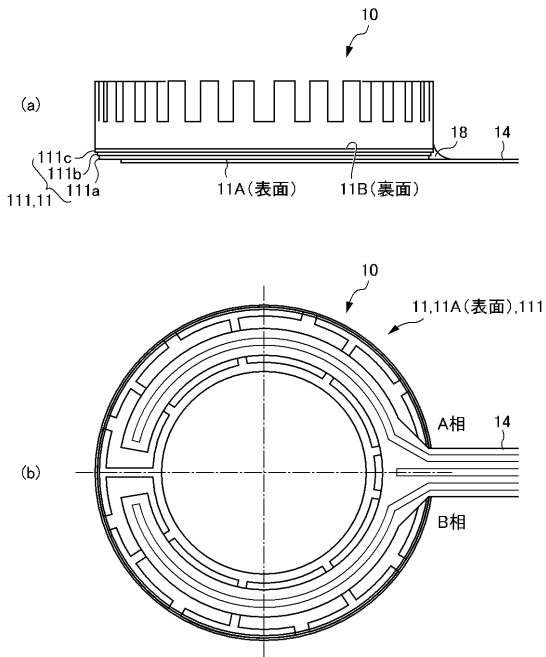
【 図 3 】



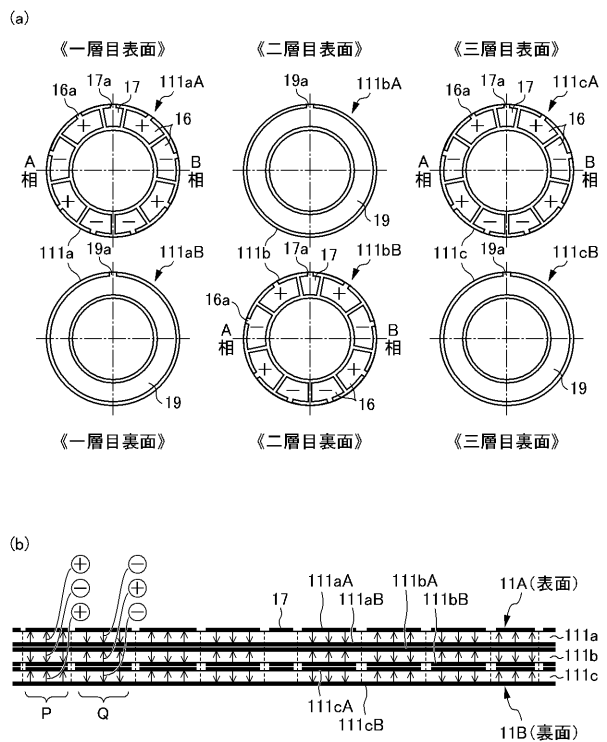
【 図 4 】



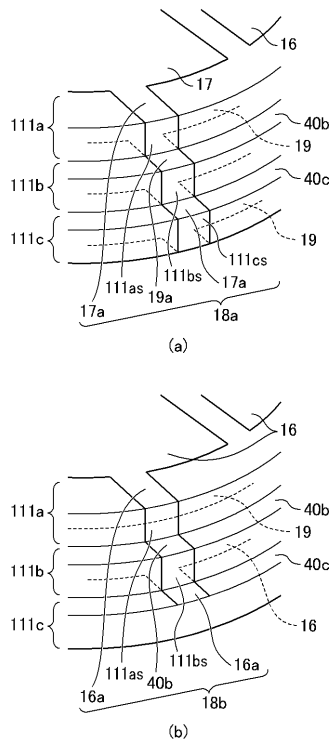
【 図 5 】



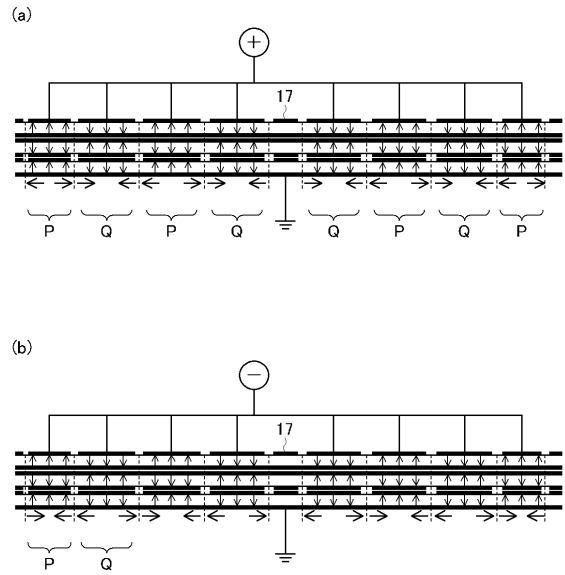
【 図 6 】



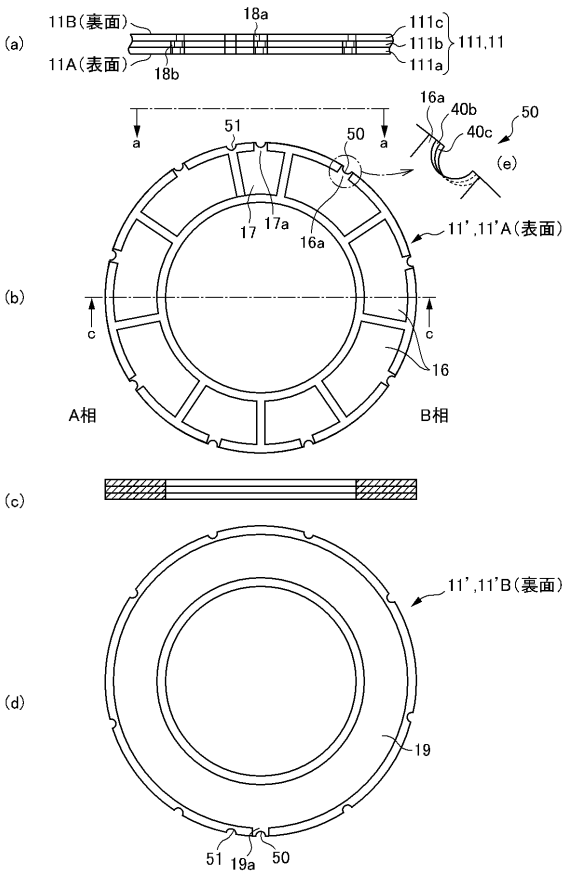
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

