(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 1 月 7 日(07.01.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/001620 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/003098

(22) 国際出願日: 2009 年 7 月 3 日(03.07.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2008-174618 2008 年 7 月 3 日(03.07.2008) JP
特願 2009-058646 2009 年 3 月 11 日(11.03.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内３丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木美彦 (SUZUKI, Yoshihiko) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP Law Firm); 〒1631105 東京都新宿区西新宿６－２２－１　新宿スクエアタワー５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

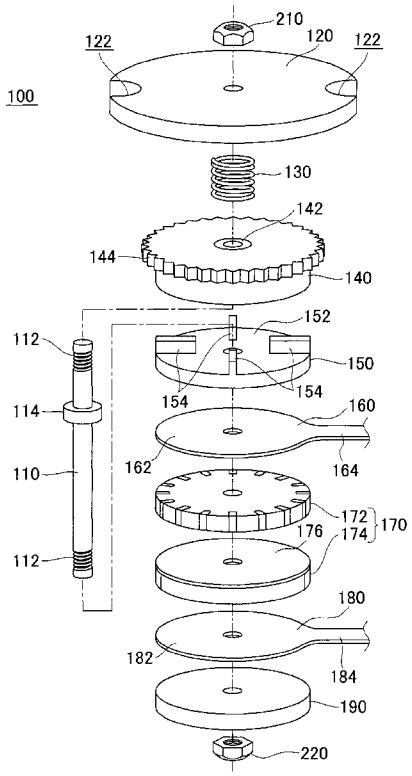
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) **Title**: VIBRATION ACTUATOR, LENS UNIT, AND IMAGE PICKUP APPARATUS

(54) 発明の名称: 振動アクチュエータ、レンズユニット、及び撮像装置

[図2]



(57) **Abstract**: Disclosed is a vibration actuator (100) of increased output. The vibration actuator (100) comprises: a stator (150) which has a plurality of projections (154) each projecting towards a rotor (140) and being arranged in the direction of the rotary axis of the rotor (140) with a mutual separation in the direction of rotation of the rotor (140); a first electromechanical conversion unit (172) which is arranged facing the stator (150) in the direction of the rotary axis and produces reciprocating motion of the projections (154) in the direction of rotation by relative extension/contraction in the direction of the rotary axis of portions of the rotor on each side of the projections (154) in the direction of rotation; and a second electromechanical conversion unit (174) which is arranged facing the first electromechanical conversion unit (172) in the direction of the rotary axis and produces reciprocating motion of the projections (154) in the direction of the rotary axis x by extension/contraction in the direction of the rotary axis. Thus the projections (154) are made to perform circular movement about the axis along the radial direction of the rotor (140), by superimposition of the reciprocating motion of the projections (154) produced by the first electromechanical conversion unit (172) and the reciprocating motion of the projections (154) produced by the second electromechanical conversion unit (174).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/001620 A1

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

振動アクチュエータの出力を高める。振動アクチュエータ１００は、ロータ１４０の回転軸方向にロータ１４０の回転方向に互いに離間して配され、各々がロータ１４０に向けて突出した複数の凸部１５４を有するステータ１５０と、ステータ１５０と回転軸方向に対向して配され、凸部１５４を境とした回転方向の両側が、回転軸方向に相対的に伸縮することにより凸部１５４を回転方向に往復動させる第１電気機械変換部１７２と、第１電気機械変換部１７２と回転軸方向に対向して配され、回転軸方向に伸縮することにより凸部１５４を回転軸方向に往復動させる第２電気機械変換部１７４とを備え、第１電気機械変換部１７２による凸部１５４の往復動と第２電気機械変換部１７４による凸部１５４の往復動とを重畳させることにより、凸部１５４をロータ１４０の径方向に沿った軸線周りに円運動させる。

明　細　書

発明の名称 ：

振動アクチュエータ、レンズユニット、及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、アクチュエータ、駆動装置、レンズユニット及び撮像装置に関する。本出願は、下記の日本出願に関連し、下記の日本出願からの優先権を主張する出願である。文献の参照による組み込みが認められる指定国については、下記の出願に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本出願の一部とする。

１．特願２００８－１７４６１８　　出願日　２００８年７月３日

２．特願２００９－５８６４６　　出願日　２００９年３月１１日

背景技術

[0002] 被駆動体と点接触したステータに対して積層型圧電素子により振動を与えることにより、被駆動体を駆動させるアクチュエータが知られている（例えば、特許文献１、２参照）。このアクチュエータでは、積層型圧電素子によるステータにおける被駆動体との接触点の上下運動と、積層型圧電素子によるステータにおける被駆動体との接触点の左右運動とを重畳させることにより、ステータにおける被駆動体との接触点を楕円運動させている。

特許文献1：特開２０００－２２８８８５号公報

特許文献2：特開２００８－０６７５３９号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 上記アクチュエータはいずれも互いに離間して配された二つの積層型圧電素子に、位相をずらした電圧を印加することにより、ステータの凸部を楕円運動させて、被駆動体を駆動する。しかしながら、これらのアクチュエータでは十分に高い出力を得ることが困難であった。

課題を解決するための手段

[0004] そこで本発明の１つの側面においては、上記の課題を解決することのできる振動アクチュエータ、レンズユニット、及び撮像装置を提供することを目的とする。この目的は請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

[0005] 本発明の第１の形態において、振動アクチュエータは、回転自在に配されたロータと、ロータの回転方向に互いに離間して配され、各々がロータに向けて突出した複数の凸部を有するステータと、複数の凸部のそれぞれを境としたロータの回転方向の両側を相対的に伸縮することにより複数の凸部をロータの回転方向に往復動させる電気機械変換部とを備える。

[0006] また、本発明の第２の形態において、レンズユニットは、上記振動アクチュエータと、振動アクチュエータにより移動される光学部材とを備える。

[0007] また、本発明の第３の形態において、撮像装置は、上記振動アクチュエータと、振動アクチュエータにより移動される光学部材と、光学部材によって結像された画像を撮像する撮像部とを備える。

[0008] また、本発明の第４の形態において、移動子を移動させるアクチュエータは、移動子に当接する凸部を有するステータと、凸部を境とした移動子の移動方向の両側が、移動子の移動方向に対して交差する方向に相対的に伸縮して凸部を円運動させる第１電気機械変換部と、第１電気機械変換部の伸縮方向へ伸縮して凸部を当該伸縮方向へ往復動させる第２電気機械変換部とを備える。

[0009] なお、上記の発明の概要は、必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態に係るアクチュエータ１００の斜視図である。

[図2]一実施形態に係るアクチュエータ１００を分解斜視図である。

[図3]一実施形態に係るアクチュエータ１００を側断面図である。

[図4]第１電気機械変換部１７２の分解斜視図である。

[図5]第１電気機械変換部１７２の分解斜視図である。

[図6]第２電気機械変換部１７４の分解斜視図である。

[図7]第２電気機械変換部１７４の分解斜視図である。

[図8]ステータ１５０及び電気機械変換部１７０の動作を示す側面図である。

[図9]ステータ１５０及び電気機械変換部１７０の動作を示す平面図である。

[図10]ステータ１５０の他の動作の概略を示す図である。

[図11]第１電気機械変換部１７２の駆動電圧波形と第２電気機械変換部１７４の駆動電圧波形とを示すグラフである。

[図12]ステータ１５０及びロータ１４０の動作を示す側断面図である。

[図13]他の実施形態に係るステータ２５０を示す斜視図である。

[図14]他の実施形態に係るステータ３５０を示す斜視図である。

[図15]他の実施形態に係るアクチュエータ２００を備えるモータ２０を示す斜視図である。

[図16]モータ２０を示す分解斜視図である。

[図17]モータ２０を示す側断面図である。

[図18]図１７の１３－１３断面図である。

[図19]アクチュエータ２００を示す斜視図である。

[図20]ステータ６５０の動作の概略を示す図である。

[図21]電気機械変換部６６０、６６２の駆動電圧波形と電気機械変換部７４０の駆動電圧波形とを示すグラフである。

[図22]アクチュエータ１００を備える撮像装置７００の概略構成を示す側断面図である。

[図23]アクチュエータ２００を備えるレンズユニット３００の内部を示す斜視図である。

符号の説明

[0011] ２０　モータ、１００　アクチュエータ、１１０　回転軸、１１２　ネジ部、１１４　フランジ部、１２０　取付板、１２２　締結用穴、１３０　付勢部材、１４０　ロータ、１４２　軸受、１４４　ギア部、１５０　ステータ、１５２　基部、１５４　凸部、１６０　フレキシブルプリント配線板、１

６２　円盤部、１６４　配線部、１７０　電気機械変換部、１７１　圧電材料板、１７２　第１電気機械変換部、１７３　信号層、１７４　第２電気機械変換部、１７５　コモン層、１７６　絶縁層、１７７　電極対、１７９　電極、１８０　フレキシブルプリント配線板、１８１　電極、１８２　円盤部、１８３、１８５、１８７　導線、１８４　配線部、１８９　圧電材料板、１９０　ベース部、１９１　信号層、１９３　コモン層、１９５、１９７　導線、２００　アクチュエータ、２１０、２２０　ナット、２４０　電気機械変換部、２５０　ステータ、２５２　基部、２５４　凸部、２５６　中央部、２５８　枝部、２５９　凸部、２６０　変位部、３００　レンズユニット、３０２　レンズ保持枠、３０４、３０６　ガイドバー、３０８、３１０、３１２　軸受部、３１４　ステー、３１６　移動体、３１８　板バネ、３５０　ステータ、３５２　基部、３５４　凸部、３５６　薄肉部、４１０　レンズユニット、４２０　光学部材、４２２　フロントレンズ、４２４　コンペンセータレンズ、４２６　フォーカシングレンズ、４２８　メインレンズ、４３０　鏡筒、４４０　アイリスユニット、４５０　マウント、４６０　ボディ、４７０　ペンタプリズム、４８０　測光ユニット、４９０　接眼系、４９２　ハーフミラー、４９４　ファインダ液晶、５００　撮像部、５１０　光学フィルタ、５２０　シャッタ、５３０　測距ユニット、５４０　メインミラー、５４２　サブミラー、５５０　制御部、６１０　回転軸、６１２　ネジ部、６１４　フランジ部、６５０　ステータ、６５２　ベース部、６５３　溝、６５４　突起部、６５６、６５７　脚部、６６０、６６２　電気機械変換部、６６１　隙間、６７０、６７２　フレキシブルプリント配線板、６８０、６９０　ベース、７００　撮像装置、７４０　電気機械変換部、７５０　フレキシブルプリント配線板、７６０　ベース、１５２１、１５２２　ベース部

発明を実施するための最良の形態

[0012]　以下、発明の実施の形態を通じて本発明の（一）側面を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、また実施形

態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0013] 図１は、一実施形態に係るアクチュエータ１００を示す斜視図である。また、図２は、当該アクチュエータ１００を示す分解斜視図である。さらに、図３は、当該アクチュエータ１００を示す側断面図である。なお、説明の便宜上、回転軸１１０の軸方向における駆動出力側を出力側、その反対側を非出力側と記載する。また、回転軸１１０の軸方向（以下、回転軸方向という）からアクチュエータ１００を見た場合を平面視、回転軸１１０の径方向からアクチュエータ１００を見た場合を側面視として説明する。

[0014] これらの図に示すように、アクチュエータ１００は、回転軸１１０、回転軸１１０に沿って出力側から順に配されたナット２１０、取付板１２０、付勢部材１３０、ロータ１４０、ステータ１５０、フレキシブルプリント配線板１６０、電気機械変換部１７０、フレキシブルプリント配線板１８０、ベース部１９０及びナット２２０を備える。回転軸１１０の軸方向両端部には、それぞれナット２１０、２２０が螺合するネジ部１１２、１１２が形成され、これらの間には、拡径した円盤状のフランジ部１１４が形成される。ナット２１０、取付板１２０、付勢部材１３０、及びロータ１４０は、フランジ部１１４よりも出力側に配される一方、ステータ１５０、フレキシブルプリント配線板１６０、電気機械変換部１７０、フレキシブルプリント配線板１８０、ベース部１９０、及びナット２２０は、フランジ部１１４よりも非出力側に配される。

[0015] ロータ１４０は、円盤状に形成されており、軸心にボールベアリング等の軸受１４２が嵌め込まれる。ロータ１４０は、軸受１４２を介して回転軸１１０に回転自在に支持される。また、ロータ１４０の出力側の端部には、ギア部１４４が形成される。また、付勢部材１３０の一例は、圧縮コイルバネであって、回転軸１１０が挿通される。

[0016] また、取付板１２０は、円盤状に形成されており、軸心に回転軸１１０が挿通される。また、取付板１２０には、軸心に対して対称に一対のＵ字状の

締結用穴１２２が形成されており、取付板１２０は、締結用穴１２２に挿通されるネジ等の締結具により、アクチュエータ１００を駆動源として使用する装置に締結される。

[0017] ステータ１５０は、円盤状で全周に亘って断面形状が一様な基部１５２と、基部１５２にロータ１４０側に向けて突設された複数の凸部１５４とを備える。基部１５２の軸心には、回転軸１１０が挿通される。また、複数（本実施形態では、４個）の凸部１５４は、基部１５２の周縁部から内径方向へ延在する矩形板状のリブであって、ロータ１４０の回転方向（以下、単に回転方向という）に、等ピッチ（本実施形態では、９０°間隔）で配される。なお、ステータ１５０の少なくとも基部１５２は、弾性変形可能な材料で形成される。

[0018] 電気機械変換部１７０は、フレキシブルプリント配線板１６０を介してステータ１５０と回転軸方向に対向して配された第１電気機械変換部１７２と、第１電気機械変換部１７２に対してステータ１５０の反対側に、第１電気機械変換部１７２と回転軸方向に対向して配された第２電気機械変換部１７４とを有する。すなわち、第１電気機械変換部１７２は、回転軸方向に沿って第２電気機械変換部１７４よりもステータ１５０に近い側に配される。なお、第１電気機械変換部１７２と第２電気機械変換部１７４との間の面には絶縁層１７６が配される。これら第１電気機械変換部１７２と第１電気機械変換部１７２とは、一体化されたユニットとして形成されて取り扱われてもよいし、別体として形成されて組みつけられてもよい。

[0019] フレキシブルプリント配線板１６０は、第１電気機械変換部１７２側の面に電極が形成された円盤部１６２と、当該電極に接続された配線が形成され円盤部１６２から外径方向へ延在する配線部１６４とを備える。円盤部１６２の軸心には回転軸１１０が挿通される。フレキシブルプリント配線板１６０は、第１電気機械変換部１７２に交流電圧を供給して第１電気機械変換部を伸縮させる。

[0020] また、フレキシブルプリント配線板１８０は、第２電気機械変換部１７４

側の面に電極が形成された円盤部１８２と、当該電極に接続された配線が形成され円盤部１８２から外径方向へ延在する配線部１８４とを備える。円盤部１８２の軸心には回転軸１１０が挿通される。このフレキシブルプリント配線板１８０は、第２電気機械変換部１７４に交流電圧を供給して第２電気機械変換部１７４を伸縮させる。

[0021] ベース部１９０は、円盤状に形成されており、軸心に回転軸１１０が挿通される。ここで、ステータ１５０、フレキシブルプリント配線板１６０、電気機械変換部１７０、フレキシブルプリント配線板１８０及びベース部１９０は、フランジ部１１４とナット２２０とにより回転軸方向に締め付けられており、回転軸１１０に対して相対回転不能である。

[0022] また、ロータ１４０、付勢部材１３０、及び取付板１２０は、ステータ１５０の凸部１５４とナット２１０とにより締め付けられており、付勢部材１３０は弾性収縮される。このため、取付板１２０は付勢部材１３０の弾性力によりナット２１０に圧接される一方、ロータ１４０は付勢部材１３０の弾性力により凸部１５４に圧接される。取付板１２０は、付勢部材とナット２１０との締付力により回転軸１１０に対して相対回転不能であるのに対して、ロータ１４０は、軸受１４２を介して回転軸１１０に連結されているので回転軸１１０に対して相対回転できる。

[0023] 図４及び図５は、第１電気機械変換部１７２を示す分解斜視図である。この図に示すように、第１電気機械変換部１７２は、軸方向に積層された複数の圧電材料板１７１を備える。圧電材料板１７１の第２電気機械変換部１７４側の面には信号層１７３が形成され、圧電材料板１７１のステータ１５０側の面にはコモン層１７５が形成される。

[0024] 信号層１７３は、複数の電極対１７７を備える。各電極対１７７は、一対の電極１７９、１８１により構成される。電極１７９、１８１は、同形状のセクタに分かれており、回転軸１１０の軸周りに配される。また、複数の電極対１７７は、回転軸１１０の軸周りに等ピッチで配される。さらに、同符号が付された電極の全体同士が回転軸方向に重なり合うように、圧電材料板

１７１が積層される。これらの電極１７９、１８１はそれぞれ、第１電気機械変換部１７２の外周面に形成された導線１８３、１８５により、フレキシブルプリント配線板１６０の電極に導通される。

[0025] また、コモン層１７５は、圧電材料板１７１のステータ１５０側の面全体に、導電材料により形成され、一のグランド電極として機能する。コモン層１７５は、第１電気機械変換部１７２の外周面に形成された導線１８７により、フレキシブルプリント配線板１６０のグランド電極に導通される。

[0026] 圧電材料板１７１は、駆動電圧を印加された場合に伸縮する圧電材料を含む。具体的には、チタン酸ジルコン酸鉛、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、亜鉛ニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等の圧電材料を含む。なお、多くの圧電材料は脆いので、りん青銅等の高弾性金属材料で補強することが好ましい。また、上記電極は、ニッケル、金等の電極材料を用いて、鍍金、スパッタ、蒸着、厚膜印刷等の方法で、圧電材料の表面に直接に形成すればよい。

[0027] ここで、電極対１７７は、凸部１５４を回転軸方向に投影した領域を境として電極１７９と電極１８１とに、回転方向に分割されている。一方、回転方向に隣り合った電極対１７７同士の境界部を回転軸方向に投影した領域には、凸部１５４は配されていない。

[0028] 図６及び図７は、第２電気機械変換部１７４を示す分解斜視図である。この図に示すように、第２電気機械変換部１７４は、回転軸方向に積層された複数の圧電材料板１８９と、複数の圧電材料板１８９の第１電気機械変換部１７２側に配された絶縁層１７６とを備える。絶縁層１７６は、第１電気機械変換部１７２と第２電気機械変換部１７４とを絶縁する。また、圧電材料板１８９の第１電気機械変換部１７２側の面には信号層１９１が形成され、圧電材料板１８９のベース部１９０側の面にはコモン層１９３が形成される。

[0029] 信号層１９１は、圧電材料板１８９の第１電気機械変換部１７２側の面全体に、導電材料により形成される。当該電極は、第２電気機械変換部１７４

の外周面に形成された導線１９５により、フレキシブルプリント配線板１８０の電極に導通される。また、コモン層１９３は、圧電材料板１８９のベース部１９０側の面全体に、導電材料により形成され、一のグランド電極として機能する。当該コモン層１９３は、第２電気機械変換部１７４の外周面に形成された導線１９７により、フレキシブルプリント配線板１８０のグランド電極に導通される。

[0030] 次に、本実施形態における作用について説明する。図８及び図９にはそれぞれ、ステータ１５０及び電気機械変換部１７０の動作を示す側面図及び平面図である。これらの図に示すように、第１電気機械変換部１７２の電極対１７７を構成する電極１７９と電極１８１とには、互いに逆極性の交流電圧が印加される。なお、図８では、凸部１５４の動作を誇張して示している。例えば、第１電気機械変換部１７２の電極１７９、１８１に印加される交流電圧はｓｉｎ波であり、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される交流電圧はｃｏｓ波であり、これらは９０°の位相差を有している。

[0031] 第１電気機械変換部１７２における正極の駆動電圧が印加された電極と重合する領域では、回転軸方向への伸張が発生する一方、第１電気機械変換部１７２における負極の駆動電圧が印加された電極と重合する領域では、回転軸方向への短縮が発生する。このため、ステータ１５０の基部１５２における第１電気機械変換部１７２の伸張領域と重合した領域では、第１電気機械変換部１７２の反対側への弾性変形が生じる。一方、ステータ１５０の基部１５２における第１電気機械変換部１７２の短縮領域と重合した領域では、第１電気機械変換部１７２側への弾性変形が生じる。

[0032] ここで、凸部１５４は、電極１７９と電極１８１との境界部に配されている。このため、凸部１５４は、負極の電圧が印加された電極の側へ傾動する。そして、電極１７９、１８１に印加される電圧の極性が正負反転されることにより、凸部１５４の傾動方向が反転される。そなわち、電極１７９、１８１に印加される駆動電圧の極性の正負反転が繰り返されることにより、凸部１５４が電極１７９側と電極１８１側とに交互に傾動する、すなわち、凸

部１５４が回転方向における同一経路上を往復動する。

[0033] また、複数の電極１７９と複数の電極１８１とには、それぞれ同位相で交流電圧が印加され、同位相で伸縮される。これにより、複数の凸部１５４は、互いに同位相で回転方向へ往復動する。

[0034] また、第２電気機械変換部１７４の信号層１９１の電極には、交流電圧が印加される。ここで、第２電気機械変換部１７４の各層における一方の面の全体に電極が被覆され、他方の面の全体にグランド電極が被覆されているので、第２電気機械変換部１７４の周方向及び径方向の全域が、軸方向へ伸縮する。このため、第１電気機械変換部１７２の全体とステータ１５０の全体とが、軸方向へ往復動する。

[0035] これにより、凸部１５４の先端部とロータ１４０との接触点は、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りを周回する楕円運動をする。このため、電極１８１側から電極１７９側へ移動している当該接触点によって、ロータ１４０に電極１８１側から電極１７９側への推力が発生される。一方で、電極１７９側から電極１８１側へ移動している接触点によって、ロータ１４０に電極１７９側から電極１８１側への推力は発生されない。従って、同期して上記楕円運動をする複数の凸部１５４により、ロータ１４０に一方向への回転力が発生され、回転トルクが出力される。

[0036] 図１０は、ステータ１５０の他の動作の概略を示す図である。また、図１１は、第１電気機械変換部１７２の駆動電圧波形と第２電気機械変換部１７４の駆動電圧波形とを示すグラフである。

[0037] 上段のグラフ中に実線で示す第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎθで表される。また、上段のグラフ中に破線で示す第１電気機械変換部１７２の電極１８１に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎ（θ－π／２）で表される。また、下段のグラフ中に鎖線で示す第２電気機械変換部１７４の電極に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎ（θ－π／４）で表される。以下、第１電気機械変換部１７２及び第２電気機械変換部１７４の駆動電圧の変化とステータ１５０の動作との関係を詳

細に説明する。

[0038] 図１１に示すように、θ＝０では、第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される駆動電圧が０Ｖとなり、電極１８１に印加される駆動電圧が負の最大値（－ＶＭＡＸ）となる。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分は伸縮せず、第１電気機械変換部１７２における電極１８１の部分は最大に収縮している。このため、凸部１５４は、最大に電極１８１の側に傾く姿勢をとる。

[0039] また、θ＝０では、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が０Ｖと－ＶＭＡＸとの中間値（－Ｖ１）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体は収縮している。なお、この状態での第２電気機械変換部１７４の収縮量は、最大収縮量より小さい。

[0040] θ＝π／２では、第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される駆動電圧が正の最大値（ＶＭＡＸ）となり、電極１８１に印加される駆動電圧が０Ｖとなる。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分は、最大に伸長する。一方、第１電気機械変換部１７２における電極１８１の部分は、伸縮しない。このため、凸部１５４は、最大に電極１８１の側に傾く姿勢をとる。

[0041] また、θ＝π／２では、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が０ＶとＶＭＡＸとの中間値（Ｖ１）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体は伸長している。なお、この状態での第２電気機械変換部１７４の伸長量は、最大伸長量より小さい。

[0042] ここで、θ＝０からθ＝π／２に遷移するに際して、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、電極１８１の側に傾いた姿勢に維持される。また、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２及び第２電気機械変換部１７４が共に伸長量を増加させることにより、ロータ１４０の側へ変位する。さらに、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４が収縮状態から伸長状態に変化することにより、ロータ１４０の側へより大きく変位する。

[0043] 次に、θ＝３π／４では、第１電気機械変換部１７２の電極１７９、１８

１に印加される駆動電圧が、正の同値（Ｖ２）となる。ここで、駆動電圧Ｖ２は０ＶとＶＭＡＸとの中間値である。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分と電極１８１の部分とは、同量、伸長する。このため、凸部１５４は、傾きのない姿勢をとる。

[0044] また、θ＝３π／４では、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が最大値（ＶＭＡＸ）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体の伸長量が最大となる。

[0045] ここで、θ＝π／２から３π／４に遷移するに際して、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、電極１８１の側に傾いた姿勢から傾きのない姿勢に変化する。また、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４の伸長量が第１電気機械変換部１７２の収縮量を上回ることにより、最もロータ１４０の側の位置（以下、最上位という）へ変位する。さらに、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４の伸長量が最大量まで増加することにより、正の側の中間位置から最もロータ１４０の側へより大きく変位する。

[0046] 次に、θ＝πでは、第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される駆動電圧が０Ｖとなり、電極１８１に印加される駆動電圧が正の最大値（ＶＭＡＸ）となる。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分は、伸縮しない。一方、第１電気機械変換部１７２における電極１８１の部分は、最大に伸長する。このため、凸部１５４は、最大に電極１７９の側に傾く姿勢をとる。

[0047] また、θ＝πでは、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が正の中間値（Ｖ１）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体の伸長量は、最大伸長量より小さくなる。

[0048] ここで、θ＝３π／４からθ＝πに遷移するに際して、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、傾きのない姿勢から電極１７９の側に傾いた姿勢に遷移する。また、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の収縮量が第２電気機械変換部１７４の伸長量を上回ることにより、最上位から中間位置へ変位する。さらに、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７

４の伸長量が最大量から減少することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0049] 次に、θ＝３π／２では、第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される駆動電圧が－ＶＭＡＸとなり、電極１８１に印加される駆動電圧が０Ｖとなる。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分は、最大に収縮する。一方、第１電気機械変換部１７２における電極１８１の部分は、伸縮しない。このため、凸部１５４は、最大に電極１７９の側に傾く姿勢をとる。

[0050] また、θ＝３π／２では、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が負の中間値（－Ｖ１）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体の収縮量は、最大収縮量より小さくなる。

[0051] ここで、θ＝πからθ＝３π／２に遷移するに際して、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、電極１７９の側に傾いた姿勢に維持される。また、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の収縮量が第２電気機械変換部１７４の伸長量を上回ることにより、最上位から中間位置へ変位する。さらに、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４が、伸長した状態から収縮した状態に遷移することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0052] 次に、θ＝７π／４では、第１電気機械変換部１７２の電極１７９に印加される駆動電圧が、負の同値（－Ｖ２）となる。ここで、駆動電圧（－Ｖ２）は０Ｖと－ＶＭＡＸとの中間値である。この状態で、第１電気機械変換部１７２における電極１７９の部分と電極１８１の部分とは、同量、収縮する。このため、凸部１５４は、傾きのない姿勢をとる。

[0053] また、θ＝７π／４では、第２電気機械変換部１７４の電極に印加される駆動電圧が負の最大値（－ＶＭＡＸ）となる。この状態で、第２電気機械変換部１７４の全体の収縮量が最大となる。

[0054] ここで、θ＝３π／２から７π／４に遷移するに際して、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、電極１７９の側に傾いた姿勢から

傾きのない姿勢に変化する。また、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４の収縮量が第１電気機械変換部１７２の伸長量を上回ることにより、負の側の中間位置から最下位へ変位する。さらに、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４の収縮量が最大量まで増加することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0055] そして、θ＝７π／４からθ＝２πに遷移すると、凸部１５４は、上述のθ＝０の状態に復帰する。

[0056] ここで、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、軸方向の中間位置から最高位まで上昇しながら、電極１８１の側から電極１７９の側へ揺動する。そして、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、軸方向の最高位から中間位置まで下降しながら、電極１８１の側から電極１７９の側へ揺動する。

[0057] そして、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、軸方向の中間位置から最下位まで下降しながら、電極１７９の側から電極１８１の側へ揺動する。そして、凸部１５４は、第１電気機械変換部１７２の作用により、軸方向の最下位から軸方向の中間位置まで上昇しながら、電極１７９の側から電極１８１の側へ揺動する。

[0058] 即ち、凸部１５４の先端部は、第１電気機械変換部１７２の作用により、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りに周回する楕円運動をする。

[0059] また、凸部１５４は、第２電気機械変換部１７４の作用により、ロータ１４０に対して接近又は離間する方向へ往復動する。ここで、第２電気機械変換部１７４は、凸部１５４が、電極１８１側から電極１７９側へロータ１４０の側に膨らんだ楕円弧に沿って運動するのに合わせて伸長して凸部１５４を上昇させる。また、第２電気機械変換部１７４は、凸部１５４が、電極１７９側から電極１８１側へロータ１４０の反対側に膨らんだ楕円弧に沿って運動するのに合わせて収縮して凸部１５４を下降させる。

[0060] 即ち、図１２に示すように、凸部１５４の先端部とロータ１４０との接触点Ｐは、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りを周回する楕円運動を

する。このため、電極１８１側から電極１７９側へ移動している当該接触点Ｐによって、ロータ１４０に電極１８１側から電極１７９側への推力が発生される。一方で、電極１７９側から電極１８１側へ移動している接触点Ｐによって、ロータ１４０に電極１７９側から電極１８１側への推力は発生されない。従って、同期して上記楕円運動をする複数の凸部１５４により、ロータ１４０に一方向への回転力が発生され、回転トルクが出力される。

[0061] なお、本実施形態では、上記接触点Ｐは、円運動の一例として、回転方向を長軸とする楕円運動をしているが、他の円運動の例として、第２電気機械変換部１７４の回転軸方向への伸縮量を増加させて、上記接触点Ｐの運動軌跡を真円、あるいは回転軸方向を長軸とする楕円としてもよい。即ち、上記接触点Ｐに、真円運動、あるいは回転軸方向を長軸とする楕円運動をさせもよい。

[0062] ここで、第１電気機械変換部１７２が、凸部１５４に対して、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りに周回する楕円運動をさせることから、第２電気機械変換部１７４を設けない場合でも、ロータ１４０に一方向への回転力を発生させることができる。しかし、上述の作用を発揮する第２電気機械変換部１７４を設けたことから、凸部１５４の回転軸方向の移動量を、増幅できる。よって、凸部１５４からロータ１４０に伝わる運動エネルギを効率よく増加でき、ロータ１４０に発生する推力を効率よく増加できる。さらに、凸部１５４の回転軸方向への移動量を効率よく増加できることに伴い、ロータ１４０の回転方向の逆方向へ移動するときに凸部１５４からロータ１４０に伝わる運動エネルギを低減することができる。従って、アクチュエータ１００の出力トルクを効率よく向上できる。

[0063] また、回転方向に配された複数の凸部１５４によりロータ１４０に推力を生じさせたことによって、ロータ１４０に生じる推力をより一層増加でき、以って、出力トルクをより一層増加できる。ここで、複数の凸部１５４は回転方向に所定ピッチで配されている。また、ステータ１５０の基部１５２が周方向の全周に亘って一様形状に形成されている。これにより、ステータ１

５０に生じる応力のバランスを周方向に均一化でき、ステータ１５０の周方向への捩じれを抑制できる。従って、ステータ１５０における運動エネルギのロスを低減でき、ステータ１５０からロータ１４０に伝わる運動エネルギを効率よく増加できる。

[0064] また、出力トルクを効率よく増加できることに伴って、同じ出力トルクを得るのに、電気機械変換部１７０を構成する圧電材料板１７１、１８９の枚数を減らしたり、面積を減少させたりすることができる。よって、電気機械変換部１７０を回転軸方向、径方向に小型化でき、以って、アクチュエータ１００を小型化できる。また、同じ出力トルクを得るのに、電気機械変換部１７０の駆動電圧を低下させることができるので、消費電力を低減できる。

[0065] また、第１電気機械変換部１７２および第２電気機械変換部１７４のそれぞれの出力を重畳するので、凸部１５４の変位量が大きい。よって、系全体の共振を利用しない場合であっても、凸部１５４を大きく変位することができ、ロータ１４０に十分な回転力を発生させることもできる。これにより、ステータ１５０の形状、寸法についての設計自由度が増す。さらに、共振を利用しない場合には、第１電気機械変換部１７２および第２電気機械変換部１７４に印加する電圧の周波数を可変できるので、ロータ１４０の回転速度を当該電圧の周波数で制御することができる。

[0066] また、本実施形態では、ステータ１５０、フレキシブルプリント配線板１６０、第１電気機械変換部１７２、第２電気機械変換部１７４、フレキシブルプリント配線板１８０、及びベース部１９０を、回転軸１１０に設けられたフランジ部１１４とナット２２０とにより締め付けて固定している。これにより、これらを互いに接着することを要しないので、組立作業性を向上できる。また、接着部の剥離という問題が生じ得ないので、信頼性を向上できる。

[0067] 次に、ステータ１５０の他の実施例について説明する。図１３は、他の実施形態に係るステータ２５０を示す斜視図である。この図に示すように、ステータ２５０は、基部２５２と、回転方向に等ピッチで配された複数の凸部

２５４とを備える。基部２５２は、回転軸１１０が挿通される円環状の中央部２５６と、中央部２５６から外径方向へ延出する複数の枝部２５８と、各々、枝部２５８の先端部から回転方向の両側へ円弧状に延出する変位部２６０とを備える。変位部２６０の中央部であって、枝部２５８の延長線上には凸部２５４が突設される。また、変位部２６０における凸部２５４を挟んだ回転方向の両側には、電気機械変換部１７０側へ向けて凸部２５９が突設されている。

[0068] 即ち、基部２５２は、回転方向に隣り合った一対の凸部２５４の間において回転方向に分割されている。これにより、基部２５２における凸部２５４を境とした回転方向の両側の領域が、回転方向に拘束されず、当該領域が回転軸方向へ変位する自由度が拡大されるので、凸部２５４の回転軸方向への移動量を効率よく増加できる。従って、凸部２５４からロータ１４０に伝わる運動エネルギを効率よく増加でき、ロータ１４０に発生する推力を効率よく増加でき、出力トルクを効率よく増加できる。

[0069] また、図１４は、他の実施形態に係るステータ３５０を示す斜視図である。この図に示すように、ステータ３５０は、基部３５２と、回転方向に等ピッチで配された複数の凸部３５４とを備えている。基部３５２は円盤状に形成されており、凸部３５４が突設された面には、十字状の薄肉部３５６が形成されている。

[0070] ここで、凸部３５４は、薄肉部３５６に突設されており、凸部３５４の回転方向両側は、その他の領域より薄肉化されている。これにより、基部３５２における凸部３５４を境とした回転方向の両側の領域の曲げ剛性が低下され、当該領域が回転軸方向へ変位し易くなっているので、凸部３５４の軸方向への移動量を効率よく増加できる。従って、凸部３５４からロータ１４０に伝わる運動エネルギを効率よく増加でき、ロータ１４０に発生する推力を効率よく増加でき、出力トルクを効率よく増加できる。

[0071] 図１５は、他の実施形態に係るアクチュエータ２００を備えるモータ２０を示す斜視図である。この図に示すように、モータ２０は、回転軸６１０、

回転軸６１０に沿って出力側から順に配されたナット２１０、取付板１２０、付勢部材１３０、ロータ１４０、３個のアクチュエータ２００、ベース６９０及びナット２２０を備える。

[0072] アクチュエータ２００は、ステータ６５０と一対の電気機械変換部６６０、６６２と一対のフレキシブルプリント配線板６７０、６７２と、ベース７６０と、電気機械変換部７４０と、フレキシブルプリント配線板７５０と、ベース６８０とを備えている。

[0073] ベース７６０は、矩形状の板材であり、このベース７６０の長手方向に並べて配された一対の電気機械変換部６６０、６６２を支持している。一対の電気機械変換部６６０、６６２は、圧電素子が回転軸方向に積層された積層型圧電素子であり、駆動電圧を供給されると積層方向に伸縮する。また、一対の電気機械変換部６６０、６６２は、ベース６８０の長手方向に並べて配されている。また、一対のフレキシブルプリント配線板６７０、６７２は、ベース７６０の長手方向に並べて配されている。フレキシブルプリント配線板６７０は、電気機械変換部６６０とベース７６０とにより挟まれ、フレキシブルプリント配線板６７２は、電気機械変換部６６２とベース７６０とにより挟まれている。

[0074] フレキシブルプリント配線板６７０は、電気機械変換部６６０に交流の駆動電圧を供給して電気機械変換部６６０を回転軸方向に伸縮させる。また、フレキシブルプリント配線板６７２は、電気機械変換部６６２に交流の駆動電圧を供給して電気機械変換部６６２を回転軸方向に伸縮させる。

[0075] また、電気機械変換部７４０とフレキシブルプリント配線板７５０とが、ベース７６０とベース６８０とにより挟まれている。フレキシブルプリント配線板７５０は、電気機械変換部７４０に交流の駆動電圧を供給して電気機械変換部７４０を回転軸方向に伸縮させる。

[0076] ステータ６５０は、弾性材料で形成され、矩形板状のベース部６５２と、該ベース部６５２の長手方向中央部に突設された突起部６５４とを備えている。ベース部６５２の長手方向一端側は、電気機械変換部６６０の上端面と

接合され、ベース部６５２の長手方向他端側は、電気機械変換部６６２の上端面と接合されている。また、突起部６５４は、ベース部６５２からロータ１４０の側へ突出している。

[0077] 図１６は、モータ２０を示す分解斜視図である。この図に示すように、回転軸６１０の軸方向両端部には、それぞれナット２１０、２２０が螺合するネジ部６１２が形成され、これらの間には、拡径した円盤状のフランジ部６１４が形成される。ナット２１０、取付板１２０、付勢部材１３０、及びロータ１４０は、フランジ部６１４よりも出力側に配される一方、ベース６９０、及びナット２２０は、フランジ部６１４よりも非出力側に配される。また、３個のアクチュエータ２００は、回転軸６１０を包囲するように、ロータ１４０とベース６９０との間に配される。また、ロータ１４０は、軸受１４２を介して回転軸６１０に回転自在に支持される。

[0078] 図１７は、モータ２０を示す側断面図である。この図に示すように、取付板１２０、付勢部材１３０、ロータ１４０、アクチュエータ２００、及びベース６９０は、ナット２１０、２２０により回転軸方向に締め付けられている。ここで、付勢部材１３０は、弾性的に回転軸方向に収縮しており、ロータ１４０をアクチュエータ１００に圧接させている。

[0079] 図１８は、図１７の１３－１３断面図である。この図に示すように、３個のアクチュエータ２００は、回転軸６１０の周りに２π／３ずつずらして配されており、これらにより包囲された空間は、平面視にて三角形となっている。また、３個の突起部６５４は、回転軸６１０の周りに２π／３ずつずらして配されている。

[0080] 図１９は、アクチュエータ２００を示す斜視図である。この図に示すように、アクチュエータ２００では、回転方向に配列された一対の電気機械変換部６６０、６６２と、電気機械変換部２４０とが、回転軸方向に重ねて配されている。

[0081] また、アクチュエータ２００では、一対の電気機械変換部６６０、６６２の間に隙間６６１が空けられており、一対の電気機械変換部６６０、６６２

は、互いに伸縮方向と直交する方向（即ち、配列方向）へ離間している。

[0082] また、ステータ６５０のベース部６５２の長手方向中央部には、ベース部６５２を長手方向に二分する矩形状の溝６５３が形成されている。該溝６５３は、ベース部６５２の幅方向の全域に渡って延びており、一対の電気機械変換部６６０、６６２の間の隙間６６１と回転軸方向に重なり合うように形成されている。このため、ベース部６５２の長手方向一端側（以下、ベース部１５２１という）の全体が、電気機械変換部６６０の端面の全体に接合され、ベース部６５２の長手方向他端側（以下、ベース部１５２２という）の全体が、電気機械変換部６６２の端面の全体に接合されている。

[0083] また、溝６５３は、深さ方向については、ベース部６５２を貫通して突起部６５４の基端部まで延びている。これにより、突起部６５４の基端部には、溝６５３によりベース部６５２の長手方向に二分された一対の脚部６５６、６５７が形成されている。脚部６５６は、ベース部１５２１における溝６５３側の端部から電気機械変換部６６０の反対側へ延びている。また、脚部６５７は、ベース部１５２２における溝６５３側の端部から電気機械変換部６６２の反対側へ延びている。即ち、突起部６５４は、一対の脚部６５６、６５７を備えるコ字状の基端部によりベース部６５２に支持されている。

[0084] 次に、本実施形態における作用について説明する。図２０は、ステータ６５０の動作の概略を示している。また、図２１のグラフは、電気機械変換部６６０、６６２の駆動電圧波形と電気機械変換部７４０の駆動電圧波形とを示している。

[0085] 上段のグラフ中に実線で示す電気機械変換部６６０に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎθで表される。また、上段のグラフ中に破線で示す電気機械変換部６６２に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎ（θ－π／２）で表される。また、下段のグラフ中に鎖線で示す電気機械変換部７４０に印加される交流電圧の波形は、ｓｉｎ（θ－π／４）で表される。以下、電気機械変換部６６０、６６２、７４０の駆動電圧の変化とステータ６５０の動作との関係を詳細に説明する。

[0086] 図２１に示すように、θ＝０では、電気機械変換部６６０に印加される駆動電圧が０Ｖとなり、電気機械変換部６６２に印加される駆動電圧が負の最大値（－ＶＭＡＸ）となる。この状態で、電気機械変換部６６０は伸縮せず、電気機械変換部６６２は最大に収縮している。このため、突起部６５４は、最大に電気機械変換部６６２の側に傾く姿勢をとる。

[0087] また、θ＝０では、電気機械変換部７４０に印加される駆動電圧が０Ｖと－ＶＭＡＸとの中間値（－Ｖ１）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体は収縮している。なお、この状態での電気機械変換部７４０の収縮量は、最大収縮量より小さい。

[0088] θ＝π／２では、電気機械変換部６６０に印加される駆動電圧が正の最大値（ＶＭＡＸ）となり、電気機械変換部６６２に印加される駆動電圧が０Ｖとなる。この状態で、電気機械変換部６６０は、最大に伸長する。一方、電気機械変換部６６２の部分は、伸縮しない。このため、突起部６５４は、最大に電気機械変換部６６２の側に傾く姿勢をとる。

[0089] また、θ＝π／２では、電気機械変換部７４０の電極に印加される駆動電圧が０ＶとＶＭＡＸとの中間値（Ｖ１）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体は伸長している。なお、この状態での電気機械変換部７４０の伸長量は、最大伸長量より小さい。

[0090] ここで、θ＝０からθ＝π／２に遷移するに際して、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、電気機械変換部６６２の側に傾いた姿勢に維持される。また、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２が共に伸長量を増加させることにより、ロータ１４０の側へ変位する。さらに、突起部６５４は、電気機械変換部７４０が収縮状態から伸長状態に変化することにより、ロータ１４０の側へより大きく変位する。

[0091] 次に、θ＝３π／４では、電気機械変換部６６０、６６２に印加される駆動電圧が、正の同値（Ｖ２）となる。ここで、駆動電圧Ｖ２は０ＶとＶＭＡＸとの中間値である。この状態で、電気機械変換部６６０と電気機械変換部６６２とは、同量伸長する。このため、突起部６５４は、傾きのない姿勢を

とる。

[0092] また、θ＝３π／４では、電気機械変換部７４０の電極に印加される駆動電圧が最大値（ＶＭＡＸ）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体の伸長量が最大となる。

[0093] ここで、θ＝π／２から３π／４に遷移するに際して、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、電気機械変換部６６２の側に傾いた姿勢から傾きのない姿勢に変化する。また、突起部６５４は、電気機械変換部６６２の伸長量が電気機械変換部６６０の収縮量を上回ることにより、最もロータ１４０の側の位置（以下、最上位という）へ変位する。さらに、突起部６５４は、電気機械変換部７４０の伸長量が最大量まで増加することにより、ロータ１４０の側へより大きく変位する。

[0094] 次に、θ＝πでは、電気機械変換部６６０に印加される駆動電圧が０Ｖとなり、電気機械変換部６６２に印加される駆動電圧が正の最大値（ＶＭＡＸ）となる。この状態で、電気機械変換部６６０の部分は、伸縮しない。一方、電気機械変換部６６２は、最大に伸長する。このため、突起部６５４は、最大に電気機械変換部６６０の側に傾く姿勢をとる。

[0095] また、θ＝πでは、電気機械変換部７４０の電極に印加される駆動電圧が正の中間値（Ｖ１）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体の伸長量は、最大伸長量より小さくなる。

[0096] ここで、θ＝３π／４からθ＝πに遷移するに際して、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、傾きのない姿勢から電気機械変換部６６０の側に傾いた姿勢に遷移する。また、突起部６５４は、電気機械変換部６６０の収縮量が電気機械変換部６６２の伸長量を上回ることにより、最上位から中間位置へ変位する。さらに、突起部６５４は、電気機械変換部７４０の伸長量が最大量から減少することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0097] 次に、θ＝３π／２では、電気機械変換部６６０に印加される駆動電圧が－ＶＭＡＸとなり、電気機械変換部６６２に印加される駆動電圧が０Ｖとな

る。この状態で、電気機械変換部６６０は、最大に収縮する。一方、電気機械変換部６６２は、伸縮しない。このため、突起部６５４は、最大に電気機械変換部６６０の側に傾く姿勢をとる。

[0098] また、θ＝３π／２では、電気機械変換部７４０の電極に印加される駆動電圧が負の中間値（－Ｖ１）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体の収縮量は、最大収縮量より小さくなる。

[0099] ここで、θ＝πからθ＝３π／２に遷移するに際して、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、電気機械変換部６６０の側に傾いた姿勢に維持される。また、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２が、同量収縮することにより、正の側の中間位置から負の側の中間位置へ変位する。さらに、突起部６５４は、電気機械変換部７４０が、伸長した状態から収縮した状態に遷移することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0100] 次に、θ＝７π／４では、電気機械変換部６６０に印加される駆動電圧が、負の同値（－Ｖ２）となる。ここで、駆動電圧（－Ｖ２）は０Ｖと－ＶＭＡＸとの中間値である。この状態で、電気機械変換部６６０と電気機械変換部６６２とは、同量収縮する。このため、突起部６５４は、傾きのない姿勢をとる。

[0101] また、θ＝７π／４では、電気機械変換部７４０の電極に印加される駆動電圧が負の最大値（－ＶＭＡＸ）となる。この状態で、電気機械変換部７４０の全体の収縮量が最大となる。

[0102] ここで、θ＝３π／２から７π／４に遷移するに際して、突起部６５４は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、電気機械変換部６６０の側に傾いた姿勢から傾きのない姿勢に変化する。また、突起部６５４は、電気機械変換部６６２の収縮量が電気機械変換部６６０の伸長量を上回ることにより、負の側の中間位置から最下位へ変位する。さらに、突起部６５４は、電気機械変換部７４０の収縮量が最大量まで増加することにより、ロータ１４０の反対側へより大きく変位する。

[0103] そして、θ＝７π／４からθ＝２πに遷移すると、突起部６５４は、上述のθ＝０の状態に復帰する。

[0104] ここで、突起部６５４の先端部は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、軸方向の中間位置から最高位まで上昇しながら、電気機械変換部６６２の側から電気機械変換部６６０の側へ揺動する。そして、突起部６５４の先端部は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、軸方向の最高位から中間位置まで下降しながら、電気機械変換部６６２の側から電気機械変換部６６０の側へ揺動する。

[0105] そして、突起部６５４の先端部は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、軸方向の中間位置から最下位まで下降しながら、電気機械変換部６６０の側から電気機械変換部６６２の側へ揺動する。そして、突起部６５４の先端部は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、軸方向の最下位から軸方向の中間位置まで上昇しながら、電気機械変換部６６０の側から電気機械変換部６６２の側へ揺動する。

[0106] 即ち、突起部６５４の先端部は、電気機械変換部６６０、６６２の作用により、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りに周回する楕円運動をする。

[0107] また、突起部６５４は、電気機械変換部７４０の作用により、ロータ１４０に対して接近又は離間する方向へ往復動する。ここで、電気機械変換部７４０は、突起部６５４の先端部が、電気機械変換部６６２側から電気機械変換部６６０側へロータ１４０の側に膨らんだ楕円弧に沿って運動するのに合わせて伸長して突起部６５４を上昇させる。また、電気機械変換部７４０は、突起部６５４の先端部が、電気機械変換部６６０側から電気機械変換部６６２側へロータ１４０の反対側に膨らんだ楕円弧に沿って運動するのに合わせて収縮して突起部６５４を下降させる。

[0108] このため、ロータ１４０には、電気機械変換部６６２側から電気機械変換部６６０側へ移動している突起部６５４の先端部によって、電気機械変換部６６２側から電気機械変換部６６０側への推力が発生される。一方で、ロー

タ１４０には、電気機械変換部６６０側から電気機械変換部６６２側へ移動している突起部６５４の先端部によっては、電気機械変換部６６０側から電気機械変換部６６２側への推力は発生されない。従って、同期して上記楕円運動をする複数の突起部６５４により、ロータ１４０に一方向への回転力が発生され、モータ２０から回転トルクが出力される。

[0109] ここで、電気機械変換部６６０、６６２が、突起部６５４に対して、ロータ１４０の半径方向に沿った軸線の周りに周回する楕円運動をさせることから、電気機械変換部７４０を設けない場合でも、ロータ１４０に一方向への回転力を発生させることができる。しかし、上述の作用を発揮する電気機械変換部７４０を設けたことから、突起部６５４の回転軸方向の移動量を、増幅できる。よって、突起部６５４からロータ１４０に伝わる運動エネルギを効率よく増加でき、ロータ１４０に発生する推力を効率よく増加でき、以って、出力トルクを効率よく増加できる。

[0110] また、電気機械変換部７４０の周方向に亘る全体が軸方向へ伸縮することから、電気機械変換部７４０の軸方向の伸縮量を効率よく増加でき、突起部６５４の回転軸方向への移動量を効率よく増加できる。さらに、突起部６５４の回転軸方向への移動量を効率よく増加できることに伴い、突起部６５４がロータ１４０の回転方向に沿って移動するときには、突起部６５４からロータ１４０へ運動エネルギが効率よく伝えられる一方、突起部６５４がロータ１４０の回転方向の逆方向へ移動するときには、突起部６５４からロータ１４０へ伝わる運動エネルギが効果的に低減される。

[0111] また、出力トルクを効率よく増加できることに伴って、同じ出力トルクを得るのに、電気機械変換部６６０、６６２、７４０を構成する圧電材料板の枚数を減らしたり、面積を減少させたりすることができる。よって、電気機械変換部６６０、６６２、７４０を小型化でき、以って、アクチュエータ２００を小型化できる。また、同じ出力トルクを得るのに、電気機械変換部６６０、６６２、７４０の駆動電圧を低下させることができるので、消費電力を低減できる。

[0112] また、電気機械変換部６６０、６６２および電気機械変換部７４０のそれぞれの出力を重畳させたことにより、突起部６５４の変位量を拡大できている。よって、系全体の共振を利用しない場合であっても、ロータ１４０に十分な回転力を発生させることができる。これにより、モータ２０の形状、寸法についての設計自由度が増す。さらに、共振を利用しない場合には、電気機械変換部６６０、６６２、７４０に印加する電圧の周波数を可変できるので、ロータ１４０の回転速度を当該電圧の周波数で制御することができる。

[0113] なお、本実施形態に係るモータ２０は、３個のアクチュエータ２００を備えるが、アクチュエータ２００の設置数は、２個でもよく、または３個より多数であってもよい。さらには、単数であってもよい。

[0114] なお、図１から図２１の実施形態において凸部１５４が「ロータ１４０の回転方向に往復動」するとは、特に断らない限り、往路と復路とが同一である往復移動に限られず、ロータ１４０の回転方向に平行な速度成分を有する繰り返し運動を含む。この場合に凸部１５４は、ある始点からその最遠点までの往路において始点から単調に距離が長くなり、最遠点から始点までの復路において始点から単調に距離が短くなる経路で往復動することが好ましい。さらに好ましくは凸部１５４の往復動が真円運動、回転軸方向を短軸または長軸とする楕円運動であって、これにより電気機械変換部１７０を三角関数等の簡便な信号で駆動することができる。

[0115] 図２２は、アクチュエータ１００を備える撮像装置７００の概略構成を示す側断面図である。この図に示すように、撮像装置７００は、光学部材４２０と、レンズ鏡筒４３０と、アクチュエータ１００と、撮像部５００と、制御部５５０と、を備える。レンズ鏡筒４３０は光学部材４２０を収容する。

[0116] アクチュエータ１００は、光学部材４２０を移動させる。撮像部５００は、光学部材４２０によって結像された画像を撮像する。制御部５５０は、アクチュエータ１００および撮像部５００を制御する。

[0117] また、撮像装置７００は、光学部材４２０、レンズ鏡筒４３０、及びアクチュエータ１００を備えるレンズユニット４１０と、ボディ４６０を含む。

レンズユニット４１０は、マウント４５０を介して、ボディ４６０に対して着脱自在に装着される。

[0118] 光学部材４２０は、図中で左側にあたる入射端から順次配列された、フロントレンズ４２２、コンペンセータレンズ４２４、フォーカシングレンズ４２６およびメインレンズ４２８を含む。フォーカシングレンズ４２６およびメインレンズ４２８の間には、アイリスユニット４４０が配置される。

[0119] アクチュエータ１００は、光軸方向についてレンズ鏡筒４３０の中程にあって相対的に小径なフォーカシングレンズ４２６の下方に配置される。これにより、レンズ鏡筒４３０の径を拡大することなく、アクチュエータ１００はレンズ鏡筒４３０内に収容される。アクチュエータ１００は、例えばギア列を介してフォーカシングレンズ４２６を光軸方向に前進または後退させる。

[0120] ボディ４６０は、メインミラー５４０、ペンタプリズム４７０、接眼系４９０を含む光学部材を収容する。メインミラー５４０は、レンズユニット４１０を介して入射した入射光の光路上に傾斜して配置される待機位置と、入射光を避けて上昇する撮影位置（図中に点線で示す）との間を移動する。

[0121] 待機位置にあるメインミラー５４０は、入射光の大半を、上方に配置されたペンタプリズム４７０に導く。ペンタプリズム４７０は、入射光の鏡映を接眼系４９０に向かって出射するので、フォーカシングスクリーンの映像を接眼系４９０から正像として見ることができる。入射光の残りは、ペンタプリズム４７０により測光ユニット４８０に導かれる。測光ユニット４８０は、入射光の強度およびその分布等を測定する。

[0122] なお、ペンタプリズム４７０および接眼系４９０の間には、ファインダ液晶４９４に形成された表示画像を、フォーカシングスクリーンの映像に重ねるハーフミラー４９２が配置される。表示画像は、ペンタプリズム４７０から投影された画像に重ねて表示される。

[0123] また、メインミラー５４０は、入射光の入射面に対する裏面にサブミラー５４２を有する。サブミラー５４２は、メインミラー５４０を透過した入射

光の一部を、下方に配置された測距ユニット５３０に導く。これにより、メインミラー５４０が待機位置にある場合は、測距ユニット５３０が被写体までの距離を測定する。なお、メインミラー５４０が撮影位置に移動した場合は、サブミラー５４２も入射光の光路から退避する。

[0124] 更に、入射光に対してメインミラー５４０の後方には、シャッタ５２０、光学フィルタ５１０および撮像部５００が順次配置される。シャッタ５２０が開放される場合、その直前にメインミラー５４０が撮影位置に移動するので、入射光は直進して撮像部５００に入射される。これにより、入射光の形成する画像が電気信号に変換される。これにより、撮像部５００は、レンズユニット４１０によって結像された画像を撮像する。

[0125] 撮像装置７００において、レンズユニット４１０とボディ４６０とは電気的にも結合されている。従って、例えば、ボディ４６０側の測距ユニット５３０が検出した被写体までの距離の情報に応じてアクチュエータ１００の回転を制御することにより、オートフォーカス機構を形成できる。また、測距ユニット５３０がアクチュエータ１００の動作量を参照することにより、フォーカスエイド機構を形成することもできる。アクチュエータ１００および撮像部５００は、制御部５５０により上記の通り制御される。

[0126] ここで、上述したように、アクチュエータ１００の出力トルクを効率よく増加させることができる。よって、オートフォーカス機構の駆動力を効率よく高めることができるので、省電力化すると共に、高駆動力でオートフォーカス機構を駆動することが可能となる。

[0127] なお、アクチュエータ１００によりフォーカシングレンズ４２６を移動させる場合について例示したが、アイリスユニット４４０の開閉、ズームレンズのバリエータレンズの移動等をアクチュエータ１００で駆動できることはいうまでもない。この場合も、電気信号を介して測光ユニット４８０、ファインダ液晶４９４等と情報を参照し合うことにより、アクチュエータ１００は、露出の自動化、シーンモードの実行、ブラケット撮影の実行等に寄与する。

[0128] 図２３は、アクチュエータ２００を備えるレンズユニット３００の内部を示す斜視図である。当該レンズユニット３００は、ボディ４６０に装着できる。この図に示すように、レンズユニット３００には、フォーカシングレンズ４２６と、フォーカシングレンズ４２６を保持するレンズ保持枠３０２と、レンズ保持枠３０２の光軸方向への移動を案内する一対のガイドバー３０４、３０６とが配されている。レンズ保持枠３０２の左側には、軸受部３０８が設けられ、レンズ保持枠３０２の右上部には、前後一対の軸受部３１０、３１２が設けられている。ガイドバー３０４は、軸受部３０８に摺動自在に挿通され、ガイドバー３０６は、軸受部３１０、３１２に摺動自在に挿通されている。

[0129] 軸受部３１０と軸受部３１２とは、光軸方向に延びるステー３１４により連結されている。このステー３１４の下部には、光軸方向を長手方向とする矩形板状の移動体３１６が、上下方向に変位可能に懸架されている。また、ステー３１４の下部と移動体３１６との間には、板バネ３１８が配されている。この板バネ３１８は、移動体３１６を下方に付勢している。

[0130] ここで、移動体３１６の下方には、アクチュエータ２００が配されており、移動体３１６が板バネ３１８によりアクチュエータ２００の突起部６５４に圧接されている。また、アクチュエータ２００は、電気機械変換部６６０、６６２が、光軸方向に並ぶように配されている。このため、アクチュエータ２００が上述の方法により動作されることにより、突起部６５４から移動体３１６に対して光軸方向への推力が作用されて、レンズ保持枠３０２及びフォーカシングレンズ４２６が光軸方向に移動される。なお、レンズユニット３００では、アクチュエータ２００に代えてアクチュエータ１００を用いてもよい。

[0131] 以上のように、アクチュエータ１００は、撮影機、双眼鏡等の光学系において、合焦機構、ズーム機構、手振れ補正機構等の駆動に好適に使用できる。さらに、精密ステージ、より具体的には電子ビーム描画装置、検査装置用各種ステージ、バイオテクノロジ用セルインジェクタの移動機構、核磁気共

鳴装置の移動ベッド等の動力源に使用されうるが、用途がこれらに限られないことはいうまでもない。

[0132] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

請求の範囲

[請求項1] 回転自在に配されたロータと、

前記ロータの回転方向に互いに離間して配され、各々が前記ロータに向けて突出した複数の凸部を有するステータと、

前記複数の凸部のそれぞれを境とした前記ロータの回転方向の両側を相対的に伸縮することにより前記複数の凸部を前記ロータの回転方向に往復動させる電気機械変換部と

を備える振動アクチュエータ。

[請求項2] 前記電気機械変換部は、前記ロータの回転軸に対応する位置に貫通穴を有する環状をなす請求項１に記載の振動アクチュエータ。

[請求項3] 前記電気機械変換部は、前記複数の凸部にそれぞれ対応付けて前記ロータの回転軸周りに複数配される請求項１に記載の振動アクチュエータ。

[請求項4] 前記電気機械変換部は、前記複数の凸部を前記ロータの回転方向に楕円運動させる請求項１から３のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項5] 前記電気機械変換部は、前記ロータの回転軸方向に沿って配され、それぞれが別個に駆動される第１電気機械変換部および第２電気機械変換部を有する請求項１から４のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項6] 前記第１電気機械変換部は、前記複数の凸部のそれぞれを境とした前記ロータの回転方向の両側が、前記ロータの回転軸方向に相対的に伸縮することにより前記複数の凸部の各々を前記ロータの回転方向における同一経路上を往復動させ、

前記第２電気機械変換部は、前記ロータの回転軸方向に伸縮することにより前記複数の凸部を前記ロータの回転軸方向に往復動させ、

前記第１電気機械変換部による前記複数の凸部の往復動と前記第２電気機械変換部による前記複数の凸部の往復動とを重畳させることに

より、前記複数の凸部を前記ロータの径方向に沿った軸線周りに円運動させ、前記複数の凸部の円運動を前記ロータに伝達させて前記ロータを回転させる請求項５に記載の振動アクチュエータ。

[請求項7] 前記第１電気機械変換部は、前記複数の凸部のそれぞれを境とした前記ロータの回転方向の両側が、互いに逆位相で前記ロータの回転軸方向に伸縮する請求項６に記載の振動アクチュエータ。

[請求項8] 前記第１電気機械変換部は、前記複数の凸部のそれぞれを境とした前記ロータの回転方向の両側が、前記ロータの回転軸方向に相対的に伸縮することにより前記複数の凸部を楕円運動させ、

前記第２電気機械変換部は、前記ロータの回転軸方向に伸縮することにより前記複数の凸部を前記ロータの回転軸方向に往復動させ、

前記第１電気機械変換部による前記複数の凸部の往復動と前記第２電気機械変換部による前記複数の凸部の往復動とを重畳させることにより、前記複数の凸部を前記ロータの径方向に沿った軸線周りに円運動させ、前記複数の凸部の円運動を前記ロータに伝達させて前記ロータを回転させる請求項５に記載の振動アクチュエータ。

[請求項9] 前記第１電気機械変換部は、前記回転軸方向に沿って前記第２電気機械変換部よりも前記ステータに近い側に配される請求項６から８のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項10] 前記複数の凸部は、前記ロータの回転方向に等ピッチで配されている請求項１から９のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項11] 前記ステータは、前記複数の凸部が突設され、前記複数の凸部のうちの前記ロータの回転方向に隣り合った一対の間が前記ロータの回転方向に分割された基部を有する請求項１から１０のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項12] 前記ステータは、前記複数の凸部が突設され、前記ロータの回転方向に隣り合った一対の凸部の間に薄肉部が形成された基部を有する請求項１から１０のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項13] 前記ステータは、前記複数の凸部が突設され、前記ロータの回転方向の全周に亘って一様形状に形成された基部を有することを特徴とする請求項１から１０のいずれかに記載の振動アクチュエータ。

[請求項14] 請求項１から１３のいずれかに記載の振動アクチュエータと、

前記振動アクチュエータにより移動される光学部材と

を備えるレンズユニット。

[請求項15] 請求項１から１３のいずれかに記載の振動アクチュエータと、

前記振動アクチュエータにより移動される光学部材と、

前記光学部材によって結像された画像を撮像する撮像部と

を備える撮像装置。

[請求項16] 移動子を移動させるアクチュエータであって、

移動子に当接する凸部を有するステータと、

前記凸部を境とした前記移動子の移動方向の両側が、前記移動子の移動方向に対して交差する方向に相対的に伸縮して前記凸部を円運動させる第１電気機械変換部と、

前記第１電気機械変換部の伸縮方向へ伸縮して前記凸部を当該伸縮方向へ往復動させる第２電気機械変換部と、

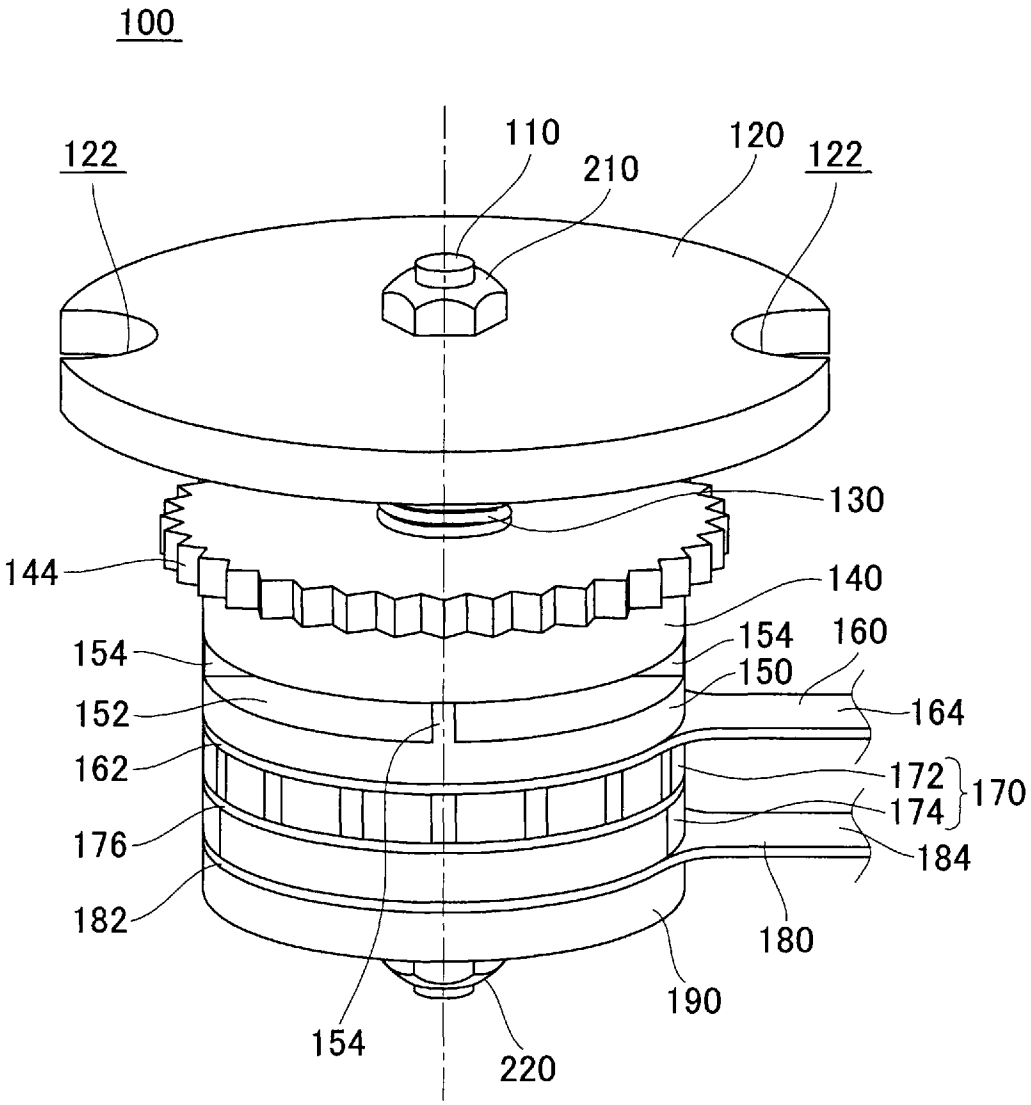
を備えるアクチュエータ。

[請求項17] 前記第１電気機械変換部は、前記第１電気機械変換部の伸縮方向に沿って前記第２電気機械変換部よりも前記ステータに近い側に配される請求項１６に記載のアクチュエータ。

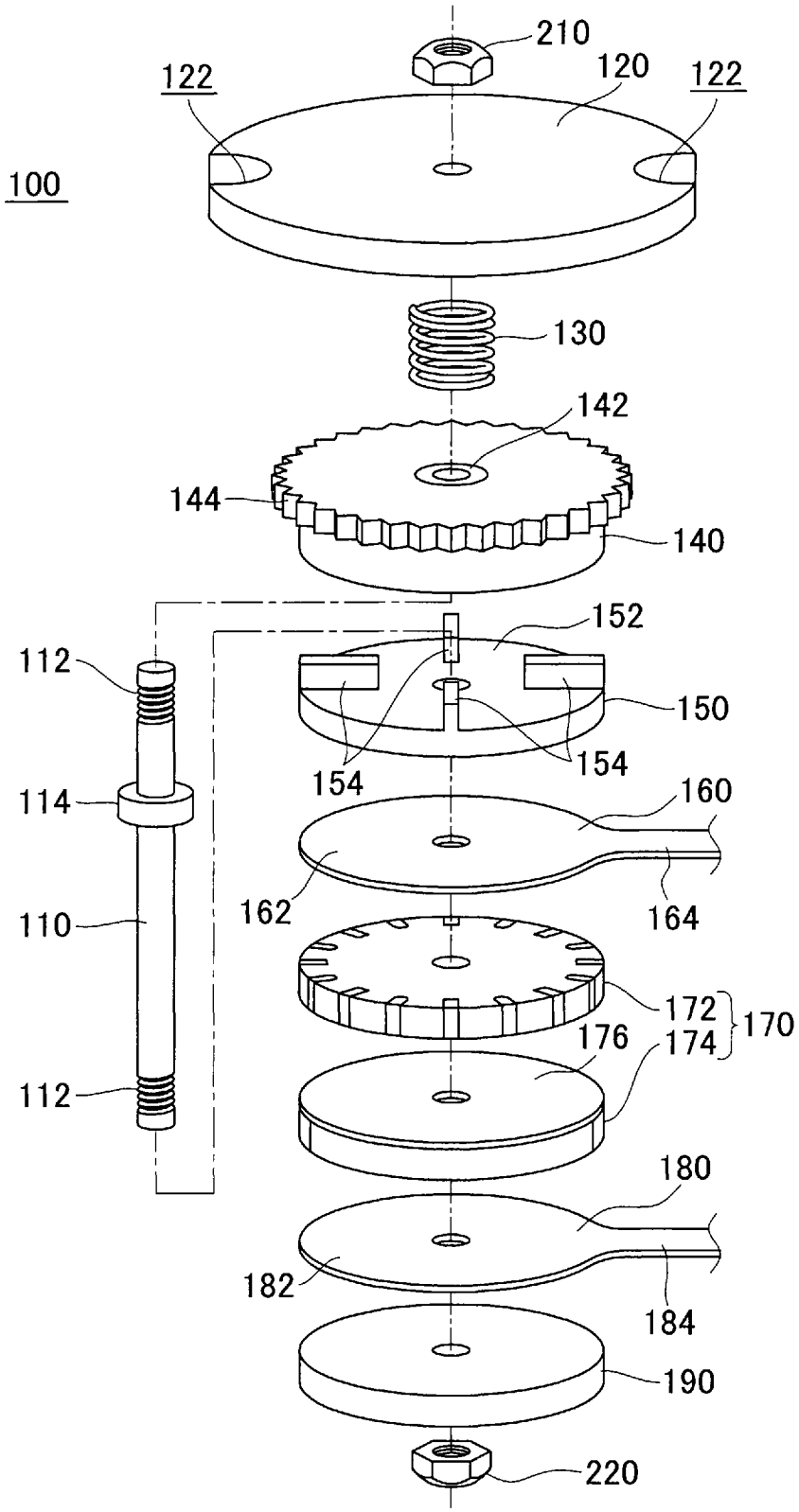
[請求項18] 請求項１６または請求項１７に記載の前記アクチュエータが前記移動子の移動方向に沿って複数配された駆動装置。

[請求項19] 複数の前記凸部は、前記移動子の移動方向に沿って等ピッチで配されている請求項１８に記載の駆動装置。

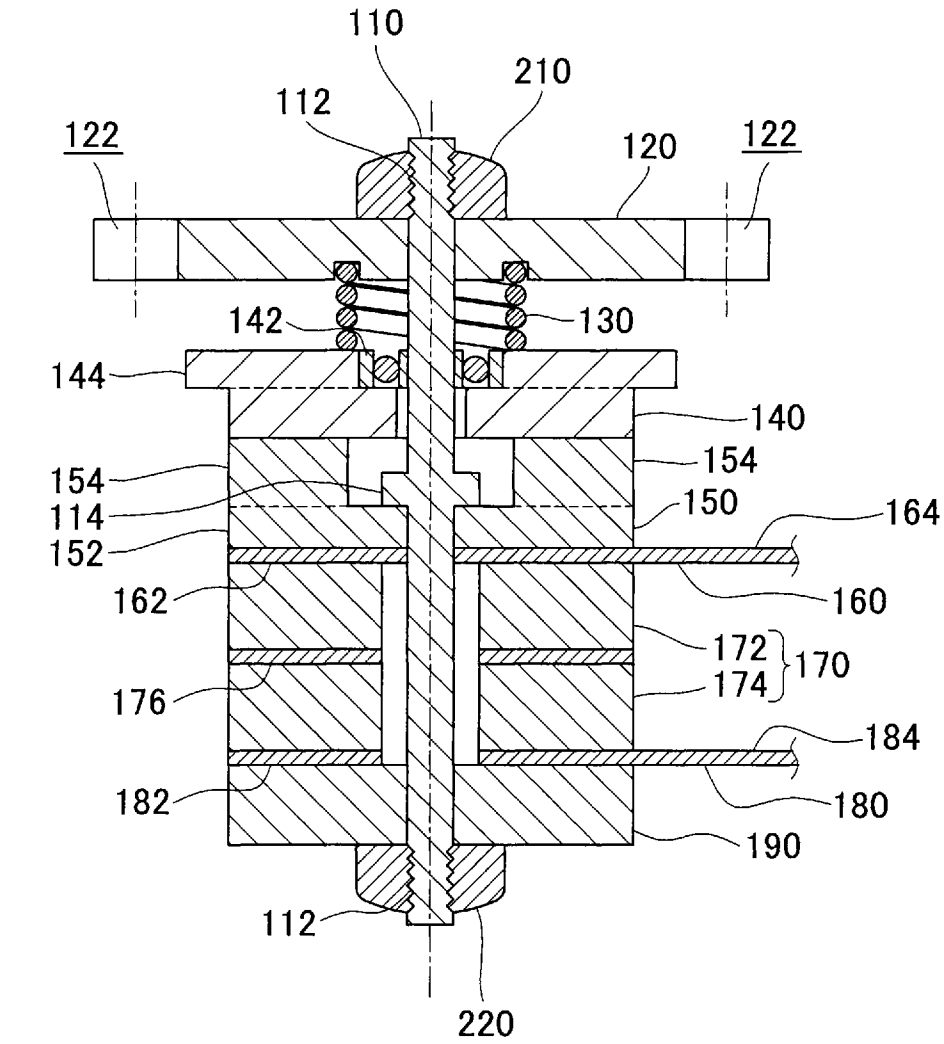
[図1]


100
122
110
210
120
122
130
144
140
154
160
154
150
152
164
162
172
170
174
176
184
182
180
190
154
220

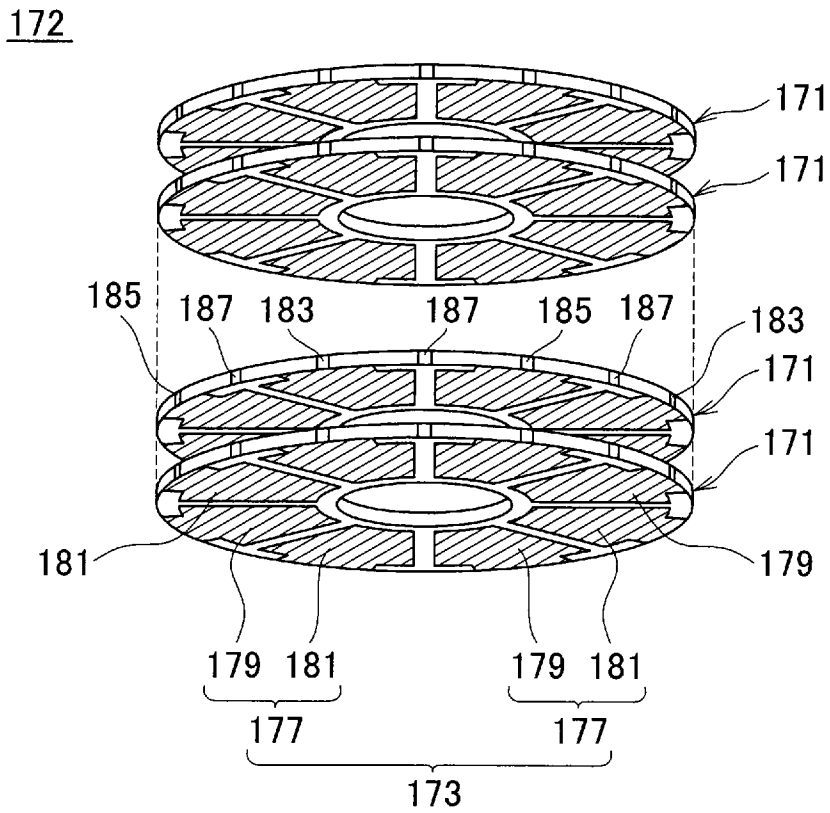
[図2]


210
120
122
122
100
130
142
144
140
152
112
150
154
154
114
160
162
164
110
172
170
176
174
112
180
182
184
190
220

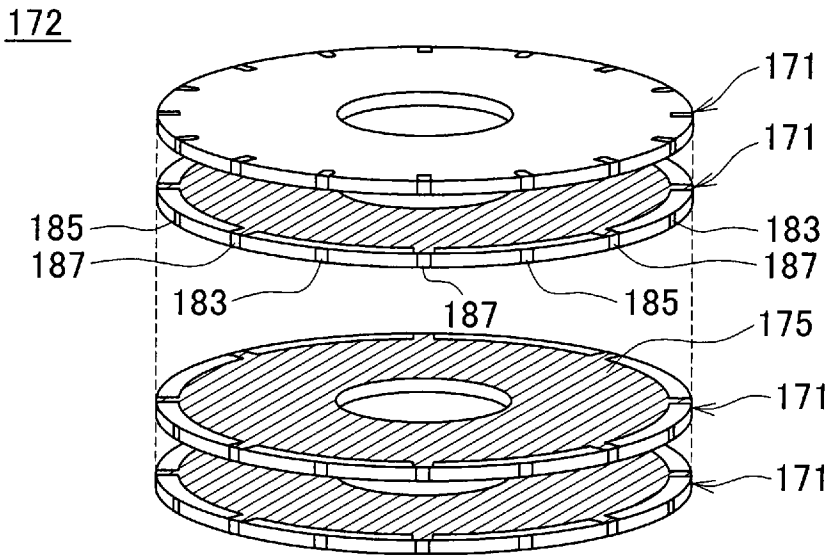
[図3]


100
110
210
112
122
120
122
142
130
144
140
154
154
150
164
114
152
160
162
172
170
174
176
184
182
180
190
112
220

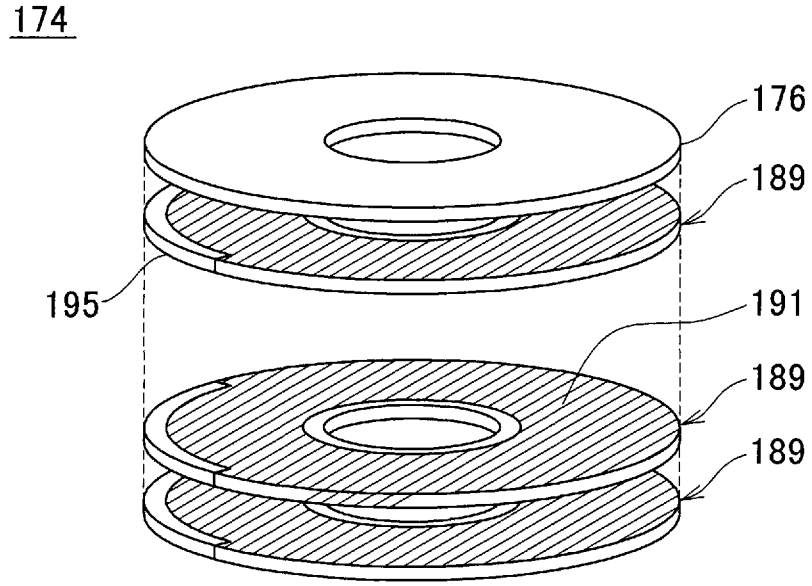
[図4]


172
171
171
185
187
183
187
185
187
183
171
171
181
179
179
181
179
181
177
177
173

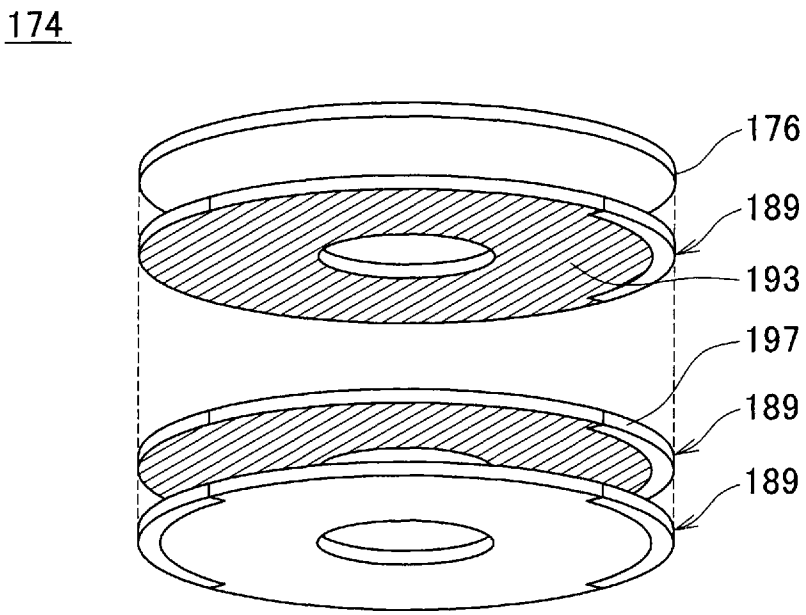
[図5]



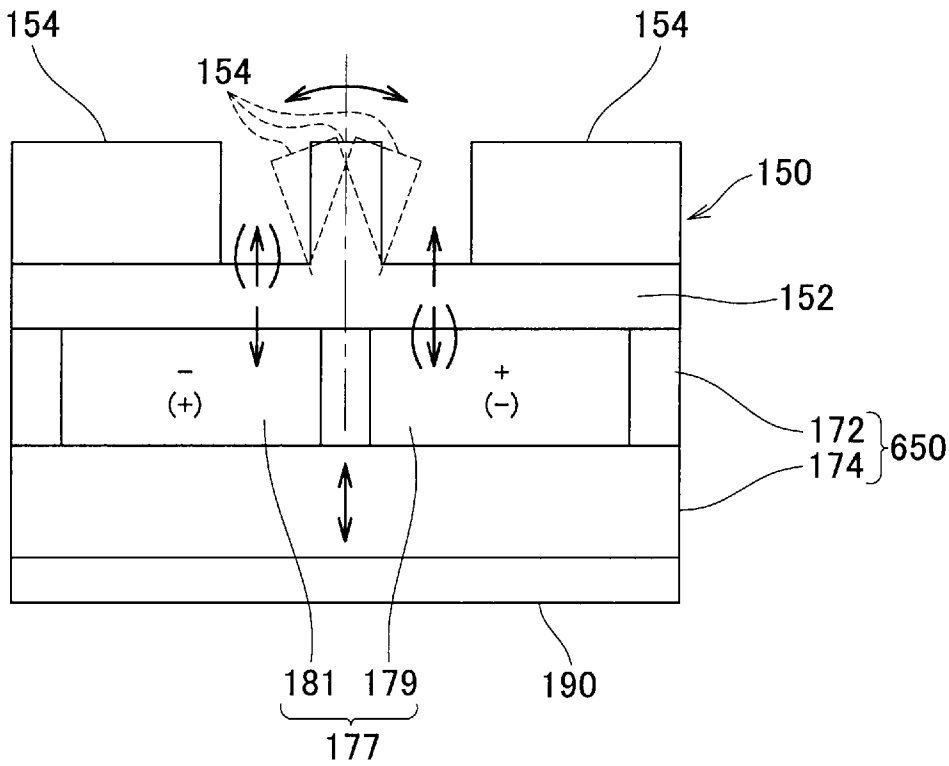
[図6]



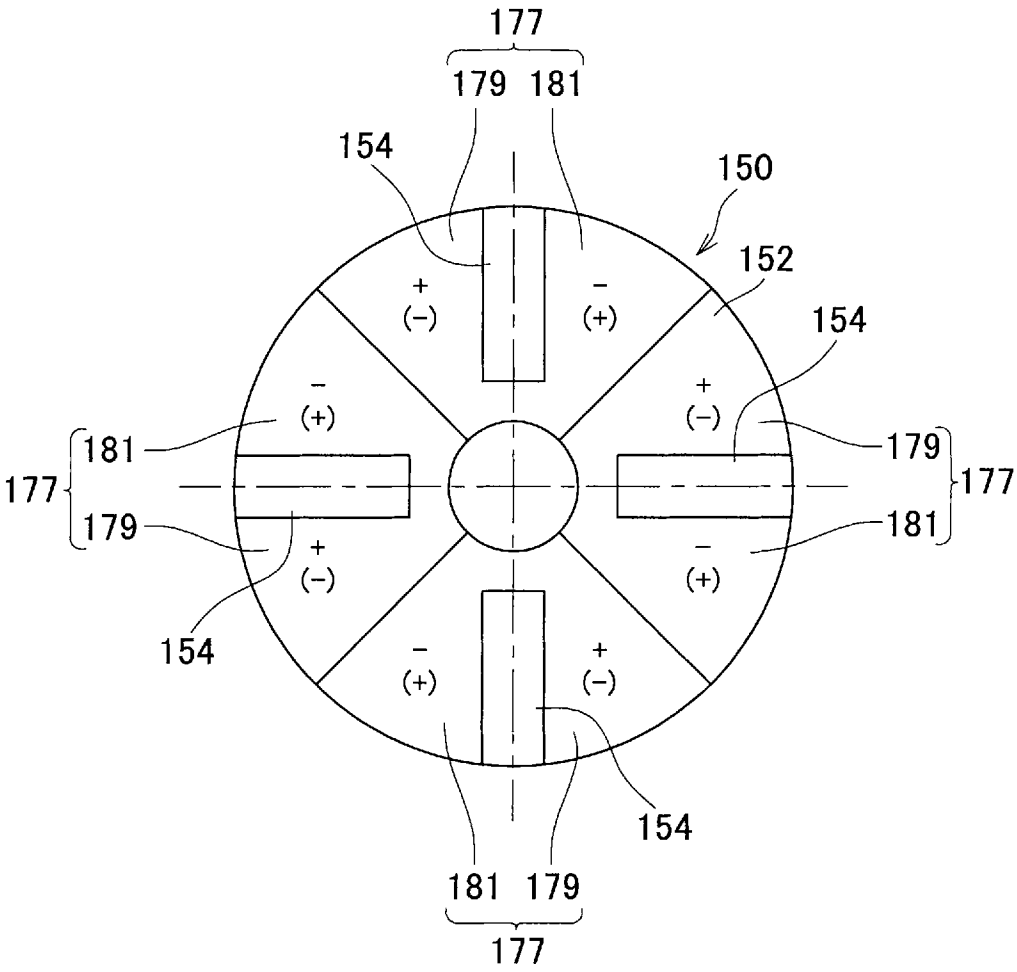
[図7]



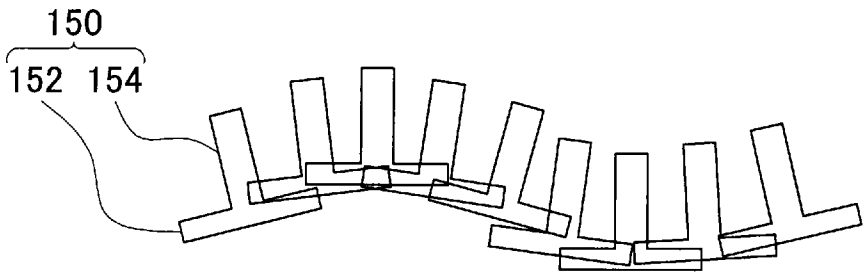
[図8]



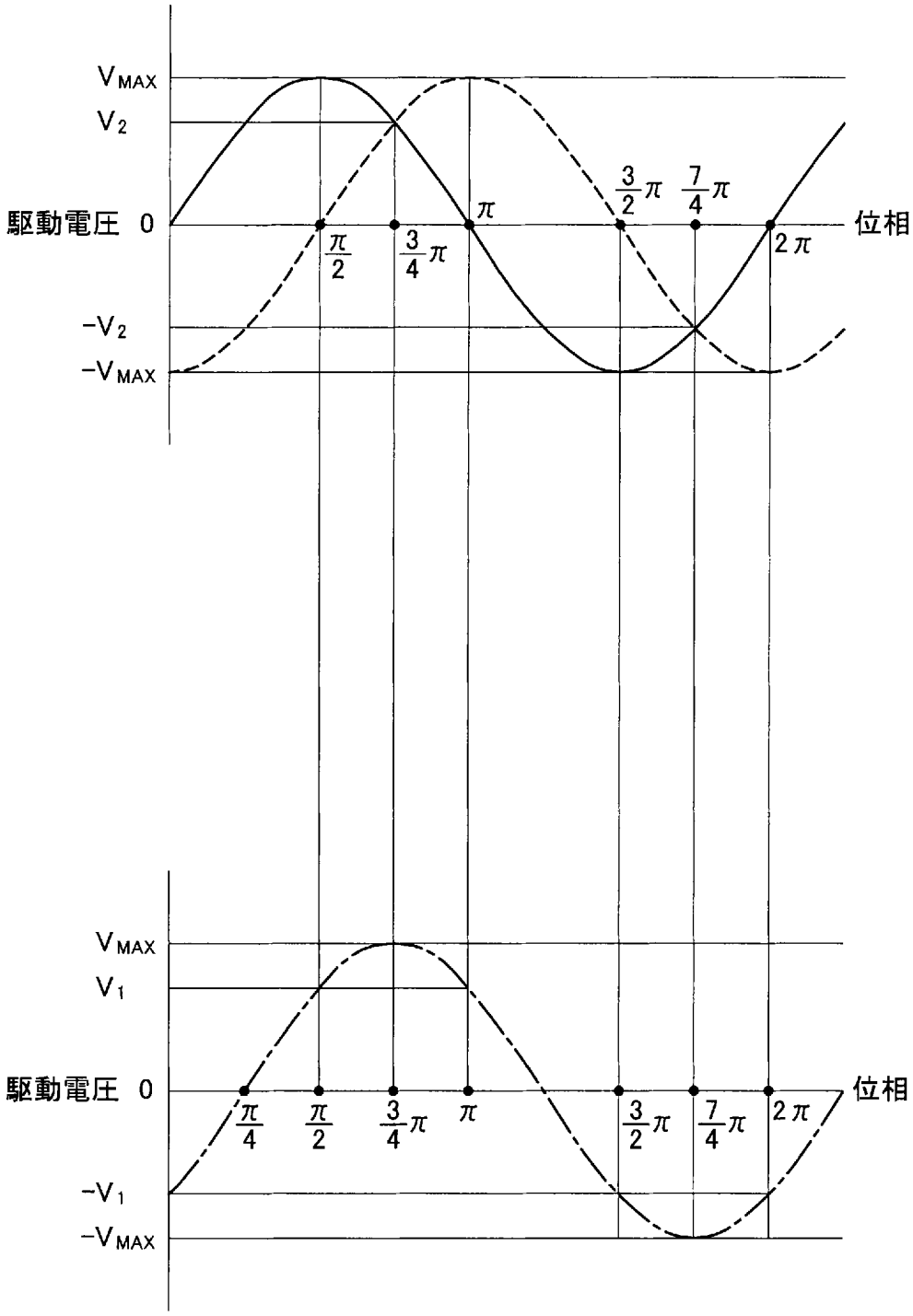
[図9]


177
179
181
154
150
152
154
+
(−)
−
(+)
−
(+)
+
(−)
181
177
179
179
177
181
+
(−)
−
(+)
154
−
(+)
+
(−)
154
181
179
177

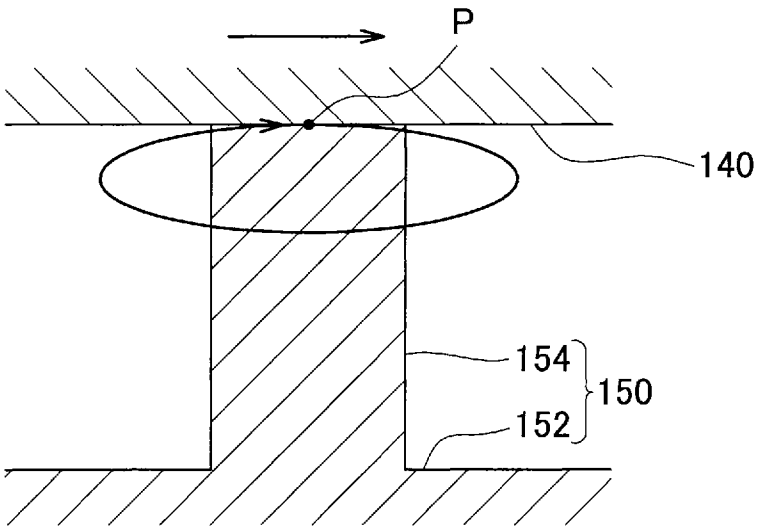
[図10]



[図11]

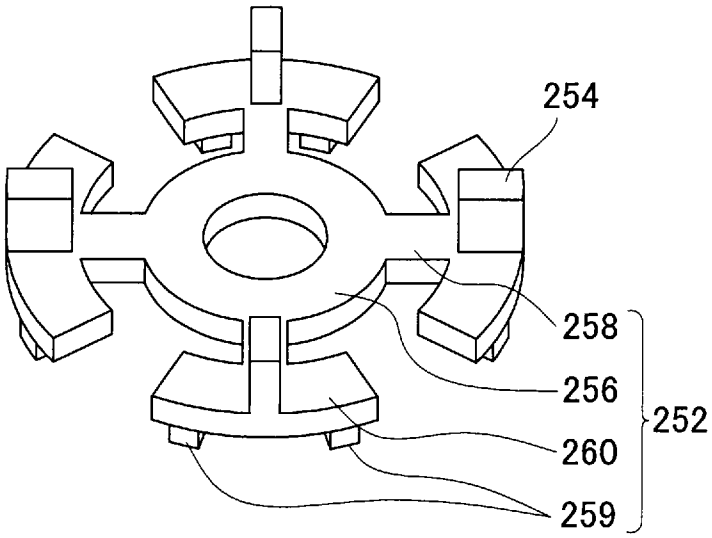

V_{MAX}
V_2
駆動電圧 0
$-V_2$
$-V_{MAX}$
$\frac{\pi}{2}$
$\frac{3}{4}\pi$
π
$\frac{3}{2}\pi$
$\frac{7}{4}\pi$
2π
位相
V_{MAX}
V_1
駆動電圧 0
$-V_1$
$-V_{MAX}$
$\frac{\pi}{4}$
$\frac{\pi}{2}$
$\frac{3}{4}\pi$
π
$\frac{3}{2}\pi$
$\frac{7}{4}\pi$
2π
位相

[図12]



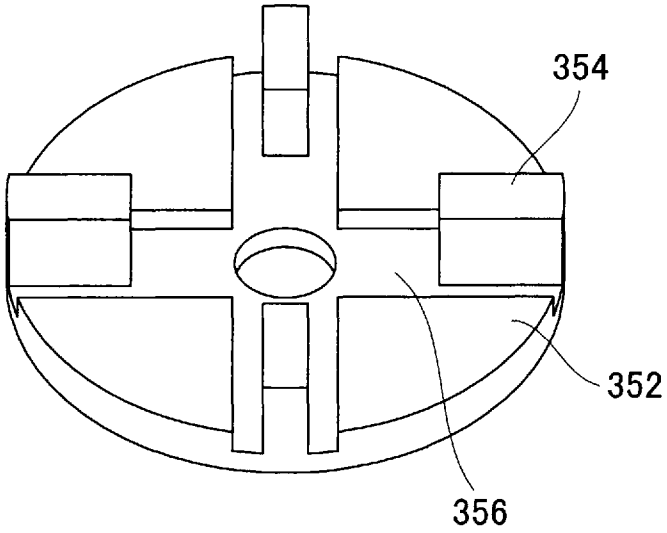
[図13]

250

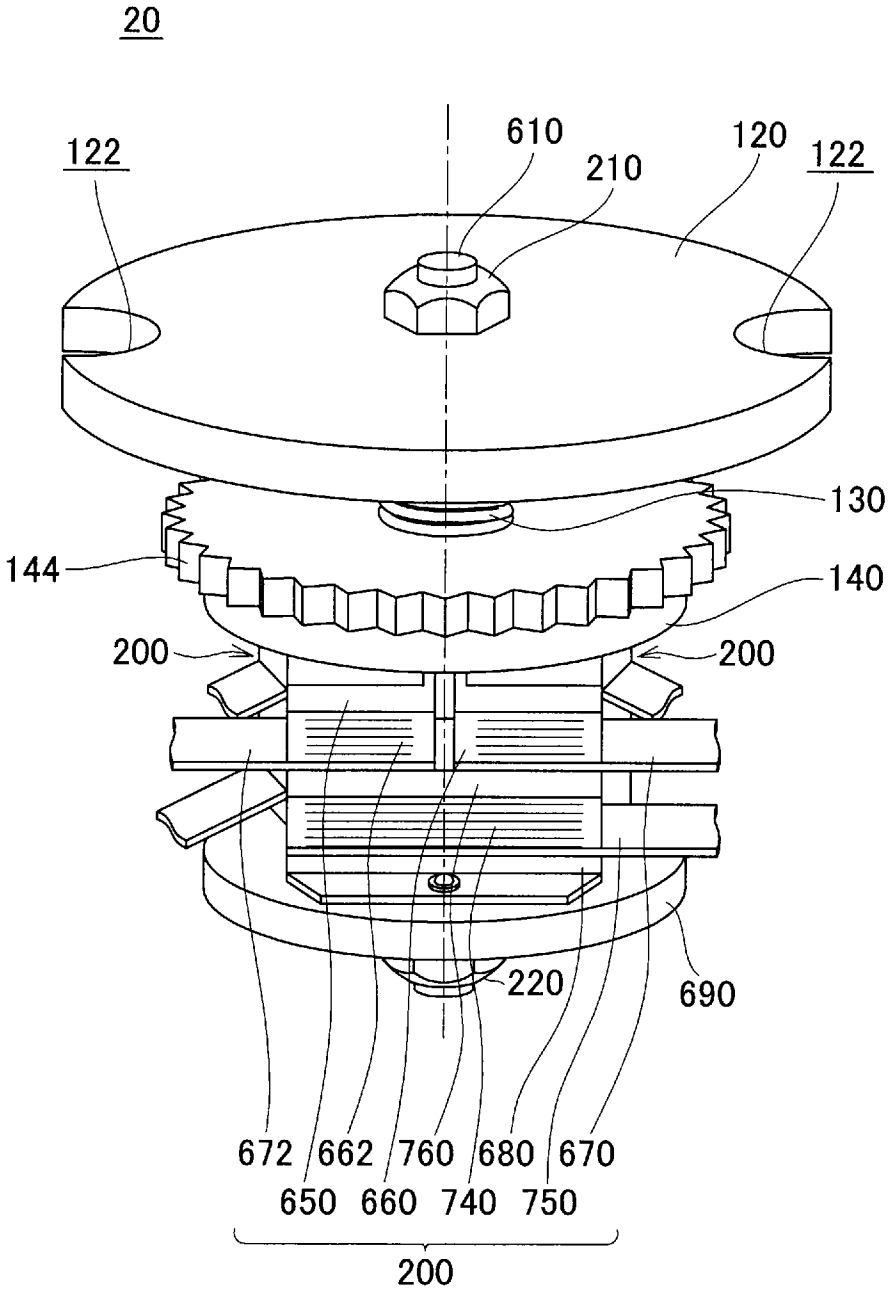


[図14]

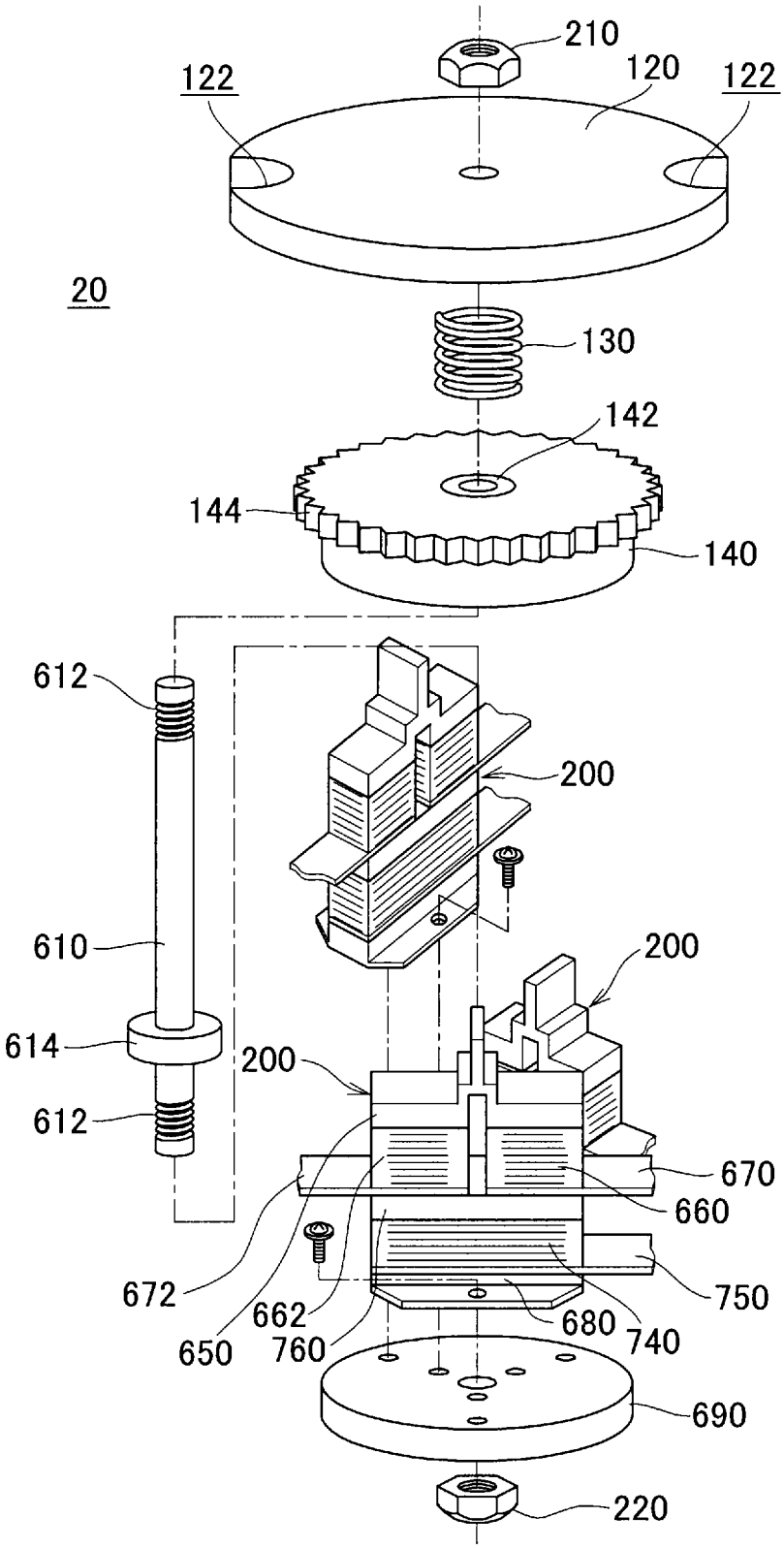
350



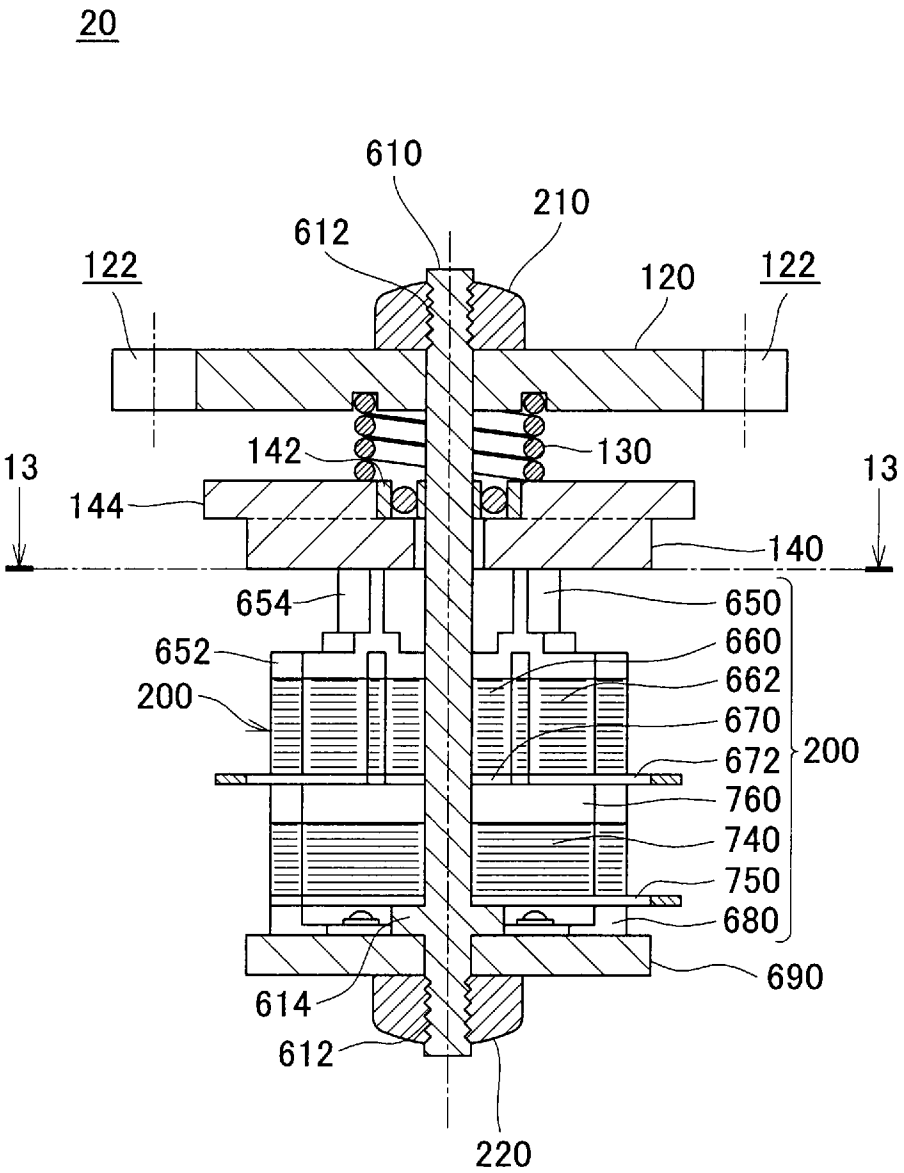
[図15]


20
122
610
210
120
122
130
144
140
200
200
220
690
672
662
760
680
670
650
660
740
750
200

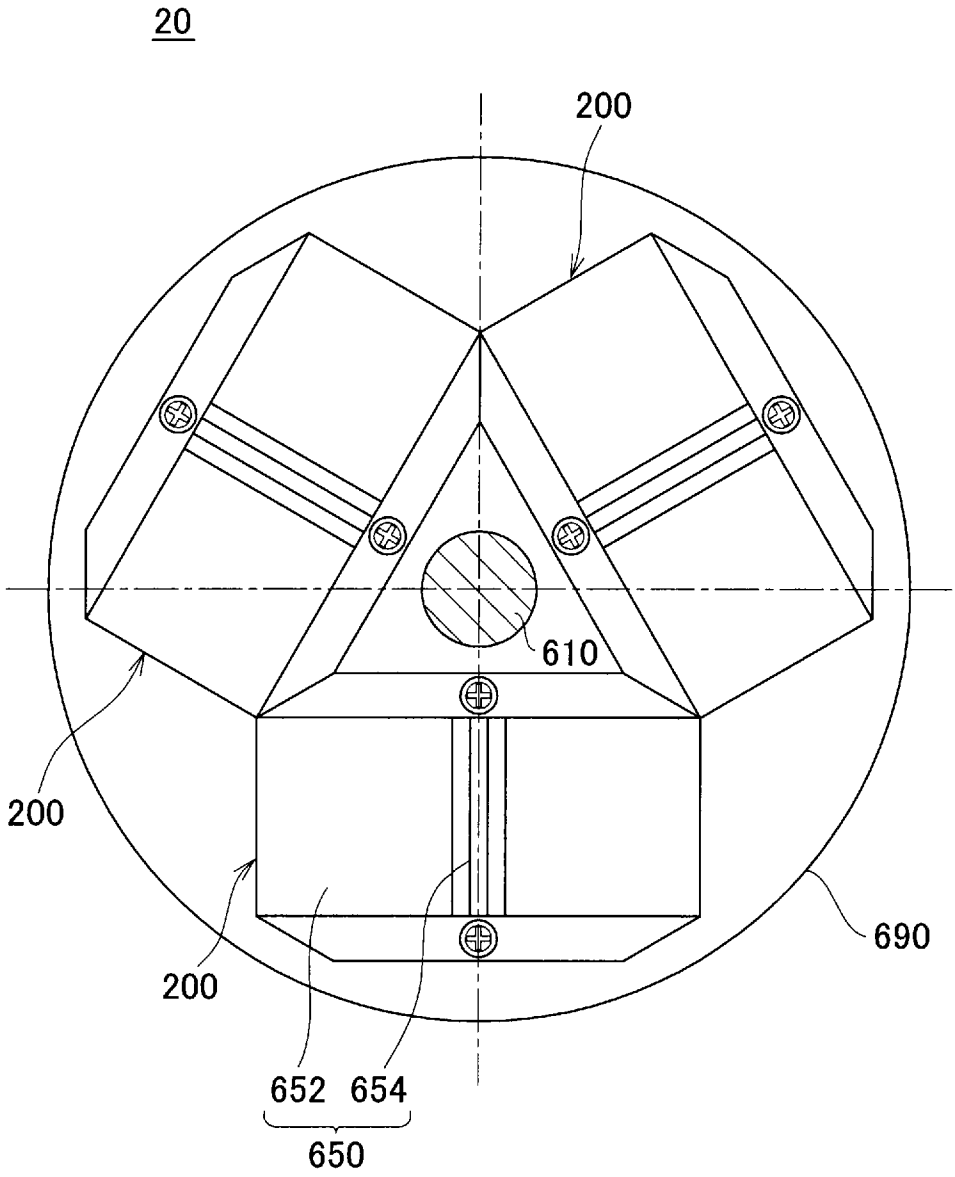
[図16]


210
122
120
122
20
130
142
144
140
612
200
610
200
614
200
612
670
660
672
662
650
760
680
740
750
690
220

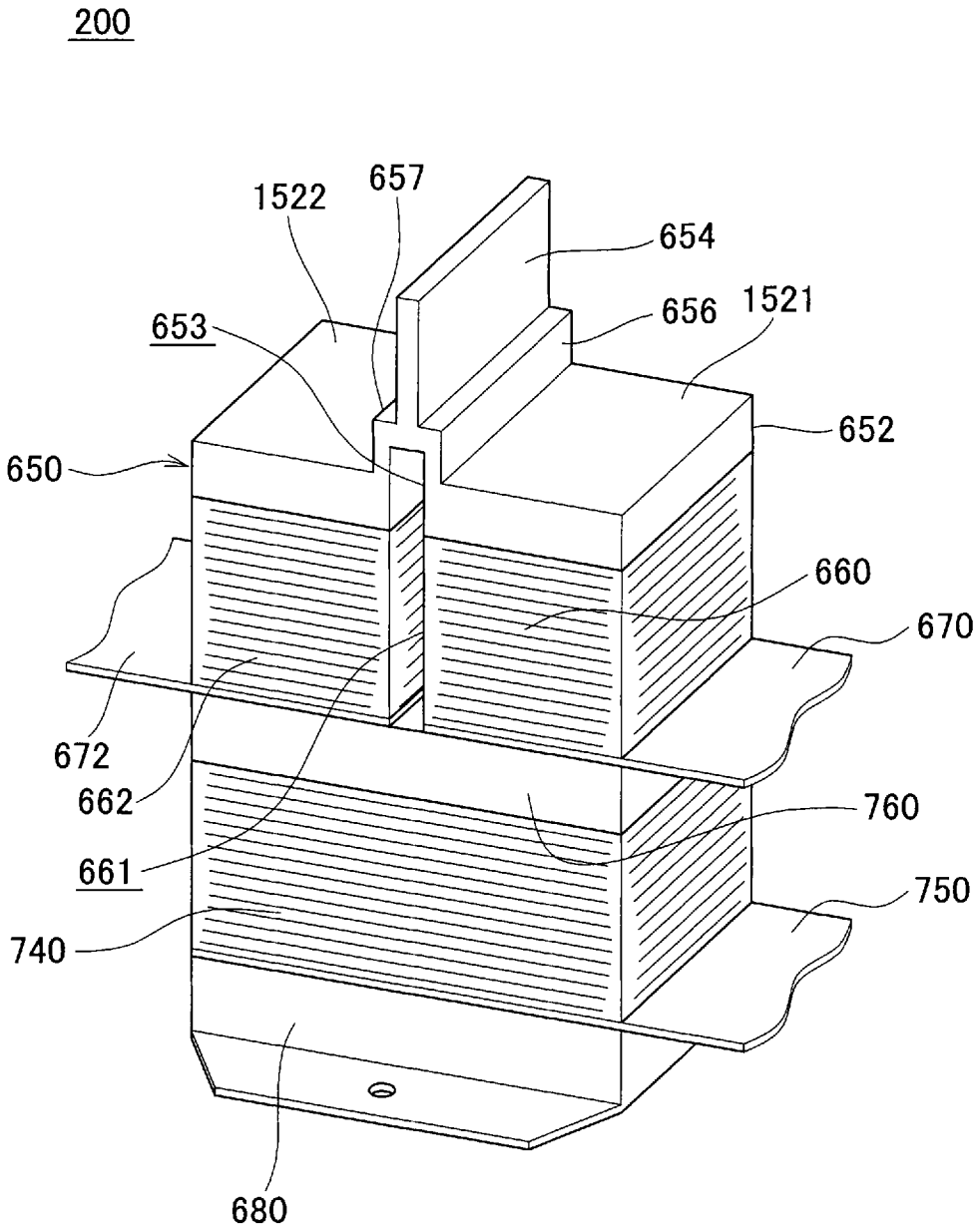
[図17]


20
610
210
612
122
120
122
142
130
13
13
144
140
654
650
652
660
662
200
670
672
200
760
740
750
680
690
614
612
220

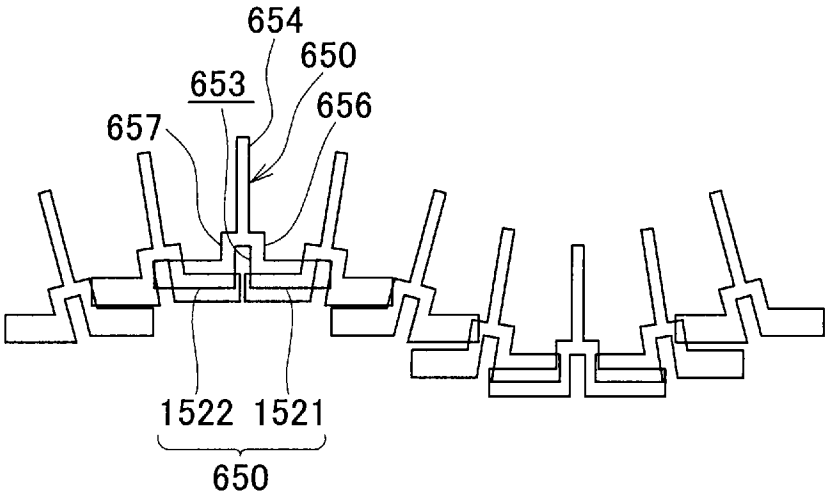
[図18]



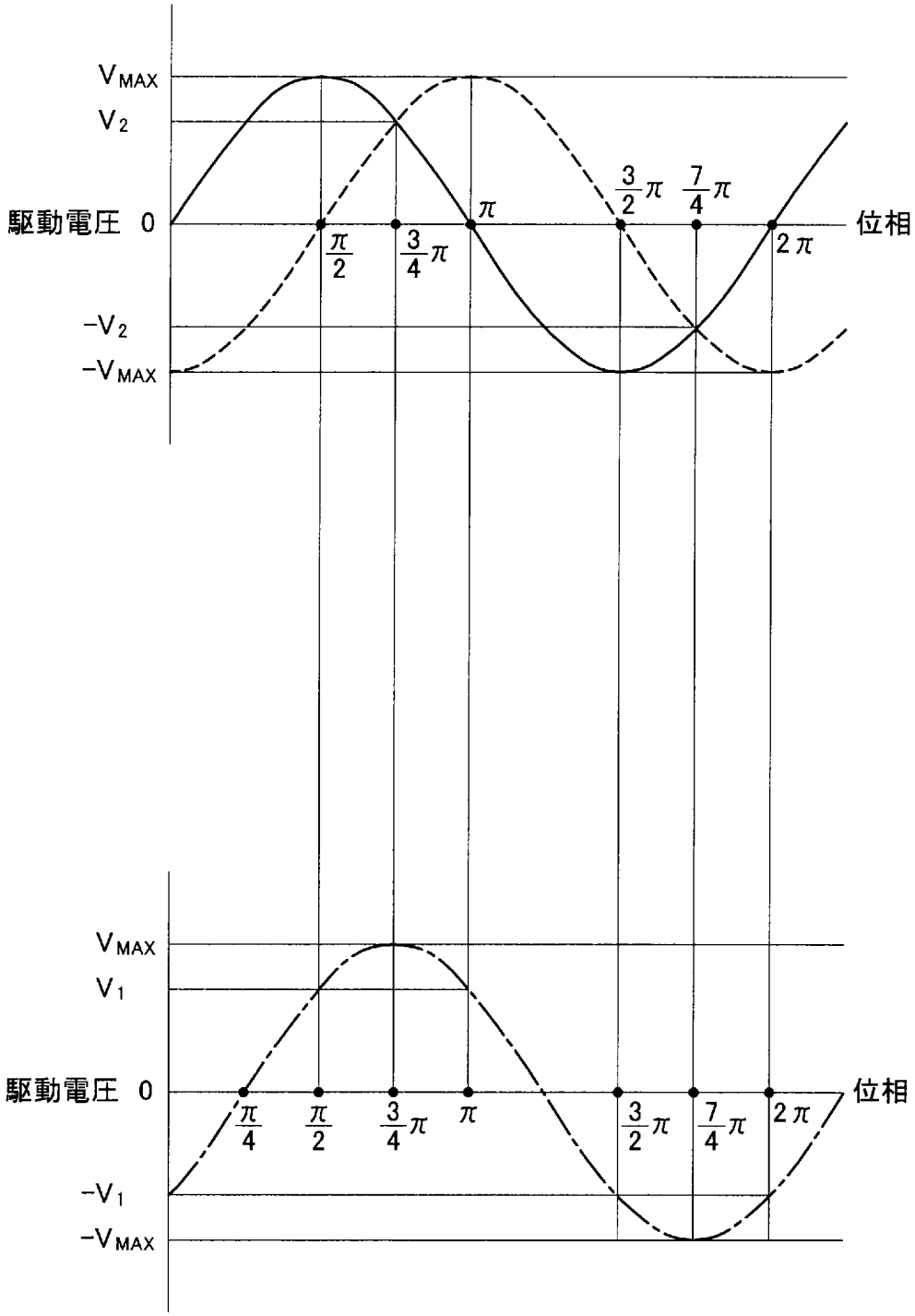
[図19]


200
1522
657
654
653
656
1521
652
650
660
670
672
662
760
661
750
740
680

[図20]

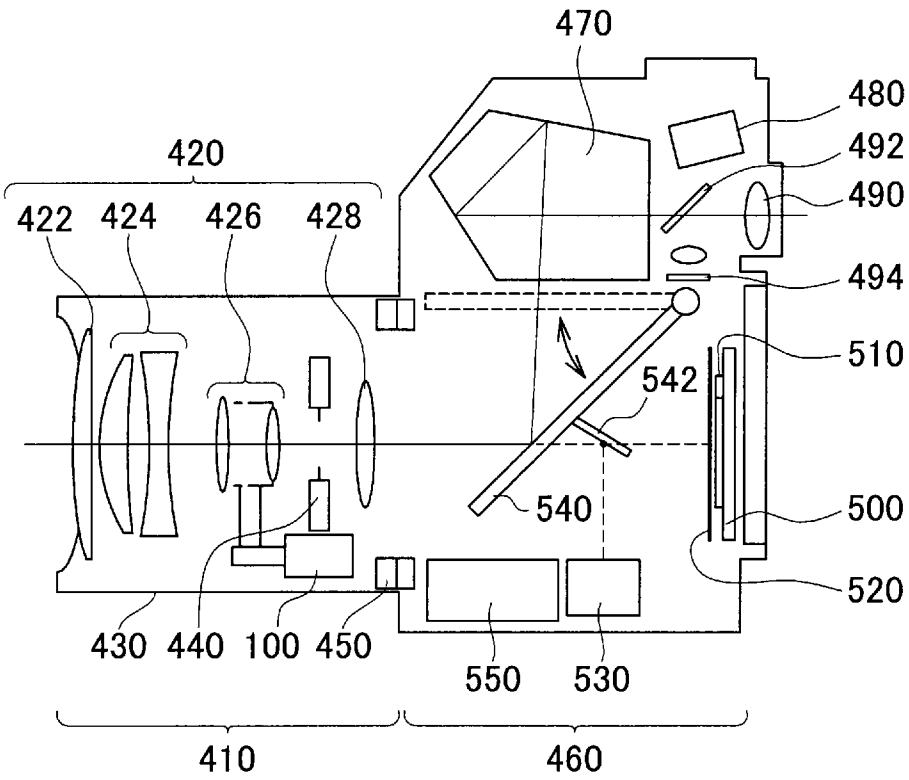


[図21]

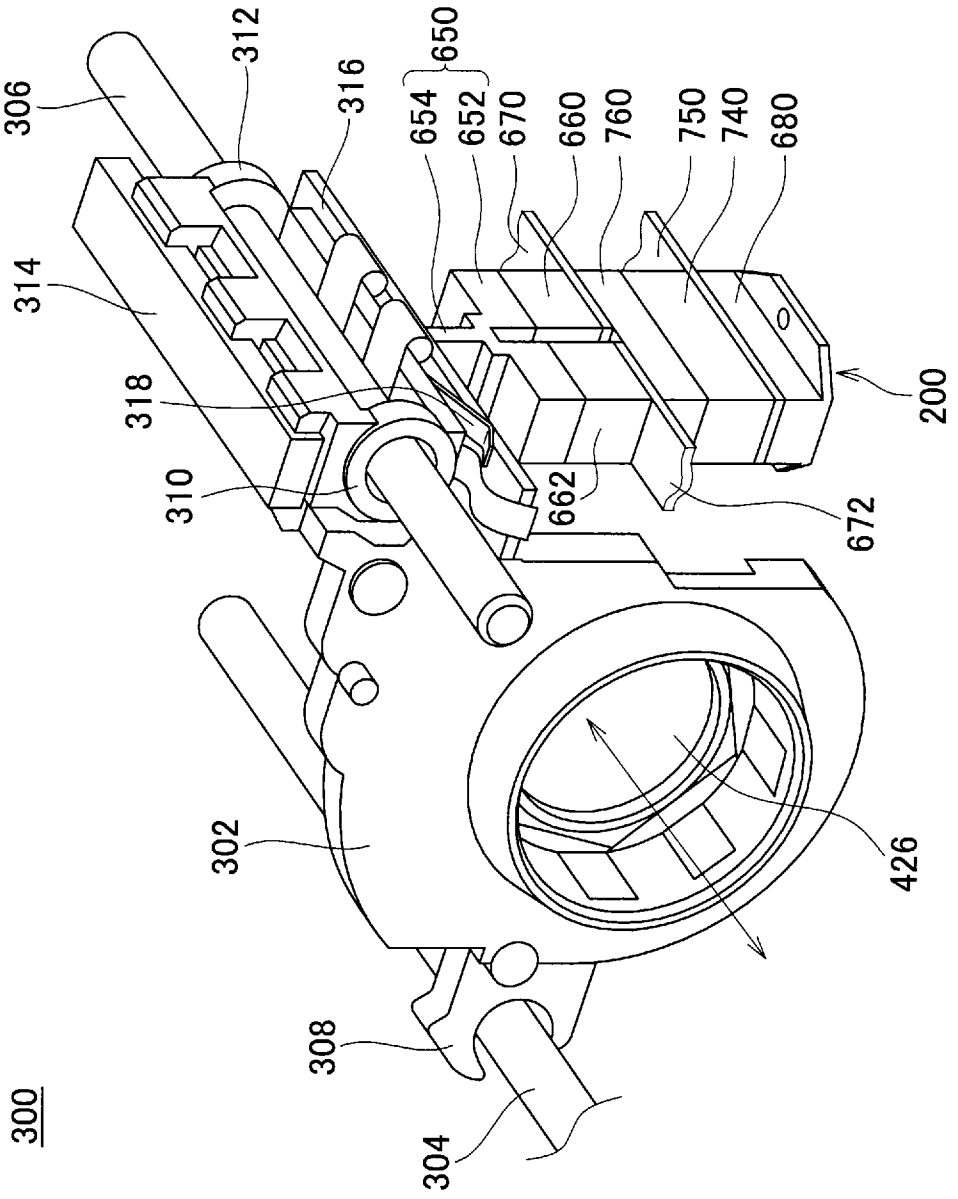

VMAX
V2
駆動電圧 0
位相
π/2
3/4π
π
3/2π
7/4π
2π
-V2
-VMAX
VMAX
V1
駆動電圧 0
位相
π/4
π/2
3/4π
π
3/2π
7/4π
2π
-V1
-VMAX

[図22]

700


470
480
420
492
422
424
426
428
490
494
510
542
540
500
520
430
440
100
450
550
530
410
460

[図23]


306
312
316
650
654
652
670
660
760
750
740
680
314
318
310
662
672
200
302
426
308
304
300

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/003098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02N2/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02N2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-245175 A (Nikon Corp.), 08 September, 2000 (08.09.00), Claims; Par. Nos. [0010] to [0021]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5,10,12-19 6-9,11
Y A	JP 2008-72831 A (Nikon Corp.), 27 March, 2008 (27.03.08), Claims; Par. Nos. [0018] to [0027]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5,10,12-19 6-9,11
Y A	JP 2001-178157 A (Nikon Corp.), 29 June, 2001 (29.06.01), Claims; Par. Nos. [0007] to [0027]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	5,16-19 6-9,11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 September, 2009 (18.09.09)	06 October, 2009 (06.10.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／００３０９８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N2/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N2/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2000-245175 A（株式会社ニコン）2000.09.08, 特許請求の範囲の記載、段落【００１０】－【００２１】、図１、２（ファミリーなし）	1-5,10,12-19 6-9,11
Y A	JP 2008-72831 A（株式会社ニコン）2008.03.27, 特許請求の範囲の記載、段落【００１８】－【００２７】、図１－３（ファミリーなし）	1-5,10,12-19 6-9,11
Y A	JP 2001-178157 A（株式会社ニコン）2001.06.29, 特許請求の範囲の記載、段落【０００７】－【００２７】、図１－３（ファミリーなし）	5,16-19 6-9,11

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１８．０９．２００９	０６．１０．２００９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　９２３９
仲村　靖
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８