

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4721559号  
(P4721559)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO2N</b>	<b>2/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2N	2/00	C
<b>HO1L</b>	<b>41/09</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/08	U
<b>GO2B</b>	<b>7/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/08	C
			GO2B	7/04	E

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-163556 (P2001-163556)	(73) 特許権者	000001225
(22) 出願日	平成13年5月31日(2001.5.31)		日本電産コパル株式会社
(65) 公開番号	特開2002-359986 (P2002-359986A)		東京都板橋区志村2丁目18番10号
(43) 公開日	平成14年12月13日(2002.12.13)	(74) 代理人	100092336
審査請求日	平成20年5月1日(2008.5.1)		弁理士 鈴木 晴敏
		(72) 発明者	宮崎 浩
			東京都板橋区志村2丁目18番10号 日
			本電産コパル株式会社内
		(72) 発明者	細野 喜代司
			東京都板橋区志村2丁目18番10号 日
			本電産コパル株式会社内
		(72) 発明者	古賀 忠尚
			東京都板橋区志村2丁目18番10号 日
			本電産コパル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波モータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円筒面を有する圧電素子及び該円筒面に形成された表面電極からなり該表面電極に印加される電圧に応じて公転トルクを発生するステータと、該ステータに対して摺動的に圧接して該公転トルクにより自転運動を行なうロータと、該ステータの表面電極に接続され外部から電圧を供給する配線基板とからなる超音波モータ装置において、前記配線基板は、該ステータの円筒面に形成された該表面電極に沿って円筒状に配された可撓性を有する配線基板であることを特徴とする超音波モータ装置。

【請求項2】

前記配線基板は基材とその表面に形成された配線パターンとからなり、前記基材は該配線パターンの形成されていない部分が切り取られており、該ステータの円筒軸に沿った幅寸法が、該円筒軸に沿ったステータの高さ寸法のおよそ半分であることを特徴とする請求項1記載の超音波モータ装置。

【請求項3】

前記可撓性を有する配線基板は配線パターンとステータの該表面電極に重なる透孔を備えており、該透孔は、該ステータの円筒軸方向に分かれた該配線基板の両端辺の間でほぼ中央の位置に配されるか、または該配線基板の一对の端辺の片方にかかるように配されており、該配線パターンと該表面電極とは、該透孔を介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項1記載の超音波モータ装置。

**【請求項4】**

前記配線基板は、該ステータの円筒軸方向に分かれた一对の端辺の片方が、該ステータの両端面の片方に整合しており、

該ステータの円筒軸と平行な先端辺が、該ステータの円筒軸と平行な該表面電極の一辺を基準にして位置決めされていることを特徴とする請求項3記載の超音波モータ装置。

**【請求項5】**

前記ステータは、該電圧に応じてその円筒端面が電歪公転共振により公転トルクを発生し、前記ロータは該円筒端面に圧接して該公転トルクを直接自転運動として取り出すことを特徴とする請求項1記載の超音波モータ装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は超音波モータ装置に関する。より詳しくは、ステータに形成された電極に対する電気的な接続構造に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

超音波モータ（以下ピエゾモータとも言う）は、その振動子の重心固定の対称励振モードである定在波型モータと進行波型モータの2種類と、さらに振動子である円板又は円筒を例えば4分割し左右の振幅が逆になる非対称モードにより励振することで重心が中心の周りを回転移動し、円の外周がフラフープのように偏心する電歪公転子型モータとが知られている。こうした超音波モータ（以下ピエゾモータとも言う）は、ステータとなる圧電素子に高周波の交流電圧を印加して、約20kHz以上の超音波振動を発生させることにより、ステータに圧接されたロータを回転駆動させている。この種のピエゾモータは、構造が簡単で小型軽量化に適するとともに、低速回転時でも高いトルクが得られる上、駆動音も少なく静かであるという利点を有している。特に後者の電歪公転子型モータは、特開平10-272420号公報に示されているように、円筒状公転子の径および周方向に加えて軸方向のモードも結合させた3D公転トルク発生子として利用できるという特長を有している。

**【0003】****【発明が解決しようとする課題】**

電気的な接続部材としては、例えばコイルバネが一般的に知られている。コイルバネの一端をステータの表面電極に半田付けする一方、他端を外部電源との接続端子にする。しかしながら、接続部材をコイルバネで構成すると、その巻数や線径によっては、円筒状のステータに対し径方向のスペースが多く必要となるという欠点がある。又、コイルバネに代えて通常のリード線を接続部材に用いる場合がある。リード線の一端を半田でステータの表面電極に固定する一方、他端を外部電極との接続端子にする。しかしながら、リード線を半田付け処理すると、ステータが常に微振動を発生している為リード線が振れ、半田付けをした部分の剥離が生ずる恐れがある。又、リード線にも厚みがある為、やはりステータの径方向にスペースが必要になるという不都合がある。

**【0004】**

以上の様に、ピエゾモータのステータと外部の駆動電源を接続する為には、ステータの振動によって接触不良が生じない様に、強固な電気的導通を取らなければならない。又、強固に接続し過ぎると、ステータの振動が妨げられる為、バランスが必要である。又、接続箇所については、ステータに形成された表面電極のほぼ中央が効率的によいとされている。しかしながら、量産を考慮した場合、治具などを用いて位置出しをしながら半田付け等で接続部材をちょうど表面電極のほぼ中央に固定することは工数がかかってしまう為、コストアップの要因になる。更に、半田付け箇所が多くなると、ステータの適正な振動を妨げる原因となる。この様に、従来のピエゾモータ装置では、ステータの電極処理が解決すべき大きな課題となっていた。

**【0005】**

10

20

30

40

50

**【課題を解決するための手段】**

上述した従来技術の課題に鑑み、本発明はピエゾモータのステータに駆動電圧を供給する為に好適な接続構造を提供することを目的とする。係る目的を達成するために以下の手段を講じた。即ち、本発明は、円筒面を有する圧電素子及び該円筒面に形成された表面電極からなり該表面電極に印加される電圧に応じて公転トルクを発生するステータと、該ステータに対して摺動的に圧接して該公転トルクにより自転運動を行なうロータと、該ステータの表面電極に接続され外部から電圧を供給する配線基板とからなるピエゾモータ装置において、前記配線基板は、該ステータの円筒面に形成された該表面電極に沿って円筒状に配された可撓性を有する配線基板であることを特徴とする。又、前記配線基板は基材とその表面に形成された配線パターンとからなり、前記基材は該配線パターンの形成されていない部分が切り取られている。又、前記配線基板は、該ステータの円筒軸に沿った幅寸法が、該円筒軸に沿ったステータの高さ寸法のおよそ半分である。

10

**【0006】**

好ましくは、前記可撓性を有する配線基板は配線パターンとステータの表面電極に重なる透孔を備えており、該配線パターンは該透孔に配された半田により該表面電極と電気的に接続されている。該透孔は、該ステータの円筒軸方向に分かれた該配線基板の両端辺の間でほぼ中央の位置に配されるか、または該配線基板の一对の端辺の片方にかかる様に配されている。又、前記配線基板は、該ステータの円筒軸方向に分かれた一对の端辺の片方が、該ステータの両端面の片方に整合しており、該ステータの円筒軸と平行な先端辺が、該ステータの円筒軸と平行な該表面電極の一边を基準にして位置決めされている。好ましくは、前記ステータは、該電圧に応じてその円筒端面が電歪公転共振により公転トルクを発生し、前記ロータは該円筒端面に圧接して該公転トルクを直接自転運動として取り出す。

20

**【0007】**

本発明によれば、円筒状のステータの周囲に、例えば可撓性を有する配線基板（フレキシブル配線基板）を沿う様に配備する。そして、フレキシブル配線基板に形成されたパターンがステータに形成された表面電極と接合する様にして、両者の導通を図る。この様に、電気接続にフレキシブル配線基板を用いこれをステータの外周面に巻き付けることで、配線に必要なスペースを大幅に縮小している。配線基板に形成されたパターンとステータ側の表面電極の接続は透孔（スルーホールパターン）を利用して半田付けにより行なう。スルーホールパターンを利用することで、半田付け面積が自動的に最適化でき、ステータの振動を妨げることなく、安定した給電を行なうことが可能になる。

30

**【0008】****【発明の実施の形態】**

以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明に係るピエゾモータ装置の第一実施形態を示す模式図であり、(A)は側面形状を表わし、(B)は平面形状を表わしている。図示する様に、本ピエゾモータ装置は、前述した特開平10-272420号公報に示されている3D公転トルク共振子よりなる電歪公転子型モータであって、基本的にステータ1とロータ(図示省略)と配線基板9とで構成されている。ステータ1は円筒面を有する圧電素子及びこの円筒面に四分割して形成された表面電極11, 12, 13, 14とからなり、表面電極11, 12, 13, 14に印加される電圧に応じて動力を発生する。図示しないが、ロータはステータ1に対して摺動的に圧接して公転トルクにより自転運動を行なう。例えば、ロータは環状であり、ステータ1の円筒端面に圧接する構造となっている。配線基板9は、ステータの表面電極11, 12, 13, 14に接続され外部から電圧を供給する。

40

**【0009】**

特徴事項として、配線基板9はステータ1の円筒面に形成された表面電極11, 12, 13, 14に沿って円筒状に配されている。好ましくは、配線基板9は可撓性を有し、いわゆるフレキシブル配線基板となっている。図示する様に、フレキシブル配線基板9はステータ1の円筒面に巻かれており、電気的な接続を取るためのスペースが最小限で済む。フレキシブル配線基板9は、薄いフィルムからなる基材90と、その表面に形成された配線

50

パターン 9 1 とからなる。配線パターン 9 1 は、電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 の個数分だけ分かれて配設されている。一本のパターン 9 1 は半田 9 2 で電極 1 1 に接続され、別の一本のパターンも同じく半田 9 2 によって表面電極 1 2 に接続されている。残りのパターンも、電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 とは反対側にある電極に対してそれぞれ電気接続されている。又、基材 9 0 は、配線パターン 9 1 の形成されていない部分 9 3 が切り取られている。この様に、基材 9 0 の一部 9 3 をくり抜くことにより、ステータ 1 に形成された表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 との接触面を減らし、ステータ 1 の振動損失を軽減している。又、基材 9 0 から一部分 9 3 をくり抜くことで、フレキシブル配線基板 9 の剛性が弱くなり、簡単にステータ 1 の周囲に巻き付けることが可能になる。

#### 【 0 0 1 0 】

配線基板 9 は、ステータ 1 の円筒軸に沿った幅寸法 W が、円筒軸に沿ったステータ 1 の高さ寸法 H のおよそ半分となっている。ここで、ステータ 1 の円筒底面を基準にしてフレキシブル配線基板 9 の位置決めをすると、フレキシブル配線基板 9 の上端辺がちょうどステータ 1 の高さの中程になる。この部分で、配線パターン 9 1 を電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に半田 9 2 で接続することになる。この様にすると、接続箇所が各電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 の中央となる為、最も効率よく振動を励起することが可能である。

#### 【 0 0 1 1 】

図 2 は、本発明に係る piezo モータ装置の第二実施形態を示す模式図であり、( A ) は側面形状を表わし、( B ) は平面形状を表わす。尚理解を容易にする為、図 1 に示した先の実施形態と対応する部分には対応する参照番号を付してある。図示する様に、本 piezo モータ装置も、ステータ 1 とロータ ( 図示省略 ) と配線基板 9 とで構成されている。配線基板 9 は、可撓性を有しステータ 1 の円筒面に形成された表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に沿って円筒状に配されている。ここで、フレキシブル配線基板 9 は、ステータ 1 の各表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に重なる透孔 9 4 を備えている。各配線パターン 9 1 はこの透孔 9 4 に配された半田 9 2 により各表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に電氣的に接続されている。透孔 9 4 はいわゆるスルーホールパターンとなっており、各配線パターン 9 1 の先端に形成された透孔とその周囲に配された円形の導電パターンとからなる。円形の導電パターンはちょうど半田の供給量を規制する役目を果たしており、定量分が透孔 9 4 に配される。これにより、ステータ 1 の振動を妨げることなく、安定的に配線基板 9 のパターン 9 1 を各表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に電気接続することができる。本実施形態の場合、透孔 9 4 は、ステータ 1 の円筒軸方向に分かれた配線基板 9 の両端辺の間で、ほぼ中央の位置に配されている。これにより、配線パターン 9 1 を各表面電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 のほぼ中央で接続することができる様になり、振動効率が最適化される。場合によっては、図 1 に示した様に、透孔 9 4 はステータ 1 の円筒軸方向に分かれた配線基板 9 の一对の端辺の片方 ( 上端辺 ) にかかる様に配してもよい。この場合には、配線基板 9 は、図 1 に示した様に、ステータ 1 の円筒軸方向に分かれた一对の端辺の片方 ( 下端辺 ) が、ステータ 1 の両端面の片方 ( 下端面 ) に整合する様に、位置決めすればよい。更に、配線基板 9 は、ステータ 1 の円筒軸と平行な先端辺 P が、ステータの円筒軸と平行な表面電極 1 1 の一边を基準にして位置決めされている。この様に、ステータ 1 の底面及び表面電極 1 1 の一边を基準にして配線基板 9 を円筒軸方向並びに周方向に対して正確に位置決めできる。尚、ステータ 1 は配線基板 9 を介して供給される駆動電圧に応じて円筒端面が電歪公転共振により公転トルクを発生し、ロータは円筒端面に圧接して該公転トルクを直接自転運動として取り出す。

但し、本発明に係る piezo モータ装置はこの構造に限られるものではない。

#### 【 0 0 1 2 】

図 3 は、図 1 又は図 2 に示した piezo モータ装置の応用例を表わしており、piezo モータ装置を動力源としたカメラ用レンズ駆動装置を示している。尚、図示を分かり易くする為、配線基板は省略してある。又、本発明に係る piezo モータ装置の応用例はカメラ用レンズ駆動装置に限られるものではないことは言うまでもない。本カメラ用レンズ駆動装置は、基本的にステータ 1 及びロータ 2 を含む piezo モータと、レンズ鏡筒 3 と、これらを連

10

20

30

40

50

結する伝達部材とで構成されている。ステータ 1 は圧電素子からなり交流電圧の印加を受けて超音波振動を励振し公転トルクを発生する。ロータ 2 はステータ 1 に圧接されており、公転トルクを自転運動に変換する。レンズ鏡筒 3 はカメラ用のレンズ（図示せず）を搭載し、且つレンズの光軸 Z 方向に直線変位可能に組み込まれている。ステータ 1、ロータ 2 及びレンズ鏡筒 3 は鏡筒枠 6 に組み込まれている。鏡筒枠 6 の光軸 Z 方向後端は基台 7 で遮蔽されている。 piezo モータのロータ 2 とレンズ鏡筒 3 を接続する伝達部材は、ロータ 2 の自転運動をレンズ鏡筒 3 の直線変位に変換して伝達する。

【 0 0 1 3 】

ステータ 1 は、光軸 Z と平行な円筒軸を有する円筒型の圧電素子からなる。一方、レンズ鏡筒 3 は円筒型のステータ 1 の内側に配されており、光軸 Z に沿って鏡筒枠 6 の前方端から進退可能になっている。この様に、円筒型ステータ 1 の内部にレンズ鏡筒 3 を配することで、カメラ用レンズ駆動装置の小型化が可能になる。

【 0 0 1 4 】

本実施形態では、ロータ 2 とレンズ鏡筒 3 を結ぶ伝達部材は、レンズ鏡筒 3 と一体になったヘリコイド筒 4 を含んでいる。但し、レンズ鏡筒 3 とヘリコイド筒 4 を必ずしも一体に形成する必要はなく、場合によってはヘリコイド筒 4 に後からレンズ鏡筒 3 を組み込む構成としてもよい。ヘリコイド筒 4 は、内部にレンズ鏡筒 3 を収納する様に基本的には円筒型となっており、その外周面にはネジ 4 1 が切られている。又、ヘリコイド筒 4 の前方端には、ヘリコイド筒 4 自体の回転を防止する為にストッパ 4 2 が取り付けられており、鏡筒枠 6 に係合している。この結果、ヘリコイド筒 4 は光軸 Z 方向に沿った直線運動を行なう。上記伝達部材は更に、ロータ 2 と一体に形成され且つヘリコイド筒 4 に螺合したヘリコイドギヤ 5 を含む。本実施形態では環状金属からなるロータ 2 とポリカーボネートなどの樹脂からなるヘリコイドギヤ 5 は、例えばアウトサートにより一体的に成形されている。ロータ 2 の回転運動に伴ってヘリコイドギヤ 5 も回転する。ヘリコイドギヤ 5 はその内周面にネジ 5 1 が切られている。ヘリコイド筒 4 の外周面に形成されたネジ 4 1 とヘリコイドギヤ 5 の内周面に形成されたネジ 5 1 は互いに噛み合っている。ロータ 2 の回転に伴ってヘリコイドギヤ 5 が回転すると、ヘリコイド筒 4 は光軸 Z に沿って直線変位する。尚、ロータ 2 は円筒型ステータ 1 の後端に取り付けられている。基台 7 とロータ 2 との間には回転補助手段 8 が配されており、ロータ 2 をステータ 1 の後端に摺動的に圧接して、ステータ 1 の公転トルクをロータ 2 の自回転運動として取り出す。回転補助手段 8 は、ロータ 2 に接触する凸曲面状の突起部 8 2 R が設けられた接触板 8 2 と、接触板 8 2 をロータ 2 側に与圧するバネ部材 8 3 とで構成されている。

【 0 0 1 5 】

図 4 は、図 1 又は図 2 に示した piezo モータの全体構成を示す模式的な斜視図である。前述した様に、交流駆動電圧 A, B, AX, BX は配線基板 9 に形成された各配線パターン 9 1 を介して、対応する電極 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 に印加される。配線パターン 9 1 は各表面電極 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 に対して半田 9 2 で接続されている。図示する様に、piezo モータは円筒型のステータ 1 と、その後端に圧接された環状のロータ 2 とで構成されている。円筒型ステータ 1 の外周面には、電極 1 1, 1 2, 1 3, 1 4, が形成されている。図示しないが、円筒の内周面にも電極が形成されている。円筒の外周面に形成された電極は四分割されており、それぞれ位相の異なる交流駆動電圧 A, B, AX, BX が印加される。A 相電圧と B 相電圧は位相が互いに 90 度異なっている。又、A 相電圧と AX 相電圧は位相が 180 度異なっている。換言すると、A 相と AX 相は互いに反対極性である。同様に、B 相と BX 相も反対極性となっている。

【 0 0 1 6 】

図 5 は、図 4 に示したステータの模式的な横断面図である。前述した様に、4 相の交流電圧 A, B, AX, BX は配線基板 9 に形成された配線パターン 9 1 を介して対応する表面電極 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 にそれぞれ印加されている。図示する様に、セラミックなどの圧電素子からなる円筒型ステータ 1 の内周面には、全面的に基準電位を与える電極 1 0 が形成されている。円筒の外周面には四分割された駆動用の電極 1 1 ~ 1 4 が形成されてい

10

20

30

40

50

る。これら四分割された電極 11 ~ 14 には、互いに位相が 90 度ずつシフトした 4 相の交流電圧 A, B, AX, BX が印加される。

【0017】

図 6 を参照して、図 4 及び図 5 に示した piezo モータの動作を説明する。piezo モータでは動力源となる超音波振動が一定の共振周波数であるから、電流はほぼ一定値となる。共振器は Q が高く、振動振幅の立ち上がりは 1 サイクル以内と考えられ、非慣性機構と見なすことができる。負荷の慣性が影響する範囲でしか電流は変化しない。係る特徴を有する piezo モータは様々な構成が開発されているが、特に電歪公転型が有力である。電歪公転型は、従来の様に振動をトルクに変えるのではなく、周面全面に亘って一様なトルクを直接励振することができる共振子を使っている。従来の超音波振動子は定在波型と進行波型の二種類あるが、共に重心固定の対称モードでしか励振できない。これに反して、円筒を左右の伸縮が逆になるモードで励振すると、重心が中心を離れて振動する。この非対称励振を行なうと、従来の対称励振では観測できなかった円筒の共振モードが得られる。そこで、ステータ円筒の電極を例えば四分割し、90 度ずつ位相の異なる回転電場で励振すると、図 6 に示す様に、重心が中心の周りを回転するモードの共振が見られる。この時円筒の外周は元の形を保ったまま、フラフープの様に偏心するので、振動子が公転回転を行なう。係る構成の電歪公転子型モータでは、直接回転モードが励振され、円筒状公転子の径および周方向に加えて軸方向のモードも結合させた 3D 公転トルク発生子として利用できる。この公転トルクは、直接ロータの自転運動として取り出される。

【0018】

図 7 は、四分割されたステータ電極のそれぞれに印加される A 相、B 相、AX 相、BX 相電圧の波形図である。図示する様に、A 相に対し B 相は 90 度シフトし、AX 相は 180 度シフトし、BX 相は 270 度シフトしている。この様に 90 度ずつ位相の異なる交流電圧をステータに印加することで回転電場が形成され、これに応じてステータは直接回転モードを励振する。

【0019】

最後に図 8 は、piezo モータの駆動回路を表わしている。図示する様に、一对の駆動信号 A, AX は Hブリッジ A を介してステータ 1 の互いに対向する一对の電極に印加される。同様に、他の一对の駆動信号 B, BX も Hブリッジ B を介して互いに対向する他の一对のステータ電極に印加される。Hブリッジは、それぞれ入力信号に应答して、ステータ電極に十分な出力電流を供給する為のドライバ回路となっている。

【0020】

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明によれば、配線基板はステータの円筒面に形成された表面電極に沿って円筒状に配されている。これにより、スペース効率の非常に高い電極接続構造を提供することが可能になる。又、本発明によれば、配線基板に形成された透孔（スルーホール）を介して半田により配線パターンをステータの表面電極に接続している。これにより、特定の治具を要することなく位置決めが可能であるとともに、半田付け面積も適量とすることができ、最適な振動を励起することが可能となり、コスト的にも有利な電極取出し構造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る piezo モータ装置の第一実施形態を示す模式的な側面図及び平面図である。

【図 2】本発明に係る piezo モータ装置の第二実施形態を示す模式的な側面図及び平面図である。

【図 3】本発明に係る piezo モータ装置を組み込んだカメラ用レンズ駆動装置を示す模式的な縦断面図である。

【図 4】本発明に係る piezo モータ装置の外観を示す模式的な斜視図である。

【図 5】本発明に係る piezo モータ装置の横断面図である。

【図 6】本発明に係る piezo モータ装置の動作説明に供する模式図である。

10

20

30

40

50

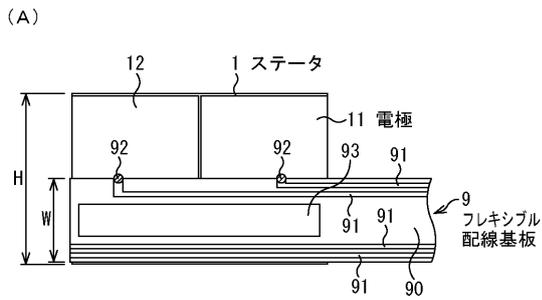
【図7】本発明に係るピエゾモータ装置の動作説明に供する波形図である。

【図8】本発明に係るピエゾモータ装置の駆動回路図である。

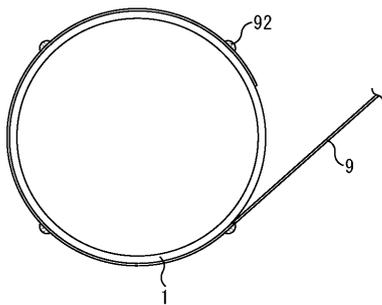
【符号の説明】

1・・・ステータ、2・・・ロータ、9・・・配線基板、11・・・表面電極、12・・・表面電極、13・・・表面電極、14・・・表面電極、90・・・基材、91・・・配線パターン、92・・・半田、94・・・透孔

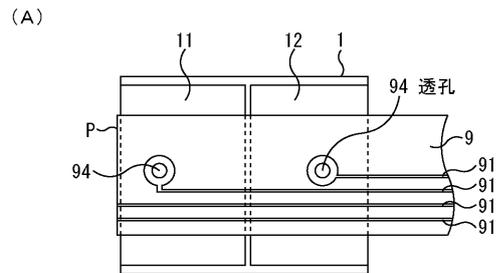
【図1】



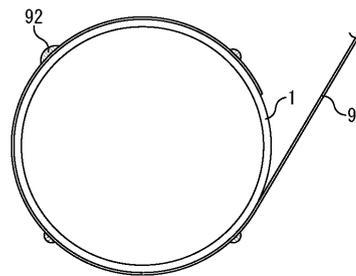
(B)



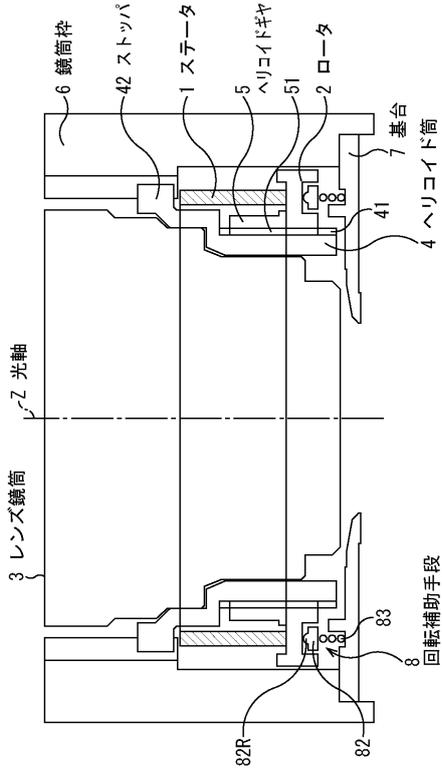
【図2】



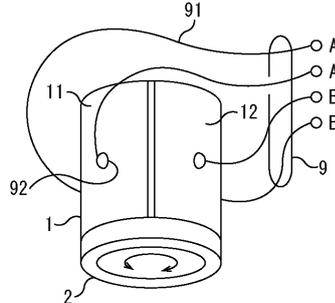
(B)



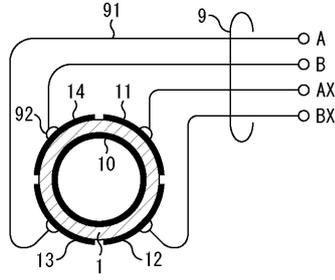
【図3】



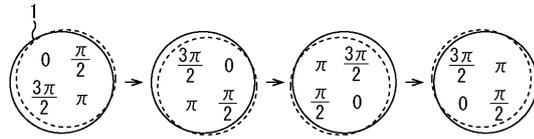
【図4】



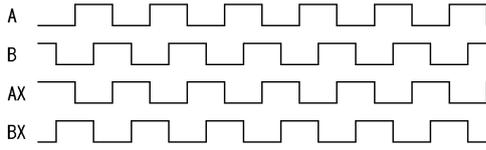
【図5】



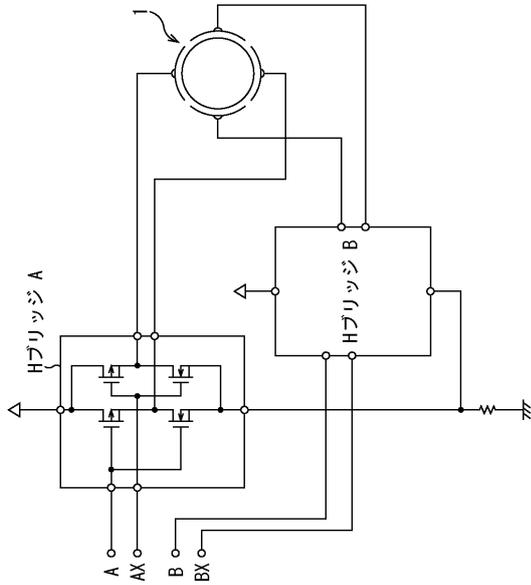
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 當摩 清

東京都板橋区志村2丁目18番10号 日本電産コパル株式会社内

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開平10-272420(JP,A)

特開昭64-55081(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00

G02B 7/04

H01L 41/09