

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7310915号
(P7310915)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 N 2/16 (2006.01) H 0 2 N 2/16

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-556059(P2021-556059)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	110001232 弁理士法人大阪フロント特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/041365	(72)発明者	山下 俊明 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2021/095637	(72)発明者	上林 嗣治 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和3年5月20日(2021.5.20)	審査官	若林 治男
審査請求日	令和4年4月4日(2022.4.4)		
(31)優先権主張番号	特願2019-206729(P2019-206729)		
(32)優先日	令和1年11月15日(2019.11.15)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波モータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向し合う第1の主面及び第2の主面を含む板状の振動体と、前記振動体の前記第1の主面上に設けられている複数の圧電素子と、を有するステータと、

前記振動体の前記第2の主面に直接的または間接的に接触しているロータと、

前記振動体の前記第1の主面上に設けられている絶縁基材と、前記絶縁基材上に設けられている第1の配線及び第2の配線と、を有する配線部材と、を備え、

前記振動体の前記第1の主面及び前記第2の主面を結ぶ方向であって、回転中心に沿う方向を軸方向としたときに、前記複数の圧電素子が、前記振動体を振動させることにより、前記軸方向を中心として周回する進行波を発生させるように、前記進行波の周回方向に沿って分散配置されており、

前記複数の圧電素子が、第1の圧電素子、第2の圧電素子、第3の圧電素子及び第4の圧電素子を含み、前記軸方向から見たときに、前記第1の圧電素子及び前記第3の圧電素子が前記進行波の中心を挟んで対向し合っており、前記第2の圧電素子及び前記第4の圧電素子が前記進行波の中心を挟んで対向し合っており、

前記配線部材の前記第1の配線及び前記第2の配線が単層であり、前記第1の圧電素子、前記第2の圧電素子、前記第3の圧電素子及び前記第4の圧電素子が、前記軸方向における同じ方向において、前記第1の配線及び前記第2の配線のうち一方に接続されており、前記配線部材の前記第1の配線が前記第1の圧電素子及び前記第3の圧電素子に電氣的

に接続されており、前記第 2 の配線が前記第 2 の圧電素子及び前記第 4 の圧電素子に電氣的に接続されており、

前記軸方向から見たときに、前記第 2 の配線が、前記第 2 の圧電素子側から前記第 3 の圧電素子上を通り、前記第 4 の圧電素子側に向かうように延びている、超音波モータ。

【請求項 2】

前記軸方向から見たときに、前記配線部材の前記絶縁基材が、前記第 3 の圧電素子上に位置する開口部を有し、

前記絶縁基材の前記開口部内に前記第 1 の配線における前記第 3 の圧電素子に接続されている部分が位置し、かつ前記開口部内に前記第 3 の圧電素子の外周縁の一部が位置している、請求項 1 に記載の超音波モータ。

10

【請求項 3】

前記配線部材が、前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線を覆っている絶縁カバーを有する、請求項 1 または 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 4】

前記第 1 の配線における前記第 1 の圧電素子に接続されている部分、前記第 1 の配線における前記第 3 の圧電素子に接続されている部分、前記第 2 の配線における前記第 2 の圧電素子に接続されている部分及び前記第 2 の配線における前記第 4 の圧電素子に接続されている部分のうち少なくともいずれかの部分が、歯状部を有する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 5】

前記第 1 の配線における前記第 3 の圧電素子に接続されている部分が 歯状部を有し、前記 歯状部は、前記第 3 の圧電素子の外周縁に向いた 歯状部であ る、前記 歯状部が、前記軸方向から見たときの内側に向いた 歯状部である請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

20

【請求項 6】

前記配線部材が、前記振動体に電氣的に接続されており、前記振動体を介してグラウンド電位に電氣的に接続されるグラウンド配線をさらに有し、
前記グラウンド配線が単層であり、かつ前記絶縁基材上に設けられている部分と、前記振動体の前記第 1 の主面に設けられている部分と、を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の圧電素子を有する超音波モータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧電素子によりステータを振動させる超音波モータが種々提案されている。例えば、下記の特許文献 1 に記載の振動波モータにおいては、弾性体に複数の圧電素子が貼り付けられている。複数の圧電素子に信号を伝達するために、フレキシブルプリント回路基板 (FPC) が用いられている。FPC は多層とされている。これにより、2 相の信号の伝達が可能とされている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2002 - 142473 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、多層の FPC を用いると、振動エネルギーが吸収され易く、振動効率が劣化するおそれがある。そのため、モータの回転効率も劣化することとなる。一方で、単

50

層のFPCを用いて、複数の圧電素子に信号を伝達し、かつ2相の信号を伝達する場合には、ショートが生じるおそれが高まり、また、配線の引き回しが複雑になるおそれもある。

【0005】

本発明の目的は、振動体の振動効率を高めることができ、回転効率を高めることができる、超音波モータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る超音波モータは、対向し合う第1の主面及び第2の主面を含む板状の振動体と、前記振動体の前記第1の主面上に設けられている複数の圧電素子と、を有するステータと、前記振動体の前記第2の主面に直接的または間接的に接触しているロータと、前記振動体の前記第1の主面上に設けられている絶縁基材と、前記絶縁基材上に設けられている第1の配線及び第2の配線と、を有する配線部材とを備え、前記振動体の前記第1の主面及び前記第2の主面を結ぶ方向であって、回転中心に沿う方向を軸方向としたときに、前記複数の圧電素子が、前記振動体を振動させることにより、前記軸方向を中心として周回する進行波を発生させるように、前記進行波の周回方向に沿って分散配置されており、前記複数の圧電素子が、第1の圧電素子、第2の圧電素子、第3の圧電素子及び第4の圧電素子を含み、前記軸方向から見たときに、前記第1の圧電素子及び前記第3の圧電素子が前記進行波の中心を挟んで対向し合っており、前記第2の圧電素子及び前記第4の圧電素子が前記進行波の中心を挟んで対向し合っており、前記配線部材の前記第1の配線が前記第1の圧電素子及び前記第3の圧電素子に電氣的に接続されており、前記第2の配線が前記第2の圧電素子及び前記第4の圧電素子に電氣的に接続されており、前記軸方向から見たときに、前記第2の配線が、前記第2の圧電素子側から前記第3の圧電素子上を通り、前記第4の圧電素子側に向かうように延びている。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る超音波モータによれば、振動体の振動効率を高めることができ、回転効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波モータの斜視図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施形態に係る超音波モータの分解斜視図である。

【図3】図3は、本発明の第1の実施形態におけるステータの底面図である。

【図4】図4は、本発明の第1の実施形態におけるステータ及び配線部材の斜視図である。

【図5】図5は、本発明の第1の実施形態におけるステータ及び配線部材を示す、絶縁カバーを省略した斜視図である。

【図6】図6は、本発明の第1の実施形態における第3の圧電素子及び第1の配線が接続されている部分付近を示す、絶縁カバーを省略した平面図である。

【図7】図7は、本発明の第1の実施形態における第3の圧電素子及び第1の配線が接続されている部分付近を示す、絶縁カバーを省略した斜視図である。

【図8】図8は、本発明の第1の実施形態における第3の圧電素子及び第1の配線が接続されている部分付近を示す平面図である。

【図9】図9は、本発明の第1の実施形態における第3の圧電素子の正面断面図である。

【図10】図10は、本発明の第1の実施形態において、圧電素子に駆動信号を印加する回路を説明するための回路図である。

【図11】図11(a)～図11(c)は、本発明の第1の実施形態における、励振される進行波を説明するためのステータの模式的底面図である。

【図12】図12は、第1の実施形態の第1の変形例における第3の圧電素子付近を示す、絶縁カバーを省略した平面図である。

【図13】図13は、第1の実施形態の第2の変形例における第3の圧電素子付近を示す模式的断面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0009】**

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0010】

なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

【0011】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波モータの斜視図である。図2は、第1の実施形態に係る超音波モータの分解斜視図である。

10

【0012】

図1に示すように、超音波モータ1は、第1のケース部材2A及び第2のケース部材2Bを有する。第1のケース部材2A上に第2のケース部材2Bが固定されている。これにより、ケース2が構成されている。図2に示すように、ケース2の内部に、ベアリング3、ロータ4、摩擦材5、ステータ6及び与圧バネ8が配置されている。ステータ6は振動体12を有する。超音波モータ1においては、ステータ6の振動体12を振動させることにより、図2に示す軸方向Zを中心として周回する進行波を発生させる。この進行波により、ロータ4を回転させる。

【0013】

ここで、ステータ6の振動体12は第1の主面12a及び第2の主面12bを有する。第1の主面12a及び第2の主面12bは対向し合っている。本明細書において、軸方向Zとは、第1の主面12a及び第2の主面12bを結ぶ方向であって、回転中心に沿う方向をいう。

20

【0014】

図3は、第1の実施形態におけるステータの底面図である。

【0015】

ステータ6は、複数の圧電素子を有する。本実施形態において、複数の圧電素子は、第1の圧電素子13A、第2の圧電素子13B、第3の圧電素子13C及び第4の圧電素子13Dである。複数の圧電素子は、振動体12の第1の主面12a上に設けられている。より具体的には、複数の圧電素子は、振動体12に接着剤により貼り付けられている。接着剤には、例えば、エポキシ樹脂やポリエチレン樹脂などを用いることができる。

30

【0016】

複数の圧電素子は、軸方向Zを中心として周回する進行波を発生させるように、該進行波の周回方向に沿って分散配置されている。軸方向Zから見たときに、第1の圧電素子13A及び第3の圧電素子13Cは進行波の中心を挟んで対向し合っている。第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dは進行波の中心を挟んで対向し合っている。

【0017】

本実施形態においては、進行波の中心は、ステータ6の中心及び振動体12の中心と一致する。もっとも、進行波の中心は、ステータ6の中心及び振動体12の中心とは必ずしも一致しなくともよい。

40

【0018】

図3に示すように、軸方向Zから見たときに、第3の圧電素子13Cは矩形状であり、かつ第3の圧電素子13Cの外周縁である第1の辺13a、第2の辺13b、第3の辺13c及び第4の辺13dを有する。第1の辺13a及び第3の辺13cは対向し合っている。第2の辺13b及び第4の辺13dは対向し合っている。ここで、本明細書において、外側及び内側とは、特に断りのない場合には、軸方向Zから見た場合において、軸から離れる側を外側といい、軸に近接する側を内側という。第1の辺13aは第3の辺13cよりも内側に位置する。第2の辺13b及び第4の辺13dは、内側から外側に延びている。第1の圧電素子13A、第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dも、第3の圧電素子13Cと同様に、第1～第4の辺を有する。

50

【 0 0 1 9 】

複数の圧電素子は、配線部材に電氣的に接続されている。配線部材は、図 1 に示すコネクタ 9 に電氣的に接続されている。複数の圧電素子は、配線部材及びコネクタ 9 を介して外部に電氣的に接続される。

【 0 0 2 0 】

以下において、本実施形態における配線部材 7 の詳細と共に、本実施形態の特徴を説明する。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、第 1 の実施形態におけるステータ及び配線部材の斜視図である。図 5 は、第 1 の実施形態におけるステータ及び配線部材を示す、絶縁カバーを省略した斜視図である。なお、絶縁カバーについては後述する。

10

【 0 0 2 2 】

図 4 及び図 5 に示すように、配線部材 7 は、振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a 上に設けられている絶縁基材 1 6 を有する。絶縁基材 1 6 は第 1 の基材主面 1 6 a 及び第 2 の基材主面 1 6 b を有する。第 1 の基材主面 1 6 a 及び第 2 の基材主面 1 6 b は対向し合っている。第 2 の基材主面 1 6 b が振動体 1 2 側の面である。絶縁基材 1 6 の第 1 の基材主面 1 6 a 上には、第 1 の配線 1 7 A 及び第 2 の配線 1 7 B が設けられている。このように、第 1 の配線 1 7 A 及び第 2 の配線 1 7 B と、振動体 1 2 との間には、絶縁基材 1 6 が配置されている。それによって、第 1 の配線 1 7 A 及び第 2 の配線 1 7 B は、振動体 1 2 と電氣的に絶縁されている。

20

【 0 0 2 3 】

さらに、図 5 に示すように、配線部材 7 はグラウンド配線 1 7 C を有する。グラウンド配線 1 7 C は、絶縁基材 1 6 の第 1 の基材主面 1 6 a 上に設けられている部分と、振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a 上に設けられている部分とを有する。なお、本実施形態では、振動体 1 2 は金属からなる。グラウンド配線 1 7 C は、振動体 1 2 に電氣的に接続されている。より具体的には、グラウンド配線 1 7 C は、第 1 の配線 1 7 A よりも内側に位置する部分において、振動体 1 2 に接続されている。グラウンド配線 1 7 C は、振動体 1 2 を介してグラウンド電位に電氣的に接続される。なお、グラウンド配線 1 7 C の位置は上記に限定されない。第 1 の配線 1 7 A、第 2 の配線 1 7 B 及びグラウンド配線 1 7 C は、上記コネクタ 9 に接続されている。

30

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、配線部材 7 は、第 1 の配線 1 7 A、第 2 の配線 1 7 B、グラウンド配線 1 7 C 及び絶縁基材 1 6 の第 1 の基材主面 1 6 a を覆っている絶縁カバー 1 8 を有する。なお、絶縁カバー 1 8 は第 1 の配線 1 7 A 及び第 2 の配線 1 7 B を覆っていればよい。絶縁カバー 1 8 は、複数の圧電素子上または振動体 1 2 上に至っていてもよい。

【 0 0 2 5 】

第 1 の配線 1 7 A、第 2 の配線 1 7 B 及びグラウンド配線 1 7 C には、例えば銅箔などを用いることができる。もっとも、第 1 の配線 1 7 A、第 2 の配線 1 7 B 及びグラウンド配線 1 7 C の材料は上記に限定されず、適宜の金属を用いることができる。絶縁基材 1 6 及び絶縁カバー 1 8 には、例えば、ポリイミドを用いることができる。もっとも、絶縁基材 1 6 及び絶縁カバー 1 8 の材料は上記に限定されず、適宜の絶縁性材料を用いることができる。

40

【 0 0 2 6 】

図 6 は、第 1 の実施形態における第 3 の圧電素子及び第 1 の配線が接続されている部分付近を示す、絶縁カバーを省略した平面図である。図 7 は、第 1 の実施形態における第 3 の圧電素子及び第 1 の配線が接続されている部分付近を示す、絶縁カバーを省略した斜視図である。なお、図 6 においては、絶縁基材 1 6 をハッチングにより示す。

【 0 0 2 7 】

図 5 及び図 6 に示すように、配線部材 7 の第 1 の配線 1 7 A は、第 1 の圧電素子 1 3 A 及び第 3 の圧電素子 1 3 C に電氣的に接続されている。より具体的には、図 5 に示すよう

50

に、第1の配線17Aにおける第1の圧電素子13Aに接続されている部分は、配線部材7の絶縁基材16上には設けられていない。同様に、図6に示すように、第1の配線17Aにおける第3の圧電素子13Cに接続されている部分は、配線部材7の絶縁基材16上には設けられていない。より詳細には、図7に示すように、絶縁基材16は開口部16cを有する。軸方向Zから見たときに、開口部16cは、第3の圧電素子13C上に位置する。開口部16c内に第1の配線17Aにおける第3の圧電素子13Cに接続されている部分が位置する。他方、第1の配線17Aは、第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dには電氣的に接続されていない。

【0028】

図6に戻り、第2の配線17Bは、第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dに電氣的に接続されている。より具体的には、第2の配線17Bにおける第2の圧電素子13Bに接続されている部分及び第4の圧電素子13Dに接続されている部分は、配線部材7の絶縁基材16上には設けられていない。他方、第2の配線17Bは、第1の圧電素子13A及び第3の圧電素子13Cには電氣的に接続されていない。

10

【0029】

軸方向Zから見たときに、第2の配線17Bは、第2の圧電素子13B側から第3の圧電素子13C上を通り、第4の圧電素子13D側に向かうように延びている。なお、第2の配線17Bと第3の圧電素子13Cとの間には、絶縁基材16が配置されている。

【0030】

第1の配線17Aは、第1の圧電素子13A及び第3の圧電素子13Cに接着剤により接合されている。同様に、第2の配線17Bは、第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dに接着剤により接合されている。接着剤には、例えば、エポキシ樹脂やポリエチレン樹脂などを用いることができる。もっとも、接着剤の材料は上記に限定されない。第1の配線17A及び第2の配線17Bと各圧電素子との接合の形態は上記に限定されず、例えば半田などにより接合されていてもよい。

20

【0031】

図5に示すように、本実施形態においては、第1の配線17Aにおける第1の圧電素子13Aに接続されている部分は、第1の歯状部17aを有する。同様に、第2の配線17Bにおける第2の圧電素子13Bに接続されている部分は、第2の歯状部17bを有する。第1の配線17Aにおける第3の圧電素子13Cに接続されている部分は、第3の歯状部17cを有する。第2の配線17Bにおける第4の圧電素子13Dに接続されている部分は、第4の歯状部17dを有する。軸方向Zから見て、第1の歯状部17a、第2の歯状部17b及び第4の歯状部17dは、外側に向いた歯状の部分である。他方、軸方向Zから見て、第3の歯状部17cは、内側に向いた歯状の部分である。なお、第1の歯状部17a、第2の歯状部17b、第3の歯状部17c及び第4の歯状部17dは、軸方向Zから見て、内側に向いてもよく、外側に向いてもよい。第1の配線17A及び第2の配線17Bは、必ずしも上記各歯状部を有していなくともよい。

30

【0032】

本実施形態の特徴は、軸方向Zから見たときに、第2の配線17Bが、第2の圧電素子13B側から第3の圧電素子13C上を通り、第4の圧電素子13D側に向かうように延びていることにある。これにより、配線が単層である配線部材7により、配線を引き回すことができる。よって、振動体12の振動効率を高めることができ、超音波モータ1の回転効率を高めることができる。さらに、配線部材7を多層とすることを要しないため、生産性を高めることができる。

40

【0033】

図6及び図7に示すように、絶縁基材16は開口部16cを有し、軸方向Zから見たときに、絶縁基材16の開口部16cは、第3の圧電素子13Cの外周縁の一部を含むことが好ましい。より具体的には、例えば本実施形態のように、開口部16cは、第3の圧電素子13Cの外周縁の一部としての、第1の辺13aを含むことが好ましい。この場合に

50

は、開口部 16c における、軸方向 Z から見たときの内側の部分の面積を効果的に大きくすることができる。よって、第 2 の配線 17B の引き回しを長くすることなく、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間から、余分な接着剤を効果的に圧電素子表面外に排出し易くすることができる。よって、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間における接着剤の塊の発生を抑制することができる。さらに、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間における接着剤が厚くなりすぎること抑制することができるため、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間において接着剤に気泡が生じ難い。従って、温度変化によって接着剤の塊に応力集中するといったことが生じ難いため、第 1 の配線 17A を効果的に断線し難くすることができる。このように、ヒートショックに対する信頼性を高めることができる。

10

【0034】

本実施形態のように、第 1 の配線 17A は、第 1 の 歯状部 17a 及び第 3 の 歯状部 17c を有することが好ましい。それによって、第 1 の配線 17A が第 1 の圧電素子 13A 及び第 3 の圧電素子 13C と接合している部分においても、第 1 の圧電素子 13A 及び第 3 の圧電素子 13C と、絶縁カバー 18 とを接合し易くすることができる。同様に、第 2 の配線 17B は、第 2 の 歯状部 17b 及び第 4 の 歯状部 17d を有することが好ましい。それによって、第 2 の配線 17B が第 2 の圧電素子 13B 及び第 4 の圧電素子 13D と接合している部分においても、第 2 の圧電素子 13B 及び第 4 の圧電素子 13D と、絶縁カバー 18 とを接合し易くすることができる。

【0035】

第 1 の配線 17A の第 3 の 歯状部 17c は、内側に向いた 歯状であることが好ましい。言い換えれば、第 1 の配線 17A の第 3 の 歯状部 17c は、第 3 の圧電素子 13C の外周縁、すなわち第 1 の辺 13a に向いた 歯状であることが好ましい。この場合には、余分な接着剤が第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間から圧電素子表面外に排出されるに際し、軸方向 Z から見た内側に向かい、該接着剤が排出され易い。それによって、第 2 の配線 17B における、第 1 の配線 17A よりも外側に位置する部分と、第 1 の配線 17A の第 3 の 歯状部 17c との距離が短くとも、上記接着剤の圧電素子表面外への排出を行い易くすることができる。従って、第 2 の配線 17B の引き回しを長くすることなく、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C との間から、接着剤を圧電素子表面外により一層排出し易くすることができる。

20

30

【0036】

図 8 は、第 1 の実施形態における第 3 の圧電素子及び第 1 の配線が接続されている部分付近を示す平面図である。

【0037】

絶縁カバー 18 は切り欠き部 18a を有する。軸方向 Z から見たときに、切り欠き部 18a は、開口部 16c の内側に位置している。切り欠き部 18a は、第 1 の配線 17A の第 3 の圧電素子 13C に接続されている部分を囲んでいる。切り欠き部 18a は、第 3 の圧電素子 13C 上において、絶縁カバー 18 の第 1 の配線 17A 上を覆っている部分と、第 2 の配線 17B 上を覆っている部分との間に位置している。それによって、第 1 の配線 17A 及び第 2 の配線 17B の絶縁カバー 18 側の面に高低差がある場合においても、第 1 の配線 17A 及び第 2 の配線 17B の両方と絶縁カバー 18 とをより確実に密着させることができる。もっとも、絶縁カバー 18 は切り欠き部 18a を有していなくともよい。

40

【0038】

第 1 の配線 17A は、絶縁基材 16 が第 3 の圧電素子 13C 上に至っている部分を通り、第 3 の圧電素子 13C 上に至っていることが好ましい。この場合には、第 1 の配線 17A と振動体 12 とをより確実に電氣的に絶縁しつつ、第 1 の配線 17A と第 3 の圧電素子 13C とを電氣的に接続することができる。同様に、図 5 に示すように、第 1 の配線 17A は、絶縁基材 16 が第 1 の圧電素子 13A 上に至っている部分を通り、第 1 の圧電素子 13A 上に至っていることが好ましい。図 6 に示すように、第 2 の配線 17B は、絶縁基材 16 が第 2 の圧電素子 13B 上に至っている部分を通り、第 2 の圧電素子 13B 上に至

50

っていることが好ましい。さらに、第2の配線17Bは、絶縁基材16が第4の圧電素子13D上に至っている部分を通り、第4の圧電素子13D上に至っていることが好ましい。

【0039】

本実施形態においては、複数の圧電素子は4個の圧電素子である。なお、これに限られず、複数の圧電素子は、 $4 \times$ 個の圧電素子であればよい。なお、 x は1以上の正数である。複数の圧電素子が4個よりも多い場合には、絶縁基材16は開口部16cを2個以上有することが好ましい。

【0040】

ところで、配線部材7においては、例えば、絶縁基材16の第1の基材主面16a上に駆動用の配線パターンが設けられており、第2の基材主面16b上に検出用パターンが設けられていてもよい。検出用パターンとは、圧電素子の振動を検出する回路を構成する配線パターンである。このように、配線部材7において、2層の配線パターンを用いてもよい。

10

【0041】

以下において、超音波モータ1の他の構成の詳細を説明する。

【0042】

図2に示すように、上記ロータ4は円板状のロータ本体4aと、ロータ本体4aに一端が連ねられた回転軸4bとを有する。ロータ4が回転され、それに伴って回転軸4bが回転する。なお、ロータ本体4aの形状は上記に限定されない。軸方向Zから見たロータ本体4aの形状は、例えば、正六角形、正八角形または正十角形などの正多角形であってもよい。

20

【0043】

図2において、摩擦材5は、ロータ4のロータ本体4aの下面に固定されており、ロータ4と振動体12との摩擦力を高めるために設けられている。なお、本実施形態では、ロータ4は、振動体12の第2の主面12bに摩擦材5を介して間接的に接触しているが、摩擦材5は必ずしも設けられていなくともよい。この場合には、ロータ4は、振動体12の第2の主面12bに直接的に接触していてもよい。

【0044】

第1のケース部材2Aには、上面に十字状の凹部2aが設けられている。振動体12の第1の主面12aと、第1のケース部材2Aとの間に与圧部材としての与圧バネ8が配置されている。与圧バネ8は、平面視で十字状の形状を有し、この十字状の部分の先端が凹部2aの十字状の部分に嵌りあっている。それによって、与圧バネ8は軸方向中心に対して回転せず、軸の中心とバネ中心が合うように構成されている。

30

【0045】

与圧バネ8は、振動体12をロータ4側に圧接するための与圧を与える。この与圧を与えるために、第1のケース部材2Aと第2のケース部材2Bとが固定され、与圧バネ8の弾発力により、上記与圧が与えられるように構成されている。

【0046】

なお、第1のケース部材2Aと第2のケース部材2Bとの固定は、例えば貫通孔2b及び貫通孔2cを挿通するボルトとナットとを用いる方法などの適宜の固定構造を用いることができる。

40

【0047】

第2のケース部材2Bには、貫通孔2dを有する円筒状突出部2eが中央に設けられている。この貫通孔2dにベアリング3が収納され、かつベアリング3の貫通孔に回転軸4bが挿通される。

【0048】

図2に示すように、ステータ6の上記振動体12は円板状である。振動体12においては、中央部に貫通孔12dが設けられている。なお、軸方向Zから見た振動体12の形状は円形には限定されず、例えば、正六角形、正八角形または正十角形などの正多角形であってもよい。振動体12は貫通孔12dを有していなくともよい。振動体12は板状であ

50

ればよい。

【 0 0 4 9 】

振動体 1 2 の第 2 の主面 1 2 b 上において、複数の突起 1 2 c が設けられている。複数の突起 1 2 c は、振動体 1 2 における、摩擦材 5 に接触している部分である。なお、摩擦材 5 が設けられていない場合には、複数の突起 1 2 c は、ロータ 4 のロータ本体 4 a に接触している。各突起 1 2 c は、振動体 1 2 の第 2 の主面 1 2 b から軸方向 Z に突出している。軸方向 Z から見たときに、複数の突起 1 2 c は円環状に並んでいる。複数の突起 1 2 c は、第 2 の主面 1 2 b から軸方向 Z に突出しているため、振動体 1 2 において進行波が生じたとき、複数の突起 1 2 c の先端はより一層大きく変位する。よって、ステータ 6 において生じさせた進行波によって、ロータ 4 を効率的に回転させることができる。なお、

10

【 0 0 5 0 】

上記のように、振動体 1 2 は適宜の金属からなる。もっとも、振動体 1 2 は必ずしも金属からなっていないとよい。振動体 1 2 は、例えば、セラミックス、シリコン材料または合成樹脂などの他の弾性体により構成されていてもよい。もっとも振動体 1 2 は金属からなることが好ましい。それによって、振動体 1 2 をグラウンド電位に電氣的に接続することができるため、配線を簡素化することができる。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、第 1 の実施形態における第 3 の圧電素子の正面断面図である。

【 0 0 5 2 】

第 3 の圧電素子 1 3 C は、圧電体 1 4 を有する。圧電体 1 4 は第 3 の主面 1 4 a 及び第 4 の主面 1 4 b を有する。第 3 の主面 1 4 a 及び第 4 の主面 1 4 b は対向し合っている。第 3 の圧電素子 1 3 C は、第 1 の電極 1 5 a 及び第 2 の電極 1 5 b を有する。圧電体 1 4 の第 3 の主面 1 4 a 上に第 1 の電極 1 5 a が設けられており、第 4 の主面 1 4 b 上に第 2 の電極 1 5 b が設けられている。第 1 の圧電素子 1 3 A、第 2 の圧電素子 1 3 B 及び第 4 の圧電素子 1 3 D も、第 3 の圧電素子 1 3 C と同様に構成されている。

20

【 0 0 5 3 】

次に、超音波モータ 1 の駆動方法を説明する。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 に示す駆動回路を用いて、第 1、第 3 の圧電素子 1 3 A、1 3 C 及び第 2、第 4 の圧電素子 1 3 B、1 3 D の圧電素子に、第 1 及び第 2 の信号をそれぞれ与える。

30

【 0 0 5 5 】

なお、ステータ 6 において、複数の圧電素子を周回方向に分散配置し、駆動することにより進行波を発生させる構造については、例えば、WO 2 0 1 0 / 0 6 1 5 0 8 A 1 に開示されている。なお、この進行波を発生させる構造については、以下の説明だけでなく、WO 2 0 1 0 / 0 6 1 5 0 8 A 1 に記載の構成を本明細書に援用することにより、詳細な説明については省略することとする。

【 0 0 5 6 】

図 1 1 (a) ~ 図 1 1 (c) は、上記進行波をより分かりやすく説明するための模式的底面図である。なお、図 1 1 (a) ~ 図 1 1 (c) では、グレースケールにおいて、黒色に近いほど一方の方向の応力が大きく、白色に近いほど他方の方向の応力が大きいことを示す。図 1 1 (a) には、三波の定在波 X が示されており、図 1 1 (b) には、三波の定在波 Y が示されている。第 1 ~ 第 4 の圧電素子 1 3 A ~ 1 3 D が、中心角 3 0 ° の角度を隔てて配置されているとする。各圧電素子は、6 0 ° の中心角を占める周回方向寸法を有するものとする。この場合、三波の定在波 X、Y が励振されるため、進行波の波長に対する中心角は 1 2 0 ° となる。すなわち第 1 ~ 第 4 の圧電素子 1 3 A ~ 1 3 D は、中心角で 1 2 0 ° / 2 = 6 0 ° に対応する、周回方向寸法を有する。隣り合う圧電素子が 1 2 0 ° / 4 = 3 0 ° の中心角に対応する間隔をあけて隔てられている。この場合、上記のように、位相が 9 0 ° 異なる三波の定在波 X、Y が励振され、両者が合成されて、図 1 1 (c) に示す進行波が生じる。

40

50

【 0 0 5 7 】

なお、図 1 1 (a) ~ 図 1 1 (c) における、A +、A -、B +、B - は、圧電体 1 4 の分極方向を示す。+ は、厚み方向において、第 3 の主面 1 4 a から第 4 の主面 1 4 b に向けて分極されていることを意味する。- は、逆方向に分極されていることを示す。A は、第 1 の圧電素子 1 3 A 及び第 3 の圧電素子 1 3 C であることを示し、B は、第 2 の圧電素子 1 3 B 及び第 4 の圧電素子 1 3 D であることを示す。

【 0 0 5 8 】

なお、三波の例を示したが、これに限定されず九波の場合も同様に位相が 9 0 ° 異なる 2 つの定在波が励振され、両者の合成により進行波が生じる。

【 0 0 5 9 】

上記のように、振動体 1 2 に周回方向に進む進行波を発生させることにより、振動体 1 2 の第 2 の主面 1 2 b に圧接されているロータ 4 が軸方向 Z 中心周りに回転することとなる。

【 0 0 6 0 】

なお、本発明において、進行波を発生させる構成は、図 1 1 に示した構成に限らず、従来より公知の様々な進行波を発生させる構成を用いることができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例における第 3 の圧電素子付近を示す、絶縁カバーを省略した平面図である。

【 0 0 6 2 】

本変形例は、第 3 の圧電素子 1 3 C 付近の第 1 の配線 2 7 A 及び第 2 の配線 2 7 B の引き回し並びに絶縁基材 2 6 の配置が異なる。より具体的には、絶縁基材 2 6 は、第 3 の圧電素子 1 3 C の第 2 の辺 1 3 b 及び第 4 の辺 1 3 d を覆っている。軸方向 Z から見たときに、第 2 の配線 2 7 B は、第 3 の圧電素子 1 3 C の第 2 の辺 1 3 b 及び第 4 の辺 1 3 d に重なっている。第 1 の配線 2 7 A の一部は、第 3 の圧電素子 1 3 C の第 1 の辺 1 3 a に略平行に延びている。

【 0 0 6 3 】

本変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、配線が単層である配線部材 2 7 により、配線を引き回すことができる。よって、振動体 1 2 の振動効率を高めることができ、超音波モータの回転効率を高めることができる。さらに、第 1 の配線 2 7 A と第 3 の圧電素子 1 3 C との間の接着剤を排出し易くすることができ、温度変化によって接着剤の塊に応力集中するといったことが生じ難い。

【 0 0 6 4 】

加えて、本変形例では、第 3 の圧電素子 1 3 C と絶縁基材 2 6 との接合面積を大きくすることができるため、第 3 の圧電素子 1 3 C と絶縁基材 2 6 との接合強度を高めることができる。

【 0 0 6 5 】

ところで、図 7 に示すように、第 1 の実施形態では、配線部材 7 が振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a から第 3 の圧電素子 1 3 C に至っている部分においては、配線部材 7 は垂直に折れ曲がっている。よって、該部分において、配線部材 7 は、第 1 の主面 1 2 a の法線方向に延びている。同様に、配線部材 7 が第 1 の主面 1 2 a から第 3 の圧電素子 1 3 C 以外の各圧電素子に至っている部分においても、配線部材 7 は垂直に折れ曲がっている。もっとも、配線部材 7 が各圧電素子に至っている部分の構成は上記に限定されない。

【 0 0 6 6 】

図 1 3 は、第 1 の実施形態の第 2 の変形例における第 3 の圧電素子付近を示す模式的断面図である。

【 0 0 6 7 】

本変形例では、配線部材 7 が振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a から第 3 の圧電素子 1 3 C に至っている部分においては、配線部材 7 が第 1 の主面 1 2 a の法線方向に対して傾斜して延びている。これは、本変形例における接着剤層 2 8 の構成による。具体的には、接着

10

20

30

40

50

剤層 2 8 は、振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a 上から第 3 の圧電素子 1 3 C 上にわたり設けられている。接着剤層 2 8 が、第 1 の主面 1 2 a 上から第 3 の圧電素子 1 3 C 上に至る部分においては、接着剤層 2 8 の厚みが、第 3 の圧電素子 1 3 C に近づくにつれて厚くなっている。この接着剤層 2 8 上に配線部材 7 が設けられている。これにより、接着剤層 2 8 の形状に沿って、配線部材 7 が傾斜して延びている。このように、配線部材 7 における急激な折れ曲がり角が抑制されている。よって、配線部材 7 が断線し難い。

【 0 0 6 8 】

配線部材 7 が振動体 1 2 の第 1 の主面 1 2 a から第 3 の圧電素子 1 3 C 以外の圧電素子に至っている部分においても、配線部材 7 が第 1 の主面 1 2 a の法線方向に対して傾斜して延びていてもよい。それによって、配線部材 7 がより一層断線し難い。なお、接着剤層 2 8 には、第 1 の実施形態と同様に、例えば、エポキシ樹脂やポリエチレン樹脂などを用いることができる。

10

【 0 0 6 9 】

さらに、本変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、配線が単層である配線部材 7 により、配線を引き回すことができる。よって、振動体 1 2 の振動効率を高めることができ、超音波モータの回転効率を高めることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 ... 超音波モータ
- 2 ... ケース
- 2 A , 2 B ... 第 1 , 第 2 のケース部材
- 2 a ... 凹部
- 2 b ~ 2 d ... 貫通孔
- 2 e ... 円筒状突出部
- 3 ... ベアリング
- 4 ... ロータ
- 4 a ... ロータ本体
- 4 b ... 回転軸
- 5 ... 摩擦材
- 6 ... ステータ
- 7 ... 配線部材
- 8 ... 与圧バネ
- 9 ... コネクタ
- 1 2 ... 振動体
- 1 2 a , 1 2 b ... 第 1 , 第 2 の主面
- 1 2 c ... 突起
- 1 2 d ... 貫通孔
- 1 3 A ~ 1 3 D ... 第 1 ~ 第 4 の圧電素子
- 1 3 a ~ 1 3 d ... 第 1 ~ 第 4 の辺
- 1 4 ... 圧電体
- 1 4 a , 1 4 b ... 第 3 , 第 4 の主面
- 1 5 a , 1 5 b ... 第 1 , 第 2 の電極
- 1 6 ... 絶縁基材
- 1 6 a , 1 6 b ... 第 1 , 第 2 の基材主面
- 1 6 c ... 開口部
- 1 7 A , 1 7 B ... 第 1 , 第 2 の配線
- 1 7 C ... グラウンド配線
- 1 7 a ~ 1 7 d ... 第 1 ~ 第 4 の 歯状部
- 1 8 ... 絶縁カバー
- 1 8 a ... 切り欠き部

20

30

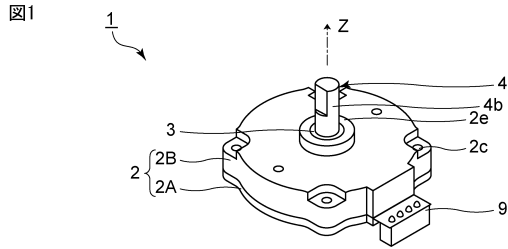
40

50

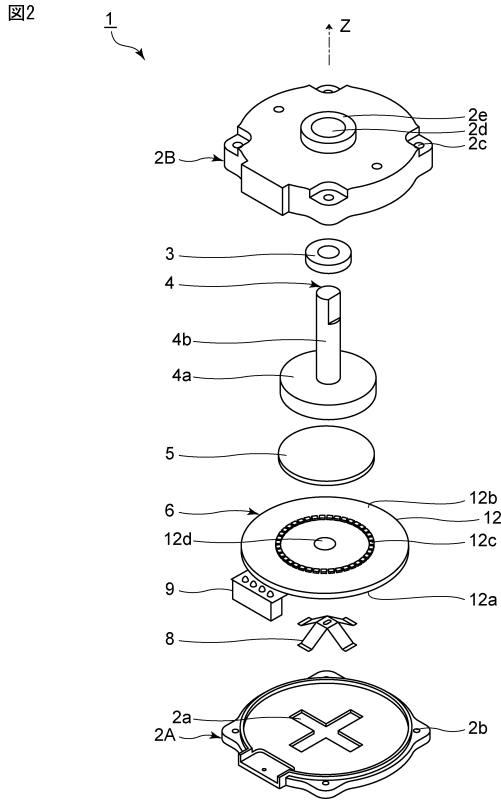
- 2 6 ... 絶縁基材
- 2 7 ... 配線部材
- 2 7 A , 2 7 B ... 第 1 , 第 2 の配線
- 2 8 ... 接着剤層

【図面】

【図 1】



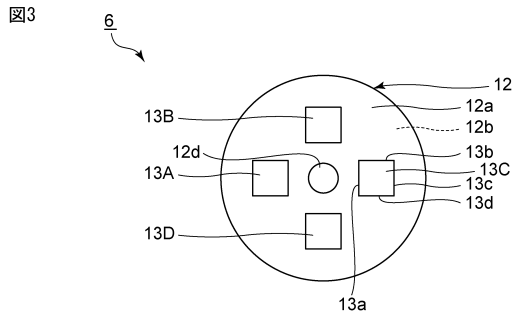
【図 2】



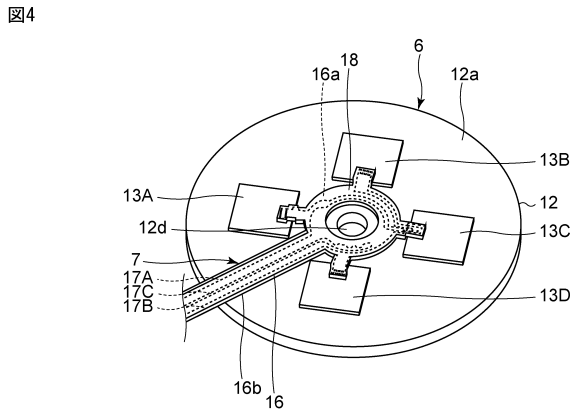
10

20

【図 3】



【図 4】

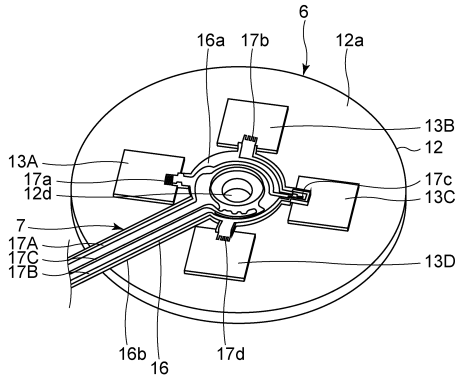


30

40

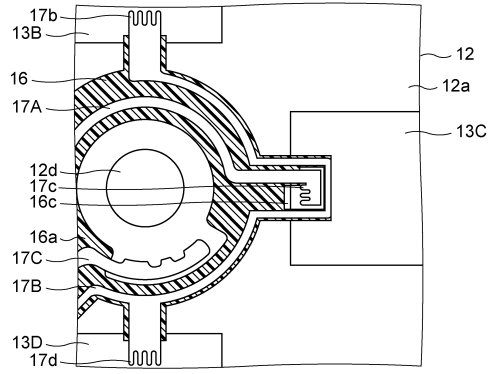
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

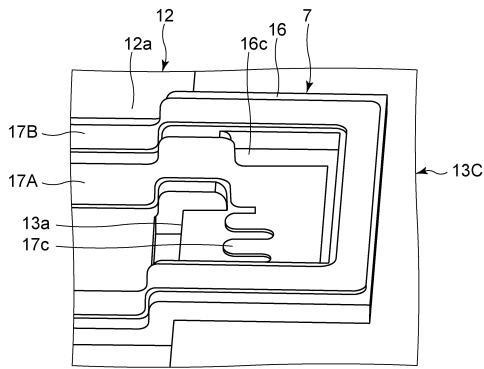
図6



10

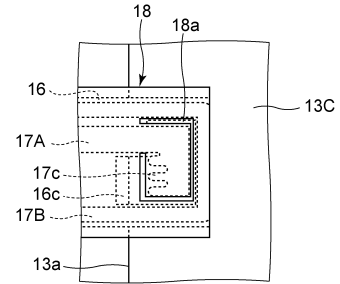
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

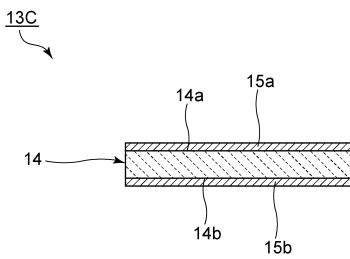
図8



20

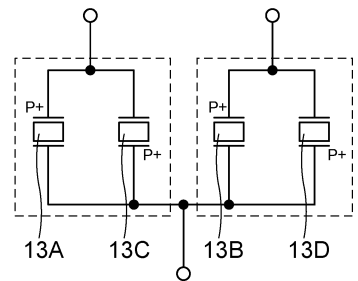
【 図 9 】

図9



【 図 10 】

図10

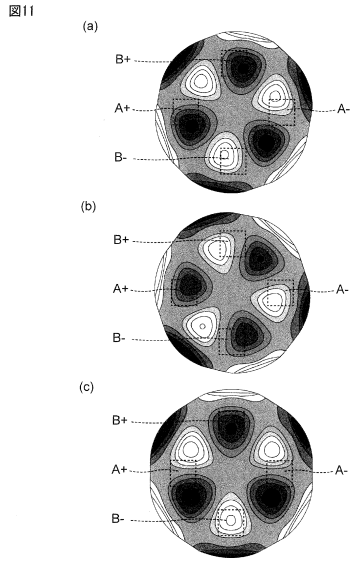


30

40

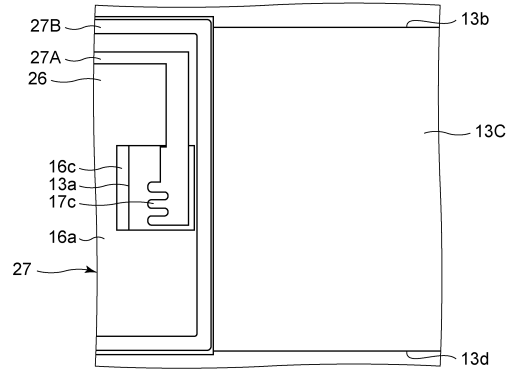
50

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

図12

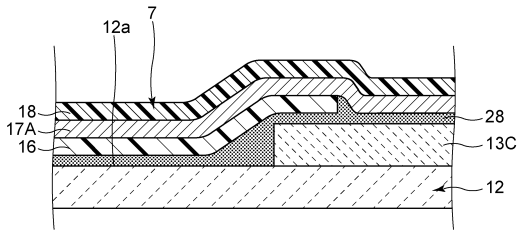


10

20

【 図 1 3 】

図13



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 3 1 1 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 4 2 4 7 3 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 6 5 6 3 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 N 2 / 1 6