

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616343号
(P7616343)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(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 12 (全22頁)

(21)出願番号	特願2023-500682(P2023-500682)	(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4年1月27日(2022.1.27)	(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/JP2022/003140	(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)国際公開番号	WO2022/176560	(72)発明者	浅野 宏志 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4年8月25日(2022.8.25)	(72)発明者	櫻浦 英秋 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
審査請求日	令和5年5月31日(2023.5.31)	審査官	服部 俊樹
(31)優先権主張番号	特願2021-23230(P2021-23230)		
(32)優先日	令和3年2月17日(2021.2.17)		
(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、
前記ロータに対して、前記ロータ側から前記ステータ側に向かう方向に弾性力を付与し

ており、開口部を有する板状のバネ部材と、

前記バネ部材の前記開口部に挿通され、嵌合部を有する軸部材と、
を備え、

前記バネ部材の前記開口部の形状が、平面視において非円形状であり、

前記バネ部材が、前記ステータ側から前記ロータ側に向かう方向に曲げられた凸部を有し、前記凸部の先端部が、前記軸部材が延びる方向と垂直な方向において、前記軸部材の前記嵌合部に押し当てられており、前記バネ部材における前記凸部の前記先端部である前記開口部の開口端縁部と、前記軸部材の前記嵌合部とが嵌合しており、

前記バネ部材が、平面視において放射状に配置されている複数の梁部を有し、前記バネ部材が、前記複数の梁部により前記ロータに弾性力を付与しており、

前記バネ部材及び前記ロータの間に設けられている弾性部材をさらに備え、

前記バネ部材が、前記弾性部材を介して前記ロータに弾性力を付与しており、

前記弾性部材がリング状であり、かつ内周端縁部を有し、

前記バネ部材が外周端縁部を有し、

前記バネ部材が前記弾性部材の前記内周端縁部に接触しており、かつ前記バネ部材の前記外周端縁部が前記弾性部材に接触しておらず、
 前記バネ部材の前記外周端縁部が前記ロータから遠ざかるように、かつ前記バネ部材の一部が前記弾性部材の中央の空隙内に位置するように変位した状態において配置されている、超音波モータ。

【請求項 2】

前記軸部材が前記ロータと接触していない、請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 3】

前記バネ部材及び前記軸部材が、前記バネ部材のヤング率が前記軸部材のヤング率よりも高い関係、及び前記バネ部材のピッカース硬度が前記軸部材のピッカース硬度よりも高い関係のうち少なくとも一方の関係を有する、請求項 1 または 2 に記載の超音波モータ。

10

【請求項 4】

前記軸部材の前記嵌合部が溝部を有し、前記バネ部材の前記凸部の前記先端部が前記溝部内に位置していることにより、前記バネ部材及び前記軸部材が嵌合している、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】

前記バネ部材の前記開口部の形状が、平面視において多角形状である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 6】

前記バネ部材の前記凸部に、前記開口部の多角形状の形状における複数の頂点の部分から延びる、複数のスリット部が設けられている、請求項 5 に記載の超音波モータ。

20

【請求項 7】

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、前記軸方向を中心として周回する方向を周回方向としたときに、前記バネ部材の前記複数の梁部が、前記周回方向において均等に配置されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 8】

前記圧電素子が、前記振動体を振動させることにより進行波を発生させ、

前記複数の梁部の個数が、前記進行波の波数の整数倍ではなく、かつ素数である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

30

【請求項 9】

平面視において、前記梁部が延びる方向と垂直な方向に沿う前記梁部の寸法を、前記梁部の幅としたときに、前記バネ部材の中央から遠ざかるにつれて、前記梁部の前記幅が狭くなっている、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 10】

前記バネ部材が、本体部と、前記本体部の表面の少なくとも一部に設けられている弾性体層と、を有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 11】

前記軸部材の前記嵌合部が突起部を有し、該突起部に前記バネ部材の前記凸部が当接している、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

40

【請求項 12】

一方の形状及び他方の形状が相似であるとする関係を、前記一方の形状の角部に相当する前記他方の形状の部分が、曲線の形状である場合及び面取りされた形状である場合を含む関係としたときに、前記バネ部材の前記開口部の平面視における形状、及び前記軸部材の前記嵌合部の、前記軸部材が延びる方向と直交する方向に沿う断面の形状が相似である、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波モータに関する。

50

【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。下記の特許文献1には、超音波モータの一例が開示されている。この超音波モータにおいては、皿バネがロータを押圧することにより、ロータ及びステータを密着させる。ロータの中央にはカラーが組み付けられている。カラーには複数の凸部が設けられている一方で、皿バネには複数の凹部が設けられている。カラーの複数の凸部及び皿バネの複数の凹部が嵌合しており、皿バネが位置決めされている。これにより、ロータ及びステータに、円周方向において均一に圧力を加えることが図られている。さらに、ロータは、カラーを介して回転軸に固定されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2001-054288号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の超音波モータにおいては、回転軸、ロータ、カラー及び皿バネが複雑に組み合わされている。しかしながら、長期の使用において、振動や熱によるストレスが加わり続けた場合には、各部材が密着した部位に緩みが生じ、回転軸及び皿バネの間などにおいて位置ずれが生じる場合がある。そのため、各部材間の接触による異音が生じるおそれがある。

20

【0005】

本発明の目的は、バネ部材及び軸部材の間において位置ずれが生じ難い、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、前記ロータに対して、前記ロータ側から前記ステータ側に向かう方向に弾性力を付与しており、開口部を有する板状のバネ部材と、前記バネ部材の前記開口部に挿通され、嵌合部を有する軸部材とを備え、前記バネ部材の前記開口部の形状が、平面視において非円形状であり、前記バネ部材が、前記ステータ側から前記ロータ側に向かう方向に曲げられた凸部を有し、前記凸部の先端部である前記開口部の開口端縁部と、前記軸部材の前記嵌合部とが嵌合している。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る超音波モータによれば、バネ部材及び軸部材の間において位置ずれが生じ難い。

40

【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正面断面図である。

【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バネ部材の平面図である。

【図4】図4は、図1における、バネ部材及び軸部材が嵌合している部分を拡大した図である。

【図5】図5は、本発明の第1の実施形態におけるステータの底面図である。

【図6】図6は、本発明の第1の実施形態における第1の圧電素子の正面断面図である。

【図7】図7(a)～図7(c)は、本発明の第1の実施形態において励振される進行波

50

を説明するための、ステータの模式的底面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例におけるバネ部材の平面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例におけるバネ部材の正面断面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の第 1 の実施形態の第 3 の変形例における圧電素子の平面図である。

【図 11】図 11 は、本発明の第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る超音波モータの、軸部材及び第 1 の軸受け部付近を示す正面断面図である。

【図 12】図 12 は、本発明の第 2 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

10

【図 13】図 13 は、本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る超音波モータの正面断面図である。

【図 14】図 14 は、本発明の第 1 の実施形態の第 6 の変形例におけるバネ部材の平面図である。

【図 15】図 15 は、本発明の第 1 の実施形態の第 7 の変形例におけるバネ部材の平面図である。

【図 16】図 16 は、本発明の第 3 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【図 17】図 17 は、本発明の第 3 の実施形態におけるバネ部材の位置決めを行う際の、バネ部材の移動を説明するための、バネ部材の断面図及び軸部材の正面図を用いた模式図である。

20

【図 18】図 18 は、本発明の第 3 の実施形態の変形例におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【図 19】図 19 は、本発明の第 4 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【図 20】図 20 は、本発明の第 5 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【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。

30

【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正面断面図である。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。

【0012】

図 1 に示すように、超音波モータ 1 は、ステータ 2 と、ロータ 4 と、板状のバネ部材 6 と、軸部材 7 とを有する。ステータ 2 とロータ 4 とは接触している。ロータ 4 には、バネ部材 6 により、ステータ 2 側に向かい弾性力が付与されている。これにより、ロータ 4 がステータ 2 に押し当てられている。ステータ 2 において生じた進行波により、ロータ 4 が回転する。ここで、バネ部材 6 及び軸部材 7 は嵌合している。バネ部材 6 を介して、ロータ 4 及び軸部材 7 が一体となっている。そのため、ロータ 4 の回転に伴い軸部材 7 も回転する。以下において、超音波モータ 1 の具体的な構成を説明する。

40

【0013】

図 2 に示すように、ステータ 2 は振動体 3 を有する。振動体 3 は円板状である。振動体 3 は第 1 の主面 3 a 及び第 2 の主面 3 b を有する。第 1 の主面 3 a 及び第 2 の主面 3 b 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 3 a 及び第 2 の主面 3

50

bを結ぶ方向であって、回転中心に沿う方向をいう。本実施形態では、軸方向Zは、軸部材7が延びる方向と平行である。振動体3の中央部には貫通孔3cが設けられている。もっとも、貫通孔3cの位置は上記に限定されない。貫通孔3cは、軸方向中心を含む領域に位置していればよい。さらに、振動体3の形状は円板状には限定されない。軸方向Zから見た振動体3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。本明細書において、多角形は、頂点の部分が曲線の形状である場合、及び面取りされた形状である場合も含むものとする。振動体3は適宜の金属からなる。なお、振動体3は必ずしも金属からなっていないともよい。振動体3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。

【0014】

本明細書においては、軸方向Zから見る方向を、平面視または底面視と記載することがある。なお、平面視は、図1における上方から見る方向であり、底面視は、下方から見る方向である。例えば、振動体3の第2の主面3b側から第1の主面3a側に見る方向が平面視であり、第1の主面側3aから第2の主面3b側に見る方向が底面視である。

【0015】

図1に示すように、振動体3の第2の主面3bにロータ4が接触している。ロータ4は円板状である。ロータ4の中央部には貫通孔4cが設けられている。もっとも、貫通孔4cの位置は上記に限定されない。貫通孔4cは、軸方向中心を含む領域に位置していればよい。さらに、ロータ4の形状は上記に限定されない。ロータ4の形状は、軸方向Zから見て、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。

【0016】

ロータ4は、弾性部材5を介してバネ部材6から弾性力を付与されている。もっとも、弾性部材5は必ずしも設けられていなくともよい。

【0017】

バネ部材6の中央部には、開口部6cが設けられている。開口部6cを囲むように、凸部6dが設けられている。凸部6dは、バネ部材6における、ステータ2側からロータ4側に向かう方向に曲げられた部分である。より具体的には、凸部6dはすり鉢状の形状を有する。凸部6dの先端部6eは、開口部6cの開口端縁部である。

【0018】

図3は、第1の実施形態におけるバネ部材の平面図である。

【0019】

バネ部材6の開口部6cは、平面視において、六角形状の形状を有する。開口部6cの六角形状の形状における各頂点の部分からそれぞれ、凸部6dにスリット部6gが延びている。もっとも、凸部6dにはスリット部6gは設けられていなくともよい。開口部6cの形状は上記に限定されず、平面視において非円形状であればよい。非円形とは、例えば、多角形、楕円、曲線と直線とが接続された形状、あるいは曲線と曲線とが接続された形状などを指す。

【0020】

バネ部材6は、複数の梁部6fを有する。複数の梁部6fは、平面視において放射状に配置されている。複数の梁部6fの変位による弾性力が、ロータ4に付与される。もっとも、複数の梁部6fは設けられていなくともよい。バネ部材6は、平面視において、例えば、円形または正多角形などの形状を有していてもよい。

【0021】

図4は、図1における、バネ部材及び軸部材が嵌合している部分を拡大した図である。

【0022】

図4に示すように、軸部材7は嵌合部7aを有する。嵌合部7aは、バネ部材6と嵌合している部分である。嵌合部7aは六角柱状の形状を有する。もっとも、嵌合部7aの形状は上記に限定されない。嵌合部7aの平面視における形状は、例えば、多角形、楕円、曲線と直線とが接続された形状、あるいは曲線と曲線とが接続された形状などであってもよい。嵌合部7aは溝部7bを含む。溝部7b内に、バネ部材6における凸部6dの先端

10

20

30

40

50

部 6 e が位置している。これにより、バネ部材 6 及び軸部材 7 が嵌合している。なお、厳密には、嵌合部 7 a は、溝部 7 b 以外の部分である、バネ部材 6 と嵌合していない部分も含んでいる。なお、バネ部材 6 及び軸部材 7 が嵌合しているとは、バネ部材 6 の開口部 6 c の形状及び軸部材 7 の嵌合部 7 a の断面形状が略相似であり、バネ部材 6 の凸部 6 d が嵌合部 7 a に当接していることをいう。より具体的には、開口部 6 c の形状は、開口部 6 c の平面視における形状である。嵌合部 7 a の断面形状は、軸部材 7 が延びる方向と直交する方向に沿う、嵌合部 7 a の断面の形状である。もっとも、開口部 6 c の形状及び嵌合部 7 a の断面形状が相似であることが好ましい。本明細書において、相似の関係は、一方の形状の角部に相当する他方の形状の部分が、曲線の形状である場合及び面取りされた形状である場合を含む。

10

【 0 0 2 3 】

本実施形態の特徴は、バネ部材 6 の開口部 6 c の形状が、軸方向 Z から見たときに非円形状であり、凸部 6 d が、ステータ 2 側からロータ 4 側に向かう方向に突出しており、凸部 6 d の先端部 6 e と軸部材 7 の嵌合部 7 a とが嵌合していることにある。それによって、バネ部材 6 及び軸部材 7 の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 2 4 】

より詳細には、開口部 6 c が非円形状であるため、バネ部材 6 及び軸部材 7 の間において、周回方向における位置ずれが生じ難い。さらに、バネ部材 6 からロータ 4 に弾性力が付与されていることにより、バネ部材 6 には、ロータ 4 側から抗力が加えられている。ここで、バネ部材 6 の凸部 6 d が突出している方向は、ロータ 4 に弾性力が付与されている方向とは反対側である。すなわち、バネ部材 6 に抗力が加えられている方向に、凸部 6 d が突出している。これにより、凸部 6 d の先端部 6 e が、軸部材 7 の嵌合部 7 a に押し当てられる。このように、バネ部材 6 及び軸部材 7 が一体化するように常に力が付与されている。よって、超音波モータ 1 が長期にわたり使用され、部材の摩耗が生じたとしても、バネ部材 6 及び軸部材 7 が嵌合している部分において緩みが生じ難い。従って、バネ部材 6 及び軸部材 7 の間において位置ずれが生じ難い。

20

【 0 0 2 5 】

以下において、本実施形態の構成をさらに詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、超音波モータ 1 は、第 1 のケース部材 8 及び第 2 のケース部材 9 を有する。第 2 のケース部材 9 はキャップ状であり、第 1 のケース部材 8 は蓋状である。第 1 のケース部材 8 及び第 2 のケース部材 9 により、ケースが構成されている。ケースの内部に、バネ部材 6、ロータ 4 及びステータ 2 が配置されている。

30

【 0 0 2 7 】

第 1 のケース部材 8 は、第 1 の円筒突出部 8 a 及び第 2 の円筒突出部 8 b を有する。第 1 の円筒突出部 8 a は、ケースの外側に突出している。第 2 の円筒突出部 8 b は、ケースの内側に突出している。第 2 の円筒突出部 8 b は、ステータ 2 の振動体 3 における貫通孔 3 c に挿通されている。

【 0 0 2 8 】

第 1 の円筒突出部 8 a 及び第 2 の円筒突出部 8 b には、連続して貫通孔 8 c が設けられている。貫通孔 8 c における、第 1 の円筒突出部 8 a に位置する部分の幅は、第 2 の円筒突出部 8 b に位置する部分の幅よりも広い。本明細書においては、特に断りのない限りは、貫通孔または開口部の幅は、該貫通孔または開口部の軸方向 Z と垂直な方向に沿う寸法である。貫通孔 8 c 内における、第 1 の円筒突出部 8 a に位置する部分に、第 1 の軸受け部 1 8 が設けられている。軸部材 7 は、貫通孔 8 c 及び第 1 の軸受け部 1 8 に挿通されている。軸部材 7 は、第 1 のケース部材 8 の貫通孔 8 c から、ケースの外側に突出している。なお、第 1 のケース部材 8 の構成は上記に限定されない。

40

【 0 0 2 9 】

第 2 のケース部材 9 は円筒突出部 9 a を有する。円筒突出部 9 a はケースの外側に突出している。円筒突出部 9 a には貫通孔 9 c が設けられている。貫通孔 9 c 内に第 2 の軸受

50

け部 19 が設けられている。軸部材 7 は、貫通孔 9c 及び第 2 の軸受け部 19 に挿通されている。軸部材 7 は、第 2 のケース部材 9 の貫通孔 9c から、ケースの外側に突出している。なお、第 2 のケース部材 9 の構成は上記に限定されない。第 1 の軸受け部 18 及び第 2 の軸受け部 19 には、例えば、ベアリングなどを用いてもよい。

【0030】

図 1 に示すように、ロータ 4 は、凹部 4a と、側壁部 4b とを有する。凹部 4a は、軸方向 Z から見たときに円形である。側壁部 4b は、凹部 4a を囲んでいる部分である。ロータ 4 は側壁部 4b の端面 4d において、ステータ 2 と接触している。もっとも、凹部 4a 及び側壁部 4b は設けられていなくともよい。

【0031】

ロータ 4 におけるステータ 2 側の面には、摩擦材が固定されていてもよい。それによって、ステータ 2 の振動体 3 とロータ 4 との間に加わる摩擦力を安定化させることができる。この場合には、ロータ 4 を効率的に回転させることができ、超音波モータ 1 を効率的に回転駆動することができる。

【0032】

振動体 3 の第 2 の主面 3b 上において、複数の突起 3d が設けられている。複数の突起 3d は、振動体 3 における、ロータ 4 に接触している部分である。各突起 3d は、振動体 3 の第 2 の主面 3b 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 3d は円環状に並んでいる。複数の突起 3d は、第 2 の主面 3b から軸方向 Z に突出しているため、振動体 3 において進行波が生じたとき、複数の突起 3d の先端はより一層大きく変位する。よって、ステータ 2 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、複数の突起 3d は必ずしも設けられていなくともよい。

【0033】

図 5 は、第 1 の実施形態におけるステータの底面図である。

【0034】

振動体 3 の第 1 の主面 3a には、複数の圧電素子が設けられている。より具体的には、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、軸方向 Z に平行な軸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 は軸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 は軸を挟んで対向し合っている。

【0035】

図 6 は、第 1 の実施形態における第 1 の圧電素子の正面断面図である。

【0036】

第 1 の圧電素子 13A は圧電体 14 を有する。圧電体 14 は第 3 の主面 14a 及び第 4 の主面 14b を有する。第 3 の主面 14a 及び第 4 の主面 14b は対向し合っている。第 1 の圧電素子 13A は、第 1 の電極 15A 及び第 2 の電極 15B を有する。圧電体 14 の第 3 の主面 14a 上に第 1 の電極 15A が設けられており、第 4 の主面 14b 上に第 2 の電極 15B が設けられている。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 も、第 1 の圧電素子 13A と同様に構成されている。上記各圧電素子の平面視における形状は矩形である。なお、各圧電素子の平面視における形状は上記に限定されず、例えば楕円形などであってもよい。

【0037】

ここで、第 1 の電極 15A は、振動体 3 の第 1 の主面 3a に接着剤により貼り付けられている。この接着剤の厚みは非常に薄い。従って、第 1 の電極 15A は振動体 3 に電氣的に接続される。

【0038】

なお、進行波を発生させるためには、ステータ 2 は、少なくとも第 1 の圧電素子 13A 及び第 2 の圧電素子 13B を有していればよい。あるいは、複数の領域に分割された、1

10

20

30

40

50

個の圧電素子を有していてもよい。この場合には、例えば、圧電素子の各領域が互いに異なる方向に分極されていてもよい。

【0039】

ステータ2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、WO2010/061508A1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、WO2010/061508A1に記載の構成を本明細書に援用することにより、詳細な説明は省略することとする。

【0040】

図7(a)～図7(c)は、第1の実施形態において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。なお、図7(a)～図7(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7における実線及び破線の曲線は、振動のエネルギーの大きさを模式的に示す。

10

【0041】

図7(a)には、三波の定在波Xが示されており、図7(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13A～13Dが、中心角90°の角度を隔てて配置されているとする。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120°となる。中心角は、一波の角度120°に3/4を掛けた角度90°で決定する。三波の定在波Xの振幅が大きい所定の場所に第1の圧電素子13Aを配置し、中心角90°間隔で第2～第4の圧電素子13B～13Dを配置する。この場合、振動の位相が90°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7(c)に示す進行波が生じる。

20

【0042】

なお、図7(a)～図7(c)における、A+、A-、B+、B-は、圧電体14の分極方向を示す。+は、厚み方向において、第3の主面14aから第4の主面14b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13A及び第3の圧電素子13Cであることを示し、Bは、第2の圧電素子13B及び第4の圧電素子13Dであることを示す。

【0043】

なお、三波の例を示したが、これに限定されず六波、九波、十二波などの場合も同様に位相が90°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。本発明において、進行波を発生させる構成は、図7(a)～図7(c)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。

30

【0044】

以下において、本発明における好ましい構成を説明する。

【0045】

図1に示すように、軸部材7はロータ4と接触していないことが好ましい。本実施形態では、軸部材7は、ロータ4の貫通孔4cに挿通されているが、軸部材7はロータ4の開口端縁部に接触していない。それによって、ロータ4の振動が軸部材7に伝搬し難い。従って、超音波モータ1を安定的に駆動させることができる。

40

【0046】

本実施形態においては、軸部材7における、ロータ4に挿通されている部分の形状は円柱状である。ロータ4の貫通孔4cの、軸方向Zから見たときの形状は円形である。もっとも、軸部材7の上記部分の形状及びロータ4の貫通孔4cの形状は上記に限定されない。

【0047】

バネ部材6のヤング率は、軸部材7のヤング率よりも高いことが好ましい。または、バネ部材6のピッカース硬度は、軸部材7のピッカース硬度よりも高いことが好ましい。本実施形態においては、バネ部材6の凸部6dの先端部6eが、軸部材7の溝部7b内に位置している。上記のようなヤング率またはピッカース硬度の関係であることにより、凸部

50

6 dの先端部 6 eを、軸部材 7により一層食い込ませることができる。それによって、バネ部材 6及び軸部材 7をより一層強固に嵌合させることができる。従って、バネ部材 6及び軸部材 7の間において、より一層位置ずれが生じ難い。

【 0 0 4 8 】

さらに、上記のようなヤング率またはピッカース硬度の関係である場合には、軸部材 7の嵌合部 7 aに溝部 7 bを予め設けていなくともよい。バネ部材 6の凸部 6 dにおける先端部 6 eは軸部材 7よりも硬いため、先端部 6 eは軸部材 7の嵌合部 7 aに食い込む。より詳細には、バネ部材 6及び軸部材 7を嵌合させるに際し、軸方向 Zから見たときに、バネ部材 6は図 1に示すように変位する。軸方向 Zから見たときに、バネ部材 6は、中央に圧縮されるように変位する。このとき、バネ部材 6の開口部 6 cの幅が狭くなるように変位する。これにより、バネ部材 6の先端部 6 eが軸部材 7の嵌合部 7 aに食い込む。そして、嵌合部 7 aに溝部 7 bが形成され、かつバネ部材 6及び軸部材 7が嵌合する。

10

【 0 0 4 9 】

バネ部材 6の材料としては、例えば、S U S 3 0 4 - C S PやS U S 3 0 1 C S P - Hなどのステンレスバネ材、リン青銅または洋白などを用いることができる。軸部材 7の材料としては、例えば、S U S 4 3 0、アルミニウム、真鍮または樹脂などを用いることができる。これらの場合には、バネ部材 6のヤング率が軸部材 7のヤング率よりも高いという関係を満たすことができる。さらに、例えば、軸部材 7の材料としてS U S 4 3 0を用いた場合、ピッカース硬度はH V 2 0 0以下であり、バネ部材 6の材料としてS U S 3 0 1 C S P - Hを用いた場合、ピッカース硬度はH V 4 3 0以上である。このように、バネ部材 6のピッカース硬度が軸部材 7のピッカース硬度よりも高いという関係を満たすことができる。そして、上記のように、軸部材 7の嵌合部 7 aに予め溝部を設ける必要がないため、生産性を高めることができる。

20

【 0 0 5 0 】

軸部材 7の軸方向 Zと垂直な方向に沿う寸法を軸部材 7の幅としたときに、バネ部材 6及び軸部材 7を嵌合させていない状態におけるバネ部材 6の開口部 6 cの幅が、軸部材 7の嵌合部 7 aにおける溝部 7 bが設けられていない部分の幅よりも狭いことが好ましい。それによって、バネ部材 6及び軸部材 7を嵌合させたときに、バネ部材 6の凸部 6 dの先端部 6 eを、軸部材 7の嵌合部 7 aにより一層強く押し当てることができる。従って、バネ部材 6及び軸部材 7をより一層強固に嵌合させることができる。

30

【 0 0 5 1 】

なお、バネ部材 6の変位に伴い、開口部 6 cの幅は変化する。上記のように、開口部 6 cの幅が狭い場合にも、開口部 6 cの幅は変化するため、軸部材 7を開口部 6 cに挿通させることができる。バネ部材 6における凸部 6 dの先端部 6 eを軸部材 7の嵌合部 7 aに当接させた後に、図 1に示すようにバネ部材 6を変位させることにより、バネ部材 6及び軸部材 7を好適に嵌合させることができる。

【 0 0 5 2 】

バネ部材 6の開口部 6 cの形状は、軸方向 Zから見たときに、多角形状であることが好ましい。さらに、軸部材 7の嵌合部 7 aの形状は、軸方向 Zから見たときに、多角形状であることが好ましい。バネ部材 6の開口部 6 c及び軸部材 7の嵌合部 7 aの、軸方向 Zから見たときの形状が、同じ頂点の個数の多角形であることがより好ましい。それによって、バネ部材 6及び軸部材 7を、上記多角形状の形状における辺同士の部分において接触させることができる。従って、バネ部材 6及び軸部材 7において、周回方向における位置ずれがより一層生じ難い。

40

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、バネ部材 6及び軸部材 7は、他の部材を介さず、直接的に嵌合している。従って、部品の点数を少なくすることができ、コストを低減することができる。

【 0 0 5 4 】

加えて、バネ部材 6は、凸部 6 dの先端部 6 eにおいて軸部材 7と接触している。そのため、バネ部材 6及び軸部材 7が接触している面積は小さい。よって、ロータ 4の振動が

50

軸部材 7 により一層伝搬し難い。従って、超音波モータ 1 をより一層安定的に駆動させることができる。

【 0 0 5 5 】

バネ部材 6 の凸部 6 d に、複数のスリット部 6 g が設けられていることが好ましい。この場合には、製造工程において、凸部 6 d を容易に形成することができる。よって、生産性を高めることができる。

【 0 0 5 6 】

複数のスリット部 6 g が設けられている場合には、凸部 6 d は、複数の先端部 6 e を有する。この場合には、軸部材 7 の嵌合部 7 a には、複数の溝部 7 b が設けられていることが好ましい。複数の溝部 7 b は、周回方向に分散配置されており、各溝部 7 b 及び各先端部 6 e が嵌合していることが好ましい。この場合には、各先端部 6 e が軸部材 7 に埋め込まれた状態とすることができる。よって、各先端部 6 e が、周回方向に移動し難い。従って、バネ部材 6 及び軸部材 7 の間において、より一層位置ずれが生じ難い。

【 0 0 5 7 】

バネ部材 6 が複数の梁部 6 f を有することが好ましい。これにより、バネ部材 6 の変位を容易に大きくすることができる。よって、バネ部材 6 によりロータ 4 に付与する弾性力を容易に、かつより確実に大きくすることができる。従って、ロータ 4 及びステータ 2 をより確実に密着させることができ、超音波モータ 1 をより確実に、効率的に駆動させることができる。

【 0 0 5 8 】

複数の梁部 6 f は、周回方向において均等に配置されていることがより好ましい。これにより、ロータ 4 に付与される弾性力を、周回方向において均一にすることができる。よって、超音波モータ 1 を安定的に駆動させることができる。

【 0 0 5 9 】

複数の梁部 6 f の個数が、進行波の波数の整数倍ではなく、かつ素数であることがさらに好ましい。より具体的には、本実施形態では、三波の進行波を利用している。これに対して、梁部 6 f は 7 個である。これにより、バネ部材 6 が振動し難い。よって、軸部材 7 に振動が伝搬し難い。従って、超音波モータ 1 をより一層安定的に駆動させることができる。加えて、バネ部材 6 の振動による異音の発生を抑制することもできる。

【 0 0 6 0 】

軸方向 Z から見たときに、バネ部材 6 の梁部 6 f 同士の間部分の形状は、曲線状である。それによって、応力の集中が生じ難く、バネ部材 6 の破損が生じ難い。もっとも、バネ部材 6 の形状は上記に限定されない。例えば、バネ部材 6 は必ずしも梁部 6 f を有していなくともよい。

【 0 0 6 1 】

バネ部材 6 及びロータ 4 の間に、弾性部材 5 が設けられていることが好ましい。これにより、ロータ 4 の振動が弾性部材 5 に吸収される。よって、ロータ 4 の振動がバネ部材 6 及び軸部材 7 に伝搬し難い。従って、超音波モータ 1 を安定的に駆動させることができる。弾性部材 5 の材料としては、例えば、ゴムまたは樹脂などを用いることができる。

【 0 0 6 2 】

図 2 に示すように、弾性部材 5 はリング状である。弾性部材 5 は内周端縁部 5 a を有する。一方で、バネ部材 6 は外周端縁部 6 h を有する。本実施形態では、外周端縁部 6 h は、各梁部 6 f の先端部を含む。バネ部材 6 は、複数の梁部 6 f の変位による弾性力をロータ 4 に付与している。よって、図 1 に示すように、超音波モータ 1 においては、バネ部材 6 は、複数の梁部 6 f が変位した状態において配置されている。より具体的には、複数の梁部 6 f の先端部が、ロータ 4 から遠ざかるように変位している。

【 0 0 6 3 】

バネ部材 6 は、弾性部材 5 の内周端縁部 5 a に接触している。さらに、バネ部材 6 の外周端縁部 6 h は弾性部材 5 に接触していない。これにより、バネ部材 6 及び弾性部材 5 が接触している面積を小さくすることができる。よって、ロータ 4 側からの振動が、バネ部

10

20

30

40

50

材 6 及び軸部材 7 に伝搬し難い。従って、超音波モータ 1 をより一層安定的に駆動させることができる。

【 0 0 6 4 】

以下において、バネ部材、圧電素子または軸部材などの構成が第 1 の実施形態と異なる、第 1 の実施形態の第 1 ~ 第 4 の変形例を示す。各変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、バネ部材及び軸部材の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 6 5 】

図 8 に示す第 1 の変形例においては、バネ部材 2 6 A の梁部 2 6 f 及び凸部 2 6 d の形状が第 1 の実施形態と異なる。より具体的には、軸方向 Z から見て、梁部 2 6 f が延びる方向と垂直な方向に沿う梁部 2 6 f の寸法を、梁部 2 6 f の幅としたときに、バネ部材 2 6 A の中央から遠ざかるにつれて、梁部 2 6 f の幅が狭くなっている。それによって、梁部 2 6 f に加わる応力を均一化することができる。従って、バネ部材 2 6 A がより一層破損し難い。なお、本変形例では、凸部 2 6 d には、スリット部は設けられていない。

10

【 0 0 6 6 】

図 9 に示す第 2 の変形例においては、バネ部材 2 6 B が弾性体層 2 5 を有する点において、第 1 の実施形態と異なる。より具体的には、バネ部材 2 6 B は、本体部 2 6 i を有する。本体部 2 6 i は第 1 の実施形態のバネ部材 6 と同様の構成を有する。なお、本体部 2 6 i は、第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b を有する。第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b は、軸方向 Z において対向し合っている。第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b のうち、第 2 の面 2 6 b がロータ 4 側に位置する。本変形例では、第 1 の面 2 6 a の全面に弾性体層 2 5 が設けられている。これにより、バネ部材 2 6 B の振動を抑制することができる。よって、バネ部材 2 6 B の振動による異音の発生をより一層抑制することができる。さらに、軸部材 7 に振動がより一層伝搬し難い。もっとも、本体部 2 6 i の表面の少なくとも一部に、弾性体層 2 5 が設けられていればよい。例えば、本体部 2 6 i の第 2 の面 2 6 b の一部に弾性体層 2 5 が設けられていてもよく、あるいは、本体部 2 6 i の表面の全面を弾性体層 2 5 が覆っていてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

図 10 に示す第 3 の変形例においては、圧電素子 2 3 の構成が第 1 の実施形態と異なる。より具体的には、圧電素子 2 3 は、複数に分極された 1 つの圧電素子である。圧電素子 2 3 は円環状である。圧電素子 2 3 は複数の領域を有する。図 10 においては、異なる領域を、異なるハッチングにより示している。圧電素子 2 3 は、領域毎に異なる分極方向を有する。これにより、圧電素子 2 3 は、互いに異なる領域では、互いに異なる位相において振動する。複数の領域は圧電素子 2 3 における周回方向に並んでいる。より具体的には、複数の領域は、複数の第 1 の A 相領域と、複数の第 2 の A 相領域と、複数の第 1 の B 相領域と、複数の第 2 の B 相領域とを含む。圧電素子 2 3 は上記各領域を 3 箇所ずつ含む。なお、圧電素子 2 3 は、上記各領域を少なくとも 1 箇所ずつ含んでいればよい。

30

【 0 0 6 8 】

圧電素子 2 3 の圧電体は、第 1 の A 相領域及び第 2 の A 相領域においては、互いに逆方向に分極されている。同様に、圧電素子 2 3 の圧電体は、第 1 の B 相領域及び第 2 の B 相領域においては、互いに逆方向に分極されている。つまり、圧電素子 2 3 は、複数に分極された圧電素子である。

40

【 0 0 6 9 】

圧電素子 2 3 は、一点鎖線で示す複数の第 1 の電極 1 5 A を有する。各第 1 の電極 1 5 A は円弧状である。圧電素子 2 3 の隣接する領域に設けられている第 1 の電極 1 5 A 同士は、接触していない。これにより、複数の第 1 の A 相領域及び複数の第 2 の A 相領域と、複数の第 1 の B 相領域及び複数の第 2 の B 相領域とに、異なる相の信号を印加することができる。なお、第 1 の電極 1 5 A と圧電体を挟んで対向するように、第 2 の電極が設けられている。複数の第 2 の電極が複数の第 1 の電極 1 5 A と同様に設けられていてもよく、あるいは 1 個の円環状の第 2 の電極が設けられていてもよい。

【 0 0 7 0 】

50

図 1 1 に示す第 4 の変形例においては、軸部材 2 7 及び第 1 の軸受け部 2 8 が嵌合している点において第 1 の実施形態と異なる。軸部材 2 7 は溝部 2 7 d を有する。第 1 の軸受け部 2 8 は止め輪 2 8 a を有する。止め輪 2 8 a は、第 1 の軸受け部 2 8 の、軸方向 Z における外側の端部に位置している。もっとも、止め輪 2 8 a の配置は上記に限定されない。止め輪 2 8 a の内周端縁部は、軸部材 2 7 の溝部 2 7 d 内に位置している。それによって、軸部材 2 7 及び第 1 の軸受け部 2 8 が嵌合している。上記構成を有することにより、軸部材 2 7 の軸方向 Z における位置ずれを効果的に抑制することができる。

【 0 0 7 1 】

図 1 2 は、第 2 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【 0 0 7 2 】

本実施形態は、バネ部材 6 の開口部 6 c の幅、及び軸部材 3 7 の構成が第 1 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の超音波モータは第 1 の実施形態の超音波モータ 1 と同様の構成を有する。

【 0 0 7 3 】

軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a は溝部を有しない。嵌合部 3 7 a は突起部 3 7 e を有する。突起部 3 7 e は周回方向全体にわたり、軸方向 Z と垂直な方向に突出している。突起部 3 7 e に、バネ部材 6 の凸部 6 d の先端部 6 e が当接している。それによって、バネ部材 6 及び軸部材 3 7 が嵌合している。なお、バネ部材 6 の開口部 6 c の幅は、軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a における、突起部 3 7 e が設けられていない部分の幅と同じである。

【 0 0 7 4 】

本実施形態においても、バネ部材 6 の凸部 6 d が突出している方向は、ロータ 4 に弾性力が付与されている方向とは反対側である。すなわち、バネ部材 6 に、ロータ 4 側から抗力が加えられている方向に、凸部 6 d が突出している。これにより、凸部 6 d の先端部 6 e が、軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a に押し当てられる。よって、長期の使用においても、バネ部材 6 及び軸部材 3 7 が嵌合している部分において緩みが生じ難い。従って、第 1 の実施形態と同様に、バネ部材 6 及び軸部材 3 7 の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 7 5 】

軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a は、溝部及び突起部 3 7 e の双方を有していてもよい。第 1 の実施形態と同様に、バネ部材 6 の凸部 6 d の先端部 6 e が溝部内に位置していてもよい。凸部 6 d の先端部 6 e 以外の部分が、突起部 3 7 e に当接していてもよい。この場合においても、バネ部材 6 及び軸部材 3 7 の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 7 6 】

ところで、図 1 に示したロータ 4 の形状は上記に限定されない。例えば、図 1 3 に示す第 1 の実施形態の第 5 の変形例においては、ロータ 2 4 は 1 対の凹部 4 a を有する。一方の凹部 4 a は、第 1 の実施形態と同様に、ステータ 2 側に設けられている。他方の凹部 4 a は、バネ部材 6 側に設けられている。

【 0 0 7 7 】

上記では、第 1 の実施形態やその第 1 の変形例及び第 2 の変形例において、バネ部材の例を示した。以下において、バネ部材のさらなる例を示す。

【 0 0 7 8 】

図 1 4 に示す第 1 の実施形態の第 6 の変形例においては、複数の梁部 6 f の外周端縁部 6 h 同士を接続するように、棒状部 2 6 j が設けられている。本変形例においては、棒状部 2 6 j は、複数の梁部 6 f とは別体として設けられている。より具体的には、棒状部 2 6 j は第 1 の面 2 6 a に設けられている。棒状部 2 6 j は円環状の形状を有する。本変形例においては、棒状部 2 6 j が設けられているため、バネ部材 2 6 c の姿勢を安定化することができる。従って、バネ部材 2 6 c 及び軸部材 7 の間における位置ずれをより確実に抑制することができる。

【 0 0 7 9 】

なお、棒状部 2 6 j は、第 1 の面 2 6 a ではなく、第 2 の面 2 6 b に設けられていても

10

20

30

40

50

よい。あるいは、枠状部 26j は、複数の梁部 6f と一体として設けられていてもよい。枠状部 26j は、必ずしも各梁部 6f の外周端縁部 6h に至っていなくともよい。枠状部 26j は、梁部 6f 同士を接続していればよい。枠状部 26j の外周縁の形状は円形に限定されず、非円形であってもよい。同様に、枠状部 26j の内周縁の形状は円形に限定されず、非円形であってもよい。

【0080】

図 15 に示す第 1 の実施形態の第 7 の変形例においては、各梁部 6f の外周端縁部 6h を含む部分にそれぞれ、幅広部 26k が設けられている。幅広部 26k の幅は、梁部 6f の他の部分の幅よりも広い。本変形例においては、幅広部 26k は、梁部 6f とは別体として設けられている。より具体的には、複数の幅広部 26k は第 1 の面 26a に設けられている。幅広部 26k は矩形状の形状を有する。本変形例においては、各梁部 6f に幅広部 26k が設けられているため、バネ部材 26D の姿勢を安定化することができる。従って、バネ部材 26D 及び軸部材 7 の間における位置ずれをより確実に抑制することができる。

10

【0081】

なお、複数の幅広部 26k は、第 1 の面 26a ではなく、第 2 の面 26b に設けられていてもよい。あるいは、幅広部 26k は、梁部 6f と一体として設けられていてもよい。幅広部 26k は、必ずしも梁部 6f の外周端縁部 6h に至っていなくともよい。幅広部 26k の形状は矩形に限定されず、例えば、円形や、矩形以外の非円形などであってもよい。本変形例における幅広部 26k 及び第 6 の変形例における枠状部 26j は、第 1 の実施形態以外の本発明の構成にも適用することができる。

20

【0082】

上記の第 1 の実施形態や第 2 の実施形態においては、バネ部材 6 における凸部 6d の先端は平面状である。図 4 や図 12 などに示すように、先端部 6e の断面における 2 箇所のコーナー部は、いずれも直線と直線とが接続された形状である。もっとも、先端部 6e の上記コーナー部は、曲線状であってもよい。この例を以下において示す。

【0083】

図 16 は、第 3 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【0084】

本実施形態は、バネ部材 46 における凸部 46d の先端が曲面状である点において第 2 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の超音波モータは第 2 の実施形態の超音波モータと同様の構成を有する。

30

【0085】

本実施形態においても、第 2 の実施形態と同様に、軸部材 37 の突起部 37e に、バネ部材 46 の凸部 46d の先端部 46e が当接している。それによって、バネ部材 46 及び軸部材 37 が嵌合している。そして、バネ部材 46 にロータ 4 側から抗力が加えられていることによって、先端部 46e が突起部 37e に押し当てられる。これにより、バネ部材 46 及び軸部材 37 が嵌合している部分において緩みが生じ難い。従って、バネ部材 46 及び軸部材 37 の間において位置ずれが生じ難い。

40

【0086】

さらに、本実施形態においては、凸部 46d の先端部 46e が曲面状である。そのため、図 17 に示すように、バネ部材 46 及び軸部材 37 を嵌合させるに際し、先端部 46e を嵌合部 37a の表面上において容易に滑らせることができる。それによって、先端部 46e を突起部 37e に、より確実に到達させることができ、バネ部材 46 の位置決めをより確実に行うことができる。

【0087】

本実施形態の構成では、バネ部材 46 及び軸部材 37 が、バネ部材 46 のヤング率が軸部材 37 のヤング率よりも低い関係、及びバネ部材 46 のビッカース硬度が軸部材 37 のビッカース硬度よりも低い関係のうち少なくとも一方の関係を有することが好ましい。こ

50

の場合には、バネ部材 4 6 の先端部 4 6 e が軸部材 3 7 に食い込み難い。よって、先端部 4 6 e を軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a の表面上において、より確実に滑らせることができる。従って、バネ部材 4 6 の位置決めをより一層確実に行うことができる。なお、例えば、軸部材 3 7 の材料として S U S 4 3 0 を用いた場合、バネ部材 4 6 の材料として、C 5 1 9 1 - 1 / 2 H (りん青銅 2 種) または C 7 5 2 1 - 1 / 2 H (洋白 2 種) などを用いることができる。これらの場合、バネ部材 4 6 のピッカース硬度は軸部材 3 7 のピッカース硬度よりも低い。もっとも、バネ部材 4 6 のヤング率が軸部材 3 7 のヤング率よりも高く、かつバネ部材 4 6 のピッカース硬度が軸部材 3 7 のピッカース硬度よりも高くても構わない。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 に示すように、本実施形態においては、先端部 4 6 e の断面における 2 箇所のコーナー部は、いずれも曲線状である。より具体的には、軸方向 Z と平行であり、かつ軸部材 3 7 の中央を通る断面において、先端部 4 6 e の第 1 の面 2 6 a 側のコーナー部及び第 2 の面 2 6 b 側のコーナー部の双方が曲線状である。なお、上記断面における、少なくとも第 2 の面 2 6 b 側のコーナー部の形状が曲線状であればよい。

【 0 0 8 9 】

例えば、図 1 8 に示す第 3 の実施形態の変形例においては、先端部 5 6 e の断面における、第 1 の面 2 6 a 側のコーナー部は、直線と直線とが接続された形状を有する。他方、第 2 の面 2 6 b 側のコーナー部は曲線の形状を有する。バネ部材 5 6 においては、軸部材 3 7 に当接する部分は、第 2 の面 2 6 b 側のコーナー部である。よって、該コーナー部が曲線の形状であれば、バネ部材 5 6 の先端部 5 6 e を、軸部材 3 7 の嵌合部 3 7 a の表面上において容易に滑らせることができる。従って、第 3 の実施形態と同様に、バネ部材 5 6 の位置決めをより確実に行うことができる。加えて、バネ部材 5 6 及び軸部材 3 7 の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 9 0 】

さらに、本変形例においては、バネ部材 5 6 における、曲面状の形状を含む先端部 5 6 e を、プレス抜き加工によって容易に形成することができる。従って、生産性を高めることができる。

【 0 0 9 1 】

図 1 9 は、第 4 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【 0 0 9 2 】

本実施形態は、バネ部材 6 6 の凸部 6 6 d の先端部 6 6 e を含む部分において、折り返し部 6 6 l が設けられている点で、第 3 の実施形態と異なる。本実施形態は、折り返し部 6 6 l における屈曲した部分が、凸部 6 6 d の先端部 6 6 e である点においても、第 3 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の超音波モータは第 3 の実施形態の超音波モータと同様の構成を有する。

【 0 0 9 3 】

折り返し部 6 6 l においては、第 1 の面 2 6 a 同士が対向している部分が、内側に位置している。凸部 6 6 d の先端部 6 6 e における第 2 の面 2 6 b の部分が、軸部材 3 7 に当接している。本実施形態においても、先端部 6 6 e は曲面状である。よって、第 3 の実施形態と同様に、バネ部材 6 6 の位置決めをより確実に行うことができる。加えて、バネ部材 6 6 及び軸部材 3 7 の間において位置ずれが生じ難い。

【 0 0 9 4 】

折り返し部 6 6 l は、第 1 の部分 6 6 m 及び第 2 の部分 6 6 n を有する。第 1 の部分 6 6 m 及び第 2 の部分 6 6 n は、折り返し部 6 6 l における屈曲した部分により接続されている。第 1 の部分 6 6 m は、凸部 6 6 d の基端部側の部分である。軸方向 Z と平行であり、かつ軸部材 3 7 の中央を通る断面において、第 1 の部分 6 6 m の延長線 C 1 及び第 2 の部分 6 6 l の延長線 C 2 がなす角の角度を θ としたときに、本実施形態では、 $\theta = 0^\circ$ である。言い換えれば、折り返し部 6 6 l の曲げ角は 180° である。なお、角度 θ は 0°

10

20

30

40

50

に限定されない。もっとも、角度 θ は、第 1 の部分 6 6 m の延長線 C 1、及び軸方向 Z と垂直な面がなす角の角度以下であることが好ましい。それによって、軸部材 3 7 の突起部 3 7 e に、凸部 6 6 d の先端部 6 6 e を容易に当接させることができる。

【 0 0 9 5 】

図 2 0 は、第 5 の実施形態におけるバネ部材及び軸部材が嵌合している部分を示す正面断面図である。

【 0 0 9 6 】

本実施形態は、軸部材 7 7 の嵌合部 7 7 a における突起部 3 7 e 以外の部分の幅が、軸部材 7 7 における嵌合部 7 7 a 以外の部分の幅よりも狭い点において、第 3 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の超音波モータは第 3 の実施形態の超音波モータと同様の構成を有する。なお、嵌合部 7 7 a における突起部 3 7 e 以外の部分は、第 2 の実施形態及び第 3 の実施形態と同様に、六角柱状である。

10

【 0 0 9 7 】

本実施形態においても、第 3 の実施形態と同様に、バネ部材 4 6 の位置決めをより確実に行うことができる。加えて、バネ部材 4 6 及び軸部材 3 7 の間において位置ずれが生じ難い。さらに、嵌合部 7 7 a を形成する際に、突起部 3 7 e も同時に形成することができるため、加工が容易となる。従って、生産性を高めることができる。

【 0 0 9 8 】

1 ... 超音波モータ

2 ... ステータ

20

3 ... 振動体

3 a , 3 b ... 第 1 , 第 2 の主面

3 c ... 貫通孔

3 d ... 突起

4 ... ロータ

4 a ... 凹部

4 b ... 側壁部

4 c ... 貫通孔

4 d ... 端面

5 ... 弾性部材

30

5 a ... 内周端縁部

6 ... バネ部材

6 c ... 開口部

6 d ... 凸部

6 e ... 先端部

6 f ... 梁部

6 g ... スリット部

6 h ... 外周端縁部

7 ... 軸部材

7 a ... 嵌合部

40

7 b ... 溝部

8 ... 第 1 のケース部材

8 a , 8 b ... 第 1 , 第 2 の円筒突出部

8 c ... 貫通孔

9 ... 第 2 のケース部材

9 a ... 円筒突出部

9 c ... 貫通孔

1 3 A ~ 1 3 D ... 第 1 ~ 第 4 の圧電素子

1 4 ... 圧電体

1 4 a , 1 4 b ... 第 3 , 第 4 の主面

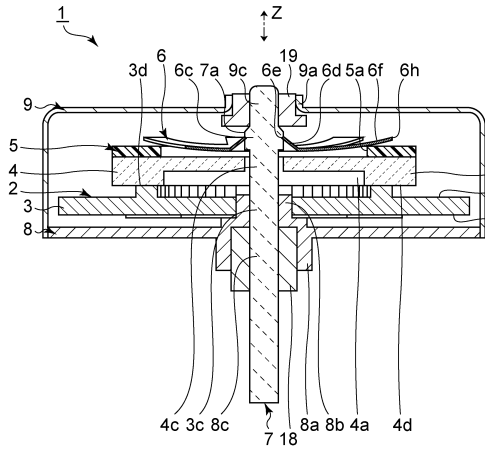
50

1 5 A , 1 5 B ... 第 1 , 第 2 の 電 極	
1 8 , 1 9 ... 第 1 , 第 2 の 軸 受 け 部	
2 3 ... 圧 電 素 子	
2 4 ... ロ ー タ	
2 5 ... 弾 性 体 層	
2 6 A , 2 6 B , 2 6 C , 2 6 D ... バ ネ 部 材	
2 6 a , 2 6 b ... 第 1 , 第 2 の 面	
2 6 d ... 凸 部	
2 6 f ... 梁 部	
2 6 i ... 本 体 部	10
2 6 j ... 棒 状 部	
2 6 k ... 幅 広 部	
2 7 ... 軸 部 材	
2 7 d ... 溝 部	
2 8 ... 第 1 の 軸 受 け 部	
2 8 a ... 止 め 輪	
3 7 ... 軸 部 材	
3 7 a ... 嵌 合 部	
3 7 e ... 突 起 部	
4 6 ... バ ネ 部 材	20
4 6 d ... 凸 部	
4 6 e ... 先 端 部	
5 6 ... バ ネ 部 材	
5 6 e ... 先 端 部	
6 6 ... バ ネ 部 材	
6 6 d ... 凸 部	
6 6 e ... 先 端 部	
6 6 l ... 折 り 返 し 部	
6 6 m , 6 6 n ... 第 1 , 第 2 の 部 分	30
7 7 ... 軸 部 材	30
7 7 a ... 嵌 合 部	

【図面】

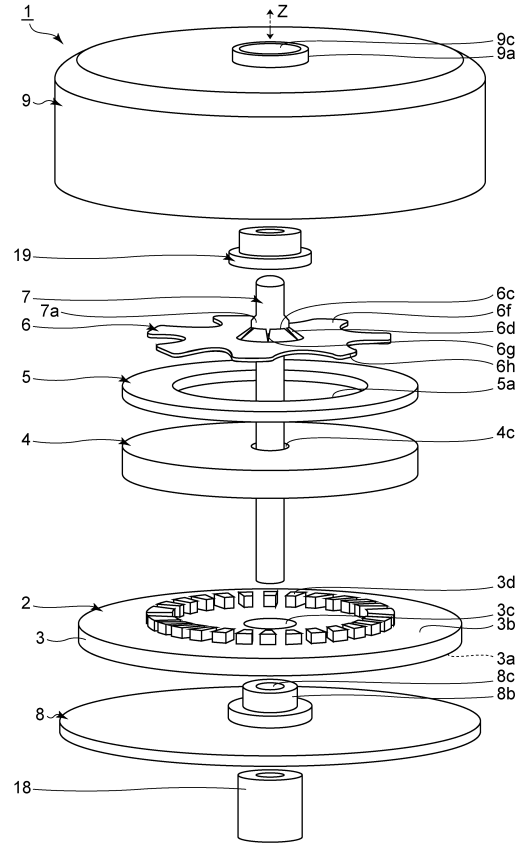
【図 1】

図1



【図 2】

図2

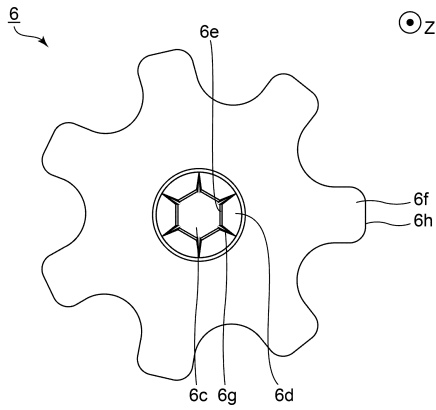


10

20

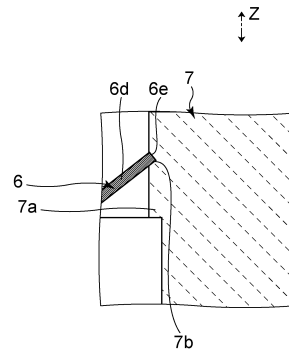
【図 3】

図3



【図 4】

図4

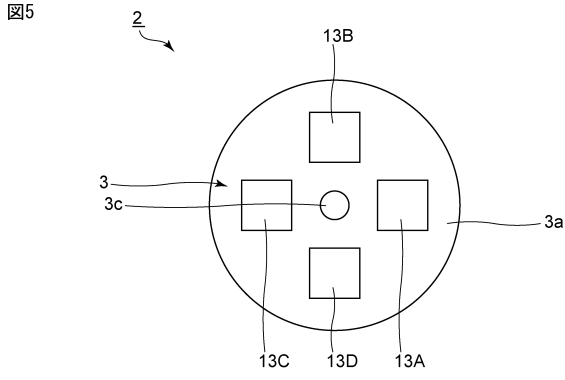


30

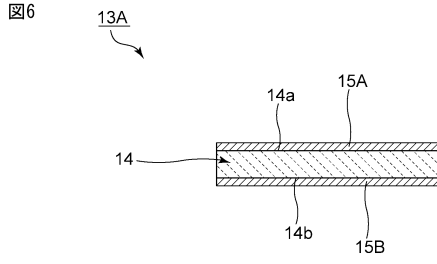
40

50

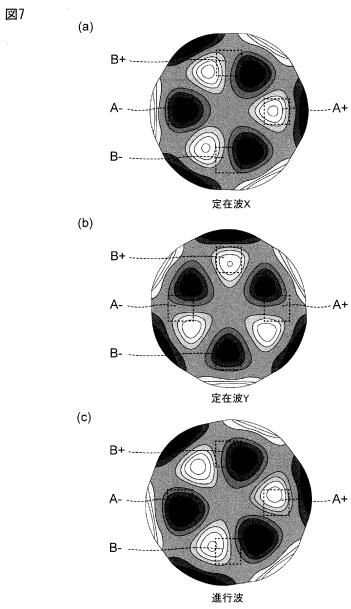
【 図 5 】



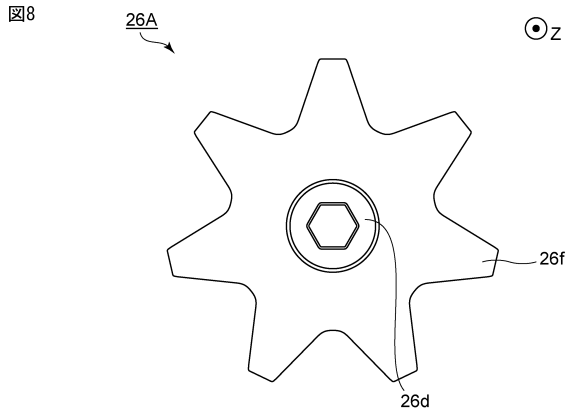
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

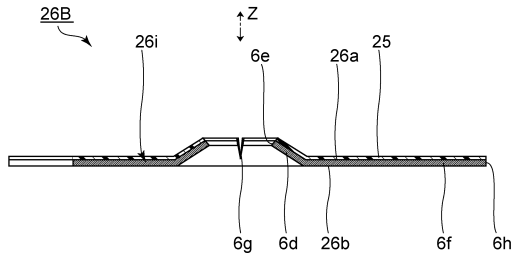
30

40

50

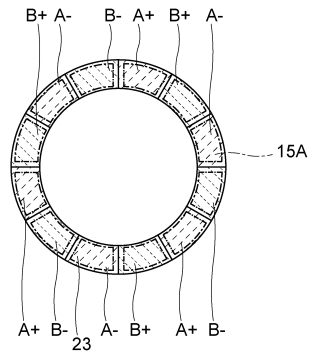
【 9 】

図9



【 1 0 】

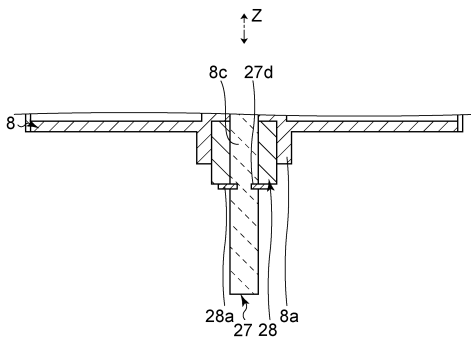
図10



10

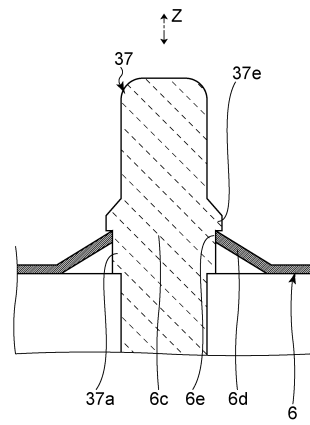
【 1 1 】

図11



【 1 2 】

図12



20

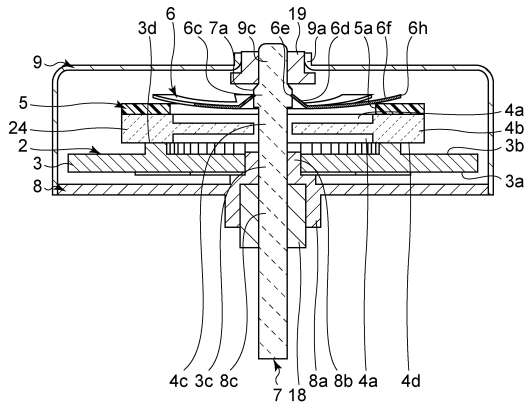
30

40

50

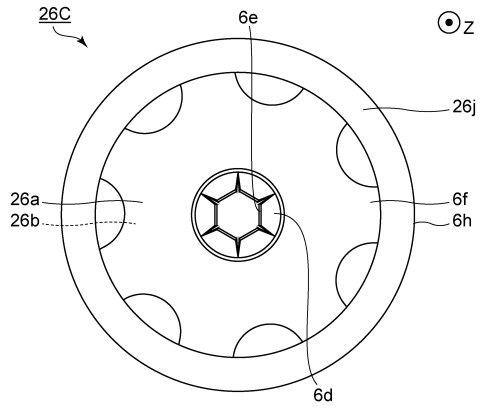
【図13】

図13



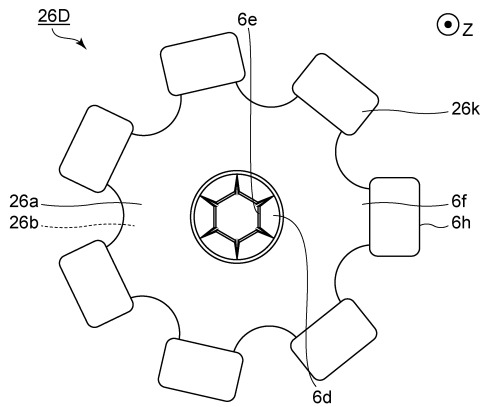
【図14】

図14



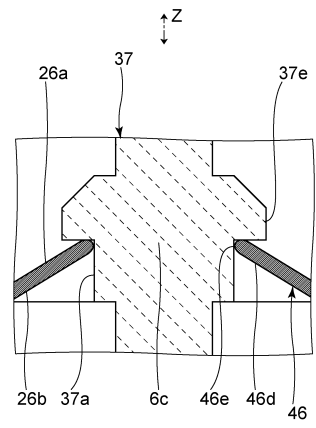
【図15】

図15



【図16】

図16



10

20

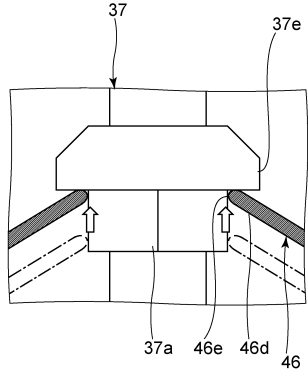
30

40

50

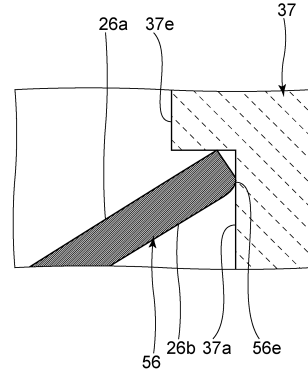
【図17】

図17



【図18】

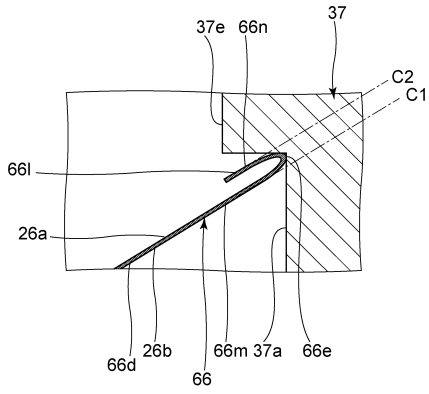
図18



10

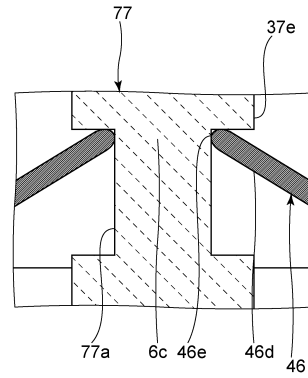
【図19】

図19



【図20】

図20



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-184758(JP,A)
特開平02-261077(JP,A)
特開2004-324722(JP,A)
特開平02-041677(JP,A)
特開2004-156757(JP,A)
特開平05-252764(JP,A)
特開平04-331480(JP,A)
特開2000-078864(JP,A)
特開平07-008911(JP,A)
特開昭61-022778(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02N 2/16