

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5309626号  
(P5309626)

(45) 発行日 平成25年10月9日 (2013. 10. 9)

(24) 登録日 平成25年7月12日 (2013. 7. 12)

(51) Int. Cl.

H02N 2/00 (2006.01)

F I

H02N 2/00

C

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-60499 (P2008-60499)  
 (22) 出願日 平成20年3月11日 (2008. 3. 11)  
 (65) 公開番号 特開2008-259410 (P2008-259410A)  
 (43) 公開日 平成20年10月23日 (2008. 10. 23)  
 審査請求日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-65126 (P2007-65126)  
 (32) 優先日 平成19年3月14日 (2007. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100092576  
 弁理士 鎌田 久男  
 (72) 発明者 佐藤 高広  
 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

審査官 服部 俊樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動アクチュエータ、振動子の製造方法及び振動アクチュエータの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性体上に、溝状の境界部分によって独立した複数の領域に分離して電気機械変換素子を設ける第1の工程と、

前記弾性体と前記電気機械変換素子とを焼結させる第2の工程と、

前記電気機械変換素子の前記複数の領域の表面に電極を形成する第3の工程と、

前記電気機械変換素子を前記複数の領域毎に分極する第4の工程と、を備え、

前記第1の工程は、射出成型によって前記電気機械変換素子を設け、該射出成型時に、前記弾性体と圧電素子とを加圧し、

前記第4の工程は、前記第3の工程によって形成された電極と、前記弾性体とを電極として、前記電気機械変換素子を分極させることを特徴とする振動子の製造方法。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の振動子の製造方法において、

前記第1の工程は、射出成型によって前記電気機械変換素子を設ける振動子の製造方法。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の振動子の製造方法において、

前記第1の工程において、隣接する前記複数の領域の、前記電気機械変換素子の表面における間隔が、0.1mm以下となるように前記電気機械変換素子を設ける振動子の製造方法。

20

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の振動子の製造方法において、

前記弾性体の前記電気機械変換素子が設けられた面と反対側の面に加圧接触された移動体を設ける振動アクチュエータの製造方法。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の振動アクチュエータの製造方法において、

前記弾性体の前記電気機械変換素子が設けられた面側に、前記弾性体と前記移動体を加圧接触させる加圧力を発生する加圧部を設ける振動アクチュエータの製造方法。

## 【請求項 6】

振動子に設けられた弾性体と、

前記弾性体上に、溝状の境界部分によって独立した複数の領域に分離した電気機械変換素子と、

前記電気機械変換素子の前記複数の領域のそれぞれの表面に形成された電極と、を備え

、

前記電気機械変換素子は、前記電極と、前記弾性体とを電極として分極されていることを特徴とする振動アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、振動アクチュエータ、振動子の製造方法及び振動アクチュエータの製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

振動アクチュエータは、電気機械変換素子を駆動信号によって伸縮させ、この伸縮を利用して弾性体の駆動面に進行性振動波（以下、進行波とする）を発生させる。そして振動アクチュエータは、この進行波によって、駆動面に楕円運動を生じさせ、楕円運動の波頭に加圧接触した相対移動部材を駆動させることにより、駆動力を取り出す。

このような振動アクチュエータでは、駆動効率の向上等の観点から、様々な改良が行われている。特許文献 1 では、圧電素子本体に、電極領域毎に仕切るように圧電素子の厚み方向の少なくとも一部に溝状の切欠部を有する仕切り境界部を設ける例を開示している。

【特許文献 1】特開昭 63 - 220782 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、特許文献 1 に開示される手法では、圧電素子の製造工数が多く、生産コストの増加を招くという問題があった。

本発明の課題は、駆動効率がよく、容易に製造できる、振動子の製造方法及び振動アクチュエータの製造方法を提供することである。

## 【0004】

本発明は、以下のような解決手段により、前記課題を解決する。

請求項 1 に記載の発明は、弾性体上に、溝状の境界部分によって独立した複数の領域に分離して電気機械変換素子を設ける第 1 の工程と、前記弾性体と前記電気機械変換素子とを焼結させる第 2 の工程と、前記電気機械変換素子の前記複数の領域の表面に電極を形成する第 3 の工程と、前記電気機械変換素子を前記複数の領域毎に分極する第 4 の工程と、を備え、前記第 1 の工程は、射出成型によって前記電気機械変換素子を設け、該射出成型時に、前記弾性体と圧電素子とを加圧し、前記第 4 の工程は、前記第 3 の工程によって形成された電極と、前記弾性体とを電極として、前記電気機械変換素子を分極させることを特徴とする振動子の製造方法である。

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の振動子の製造方法において、前記第 1 の工程は、射出成型によって前記電気機械変換素子を設ける振動子の製造方法である。

10

20

30

40

50

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の振動子の製造方法において、前記第 1 の工程において、隣接する前記複数の領域の、前記電気機械変換素子の表面における間隔が、0.1 mm 以下となるように前記電気機械変換素子を設ける振動子の製造方法である。

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の振動子の製造方法において、前記弾性体の前記電気機械変換素子が設けられた面と反対側の面に加圧接触された移動体を設ける振動アクチュエータの製造方法である。

請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 に記載の振動アクチュエータの製造方法において、前記弾性体の前記電気機械変換素子が設けられた面側に、前記弾性体と前記移動体を加圧接触させる加圧力を発生する加圧部を設ける振動アクチュエータの製造方法である。

10

請求項 6 に記載の発明は、振動子に設けられた弾性体と、前記弾性体上に、溝状の境界部分によって独立した複数の領域に分離した電気機械変換素子と、前記電気機械変換素子の前記複数の領域のそれぞれの表面に形成された電極と、を備え、前記電気機械変換素子は、前記電極と、前記弾性体とを電極として分極されていることを特徴とする振動アクチュエータである。

なお、上記した構成は、適宜改良してもよく、また、少なくとも一部を他の構成物に代替してもよい。

#### 【0005】

本発明によれば、駆動効率がよく、容易に製造できる振動アクチュエータ、レンズ鏡筒、カメラ、振動子の製造方法及び振動アクチュエータの製造方法を提供することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0006】

以下、図面等を参照して、本発明の実施形態を挙げて、さらに詳しく説明する。なお、以下の実施形態は、振動アクチュエータとして超音波の振動域を利用する超音波モータを例に挙げて説明する。

#### 【0007】

#### (実施形態)

図 1 は、本実施形態の超音波モータ 10 を用いたカメラ 1 を示す図である。

本実施形態のカメラ 1 は、撮像素子 6 を有するカメラボディ 2 と、レンズ鏡筒 3 とを備える。レンズ鏡筒 3 は、カメラボディ 2 に着脱可能な交換レンズである。なお、本実施形態のカメラ 1 では、レンズ鏡筒 3 が交換レンズである例を示したが、これに限らず、例えば、カメラボディと一体型のレンズ鏡筒であってもよい。

30

#### 【0008】

レンズ鏡筒 3 は、レンズ 4、カム筒 5、超音波モータ 10 等を備える。本実施形態では、超音波モータ 10 は、カメラ 1 のフォーカス動作時にレンズ 4 を駆動する駆動源として用いられており、超音波モータ 10 から得られた駆動力は、カム筒 5 に伝えられる。レンズ 4 は、カム筒 5 とカム係合しており、超音波モータ 10 の駆動力によってカム筒 5 が回転すると、レンズ 4 は、カム筒 5 とのカム係合によって光軸方向へ移動し、焦点調節が行われる。

40

#### 【0009】

図 2 は、本実施形態の超音波モータ 10 の断面図である。

本実施形態の超音波モータ 10 は、振動子 11、移動体 14、緩衝部材 15、支持体 16、緩衝部材 17、加圧部 18、固定部材 19 等を備えている。

振動子 11 は、弾性体 12、圧電体 13 等を備えている。

弾性体 12 は、ステンレス材料やインバー材料等の鉄合金や真鍮等の弾性変形が可能な金属材料を用いて形成された略円環形状の部材であり、一方の端面には、圧電体 13 が設けられ、他方の面には、複数の溝 12a を切って形成された櫛歯部 12b が形成されている。この櫛歯部 12b の先端面は、圧電体 13 の励振により、進行波が発生し、移動体 14 を駆動する駆動面となる。

50

## 【 0 0 1 0 】

圧電体 1 3 は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する機能を有し、本実施形態では、P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）を用いて形成されている。この圧電体 1 3 は、駆動信号が入力される電極 1 3 1（図 3（a）参照）の領域毎に複数形成され、弾性体 1 2 上に焼結されている。電極 1 3 1 は、不図示のフレキシブルプリント基板と電氣的に接続しており、このフレキシブルプリント基板から供給される駆動信号によって、圧電体 1 3 が励振される。本実施形態の圧電体 1 3 の詳細な形状については、後述する。

## 【 0 0 1 1 】

移動体 1 4 は、略円環形状の部材であり、後述する加圧部 1 8 の加圧力によって弾性体 1 2 の駆動面に加圧接触され、弾性体 1 2 の進行波によって摩擦駆動される。

10

緩衝部材 1 5 は、ゴム等を用いて形成された略円環形状の部材である。この緩衝部材 1 5 は、移動体 1 4 の振動を支持体 1 6 側へ伝えないようにする部材であり、移動体 1 4 と支持体 1 6 との間に設けられている。

支持体 1 6 は、移動体 1 4 を支持する部材であり、移動体 1 4 と一体となって回転して移動体 1 4 の回転運動を不図示の被駆動部材に伝達し、かつ、移動体 1 4 の回転中心軸方向の位置を規制する部材である。

## 【 0 0 1 2 】

加圧部 1 8 は、振動子 1 1 と移動体 1 4 とを加圧接触させる加圧力を発生する部分であり、加圧板 1 8 a、皿バネ 1 8 b を備えている。加圧板 1 8 a は、皿バネ 1 8 b が発生する加圧力を受ける、略円環形状の板である。

20

緩衝部材 1 7 は、不織布やフェルト等を用いて形成された略円環形状の部材である。この緩衝部材 1 7 は、振動子 1 1 の振動を加圧部 1 8 側へ伝えないようにする部材であり、圧電体 1 3 と加圧板 1 8 a との間に設けられている。

固定部材 1 9 は、本実施形態の超音波モータ 1 0 をレンズ鏡筒 3 に固定する部材である。

## 【 0 0 1 3 】

ここで、圧電体 1 3 の形状について詳しく説明する。

図 3 は、本実施形態の振動子 1 1 を示す図である。図 3（a）は、振動子 1 1 を加圧部 1 8 側から見た図であり、斜線が設けられた部分は電極 1 3 1 が形成されていること示している。図 3（b）は、理解を容易にするために、圧電体 1 3 と弾性体 1 2 とを分離して示した斜視図である。

30

図 3 に示すように、本実施形態の圧電体 1 3 は、弾性体 1 2 の駆動面とは反対側の面上に複数独立して形成されている。この圧電体 1 3 及び振動子 1 1 の製造方法に関しては後述する。

## 【 0 0 1 4 】

図 3（a）に示すように、圧電体 1 3 上には、電極 1 3 1 が形成されている。この電極 1 3 1 は、分極処理の際の放電を防止する目的から、弾性体 1 2 の径方向における圧電体 1 3 の両端部（内周端、外周端）には形成されておらず、弾性体 1 2 の径方向における圧電体 1 3 の両端部には、圧電体 1 3 の素地部分が所定の幅で露出している。これに対して、弾性体 1 2 の周方向における圧電体 1 3 の両端部には、電極 1 3 1 が形成されている。

40

また、弾性体 1 2 の周方向において、隣接する電極 1 3 1 間には、圧電体 1 3 は形成されておらず、振動子 1 1 を加圧部 1 8 側から見ると、弾性体 1 2 が見える形態となっている。なお、本実施形態では、弾性体及び圧電体の外径は約 1 2 mm、内径は約 8 mm である。この場合、隣接する電極 1 3 1（圧電体 1 3）間の間隔 W は約 0.1 mm 以下となるように形成されることが、駆動効率向上の観点から好ましい。本実施形態では W = 0.05 mm である。

## 【 0 0 1 5 】

この圧電体 1 3 は、弾性体 1 2 の周方向に沿って、2 つの相（A 相，B 相）の信号が入力される部分に分かれており、各相に対応する部分においては、1 / 2 波長毎に分極が交互になるように異なる極性の要素（A 1，A 2，A 3，A 4，B 1，B 2，B 3，B 4）

50

が並べられている。また、A相とB相との間の1/4波長間隔があく部分は、グランド（G）に対応している。

#### 【0016】

次に、本実施形態の振動子11の製造方法を説明する。

図4は、本実施形態の振動子11の製造方法を示す工程図である。

振動子11の製造工程は、圧電体準備工程S100と、弾性体準備工程S200と、射出成形工程S300と、焼結工程S400と、電極形成工程S500と、分極工程S600とを備える。

図4に示すように、圧電体準備工程S100は、材料確認工程S101と、材料秤量工程S102と、材料混合工程S103と、仮焼結工程S104と、粉碎工程S105と、造粒工程S106と、バインダ混合工程S107と、ペレット化工程S108とを備えている。

10

#### 【0017】

材料確認工程S101は、PZTの材質を確認する工程であり、例えば、蛍光X線装置を用いて、PZTの純度が99.90%以上であることを確認する。

材料秤量工程S102は、PZTの原料の重量を測定する工程であり、例えば、精密天秤を用いて、PZTの原料の重量が所定の目標値から誤差0.1g以下であることを確認する。

材料混合工程S103は、PZTの原料と焼結に必要な所定の材料とを混合する工程であり、例えば、ボールミルを用いて所定の時間（本実施形態では、2時間）混合する。そして、粒度分布計を用いて、混合物の粒径が1~2μmであることを確認する。

20

#### 【0018】

仮焼結工程S104は、混合物を仮焼結する工程であり、例えば、温度記録計や温度履歴センサを用いて、温度のプロファイル（設定）が850 から±5 の範囲内にあることを確認しながら仮焼結する。

粉碎工程S105は、仮焼結物を粉碎する工程であり、例えば、ボールミルを用いて所定の時間で粉碎する。そして、粒度分布計を用いて、粉碎物の粒径が1~2μmとなっていることを確認する。また、X線回折装置を用いて、PZTの結晶相から粉碎物中のPZTの割合を確認したり、比表面積測定機を用いて、粉碎物の比表面積が所定の値（本実施形態では、3cm<sup>2</sup>/g）であることを確認したりする。

30

造粒工程S106は、粉碎物の粉末を固めて粒状にする工程である。ここでは、例えば、スプレードライヤーを用いて所定の温度（本実施形態では、200）で粉碎物を乾燥させ、次に、PVA（ポリビニルアルコール）を所定量加えて造粒を行う。このとき、SEM（電子顕微鏡）を用いて、造粒された造粒子径が所定の値（本実施形態では、30~100μm）であるか、また、PVAが所定の割合となっていることを確認する。

#### 【0019】

バインダ混合工程S107は、造粒物に所定のバインダを所定量混合する工程であり、例えば、精密天秤を用いて、混合物の総重量が所定の目標値から誤差1g以下であることを確認する。本実施形態では、バインダとして、PVB（ポリビニルブチラール）を用いている。

40

ペレット化工程S108は、混合物をペレット化（粒状に固めること）する工程であり、例えば、ペレット生成機を用いて行う。

#### 【0020】

弾性体準備工程S200は、弾性体12を製造する弾性体製造工程S201を備える。本実施形態では、切削加工によって弾性体12を作製する。

#### 【0021】

射出成形工程S300は、ペレット化された混合物を溶融して射出成形する工程である。図5は、この射出成形工程S300を詳細に説明する模式図である。射出成形工程S300では、図示するように、弾性体用金型12Aの中に弾性体準備工程S200で製造された弾性体12を配置する（S301）。

50

## 【 0 0 2 2 】

次いで、圧電素子用金型 1 3 A を弾性体用金型 1 2 A に対向させて配置する ( S 3 0 2 )。この圧電素子用金型 1 3 A には、ペレット化された混合物が射出される凹部を複数の領域に分離するように、仕切り 1 3 B が設けられている。

## 【 0 0 2 3 】

この仕切り 1 3 B は、圧電素子用金型 1 3 A を弾性体用金型 1 2 A に対向させて配置した図 5 の S 3 0 2 に示す状態で、弾性体 1 2 の表面と接触している。この仕切り 1 3 B によって区切られた領域のそれぞれに、ペレット化された混合物を射出成形する ( S 3 0 3 )。なお、この射出成形は、射出成形機により、例えば、混合物の温度が 1 6 0 ~ 1 7 0

であるか、保圧圧力が所定の値であるか、保圧時間が所定の値であるか等を確認しながら行う。

## 【 0 0 2 4 】

そして、弾性体 1 2 と圧電素子 1 3 とを加圧するように弾性体用の金型 1 2 A と圧電素子用の金型 1 3 A との間に加圧力を加える ( S 3 0 4 )。加圧値は、 $0.5 \text{ t/cm}^2$  程度が好ましい。なお、射出時に、弾性体 1 2 と圧電素子 1 3 とが十分に加圧されていれば (加圧値が、 $0.5 \text{ t/cm}^2$  程度であれば)、この工程は省略してもよい。

## 【 0 0 2 5 】

弾性体用の金型 1 2 A と圧電素子用の金型 1 3 A とから弾性体 1 2 と圧電素子 1 3 とを抜き出す ( S 3 0 5 )。なお、射出成形工程 S 3 0 0 後には、不要となった樹脂バインダを取り除く脱脂工程があり、例えば、熱分解法等によって脱脂を行う。

## 【 0 0 2 6 】

図 4 に戻り、焼結工程 S 4 0 0 は、射出成形工程 S 3 0 0 によって一体に形成された弾性体 1 2 と圧電体 1 3 とを加熱して、圧電体 1 3 を焼結する工程であり、焼結工程の焼結温度は、 $1000 \sim 1200$  であることが好ましい。焼結工程 S 4 0 0 は、例えば、温度記録計や温度履歴センサを用いて、温度のプロファイルが  $1100$  から  $\pm 10$  の範囲にあるかを確認しながら行う。また、焼結した後に精密天秤を用いて、焼結密度が所定の値であるかを確認し、SEM を用いて結晶粒子径が所定の値 (本実施形態では  $2 \mu\text{m}$  程度) であるかを確認する。この焼結工程 S 4 0 0 によって、混合物となっていた圧電体が、焼結体としての圧電体 1 3 となり、弾性体 1 2 と完全に接合される。

## 【 0 0 2 7 】

電極形成工程 S 5 0 0 は、圧電体 1 3 に電極を形成する工程であり、例えば、スクリーン印刷機を用いて、電極 1 3 1 を印刷によって形成する。また、SEM を用いて、印刷された電極 1 3 1 の膜厚が  $2 \sim 5 \mu\text{m}$  であるかを確認する。

分極工程 S 6 0 0 は、圧電体 1 3 を分極する工程であり、例えば、所定の電源を用いて、 $25 \text{ kV/cm}^2$  の電圧を印加する。また、温度計を用いて、分極時の圧電体 1 3 の温度が  $100$  となるようにし、タイマーを用いて、30 分間電圧をかける。なお、分極は、+ の電極と - の電極とで圧電体 1 3 を挟み込んで行う必要があるが、本実施形態では、一方の電極には、印刷によって形成された電極 1 3 1 を用い、他方の電極には、弾性体 1 2 を用いる。

分極工程 S 6 0 0 の後、必要であれば弾性体 1 2 の駆動面の平面性を確保するための研磨加工等を行い、本実施形態の振動子 1 1 が完成する。その後、超音波モータ 1 0 を組み立てる組み立て工程等を経て、本実施形態の超音波モータ 1 0 が完成する。

## 【 0 0 2 8 】

従来のように略円環形状の圧電体上に各電極を形成する方法では、圧電体の分極処理時の放電を防ぐため、各電極間には所定の間隔を設ける必要がある。従って、圧電体の電極間には、電極が形成されない圧電体の素地部分が存在する。この圧電体の素地部分は、電極が形成されていないので、分極処理を行っても未分極のままである。

そのため、超音波モータを駆動する駆動信号を各電極に与えた際には、電極が形成されている領域の圧電体は駆動信号により伸縮するが、圧電体の素地部分は、伸縮しないので弾性体の励振には寄与せず、また、電極間に存在するため電極が形成されている領域の圧

10

20

30

40

50

電体の伸縮を阻害して弾性体の励振を妨げ、超音波モータの駆動効率を下げる要因となるという問題があった。

これに対して、本実施形態によれば、圧電体 13 を、各電極 131 に対応した領域毎に複数形成したので、電極 131 間に未分極のまま存在する圧電体の領域が無くなり、電極 131 が形成されている領域の圧電体 13 の伸縮を阻害しないので、超音波モータ 10 の駆動効率の向上が期待できる。

#### 【0029】

また、従来のように略円環形状の圧電体上に各電極を形成する方法では、分極処理時の放電を防ぐために、各電極毎に 1 つ 1 つ分極処理を行うと、電極が形成されたある領域の圧電体は伸び、ある領域の圧電体は縮み、電極が形成されない電極間の圧電体の素地部分 10

は変形しないため、分極処理後の圧電体は変形していびつな形状となる。

そのため、圧電体上に形成された複数の電極を同時に分極する必要がある、複数の電極を同時に分極する際には、放電を防止するために、隣接する電極間に所定の間隔を設ける必要があった。この放電防止のために設けられる隣接する電極間の間隔（図 3（a）における W に相当）は、0.4 ~ 0.5 mm であった。

#### 【0030】

しかし、本実施形態によれば、各電極 131 毎に圧電体 13 が独立して形成されているので、各電極 131 毎に分極処理を行った場合にも変形しない。従って、本実施形態によれば、全ての電極を同時に分極しなくてもよく、隣接する電極間の間隔を狭くできる。

本実施形態によれば、隣接する電極 131（圧電体 13）の間隔  $W = 0.05 \text{ mm}$  としたので、これにより、電極 131 の総面積が約 6 % 増加し、弾性体 12 の励振に寄与する圧電体 13 の面積が増加する。 20

このことから、弾性体 12 を励振する効果が高まり、超音波モータの駆動効率向上が期待できる。

なお、本実施形態では、分極時の放電を防止する観点から、隣接しており、かつ、異なる極性（分極方向）に分極する圧電体 13 同士は、極性毎に分けて分極処理を行っている。

#### 【0031】

さらに、圧電体 13 は、従来のような圧電体と弾性体とを接着剤を用いて接合する製造法では、部品の洗浄・乾燥、接着剤の塗布、固定治具による保持、加熱硬化、固定時具の取り外し等の工程や、接着剤の塗布量、接着剤の温度、加圧力、加圧時間、硬化温度、硬化時間等の工程時の管理項目が必要とされる。 30

しかし、本実施形態によれば、圧電体 13 の製造工程の 1 つである射出成形工程 S300 によって弾性体 12 に対して圧電体 13 を一体とし、焼結工程によって接着剤等を用いることなく完全に接合できるので、工程数を少なくし、上述のような各種管理項目をなくすことができ、振動子 11 の製造、ひいては超音波モータ 10 の製造が容易に行える。

#### 【0032】

加えて、従来のように、圧電体と弾性体とを接着剤を用いて接合した振動子では、接着剤の層が圧電体と弾性体との間に存在することにより振動が減衰するという問題や、十分な接着強度を確保するために、接着剤の材料の選定や、弾性体の圧電体が接合される面を粗くする加工等が必要となるという問題があった。 40

しかし、本実施形態によれば、圧電体 13 と弾性体 12 とは直接接合されており、圧電体 13 と弾性体 12 との間には振動伝達を阻害するものがないので、弾性体 12 を効率よく励振できる。また、本実施形態によれば、圧電体 13 を焼結させて弾性体 12 と接合するので、簡単に十分な接合強度で圧電体 13 と弾性体 12 とを一体に接合できる。

#### 【0033】

さらに、本実施形態のような圧電体 13 を、略円環形状の圧電体を所定の形状に切断する等によって形成しようとする場合、圧電体 13 は、その材質の性質上、割れやすいため、切断等の加工は困難である。

しかし、本実施形態によれば、容易に圧電体 13 を作製することができる。 50

## 【 0 0 3 4 】

( 変 形 形 態 )

## 【 0 0 3 5 】

( 1 ) 本実施形態における圧電体用金型 1 3 A は、弾性体 1 2 に対向させて配置したときに、仕切り 1 3 B が弾性体 1 2 と接触することにより、複数の領域に完全に分離された凹部を有する。そしてこの分離された各領域に、圧電体の材料をそれぞれ射出成形することにより分離された圧電体 1 3 を複数独立して形成する例を示した。

しかし、圧電体は以下のように形成してもよい。例えば、仕切りの高さを低くし、弾性体に圧電体用金型を接触させたときに、弾性体の表面と仕切りとの間に隙間が形成されるようにしてもよい。このように形成された圧電体は、隣接する圧電体同士が完全に分離されず、弾性体側において連続し、溝によって複数の領域に実質的に区切られた 1 つの圧電体となる。このようにすると、混合物を射出する際に、その隙間から他の領域に混合物が流入することができる。このため、例えば射出口が一箇所であっても凹部全体に混合物を注入させることができ、射出が容易で且つ均一に行うことができる。

## 【 0 0 3 6 】

( 2 ) さらに、圧電体用金型に仕切りを設けない形態であってもよい。この場合、圧電体用金型は仕切りのない円環状の凹部を有するように形成される。その凹部に混合物を射出し、弾性体上に形成された円環状の圧電体の一部を放射線状に削ることにより圧電体を複数の領域に分割する。

## 【 0 0 3 7 】

( 3 ) 本実施形態では、弾性体用金型 1 2 A に圧電体用金型 1 3 A を対向配置してその中に混合物を射出することにより圧電体 1 3 を成型した。しかし、圧電体を弾性体と別個に製造し、それを弾性体に接着してもよい。この場合、圧電体は、単独で射出成形により製造されても良く、また、シート状の材料から型を抜くことにより製造されてもよい。さらに、円筒体をスライスすることにより製造されてもよい。

また、これらの方法で製造する圧電体は、円環状であってもよく、また円環が複数個に分割された形を有していてもよい。

円環状の圧電体の場合、その圧電体を弾性体に接着し、その後、圧電体の一部を放射線状に削ることにより圧電体を複数の領域に分割してもよい。この場合、圧電体を弾性体に接着する際の位置決めが容易である。

また、円環が複数個に分割された圧電体の場合、圧電体を全体として略円環状となるようにして弾性体に接着する。この場合、圧電体を削って分割する手間が省ける。

## 【 0 0 3 8 】

( 4 ) 本実施形態において、電極 1 3 1 は、弾性体 1 2 の径方向における圧電体 1 3 の両端部には形成されない例を示したが、これに限らず、例えば、圧電体 1 3 の全面に形成してもよい。この場合、分極処理の際に放電しないような対策が講じられることが好ましい。

## 【 0 0 3 9 】

( 5 ) 本実施形態において、振動アクチュエータとして、移動体 1 4 が回転駆動される回転型の超音波モータ 1 0 を例に挙げて説明したが、これに限らず、リニア型の超音波モータとしてもよい。また、ロッド型、ペンシル型、円盤型等の振動アクチュエータとしてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

( 6 ) 本実施形態において、振動アクチュエータとして超音波モータ 1 0 を例に挙げて説明したが、これに限らず、例えば、超音波領域以外の振動を利用する振動アクチュエータとしてもよい。

## 【 0 0 4 1 】

( 7 ) 本実施形態において、超音波モータ 1 0 が、カメラ 1 のオートフォーカスの駆動源として用いられる例を示したが、これに限らず、例えば、カメラのズーム動作の駆動源や、カメラの撮像系の一部を駆動して手振れを補正する手振れ補正機構の駆動源、複写機の

10

20

30

40

50



駆動部、自動車のハンドルチルト装置、時計の駆動装置等に適用することができる。

なお、本実施形態及び各変形形態は、適宜組み合わせ用いることもできるが、詳細な説明は省略する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 2 】

【図 1】本実施形態の超音波モータを用いたカメラを示す図である。

【図 2】本実施形態の超音波モータの断面図である。

【図 3】本実施形態の振動子を示す図であり、( a ) は振動子を加圧部側から見た図、( b ) は圧電体と弾性体とを分離して示した斜視図である。

【図 4】本実施形態の振動子の製造方法を示す工程図である。

【図 5】射出成形工程を詳細に説明する模式図である。

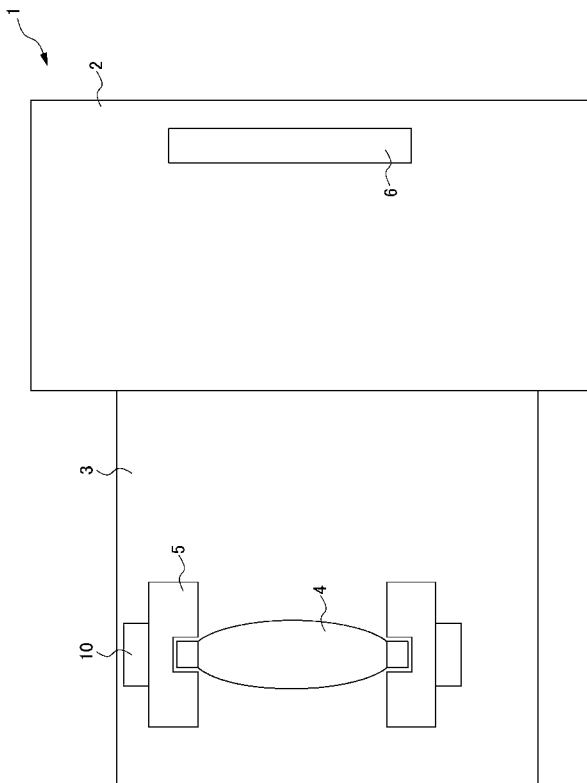
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

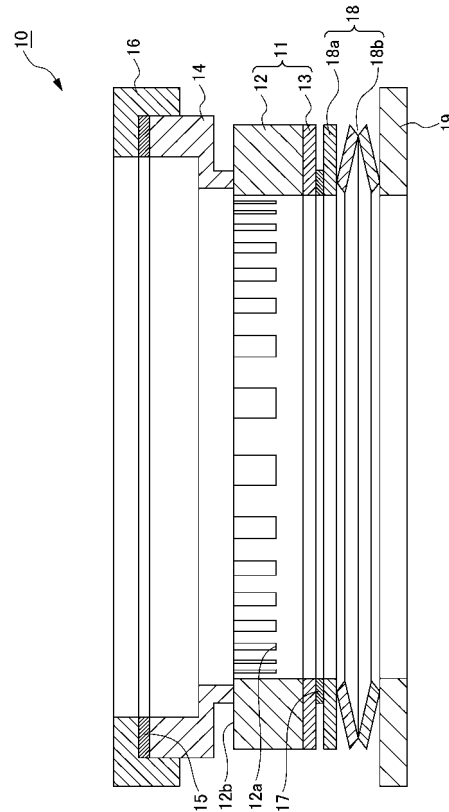
1 : カメラ、 1 0 : 超音波モータ、 1 1 : 振動子、 1 2 : 弾性体、 1 3 : 圧電体、 1 3 1 : 電極

10

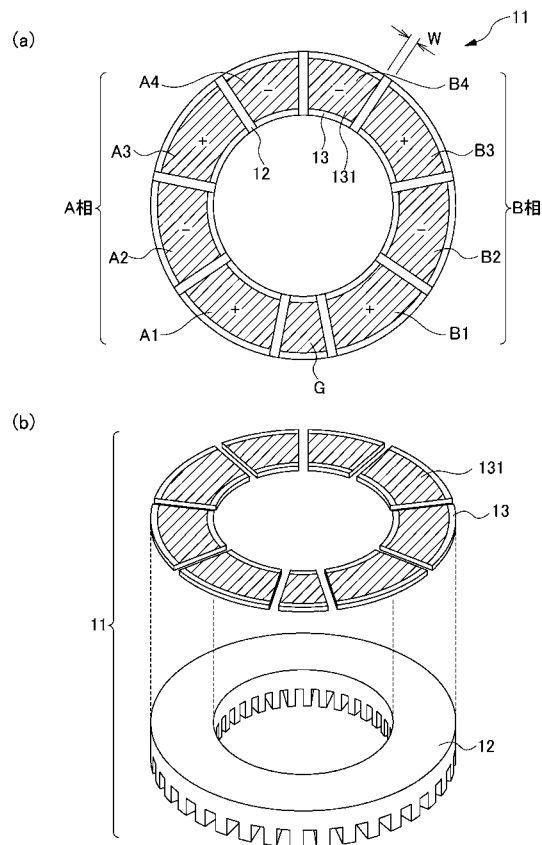
【図 1】



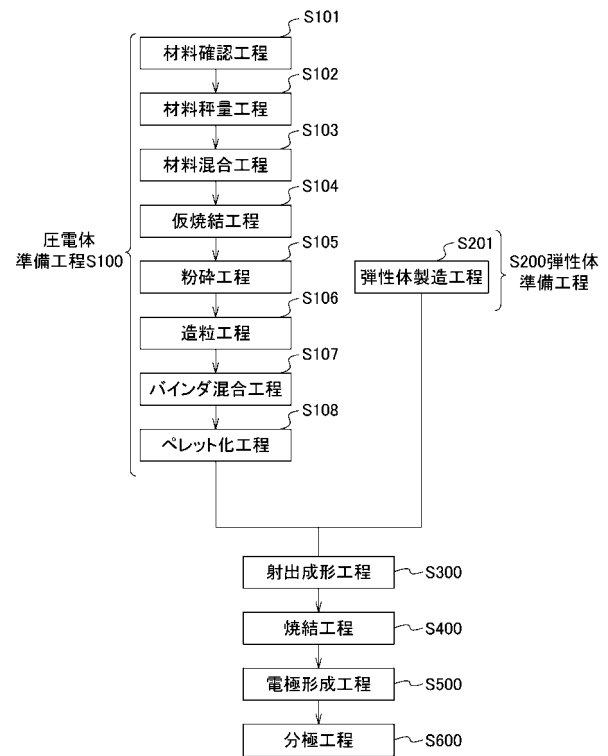
【図 2】



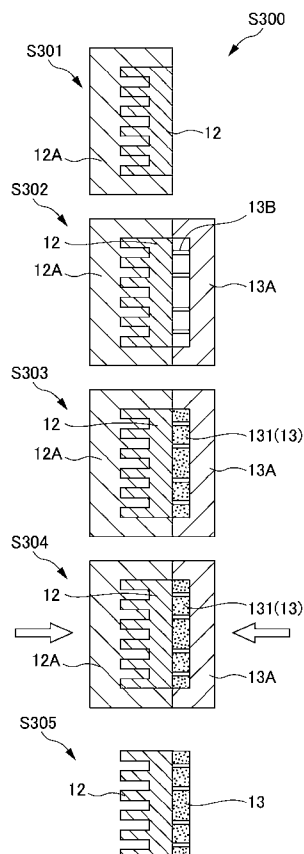
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-169571(JP,A)  
特開昭63-220782(JP,A)  
特開平06-171095(JP,A)  
特開平05-116329(JP,A)  
特開2006-074878(JP,A)  
特開2006-295147(JP,A)  
特開平7-241091(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/00