(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
2021年11月18日(18.11.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/229852 A1

(51) 国際特許分類:
*B06B 1/06* (2006.01) *G03B 17/08* (2021.01)
*G02B 7/02* (2021.01) *H02K 5/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/048772

(22) 国際出願日： 2020年12月25日(25.12.2020)

(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 2020-086019 2020年5月15日(15.05.2020) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所 (**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 岸 宣孝 (**KISHI, Noritaka**); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 中土井貴英(**NAKADOI, Takahide**); 〒6178555 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 Kyoto (JP).

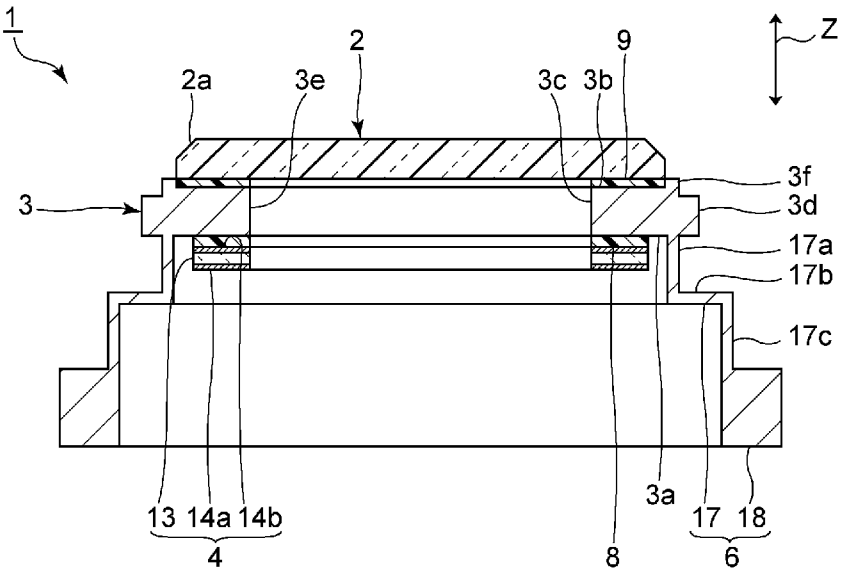
(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (**MIYAZAKI & METSUGI**); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町１丁目３番８号 中央大通ＦＮビル Osaka (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) **Title:** VIBRATION DEVICE

(54) 発明の名称： 振動装置

図1




(57) **Abstract:** Provided is a vibration device that enables reduction of stress applied to members without reducing displacement of a light transmission body cover to which a water droplet or the like adhere. A vibration device 1 according to the present invention is provided with: a cylindrical body 3 that has an opening part 3e, and first and second opening end surfaces 3a, 3b; a piezoelectric element 4 (vibration element) joined to the first opening end surface 3a; and a light transmission body cover 2 joined to the second opening end surface 3b. The cylindrical body 3 and the piezoelectric element 4 are joined to each other by a first adhesive layer 8. The cylindrical body 3 and the light transmission body cover 2 are joined to each other by a second adhesive layer 9. When the thickness of the first adhesive layer 8 is defined as

WO 2021/229852 A1

[続葉有]

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

t1, the thickness of the second adhesive layer 9 is defined as t2, the absolute value of deformation amount in a thickness direction when fixed stress is applied to the first adhesive layer 8 in the thickness direction is defined as |Δt1|, the absolute value of deformation amount in the thickness direction when fixed stress is applied to the second adhesive layer 9 in the thickness direction is defined as |Δt2|, a relation |Δt1|>|Δt2| is satisfied when the same stress is applied to the first and second adhesive layers 8, 9.

(57) 要約:水滴などが付着する透光体カバーの変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる、振動装置を提供する。 本発明の振動装置１は、開口部３ｅを有し、第１，第２の開口端面３ａ，３ｂを有する筒状体３と、第１の開口端面３ａに接合された圧電素子４（振動素子）と、第２の開口端面３ｂに接合された透光体カバー２とを備える。筒状体３及び圧電素子４は第１の接着剤層８により接合され、筒状体３及び透光体カバー２は第２の接着剤層９により接合されている。第１の接着剤層８の厚みをｔ１、第２の接着剤層９の厚みをｔ２、第１の接着剤層８に、厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ１｜、第２の接着剤層９に、厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ２｜とし、第１，第２の接着剤層８，９に同じ応力を加えたときの関係が｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜である。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 振動装置

## 技術分野

[0001]　本発明は、機械的振動によって水滴などを除去することが可能な振動装置に関する。

## 背景技術

[0002]　従来、監視装置として用いられるカメラなどのイメージングデバイスにおいては、その視野を常に明瞭にすることが求められている。特に、車載用途などの屋外で使用されるカメラにおいては、雨滴などの水滴を除去するための機構が種々提案されている。下記の特許文献１には、振動装置の一例が開示されている。この振動装置においては、レンズカバーにコネクタを介して圧電素子が取り付けられている。さらに、圧電素子に、絶縁体を介してハウジングが取り付けられている。ハウジングには、ライトセンサが内蔵されている。レンズカバーに付着した液滴を除去するために、圧電素子がレンズカバーを振動させる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第８８９９７６１号明細書

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１においては、コネクタに金属を用いる場合には、コネクタ及び圧電素子の接合のために、エポキシ接着剤が用いられることが記載されている。この場合、コネクタに用いられる金属と、圧電素子との線膨張係数の差が大きいと、熱応力が増大する。そのため、コネクタから圧電素子が剥離したり、圧電素子にクラックが生じたりするおそれがある。一方で、レンズカバー及びコネクタの接合に用いられる接着剤により、振動がダンピングされるおそれがある。

[0005] 本発明の目的は、水滴などが付着する透光体カバーの変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる、振動装置を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る振動装置は、開口部を有し、第１の開口端面及び第２の開口端面を有する筒状体と、前記筒状体の前記第１の開口端面に接合されている振動素子と、前記筒状体の前記開口部を覆うように、前記筒状体の前記第２の開口端面に接合されている透光体カバーとを備え、前記筒状体と前記振動素子とは第１の接着剤層によって接合されており、前記筒状体と前記透光体カバーとは第２の接着剤層によって接合されており、前記第１の接着剤層の厚みをｔ１、前記第２の接着剤層の厚みをｔ２、前記第１の接着剤層に、前記第１の接着剤層の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ１｜、前記第２の接着剤層に、前記第２の接着剤層の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ２｜とし、前記第１の接着剤層及び前記第２の接着剤層に同じ応力を加えたときの前記｜Δｔ１｜及び前記｜Δｔ２｜の関係が、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜である。

## 発明の効果

[0007] 本発明に係る振動装置によれば、水滴などが付着する透光体カバーの変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、本発明の第１の実施形態に係る振動装置の正面断面図である。

[図2]図２は、本発明の第１の実施形態に係る振動装置の分解斜視図である。

[図3]図３は、本発明の第１の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[図4]図４は、本発明の透光体カバーの最大変位量と接着剤層の厚みとの関係を示す図である。

[図5]図５は、低温時の、筒状体及び圧電素子の間に加わる最大剪断応力、並

びに筒状体及び透光体カバーの間に加わる最大剪断応力と、接着剤層の厚みとの関係を示す図である。

[図6]図６は、透光体カバーの最大変位量と接着剤層のヤング率との関係を示す図である。

[図7]図７は、本発明の第３の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[図8]図８は、本発明の第４の実施形態に係る振動装置の正面断面図である。

[図9]図９は、本発明の第５の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[図10]図１０は、透光体カバーの振動の振幅と、第２の接着剤層の厚みとの関係を示す図である。

[図11]図１１は、本発明の第５の実施形態に係るイメージングデバイスの斜視図である。

[図12]図１２は、図１１中のＩ－Ｉ線に沿う断面図である。

## 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。

[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の実施形態に係る振動装置の正面断面図である。図２は、第１の実施形態に係る振動装置の分解斜視図である。

[0012] 図１及び図２に示す振動装置１は、振動により水滴や異物を移動させ、または水滴などを霧化させることにより、撮像素子の視野内などから水滴や異物を除去する振動装置である。振動装置１は、透光体カバー２と、筒状体３と、圧電素子４と、保持部材６とを有する。さらに、図１に示すように、振動装置１は、第１の接着剤層８と第２の接着剤層９とを有する。筒状体３と圧電素子４とは、第１の接着剤層８により接合されている。筒状体３と透光

体カバー２とは、第２の接着剤層９により接合されている。

[0013] 透光体カバー２、筒状体３及び保持部材６により内部空間が構成されている。この内部空間内に、撮像素子などの光学検出素子が配置される。なお、本明細書において、内部空間は密閉された空間には限られず、一部が外部に開いた空間も内部空間とする。

[0014] 以下において、本実施形態の振動装置１の構成の詳細を説明する。

[0015] 筒状体３は開口部３ｅを有し、かつ第１の開口端面３ａ及び第２の開口端面３ｂを有する。ここで、筒状体３の第１の開口端面３ａ及び第２の開口端面３ｂを結ぶ方向を軸方向Ｚとし、軸方向Ｚと直交する方向を径方向とする。筒状体３は軸方向Ｚに延びている。筒状体３は、内側面３ｃ及び外側面３ｄを有する。内側面３ｃ及び外側面３ｄは、第１の開口端面３ａ及び第２の開口端面３ｂに接続されている。

[0016] 第１の開口端面３ａは平坦である。他方、第２の開口端面３ｂ上には、壁部３ｆが設けられている。壁部３ｆは円環状の形状を有する。壁部３ｆは、平面視において、筒状体３の外周縁と内周縁との間に位置する。第２の開口端面３ｂにおける、壁部３ｆよりも径方向内側の部分は、平坦である。なお、壁部３ｆは設けられていなくともよい。本明細書において、平面視とは、軸方向Ｚ上方から見る方向をいう。軸方向Ｚ上方は、図１における上方に相当する。

[0017] 本実施形態においては、筒状体３は略円筒状の形状を有する。なお、筒状体３の形状は略円筒状に限定されず、例えば、略角筒状などであってもよい。筒状体３は適宜の金属からなる。もっとも、筒状体３の材料は金属には限定されず、例えば、セラミックなどを用いることもできる。

[0018] 筒状体３の第１の開口端面３ａに、圧電素子４が接合されている。より具体的には、第１の開口端面３ａ及び圧電素子４が第１の接着剤層８により接合されている。図２に示すように、圧電素子４は円環状の形状を有する。圧電素子４は円環状の圧電体１３を有する。圧電体１３は第１の主面１３ａ及び第２の主面１３ｂを有する。より具体的には、第１の主面１３ａ及び第２

の主面１３ｂは、軸方向Ｚにおいて対向し合っている。第２の主面１３ｂが筒状体３側に位置する。

[0019] 圧電素子４は、第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂを有する。第１の電極１４ａは、圧電体１３の第１の主面１３ａ上に設けられている。第２の電極１４ｂは、第２の主面１３ｂ上に設けられている。第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂは互いに対向するように設けられている。第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂの形状は、それぞれ円環状である。第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂの材料としては、適宜の金属を用いることができる。第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂは、例えば、ＡｇやＡｕなどの金属薄膜からなる電極であってもよい。この場合、第１の電極１４ａ及び第２の電極１４ｂは、スパッタリング法などにより形成することができる。

[0020] 圧電体１３の材料としては、例えば、ＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛）、ＰＴ（チタン酸鉛）や（Ｋ，Ｎａ）$NbO_3$などの適宜の圧電セラミックスまたは$LiTaO_3$や$LiNbO_3$などの適宜の圧電単結晶などを用いてもよい。なお、圧電体１３の形状は上記に限定されない。

[0021] 図１に示すように、筒状体３の第１の開口端面３ａには、保持部材６が接続されている。保持部材６は、バネ部１７と、底部１８とを有する。バネ部１７の一方端部が、筒状体３の第１の開口端面３ａに接続されている。バネ部１７の他方端部に、底部１８が連ねられている。バネ部１７の軸方向Ｚに沿う断面形状は、階段状の形状である。底部１８の形状は円筒形である。なお、バネ部１７及び底部１８の形状は上記に限定されない。バネ部１７は、例えば、円筒状または角筒状などの形状を有していてもよい。底部１８は、例えば、角筒状などの形状を有していてもよい。

[0022] 保持部材６は適宜の金属からなる。なお、保持部材６の材料は金属には限定されず、例えば、セラミックなどを用いることもできる。振動装置１は、例えば、保持部材６の底部１８において外部に固定される。

[0023] 上記のように、本実施形態においては、筒状体３に保持部材６が接続されている。もっとも、筒状体３と保持部材６とは一体であってもよい。この場

合には、筒状体３は、保持部材６に相当する部分を含む。

[0024] 筒状体３の第２の開口端面３ｂには、透光体カバー２が接合されている。より具体的には、筒状体３の開口部３ｅを覆うように、透光体カバー２が第２の開口端面３ｂに接合されている。第２の開口端面３ｂ及び透光体カバー２は、第２の接着剤層９により接合されている。なお、第２の接着剤層９は、壁部３ｆよりも径方向内側に配置されている。

[0025] 透光体カバー２は略円板状の形状を有する。なお、透光体カバー２は傾斜部２ａを有する。より具体的には、傾斜部２ａは、透光体カバー２の、振動装置１における外側の主面と、透光体カバー２の側面とを接続している。傾斜部２ａは径方向に対して傾斜している。本明細書において、径方向に対して傾斜しているとは、軸方向Ｚに沿う断面において傾斜していることをいう。なお、透光体カバー２の形状は上記に限定されず、例えば、ドーム状などであってもよい。透光体カバー２の平面視における形状は、例えば、多角形であってもよい。

[0026] 透光体カバー２の材料としては、例えば、透光性のプラスチック、石英、ホウケイ酸系やソーダライム系などのガラス、または透光性のセラミックなどを用いることができる。本明細書における透光性とは、少なくとも上記撮像素子などの光学検出素子が検出する波長のエネルギー線や光が透過する透光性をいう。

[0027] ここで、第１の接着剤層８の厚みをｔ１、第２の接着剤層９の厚みをｔ２とする。第１の接着剤層８に、第１の接着剤層８の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ１｜、第２の接着剤層９に、第２の接着剤層９の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ２｜とする。本実施形態の特徴は、第１の接着剤層８及び第２の接着剤層９に同じ応力を加えたときの｜Δｔ１｜及び｜Δｔ２｜の関係が、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜であることにある。それによって、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。この効果の詳細を、第１の接着剤層８及び

第２の接着剤層９の構成の詳細と共に、以下において説明する。

[0028] 図３は、第１の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[0029] 本実施形態の第１の接着剤層８は、第１の樹脂層８ａと、第１のスペーサ８ｂとを有する。第１のスペーサ８ｂは、第１の樹脂層８ａ内において分散している。同様に、第２の接着剤層９は、第２の樹脂層９ａと、第２のスペーサ９ｂとを有する。第２のスペーサ９ｂは、第２の樹脂層９ａ内に分散している。第１の樹脂層８ａ及び第２の樹脂層９ａには、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂またはシリコーン樹脂などを用いることができる。第１のスペーサ８ｂ及び第２のスペーサ９ｂには、適宜のガラス、金属またはセラミックなどを用いることができる。第１のスペーサ８ｂ及び第２のスペーサ９ｂの形状は特に限定されないが、例えば、球状、楕円体状、円柱状または角柱状などである。

[0030] 第１のスペーサ８ｂの平均の高さをＳ１、第２のスペーサ９ｂの平均の高さをＳ２とする。なお、スペーサの高さとは、スペーサの軸方向Ｚに沿う寸法である。本実施形態においては、Ｓ１＞Ｓ２である。それによって、ｔ１＞ｔ２の関係が成立している。さらに、ｔ１＞ｔ２とされていることによって、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。振動装置１においては、このような構成とされていることにより、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。この効果の詳細を以下において説明する。

[0031] 本発明者らの鋭意検討により、接着剤層の厚みに対する、振動の伝達効率の感度は、該接着剤層の位置により大きく異なることが明らかとなった。さらに、接着剤層の厚みに対する、熱応力の感度も、該接着剤層の位置により大きく異なることが明らかとなった。

[0032] より具体的には、筒状体３及び圧電素子４の接合においては、第１の接着剤層８の厚みｔ１を厚くしても、振動が伝達する効率は低下し難い。さらに、第１の接着剤層８の厚みｔ１を厚くすると、熱応力が大幅に小さくなる。

他方、筒状体３及び透光体カバー２の接合においては、第２の接着剤層９の厚みｔ２を薄くしても熱応力は増大し難い。これに対して、第２の接着剤層９の厚みｔ２を厚くすると、筒状体３から透光体カバー２に振動が伝達する効率が大幅に低下する。よって、ｔ１＞ｔ２とすることにより、振動が伝達する効率が低下し難く、かつ熱応力は増大し難い。これを、図４及び図５を参照して、より具体的に示す。なお、以下においては、変位量または最大変位量は、特に断りのない場合には、透光体カバー２の中央部の変位量または最大変位量をいうものとする。

[0033] 第１の接着剤層８の厚みｔ１及び第２の接着剤層９の厚みｔ２を変化させて、透光体カバー２の最大変位量を測定した。なお、第１の接着剤層８の厚みｔ１を変化させる際は、第２の接着剤層９の厚みを１０μｍとし、一定とした。第２の接着剤層９の厚みｔ２を変化させる際は、第１の接着剤層８の厚みを１０μｍとし、一定とした。この結果を図４に示す。

[0034] 図４は、透光体カバーの最大変位量と接着剤層の厚みとの関係を示す図である。なお、図４の縦軸により表す最大変位量は、接着剤層が設けられていない場合を１００％とする。

[0035] 上記のように、第１の接着剤層８は、筒状体３及び圧電素子４を接合している。第２の接着剤層９は、筒状体３及び透光体カバー２を接合している。図４に示すように、第１の接着剤層８の厚みｔ１が変化しても、透光体カバー２の最大変位量の変化は小さいことがわかる。他方、第２の接着剤層９の厚みｔ２が厚くなると、透光体カバー２の最大変位量が、大幅に小さくなっていることがわかる。よって、ｔ１＞ｔ２とすることにより、透光体カバー２の最大変位量が小さくなり難い。この理由は以下の通りである。

[0036] 接着剤層における樹脂層の弾性率は、比較的小さい。そのため、接着剤層に振動が伝達され、接着剤層に応力が加わると、接着剤層は変形し易い。接着剤層の変形が大きいほど、振動は大幅に減衰する。よって、接着剤層に伝達された振動の振幅が大きいほど、接着剤層が大きく変形し、振動は大幅に減衰することとなる。

[0037] 振動装置１では、圧電素子４において励振された微小な振動が、第１の接着剤層８、筒状体３、第２の接着剤層９及び透光体カバー２の順序において伝達される。この振動の伝達の過程において、振動の振幅は増幅する。より具体的には、圧電素子４において励振された呼吸振動モードが、筒状体３において、透光体カバー２を軸方向Ｚに振動させる振動モードに変換される。このとき、振動の振幅も増幅する。そのため、第１の接着剤層８に伝達される振動の振幅よりも、第２の接着剤層９に伝達される振動の振幅は大きい。よって、第２の接着剤層９に振動が伝達すると、第２の接着剤層９は大きく変形する。さらに、第２の接着剤層９の厚みｔ２が厚いほど、第２の接着剤層９はより一層大きく変形することとなる。そのため、振動は大幅に減衰する。従って、第２の接着剤層９の厚みｔ２が厚くなると、透光体カバー２の最大変位量は大幅に小さくなる。

[0038] なお、接着剤層の厚みが薄い場合には、接合された部材全体としてのＱ値が大きくなる。よって、第２の接着剤層９の厚みｔ２が薄いほど、透光体カバー２の最大変位量は大きくなる。

[0039] 他方、第１の接着剤層８に伝達される振動の振幅は小さい。そのため、第１の接着剤層８の厚みｔ１が厚くなっても、第１の接着剤層８の変形は小さい。よって、第１の接着剤層８の厚みｔ１を変化させても、透光体カバー２の最大変位量は変化し難い。

[0040] ここで、－４０℃において、第１の接着剤層８の厚みｔ１を変化させて、筒状体３及び圧電素子４の間に加わる最大剪断応力を測定した。－４０℃において、第２の接着剤層９の厚みｔ２を変化させて、筒状体３及び透光体カバー２の間に加わる最大剪断応力を測定した。このとき、各部材には、一般的に用いられる材料を用いた。より具体的には、筒状体３にはステンレスを用いた。圧電素子４の圧電体１３にはＰＺＴを用いた。透光体カバー２には、ソーダガラスを用いた。この結果を図５に示す。

[0041] 図５は、低温時の、筒状体及び圧電素子の間に加わる最大剪断応力、並びに筒状体及び透光体カバーの間に加わる最大剪断応力と、接着剤層の厚みと

の関係を示す図である。

[0042] 図５に示すように、第２の接着剤層９の厚みｔ２が変化しても、筒状体３及び透光体カバー２の間に加わる最大剪断応力の変化は小さいことがわかる。他方、第１の接着剤層８の厚みｔ１が厚くなると、筒状体３及び圧電素子４の間に加わる最大剪断応力が、大幅に小さくなっていることがわかる。

[0043] 筒状体３に用いられているステンレスの線膨張係数は、約１０ｐｐｍ／℃～１５ｐｐｍ／℃である。透光体カバー２に用いられているソーダガラスの線膨張係数は、約１１ｐｐｍ／℃である。このように、筒状体３及び透光体カバー２の線膨張係数の差は比較的小さい。そのため、第２の接着剤層９の厚みｔ２によらず、筒状体３及び透光体カバー２の間に加わる最大剪断応力は小さい。

[0044] 他方、圧電体１３に用いられているＰＺＴの線膨張係数は、５ｐｐｍ／℃以下～７ｐｐｍ／℃以下程度である。このように、筒状体３及び圧電体１３の線膨張係数の差は比較的大きい。そのため、筒状体３及び圧電素子４の間に加わる最大剪断応力は大きい。ここで、第１の接着剤層８が設けられていることにより、筒状体３及び圧電素子４の間に加わる最大剪断応力が緩和される。さらに、第１の接着剤層８の厚みｔ１が厚くなると、上記緩和の効果が大きくなる。よって、第１の接着剤層８の厚みｔ１が厚くなると、筒状体３及び圧電素子４の間に加わる最大剪断応力は大幅に小さくなる。従って、ｔ１＞ｔ２とすることにより、透光体カバー２、筒状体３及び圧電素子４に加わる熱応力の総量を効果的に小さくすることができる。

[0045] 以上のように、ｔ１＞ｔ２であり、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜であることによって、透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。なお、振動装置１を複雑な形状とすることなく、上記効果を得ることができる。よって、振動装置１を容易に製造することもできる。

[0046] 圧電素子４、筒状体３及び透光体カバー２を接合する各接着剤層には、各部材を長期間安定して接合すること及び振動を伝達することが求められる。

本実施形態においては、各部材に加わる応力を小さくすることができるため、各部材を安定して接合することができる。加えて、圧電素子４から透光体カバー２に振動を好適に伝達することができ、透光体カバー２の変位は小さくなり難い。このように、本実施形態においては、各接着剤層に対する上記のような要求を満たすことができる。

[0047] ところで、｜Δｔ１｜及び｜Δｔ２｜は、引張試験機により測定することができる。あるいは、初期の第１の接着剤層８の厚みｔ１、及び初期の第２の接着剤層９の厚みｔ２を測定することにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜を満たすか否かを判断することもできる。より詳細には、第１の接着剤層８の弾性定数をＥ１としたときに、第１の接着剤層８に、第１の接着剤層８の厚み方向に一定の応力σを加えると、｜Δｔ１｜＝｜ｔ１・σ／Ｅ１｜となる。同様に、第２の接着剤層９の弾性定数をＥ２としたときに、第２の接着剤層９に、第２の接着剤層９の厚み方向に一定の応力σを加えると、｜Δｔ２｜＝｜ｔ２・σ／Ｅ２｜となる。そのため、初期の第１の接着剤層８の厚みｔ１、及び初期の第２の接着剤層９の厚みｔ２を測定することにより、弾性定数Ｅ１及び弾性定数Ｅ２の値から、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜を満たすか否かを判断することができる。

[0048] 図３に示すように、本実施形態においては、第１の接着剤層８は第１のスペーサ８ｂを有する。第２の接着剤層９は第２のスペーサ９ｂを有する。Ｓ１＞Ｓ２とすることにより、ｔ１＞ｔ２としている。なお、ｔ１＞ｔ２とする構成はこれに限られない。例えば、第１の接着剤層８が第１のスペーサ８ｂを有し、かつ第２の接着剤層９が第２のスペーサ９ｂを有していなくともよい。あるいは、第１の接着剤層８が第１のスペーサ８ｂを有しておらず、かつ第２の接着剤層９が第２のスペーサ９ｂを有していなくともよい。この場合には、第１の接着剤層８及び第２の接着剤層９に用いられる樹脂の粘度または樹脂の硬化時に加える圧力などによって、第１の接着剤層８の厚みｔ１及び第２の接着剤層９の厚みｔ２を制御してもよい。もっとも、第１の接着剤層８が第１のスペーサ８ｂを有し、かつ第２の接着剤層９が第２のスペ

ーサ９ｂを有することが好ましい。それによって、第１の接着剤層８の厚みｔ１及び第２の接着剤層９の厚みｔ２の精度を高めることができる。

[0049] 本実施形態においては、振動装置１は、振動素子として圧電素子４を有する。もっとも、振動素子は、例えば電磁誘導素子などの、圧電素子以外の素子であってもよい。電磁誘導素子は、例えば、ソレノイドコイル及び磁石を有していてもよい。この場合、例えば、筒状体３及び磁石が第１の接着剤層８により接合されていてもよい。

[0050] なお、以下において、保持部材６の構成の詳細を説明する。図１に示すように、保持部材６は、バネ部１７及び底部１８を有する。バネ部１７は、２個の円筒形が階段状に接続された形状を有する。より具体的には、バネ部１７は、第１の部分１７ａと、第２の部分１７ｂと、第３の部分１７ｃとを含む。第１の部分１７ａ及び第３の部分１７ｃは円筒状の形状を有する。第１の部分１７ａ及び第３の部分１７ｃは軸方向Ｚに延びている。第２の部分１７ｂは円環状の形状を有する。第２の部分１７ｂは、第１の部分１７ａ及び第３の部分１７ｃを接続している。第１の部分１７ａは、筒状体３に接続されている。第３の部分１７ｃに底部１８が連ねられている。第１の部分１７ａの外径は、第３の部分１７ｃの外径よりも小さい。

[0051] ここで、保持部材６のそれぞれの部分が延びる方向に直交する方向に沿う厚みを保持部材６のそれぞれの部分の肉厚とする。保持部材６においては、バネ部１７の肉厚は底部１８の肉厚よりも薄い。それによって、バネ部１７は底部１８よりも変形し易い。これにより、振動の径方向の成分は、バネ部１７のバネ性により吸収される。なお、上記のバネ部１７による振動の吸収とは、圧電素子４から保持部材６に伝搬した振動の大部分をバネ部１７における振動とすることができることをいう。これにより、振動を底部１８まで漏洩し難くすることができる。

[0052] 加えて、底部１８の肉厚が厚いため、底部１８自体が変形し難い。よって、保持部材６の底部１８への振動の漏洩を効果的に抑制することができる。従って、底部１８が外部などに固定された場合において、振動ダンピングを

効果的に抑制することができる。

[0053] なお、バネ部１７は、第１の部分１７ａ、第２の部分１７ｂ及び第３の部分１７ｃを含んでいなくともよい。バネ部１７の軸方向Ｚに沿う断面形状は、例えば、直線状の形状であってもよい。

[0054] ところで、本実施形態においては、ｔ１＞ｔ２とされていることにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。もっとも、本発明に係る振動装置においては、ｔ１＞ｔ２である構成には限られない。｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜の関係を満たしていればよい。

[0055] 以下において、第２の実施形態に係る振動装置について説明する。第２の実施形態においては、第１の接着剤層及び第２の接着剤層のヤング率の関係が、第１の実施形態と異なる。上記の点以外においては、第２の実施形態の振動装置は第１の実施形態の振動装置１と同様の構成を有する。そのため、図１を援用して第２の実施形態の振動装置について説明する。

[0056] 本実施形態においては、第１の接着剤層８のヤング率をＹ１とし、第２の接着剤層９のヤング率をＹ２としたときに、Ｙ１＜Ｙ２である。これにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。それによって、本実施形態においても、第１の実施形態と同様に、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

[0057] 第２の接着剤層９には、ガラスフリットなどを用いることが好ましい。この場合には、第２の接着剤層９のヤング率Ｙ２を好適に大きくすることができる。他方、第１の接着剤層８には、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂またはシリコーン樹脂を用いることができる。もっとも、第１の接着剤層８及び第２の接着剤層９の材料は特に限定されない。Ｙ１＜Ｙ２の関係を満たしていればよい。

[0058] 図６を参照して、透光体カバー２の変位が小さくなり難いことを示す。第１の接着剤層８のヤング率Ｙ１及び第２の接着剤層９のヤング率Ｙ２を変化させて、透光体カバー２の最大変位量を測定した。この結果を図６に示す。

[0059] 図６は、透光体カバーの最大変位量と接着剤層のヤング率との関係を示す

図である。なお、図６の縦軸により表す最大変位量は、接着剤層のヤング率が３ＧＰａである場合を１００％とする。

[0060] 図６に示すように、第１の接着剤層８のヤング率Ｙ１が変化しても、透光体カバー２の最大変位量の変化は小さいことがわかる。他方、第２の接着剤層９のヤング率Ｙ２が大きくなると、透光体カバー２の最大変位量が、大幅に大きくなっていることがわかる。よって、Ｙ１＜Ｙ２とすることにより、透光体カバー２の最大変位量が小さくなり難い。

[0061] 図７は、第３の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[0062] 本実施形態においては、圧電素子２４の構成、並びに圧電素子２４及び透光体カバー２の算術平均粗さ（Ｒａ）の関係が第１の実施形態と異なる。上記の点以外においては、第３の実施形態の振動装置は第１の実施形態の振動装置１と同様の構成を有する。本明細書における算術平均粗さは、ＪＩＳＢ　０６０１：２０１３に基づく。

[0063] 本実施形態においては、筒状体３が金属からなる。圧電素子２４においては、筒状体３を第２の電極として用いている。そのため、圧電素子２４は、図１に示す第２の電極１４ｂを有しない。よって、筒状体３及び圧電体１３が、第１の接着剤層８により接合されている。もっとも、この場合には、筒状体３と圧電体１３とを電気的に接続することができる程度に、第１の接着剤層８の厚みが薄いことが好ましい。あるいは、第１の接着剤層８が導電性を有していてもよい。

[0064] 圧電素子２４の、第１の接着剤層８と接している面の算術平均粗さをＲａ１とし、透光体カバー２の、第２の接着剤層９と接している面の算術平均粗さをＲａ２としたときに、Ｒａ１＞Ｒａ２である。これにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。それによって、第１の実施形態と同様に、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

[0065] 本実施形態では、圧電体１３における第１の接着剤層８に接している部分

の算術平均粗さが、算術平均粗さＲａ１である。なお、圧電素子２４が、図１に示す第２の電極１４ｂを有する場合には、第２の電極１４ｂにおける第１の接着剤層８に接している部分の算術平均粗さが、算術平均粗さＲａ１である。

[0066] 図８は、第４の実施形態に係る振動装置の正面断面図である。

[0067] 本実施形態は、振動装置３１がリテーナ３５を有する点、接着剤層の配置及び筒状体３３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、第４の実施形態の振動装置３１は第１の実施形態の振動装置１と同様の構成を有する。

[0068] リテーナ３５は略円筒状の形状を有する。リテーナ３５の、軸方向Ｚに沿う断面は、略Ｌ字状の形状を有する。リテーナ３５は内側面３５ｃ及び外側面３５ｄを有し、かつ天板部３５ａを有する。天板部３５ａは開口部を含む。天板部３５ａの内周縁は、透光体カバー２の傾斜部２ａに接合されている。リテーナ３５の内側面３５ｃは、筒状体３３の外側面３３ｄに接合されている。

[0069] ここで、リテーナ３５の内側面３５ｃは、らせん状の凹凸を有する。同様に、筒状体３３の外側面３３ｄも、らせん状の凹凸を有する。これにより、筒状体３３はねじに相当し、リテーナ３５はねじ受けに相当する。本実施形態においては、筒状体３３の外側面３３ｄとリテーナ３５の内側面３５ｃとが嵌合している。さらに、筒状体３３の第２の開口端面３３ｂと、リテーナ３５の天板部３５ａとにより、透光体カバー２が挟まれている。このように、筒状体３３及びリテーナ３５により、透光体カバー２が固定されている。

[0070] 加えて、リテーナ３５の天板部３５ａの内周縁及び透光体カバー２の傾斜部２ａが、接着剤層３７Ａにより接合されている。筒状体３３の外側面３３ｄ及びリテーナ３５の内側面３５ｃが、接着剤層３７Ｂにより接合されている。

[0071] ところで、筒状体３３の第２の開口端面３３ｂは溝部３３ｇを有する。第２の開口端面３３ｂは、溝部３３ｇにおいては、透光体カバー２と接合して

いない。本実施形態においては、第２の接着剤層は２箇所に設けられている。より具体的には、第２の接着剤層３９Ａは、溝部３３ｇの径方向内側に設けられている。第２の接着剤層３９Ｂは、溝部３３ｇの径方向外側に設けられている。

[0072] 上記のように、筒状体３３及びリテーナ３５は、ねじ及びねじ受けに相当する。それによって、筒状体３３及びリテーナ３５を、ねじを締めるように固定することができる。このとき、筒状体３３の第２の開口端面３３ｂとリテーナ３５の天板部３５ａとの間に、軸方向Ｚにおいて圧縮応力が加わる。ここで、振動装置３１では、筒状体３３の第２の開口端面３３ｂと、リテーナ３５の天板部３５ａとにより透光体カバー２が挟まれている。さらに、筒状体３３及び透光体カバー２の間には、第２の接着剤層３９Ａ及び第２の接着剤層３９Ｂが配置されている。よって、リテーナ３５により、第２の接着剤層３９Ａ及び第２の接着剤層３９Ｂに圧縮応力が印加されることとなる。これにより、第２の接着剤層３９Ａ及び第２の接着剤層３９Ｂの厚みｔ２を、第１の接着剤層８の厚みｔ１よりも、より一層確実に薄くすることができる。

[0073] 本実施形態においては、ｔ１＞ｔ２とされていることにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。それによって、第１の実施形態と同様に、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

[0074] 図９は、第５の実施形態に係る振動装置の、第１の接着剤層及び第２の接着剤層付近を示す拡大正面断面図である。

[0075] 本実施形態は、第２の接着剤層４９及び筒状体４３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、本実施形態の振動装置４１は第１の実施形態の振動装置１と同様の構成を有する。

[0076] 筒状体４３の第２の開口端面４３ｂは、傾斜部４３ｈと、非傾斜部４３ｉとを有する。傾斜部４３ｈは、径方向に対して傾斜している部分である。第２の開口端面４３ｂは、傾斜部４３ｈにおいて、径方向外側に向かうにつれ

て第１の開口端面３ａに近づくように傾斜している。一方で、非傾斜部４３ｉは、径方向と平行な部分である。非傾斜部４３ｉに壁部３ｆが設けられている。傾斜部４３ｈは、壁部３ｆよりも径方向内側に位置する。より具体的には、傾斜部４３ｈの径方向内側の端縁部は、内側面３ｃに接続されている。傾斜部４３ｈの径方向外側の端縁部は、非傾斜部４３ｉにおける、壁部３ｆが設けられている部分に接続されている。非傾斜部４３ｉの径方向外側の端縁部は、外側面３ｄに接続されている。

[0077] 第２の接着剤層４９は、筒状体４３における第２の開口端面４３ｂの傾斜部４３ｈ上に設けられている。第２の接着剤層４９は、内側端縁部４９ｃ及び外側端縁部４９ｄを有する。内側端縁部４９ｃは、径方向内側に位置する端縁部である。外側端縁部４９ｄは、径方向外側に位置する端縁部である。本実施形態においては、径方向内側から径方向外側に向かうにつれて、第２の接着剤層４９の厚みは厚くなっている。第２の接着剤層４９の内側端縁部４９ｃの厚みをｔ２ｉとし、外側端縁部４９ｄの厚みをｔ２ｏとしたときに、ｔ２ｉ＜ｔ２ｏである。

[0078] 本実施形態においては、ｔ２ｉ＜ｔ２ｏとされていることにより、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜とされている。それによって、第１の実施形態と同様に、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

[0079] もっとも、ｔ２ｉ＜ｔ２ｏの関係には限られず、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜の関係を満たしていればよい。例えば、第１の接着剤層８及び第２の接着剤層４９のヤング率の関係が第２の実施形態と同様であってもよい。あるいは、圧電素子４及び透光体カバー２の算術平均粗さの関係が第３の実施形態と同様であってもよい。

[0080] 振動装置４１においては、透光体カバー２の変位量は、中央部において最も大きい。なお、透光体カバー２の変位量は、径方向外側から径方向内側に向かうにつれて大きくなる。これに対して、第２の接着剤層４９の厚みは、径方向外側から径方向内側に向かうにつれて薄くなっている。そのため、第

２の接着剤層４９における、透光体カバー２の変位量が大きい部分と接している部分の厚みは薄い。一方で、第２の接着剤層４９における、透光体カバー２の変位量が小さい部分と接している部分の厚みは厚い。それによって、透光体カバー２の振動効率を効果的に高めることができる。この効果の詳細を、図１０を参照して説明する。

[0081] 第２の接着剤層４９における内側端縁部４９ｃの厚みｔ２ｉ及び外側端縁部４９ｄの厚みｔ２ｏを変化させて、透光体カバー２の振動の振幅を測定した。この結果を図１０に示す。

[0082] 図１０は、透光体カバーの振動の振幅と、第２の接着剤層の厚みとの関係を示す図である。なお、図１０の縦軸により表す振動の振幅は、基準の振幅により規格化された値である。

[0083] 図１０に示すように、第２の接着剤層４９の外側端縁部４９ｄの厚みｔ２ｏが変化しても、透光体カバー２の振動の振幅の変化は小さいことがわかる。他方、内側端縁部４９ｃの厚みｔ２ｉが厚くなると、透光体カバー２の振動の振幅が、大幅に小さくなっていることがわかる。本実施形態においては、ｔ２ｉ＜ｔ２ｏである。よって、透光体カバー２の振動効率を効果的に高めることができる。加えて、第２の接着剤層４９の内側端縁部４９ｃの厚みｔ２ｉを薄くする一方で、外側端縁部４９ｄの厚みｔ２ｏを厚くすることができるため、筒状体４３及び透光体カバー２の接合力を好適に高めることができる。

[0084] 図１１は、第５の実施形態に係るイメージングデバイスの斜視図である。図１２は、図１１中のＩ－Ｉ線に沿う断面図である。

[0085] 図１１及び図１２に示すように、光学検出装置としてのイメージングデバイス５０は、第４の実施形態の振動装置３１と、ケース部材５７とを有する。なお、イメージングデバイス５０の振動装置は、第４の実施形態の振動装置３１には限られない。イメージングデバイス５０の振動装置は、例えば、第１～第３の実施形態のうちいずれかの振動装置であってもよい。該振動装置は、本発明に係る振動装置であればよい。

[0086] 図１２に示すように、ケース部材５７は、天板部５７ａと、壁部５７ｂと、底板部５７ｃとを有する。壁部５７ｂは、天板部５７ａ及び底板部５７ｃに接続されている。天板部５７ａは開口部５７ｅを含む。振動装置３１の一部が、開口部５７ｅからケース部材５７の外側に突出している。より具体的には、振動装置３１の透光体カバー２は、ケース部材５７の外側に位置する。

[0087] 本実施形態では、振動装置３１は、保持部材６の底部１８において、ケース部材５７に固定されている。それによって、振動装置３１の振動が、ケース部材５７に漏洩し難い。なお、より具体的には、ケース部材５７は配置部５７ｄを有する。配置部５７ｄは、ケース部材５７の内部において、壁部５７ｂから軸方向Ｚと直交する方向に延びている。配置部５７ｄ及び天板部５７ａにより、保持部材６の底部１８が挟まれている。さらに、ねじ留めされることにより、底部１８がケース部材５７に固定されている。もっとも、振動装置３１及びケース部材５７の固定の形態は上記に限定されない。

[0088] さらに、図１２に示すように、イメージングデバイス５０は撮像素子５２を有する。撮像素子５２は、振動装置３１及びケース部材５７により囲まれた内部空間内に配置されている。より具体的には、ケース部材５７の底板部５７ｃ上に、脚部５３が設けられている。脚部５３上に基板５４が設けられている。基板５４上に上記撮像素子５２が配置されている。もっとも、ケース部材５７内の構成は上記に限定されない。

[0089] 振動装置３１及びケース部材５７の内部空間内には、撮像素子５２以外の素子が配置されていてもよい。例えば、ヒータ、撮像素子５２の駆動回路、または圧電素子４の制御回路が配置されていてもよい。なお、制御回路は、圧電素子４を共振周波数において振動させる回路である。

[0090] 撮像素子５２としては、例えば、可視領域から遠赤外領域のいずれかの波長の光を受光する、ＣＭＯＳ、ＣＣＤ、ボロメーターやサーモパイルなどを挙げることができる。イメージングデバイス５０としては、例えば、カメラ、ＲａｄａｒやＬＩＤＡＲデバイスなどを挙げることができる。

[0091] なお、振動装置３１及びケース部材５７の内部空間内には、撮像素子５２以外の、エネルギー線を光学的に検出する光学検出素子が配置されていてもよい。検出するエネルギー線としては、例えば、電磁波や赤外線などの活性エネルギー線であってもよい。光学検出素子の検出領域は、透光体カバー２に含まれる。図１２に示すイメージングデバイス５０においては、検出領域としての、撮像素子５２の視野が透光体カバー２に含まれる。

[0092] イメージングデバイス５０は、第４の実施形態の振動装置３１を有するため、水滴などが付着する透光体カバー２の変位を小さくせずして、各部材に加わる応力を小さくすることができる。

## 符号の説明

[0093] １…振動装置

２…透光体カバー

２ａ…傾斜部

３…筒状体

３ａ，３ｂ…第１，第２の開口端面

３ｃ…内側面

３ｄ…外側面

３ｅ…開口部

３ｆ…壁部

４…圧電素子

６…保持部材

８，９…第１，第２の接着剤層

８ａ，９ａ…第１，第２の樹脂層

８ｂ，９ｂ…第１，第２のスペーサ

１３…圧電体

１３ａ，１３ｂ…第１，第２の主面

１４ａ，１４ｂ…第１，第２の電極

１７…バネ部

１７ａ，１７ｂ，１７ｃ…第１，第２，第３の部分

１８…底部

２４…圧電素子

３１…振動装置

３３…筒状体

３３ｂ…第２の開口端面

３３ｄ…外側面

３３ｇ…溝部

３５…リテーナ

３５ａ…天板部

３５ｃ…内側面

３５ｄ…外側面

３７Ａ，３７Ｂ…接着剤層

３９Ａ，３９Ｂ…第２の接着剤層

４１…振動装置

４３…筒状体

４３ｂ…第２の開口端面

４３ｈ…傾斜部

４３ｉ…非傾斜部

４９…第２の接着剤層

４９ｃ…内側端縁部

４９ｄ…外側端縁部

５０…イメージングデバイス

５２…撮像素子

５３…脚部

５４…基板

５７…ケース部材

５７ａ…天板部

５７ｂ…壁部

５７ｃ…底板部

５７ｄ…配置部

５７ｅ…開口部

# 請求の範囲

[請求項1] 開口部を有し、第１の開口端面及び第２の開口端面を有する筒状体と、

前記筒状体の前記第１の開口端面に接合されている振動素子と、

前記筒状体の前記開口部を覆うように、前記筒状体の前記第２の開口端面に接合されている透光体カバーと、

を備え、

前記筒状体と前記振動素子とは第１の接着剤層によって接合されており、

前記筒状体と前記透光体カバーとは第２の接着剤層によって接合されており、

前記第１の接着剤層の厚みをｔ１、前記第２の接着剤層の厚みをｔ２、前記第１の接着剤層に、前記第１の接着剤層の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ１｜、前記第２の接着剤層に、前記第２の接着剤層の厚み方向に一定の応力を加えたときの厚み方向への変形量の絶対値を｜Δｔ２｜とし、前記第１の接着剤層及び前記第２の接着剤層に同じ応力を加えたときの前記｜Δｔ１｜及び前記｜Δｔ２｜の関係が、｜Δｔ１｜＞｜Δｔ２｜である、振動装置。

[請求項2] ｔ１＞ｔ２である、請求項１に記載の振動装置。

[請求項3] 前記第１の接着剤層が第１のスペーサを有し、前記第２の接着剤層が第２のスペーサを有し、

前記第１のスペーサの平均の高さをＳ１とし、前記第２のスペーサの平均の高さをＳ２としたときに、Ｓ１＞Ｓ２である、請求項１または２に記載の振動装置。

[請求項4] 前記第１の接着剤層のヤング率をＹ１とし、前記第２の接着剤層のヤング率をＹ２としたときに、Ｙ１＜Ｙ２である、請求項１～３のいずれか１項に記載の振動装置。

[請求項5] 前記振動素子の、前記第１の接着剤層と接している面の算術平均粗さをＲａ１とし、前記透光体カバーの、前記第２の接着剤層と接している面の算術平均粗さをＲａ２としたときに、Ｒａ１＞Ｒａ２である、請求項１～４のいずれか１項に記載の振動装置。

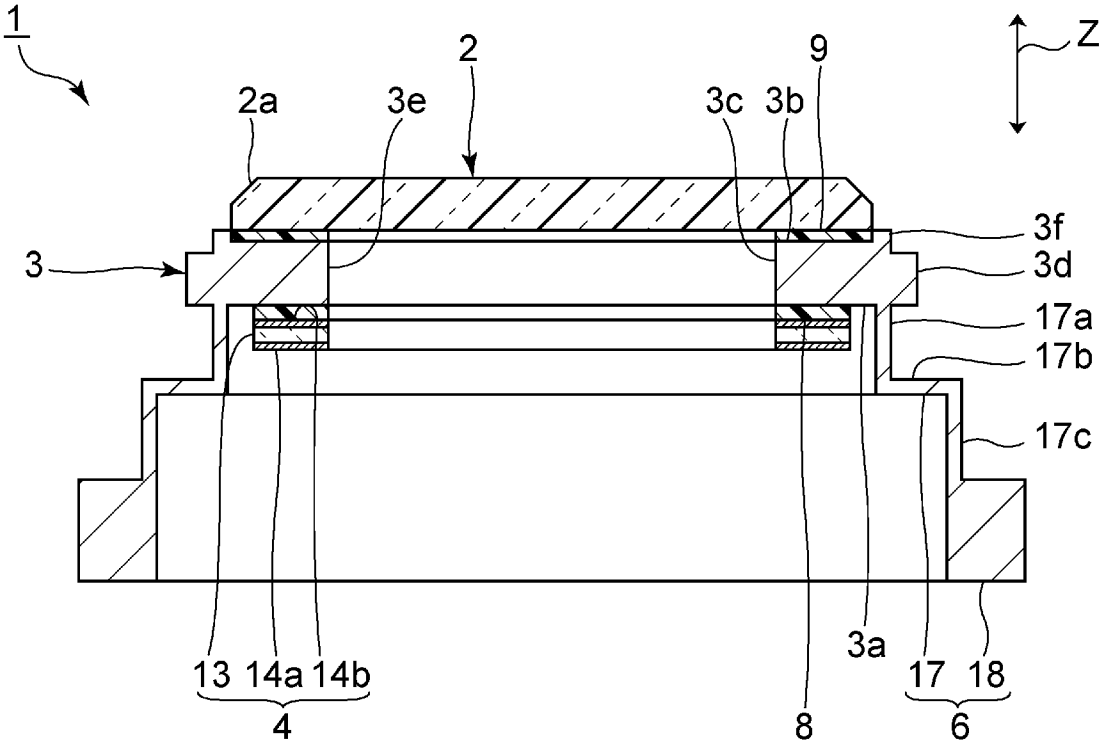
[請求項6] 前記筒状体及び前記透光体カバーを固定し、前記第２の接着剤層に圧縮応力を印加する、リテーナをさらに備える、請求項１～５のいずれか１項に記載の振動装置。

[請求項7] 前記筒状体の前記第１の開口端面及び前記第２の開口端面を結ぶ方向を軸方向としたときに、前記第２の接着剤層が、前記軸方向に直交する方向における内側に位置する内側端縁部と、前記軸方向に直交する方向における外側に位置する外側端縁部と、を有し、

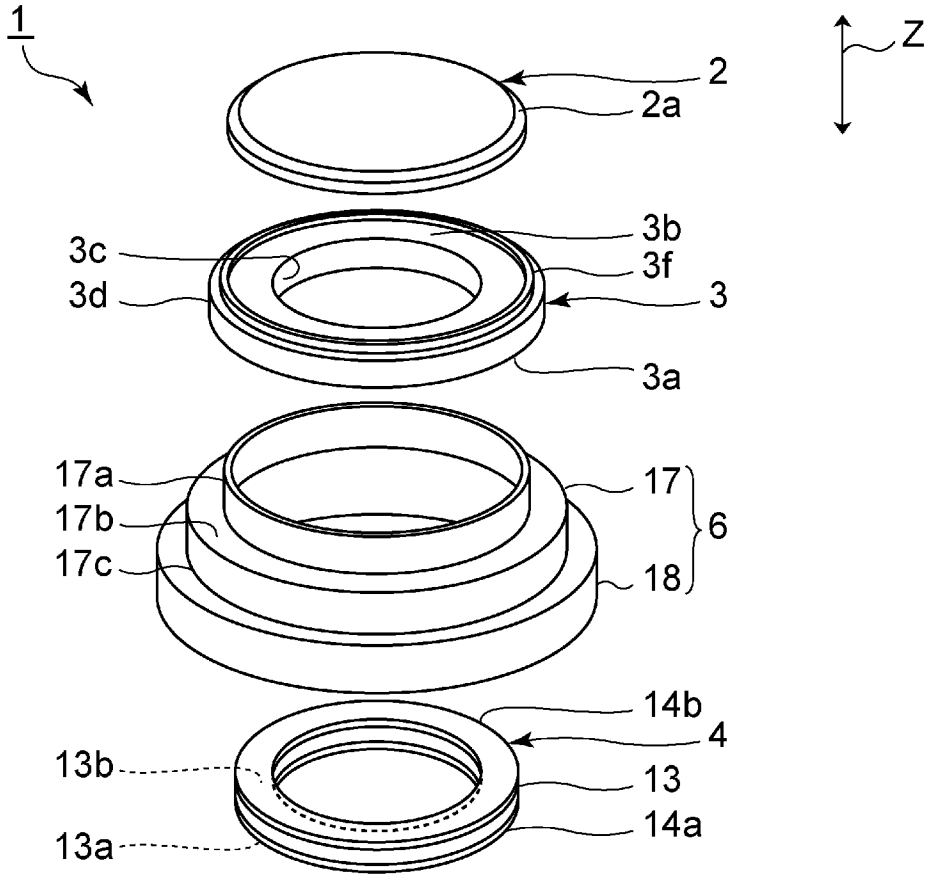
前記第２の接着剤層の前記内側端縁部の厚みをｔ２ｉとし、前記外側端縁部の厚みをｔ２ｏとしたときに、ｔ２ｉ＜ｔ２ｏである、請求項１～６のいずれか１項に記載の振動装置。

[請求項8] 前記振動素子が圧電素子である、請求項１～７のいずれか１項に記載の振動装置。

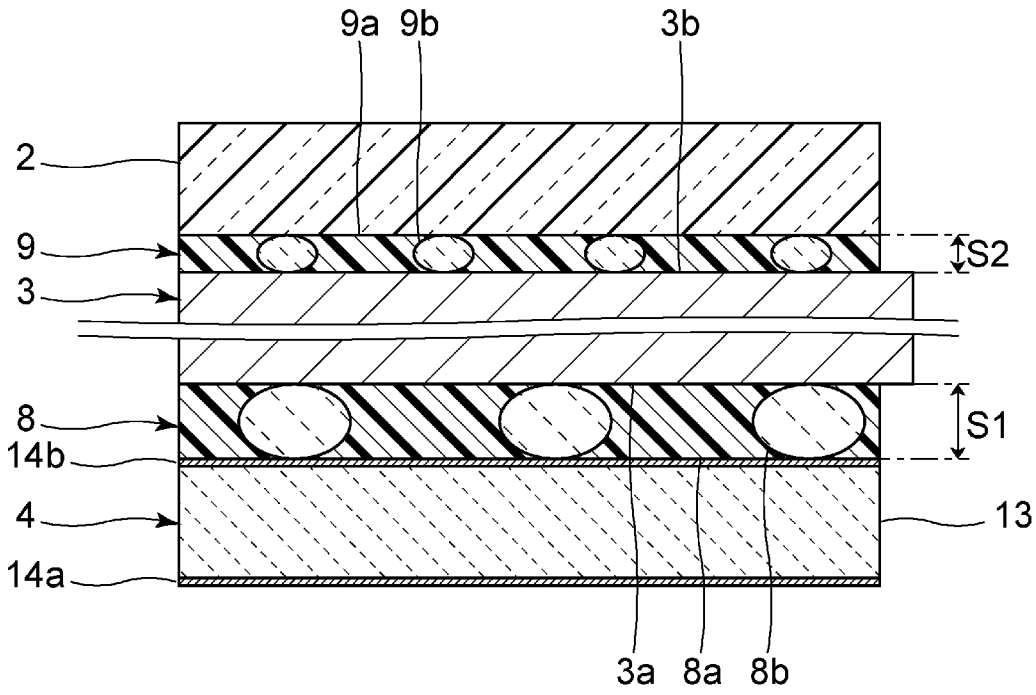
[図1]
図1


1
2
9
Z
2a
3e
3c
3b
3f
3
3d
17a
17b
17c
13
14a
14b
4
3a
8
17
18
6

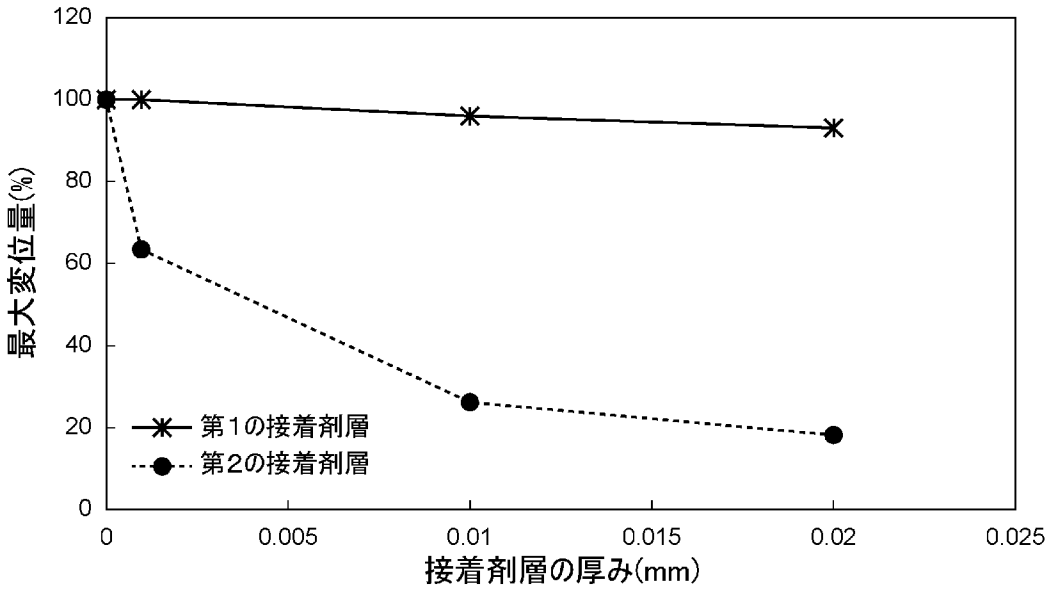
[図2]
図2


1
Z
2
2a
3b
3c
3f
3d
3
3a
17a
17
17b
6
17c
18
14b
4
13b
13
14a
13a

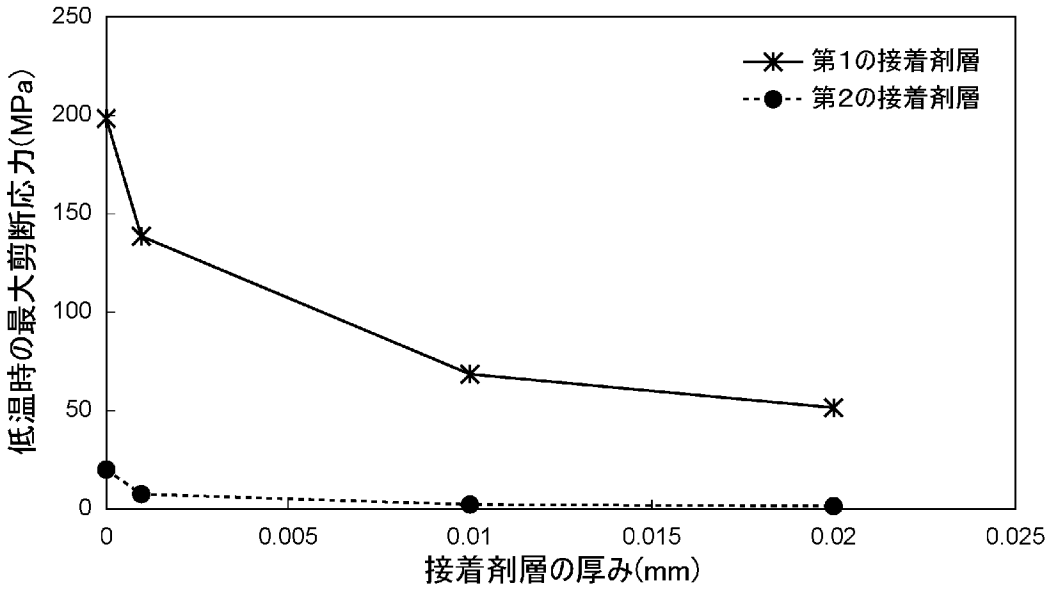
[図3]
図3


9a
9b
3b
2
9
3
S2
8
14b
4
14a
S1
13
3a
8a
8b

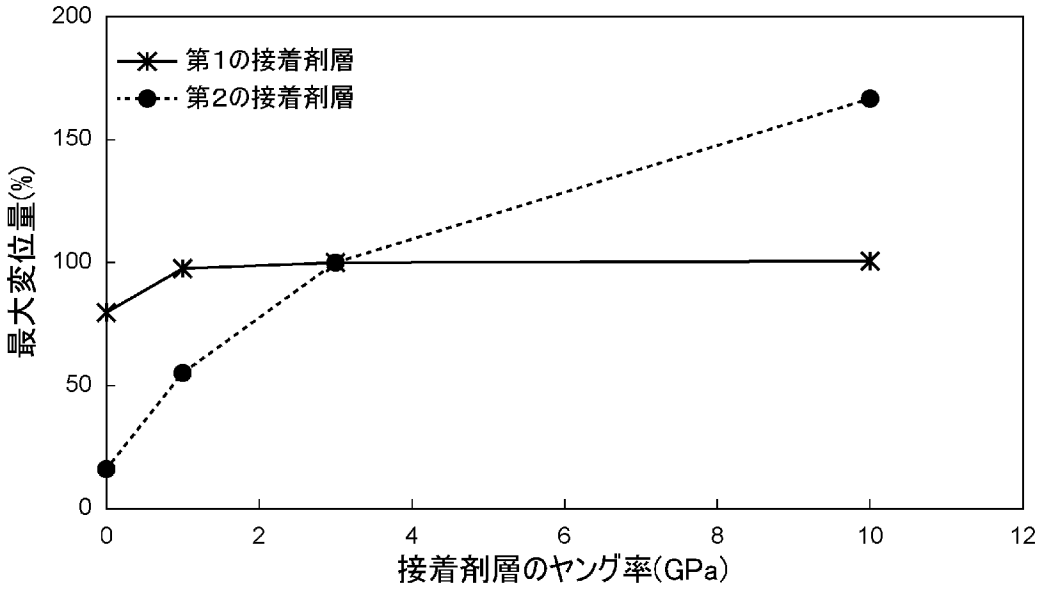
[図4]
図4


120
100
80
60
40
20
0
最大変位量(%)
第1の接着剤層
第2の接着剤層
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
接着剤層の厚み(mm)

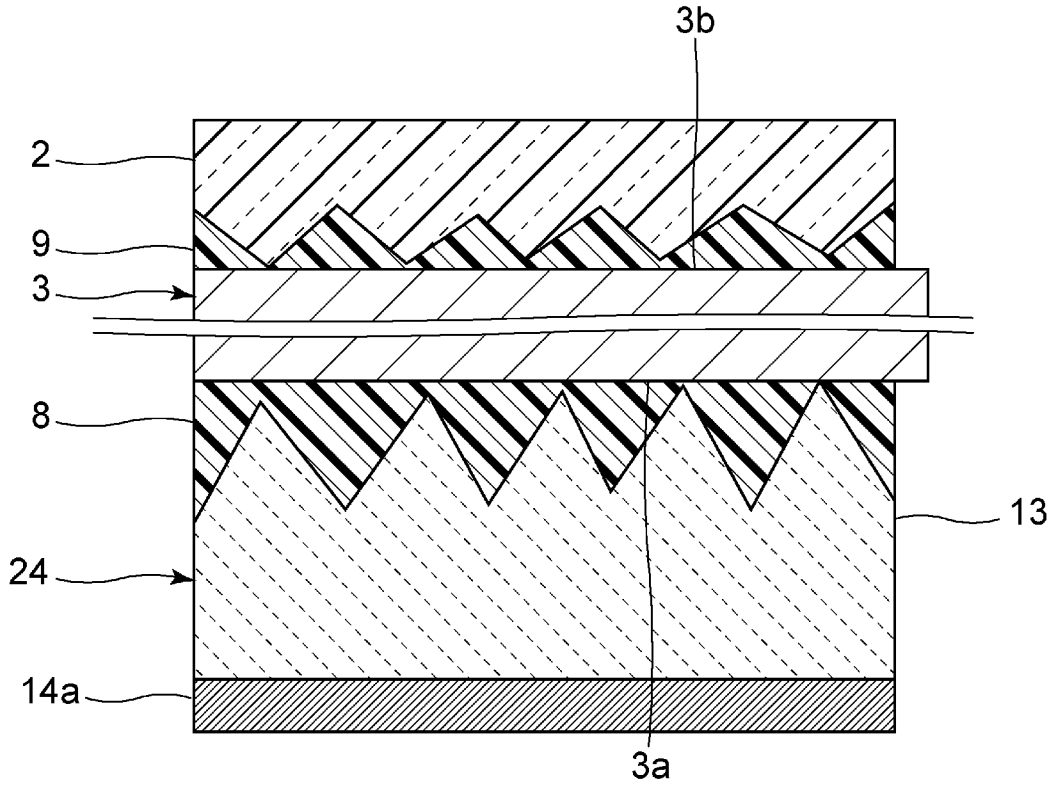
[図5]
図5


250
200
150
100
50
0
低温時の最大剪断応力(MPa)
第1の接着剤層
第2の接着剤層
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
接着剤層の厚み(mm)

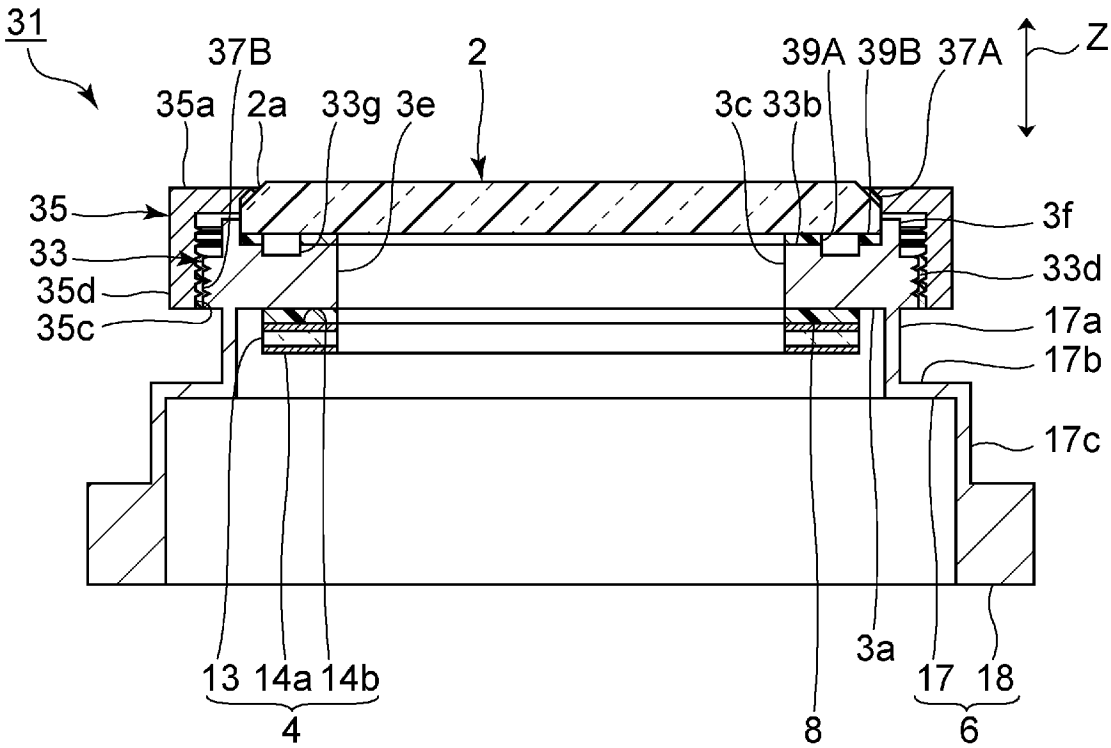
[図6]
図6


200
150
100
50
0
最大変位量(%)
第1の接着剤層
第2の接着剤層
0
2
4
6
8
10
12
接着剤層のヤング率(GPa)

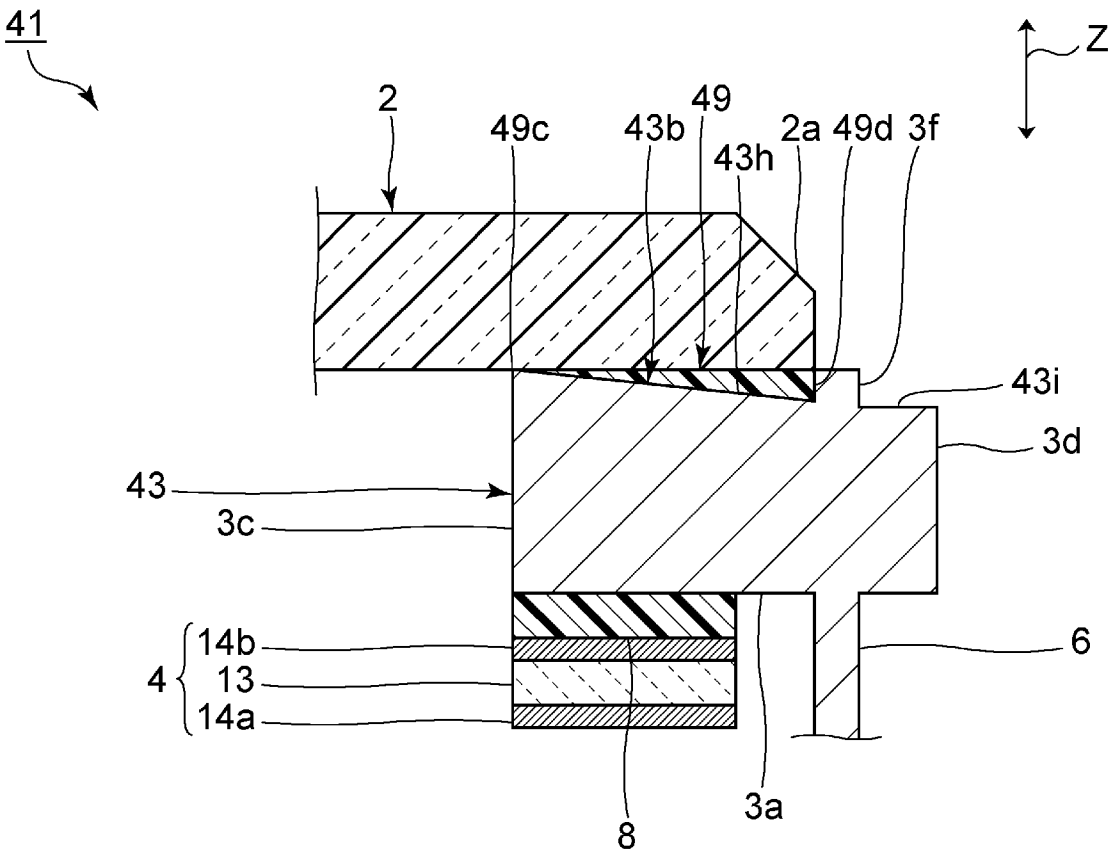
[図7]
図7


3b
2
9
3
8
13
24
14a
3a

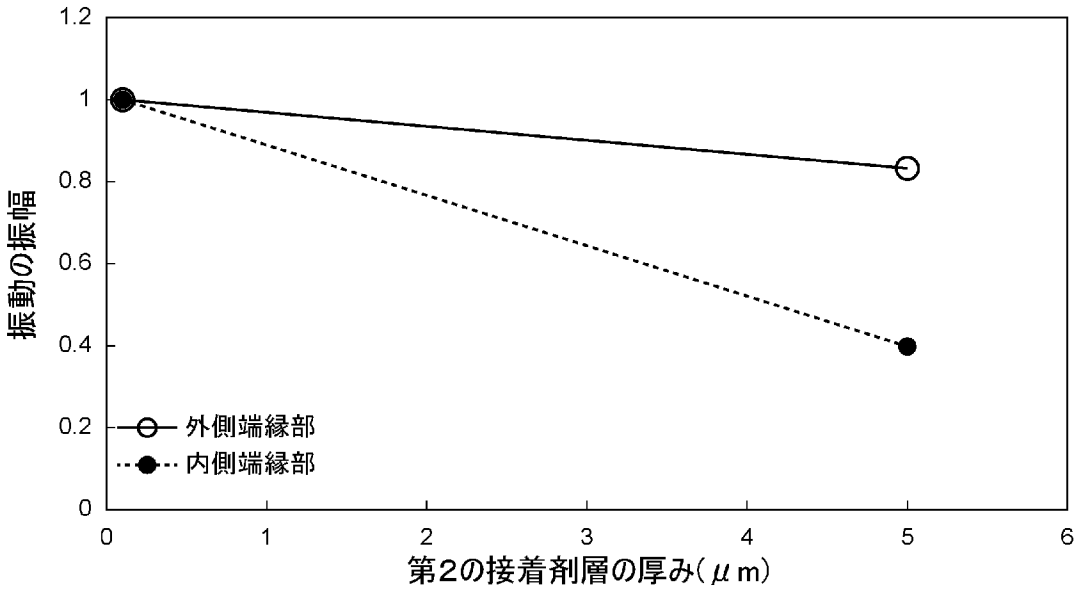
[図8]
図8


31
37B
2
39A 39B 37A
Z
35a 2a 33g 3e
3c 33b
35
3f
33
33d
35d
17a
35c
17b
17c
13 14a 14b
4
3a
8
17 18
6

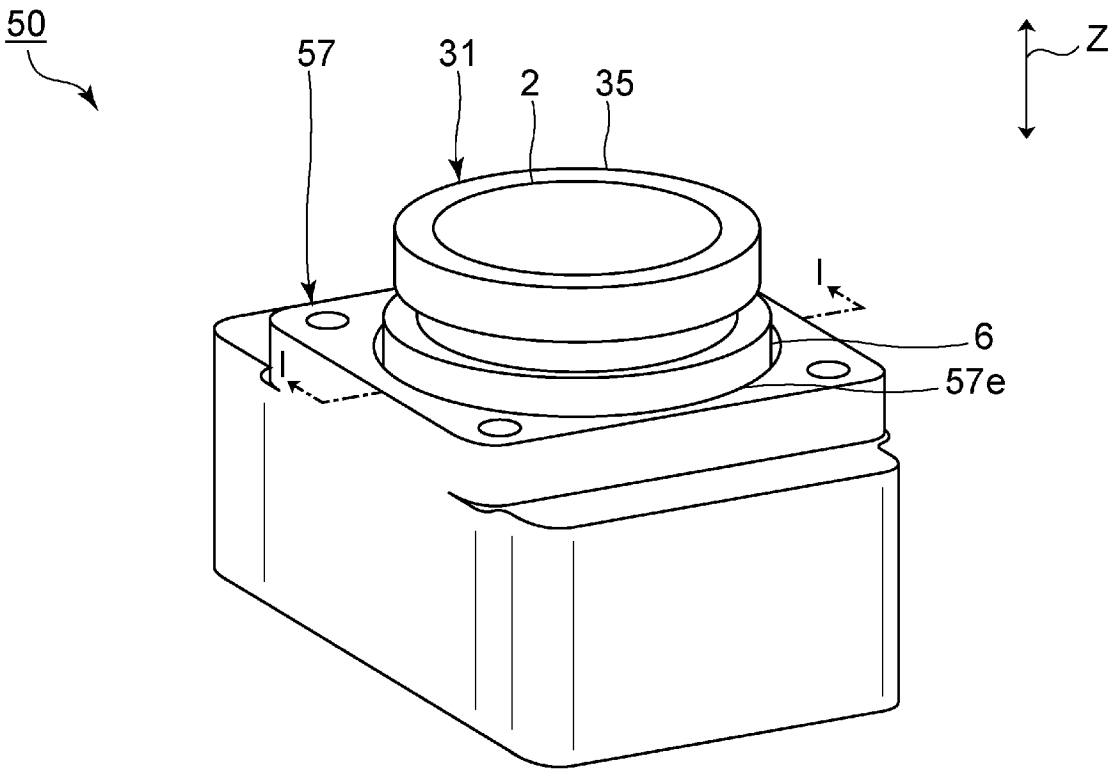
[図9]
図9


41
Z
2
49c
43b
49
43h
2a
49d
3f
43i
3d
43
3c
4
14b
13
14a
6
8
3a

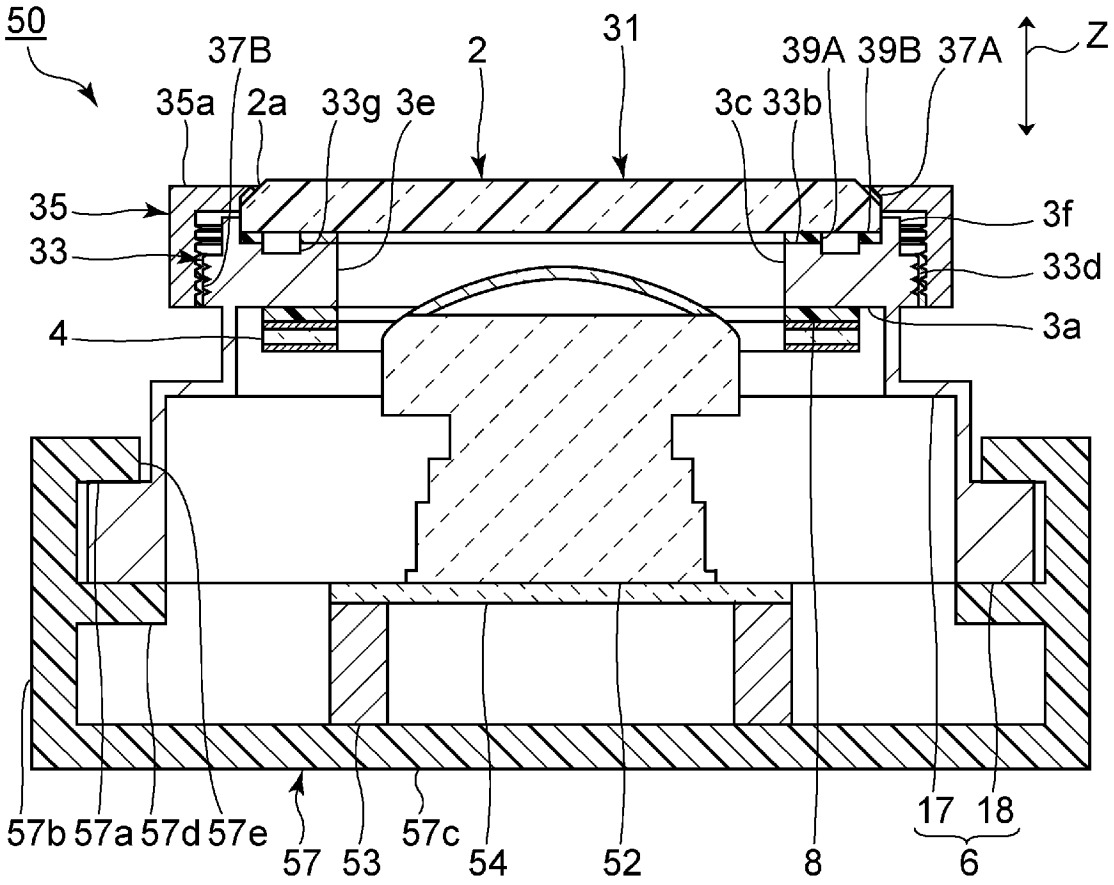
[図10]
図10


振動の振幅
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
外側端縁部
内側端縁部
0
1
2
3
4
5
6
第2の接着剤層の厚み(μm)

[図11]
図11




[図12]
図12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/048772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B06B1/06(2006.01)i, G02B7/02(2021.01)i, G03B17/08(2021.01)i, H02K5/00(2006.01)i
FI: B06B1/06 Z, H02K5/00 A, G03B17/08, G02B7/02 D
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)
Int. Cl. B06B1/06, G02B7/02, G03B17/08, H02K5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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. |
|---|---|---|
| A | WO 2017/022382 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 09 February 2017 | 1-8 |
| A | WO 2017/110564 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 29 June 2017 | 1-8 |
| A | JP 3-70654 A (TOKIN CORP.) 26 March 1991, p. 2, upper left column, line 3 to lower right column, line 12 | 1-8 |
| A | JP 2535727 Y2 (MURAKAMI CORP.) 14 May 1997, p. 2, column 3, line 29 to column 4, line 29, fig. 2 | 1-8 |
| A | JP 2006-48302 A (SONY CORP.) 16 February 2006 | 1-8 |

☐ 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 |
|---|---|
| 08.03.2021 | 16.03.2021 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/048772

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|---|---|---|
| WO 2017/022382 A1 | 09.02.2017 | US 2018/0095272 A1 | |
| | | EP 3276940 A1 | |
| | | CN 107852449 A | |
| WO 2017/110564 A1 | 29.06.2017 | US 2018/0210194 A1 | |
| | | CN 108370407 A | |
| JP 3-70654 A | 26.03.1991 | (Family: none) | |
| JP 2535727 Y2 | 14.05.1997 | (Family: none) | |
| JP 2006-48302 A | 16.02.2006 | US 2006/0028095 A1 | |
| | | US 2006/0238069 A1 | |
| | | US 2007/0080608 A1 | |
| | | US 2007/0096594 A1 | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/048772

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B06B 1/06(2006.01)i; G02B 7/02(2021.01)i; G03B 17/08(2021.01)i; H02K 5/00(2006.01)i
FI: B06B1/06 Z; H02K5/00 A; G03B17/08; G02B7/02 D

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））

B06B1/06; G02B7/02; G03B17/08; H02K5/00

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 | １９７１－２０２１年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２１年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２１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 |
|---|---|---|
| A | WO 2017/022382 A1 (株式会社村田製作所) 09.02.2017 (2017-02-09) | 1-8 |
| A | WO 2017/110564 A1 (株式会社村田製作所) 29.06.2017 (2017-06-29) | 1-8 |
| A | JP 3-70654 A (株式会社トーキン) 26.03.1991 (1991-03-26)<br>第2頁左上欄第3行-右下欄第12行 | 1-8 |
| A | JP 2535727 Y2 (株式会社 村上開明堂) 14.05.1997 (1997-05-14)<br>第2頁第3欄第29行-第4欄第29行,図2 | 1-8 |
| A | JP 2006-48302 A (ソニー株式会社) 16.02.2006 (2006-02-16) | 1-8 |

☐ 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抵触するものではなく、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 |
|---|---|
| 08.03.2021 | 16.03.2021 |

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
宮崎　賢司 3V 3245

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/048772

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| WO 2017/022382 A1 | 09.02.2017 | US 2018/0095272 A1 | |
| | | EP 3276940 A1 | |
| | | CN 107852449 A | |
| WO 2017/110564 A1 | 29.06.2017 | US 2018/0210194 A1 | |
| | | CN 108370407 A | |
| JP 3-70654 A | 26.03.1991 | （ファミリーなし） | |
| JP 2535727 Y2 | 14.05.1997 | （ファミリーなし） | |
| JP 2006-48302 A | 16.02.2006 | US 2006/0028095 A1 | |
| | | US 2006/0238069 A1 | |
| | | US 2007/0080608 A1 | |
| | | US 2007/0096594 A1 | |