

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7182918号  
(P7182918)

(45)発行日 令和4年12月5日(2022.12.5)

(24)登録日 令和4年11月25日(2022.11.25)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 2 N 2/12 (2006.01) H 0 2 N 2/12

請求項の数 19 (全15頁)

(21)出願番号	特願2018-124692(P2018-124692)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成30年6月29日(2018.6.29)	(74)代理人	100125254 弁理士 別役 重尚
(65)公開番号	特開2019-17238(P2019-17238A)	(72)発明者	荒木 康之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43)公開日	平成31年1月31日(2019.1.31)	審査官	稲葉 礼子
審査請求日	令和3年6月7日(2021.6.7)		
(31)優先権主張番号	特願2017-131981(P2017-131981)		
(32)優先日	平成29年7月5日(2017.7.5)		
(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】 振動型駆動装置、電子機器及び移動体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気・機械エネルギー変換素子及び弾性体を用いる振動体と、該振動体に加圧接触する移動体とを備え、前記振動体に励起された振動によって前記振動体及び前記移動体を相対的に移動させる振動型駆動装置において、

前記移動体は、少なくとも樹脂が含浸された焼結体を含み且つ前記振動体と接触する摩擦面を有し、

前記移動体は、前記振動体及び前記移動体の相対移動方向と直交する断面において、前記摩擦面と隣接する傾斜面をさらに有し、

前記移動体における前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、90度より大きく且つ180度より小さいことを特徴とする振動型駆動装置。 10

【請求項2】

前記移動体における前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、110度以上であり且つ160度以下であることを特徴とする請求項1記載の振動型駆動装置。

【請求項3】

前記移動体における前記摩擦面と前記傾斜面とのなす角は、120度より大きく且つ150度より小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載の振動型駆動装置。

【請求項4】

前記焼結体はステンレス焼結体であり、前記摩擦面に現れる気孔の割合である表面気孔率が5%以上且つ30%以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載 20

載の振動型駆動装置。

【請求項 5】

前記移動体は、前記摩擦面とは反対側において前記傾斜面と隣接する滞留面を有し、前記摩擦面が上方を向く場合、前記滞留面は、前記摩擦面と平行をなし、又は前記傾斜面に向けて落ち込むように傾斜することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 6】

前記樹脂にはセラミック粒子が混合されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 7】

前記焼結体はマルテンサイト系のステンレス焼結体が焼き入れ硬化した焼結体であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 8】

前記移動体は、前記傾斜面とは反対側において前記摩擦面と隣接する他の傾斜面を有し、前記移動体における前記摩擦面と前記他の傾斜面のなす角は、前記移動体における前記摩擦面と前記傾斜面のなす角よりも小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 9】

前記移動体は、前記傾斜面とは反対側において前記摩擦面と隣接する他の傾斜面を有し、前記移動体における前記摩擦面と前記他の傾斜面のなす角は、90度より大きく且つ180度よりも小さく、前記移動体における、前記振動体及び前記移動体の相対移動方向と直交する断面において、前記傾斜面に対応する斜辺は、前記他の傾斜面に対応する他の斜辺よりも長いことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 10】

前記傾斜面には、樹脂又は樹脂及びセラミック粒子が存在することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 11】

前記移動体は環状であり、前記摩擦面及び前記傾斜面が全周に亘って形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 12】

前記移動体は環状であり、前記断面において、前記傾斜面は前記摩擦面よりも前記移動体の外周側に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の振動型駆動装置と、前記振動型駆動装置によって駆動される被駆動体とを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 14】

撮像装置又はロボットであることを特徴とする請求項 13 に記載の電子機器。

【請求項 15】

少なくとも樹脂が含浸された焼結体を含む摩擦面と、前記摩擦面に隣接する傾斜面と、を有する移動体であって、前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、90度より大きく180度より小さいことを特徴とする移動体。

【請求項 16】

前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、110度以上であり且つ160度以下である請求項 15 の移動体。

【請求項 17】

前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、120度より大きく且つ150度より小さいことを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の移動体。

10

20

30

40

50

## 【請求項 18】

前記焼結体はステンレス焼結体であり、前記摩擦面に現れる気孔の割合である表面気孔率は5%以上且つ30%以下であることを特徴とする請求項15乃至17のいずれか1項に記載の移動体。

## 【請求項 19】

前記摩擦面とは反対側において前記傾斜面と隣接する滞留面とを有し、

前記摩擦面が上方を向く場合、前記滞留面は、前記摩擦面と平行をなし、又は前記傾斜面に向けて落ち込むように傾斜していることを特徴とする請求項15乃至18のいずれか1項に記載の移動体。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、焼結体を用いる振動型駆動装置、電子機器及び移動体に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

電気-機械エネルギー変換素子を用いる振動体と移動体を加圧接触させ、振動体に所定の振動を励起させて振動体から移動体へ摩擦駆動力を与えることにより、振動体と移動体を相対的に移動させる振動型駆動装置が知られている。このような振動型駆動装置では、加圧接触に起因して生じる保持トルクや保持力が大きい。したがって、外力が作用しても無通電の状態では振動体と移動体の位置関係を維持することができ、さらに、振動体と移動体の位置関係を維持するための特別な機構やエネルギーが不要である。

20

## 【0003】

また、振動型駆動装置において、振動体と移動体が接触する摩擦面（摩擦摺動面）において、振動体又は移動体の摩擦材としてステンレス焼結体を用いることが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開2008-228453号公報

## 【発明の概要】

30

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、摩擦材としてステンレス焼結体を使用しただけでは、十分な摩擦特性を得ることができず、振動体の構成や環境条件、駆動条件によっては十分な保持トルクや保持力が得られないことがある。そこで、ステンレス焼結体に化合物を含浸させる等の処理を行い、摩擦材の摩擦特性を改善することが考えられる。

## 【0006】

しかしながら、ステンレス焼結体に化合物を含浸させるために、ステンレス焼結体へ化合物を塗布する場合、摩擦材を構成するステンレス焼結体の表面への化合物の塗布量が少ないと、十分な処理（含浸）が行われたい恐れがある。一方、ステンレス焼結体の表面へ化合物を過剰に塗布すると、塗布された化合物が硬化した後に当該化合物を研磨して摩擦材を所望の厚さに調整する際の研磨時間が増加する恐れがある。また、一部の化合物が、摩擦材の側面に流れ出して硬化し、結果として摩擦材が増大することにより、摩擦材が振動型駆動装置の別の部材と干渉してしまう恐れがある。

40

## 【0007】

本発明の目的は、焼結体に化合物を含浸させる処理を行う場合に、硬化した化合物と他の部材の干渉の発生を抑制することができる振動型駆動装置、電子機器及び移動体を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

50

上記目的を達成するために、本発明の振動型駆動装置は、電気 - 機械エネルギー変換素子及び弾性体を用いる振動体と、該振動体に加圧接触する移動体とを備え、前記振動体に励起された振動によって前記振動体及び前記移動体を相対的に移動させる振動型駆動装置において、前記移動体は、少なくとも樹脂が含浸された焼結体を含み且つ前記振動体と接触する摩擦面を有し、前記移動体は、前記振動体及び前記移動体の相対移動方向と直交する断面において、前記摩擦面と隣接する傾斜面をさらに有し、前記移動体における前記摩擦面と前記傾斜面のなす角は、90度より大きく且つ180度より小さいことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、焼結体に化合物を含浸させる処理を行う場合に、硬化した化合物と他の部材の干渉の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態に係る振動型駆動装置としての振動型アクチュエータの構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図2】振動型アクチュエータの振動体が有する圧電素子の電極構造を示す平面図である。

【図3】図1の線A - Aに沿う断面図である。

【図4】移動体の製造方法を説明するための工程図である。

【図5】移動体へのエポキシ樹脂の含浸時におけるエポキシ樹脂の挙動を説明するための工程図である。

【図6】図1における移動体の第1の変形例の断面図である。

【図7】図1における移動体の第2の変形例の断面図である。

【図8】高湿度環境への長時間放置後の各振動型アクチュエータにおける保持トルクの測定結果を示すグラフである。

【図9】本発明の実施の形態に係る電子機器としてのレンズ鏡筒の断面図である。

【図10】本発明の実施の形態に係る電子機器としての産業用ロボットの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。しかしながら、以下の実施の形態に記載されている構成はあくまで例示に過ぎず、本発明の範囲は実施の形態に記載されている構成によって限定されることはない。

【0012】

図1は、本発明の実施の形態に係る振動型駆動装置としての振動型アクチュエータの構成を概略的に示す分解斜視図である。図1において、振動型アクチュエータ1は3個の振動体2及び環状の移動体3を備える。3個の振動体2はそれぞれ、2つの突起部2aを結ぶ方向が移動体3の内周又は外周と同心の円の接線方向となるように、不図示の基台に配置される。このとき、各振動体2の後述の突起部2aの先端と移動体3の後述の摩擦面3cが、不図示の加圧手段により加圧接触する。なお、同じ仕様の3個の振動体2を配置した上で、各振動体2が配置される基台と移動体3のそれぞれの大きさ(形状)を変えることにより、種々の外径及び内径を有する振動型アクチュエータを作製することができる。各振動体2は、基材である略矩形平板状の弾性体2bと、弾性体2bの一方の面に接着剤等により接合された略矩形平板状の圧電素子2cと、弾性体2bにおいて圧電素子2cが接合されている面の反対側の面に設けられた2つの突起部2aとを有する。

【0013】

図2は、振動型アクチュエータ1の振動体3が有する圧電素子2cの電極構造を示す平面図である。電気 - 機械エネルギー変換素子の一例である圧電素子2cには、長手方向に関して2等分された電極領域が形成され、各電極領域における分極方向は同一方向(+)である。例えば、弾性体2bの面外一次曲げ振動モード及び面外二次曲げ振動モードの各共振周波数に近い周波数の交番電圧VA, VBを圧電素子2cの2つの電極へそれぞれ印

10

20

30

40

50

加する。これにより、振動体 2 では面外一次曲げ振動モードの振動と面外二次曲げ振動モードの振動が励起される。ここで、面外一次曲げ振動モードは、短手方向に関する曲げ振動であり、振動体 2 において長手方向と略平行に 2 本の節線が現れる振動モードである。面外二次曲げ振動モードは、長手方向に関する曲げ振動であり、振動体 2 において短手方向と略平行に 3 本の節線が生じる振動モードである。振動体 2 では、2 つの突起部 2 a が、面外一次曲げ振動モードの振動の腹となる位置、且つ、面外二次曲げ振動モードの振動の腹となる位置に設けられる。これらの振動が合成されることで突起部 2 a に楕円運動が生じるが、このような楕円運動を生じさせる原理は周知であるため、より詳細な説明は省略する。振動型アクチュエータ 1 では、移動体 3 に加圧接触する各振動体 2 の突起部 2 a が楕円運動を行うことにより、移動体 3 をその円周方向に相対移動させて駆動する。これにより、移動体 3 はその円周方向（図 1 中の矢印方向）に回転移動する。なお、振動型アクチュエータ 1 において、移動体 3 を基台に配置することにより、相対的に各振動体 2 を移動体 3 の円周方向に沿って移動させてもよい。

10

#### 【 0 0 1 4 】

図 3 は、移動体 3 の振動体 2 と移動体 3 との相対移動方向と直交する断面図（図 1 の線 A - A に沿う断面図）である。図 3 において、移動体 3 は、略矩形の断面を有する本体部 3 a と、該本体部 3 a から振動体 2 に向けて突出する、略台形の断面を有する摩擦部 3 b とを有する。なお、図 3 では、右側が移動体 3 の外周側に相当し、左側が移動体 3 の内周側に相当する。摩擦部 3 b の振動体 2 側の頂部には振動体 2 と接触する摩擦面 3 c が形成され、摩擦部 3 b の外周側の側面には傾斜面 3 d が形成される。なお、摩擦部 3 b の内周側の側面は摩擦面 3 c に垂直な垂直面 3 e で構成される。傾斜面 3 d は、傾斜面 3 d の内周側において摩擦面 3 c に隣接する。移動体 3 における摩擦面 3 c と傾斜面 3 d のなす角  $\theta_1$  は、90 度より大きく且つ 180 度より小さい。また、角  $\theta_1$  は、110 度  $\theta_1$  160 度が好ましい。また、角  $\theta_1$  は、120 度  $\theta_1$  150 度がより好ましい。また、角  $\theta_1$  は、120 度  $\theta_1$  < 150 度（120 度よりも大きく且つ 150 度よりも小さい）が最も好ましい。また、移動体 3 には、摩擦面 3 c とは反対側において傾斜面 3 d と隣接する滞留面 3 f が設けられる。図 3 に示すように、摩擦面 3 c が上方を向く場合、滞留面 3 f は摩擦面 3 c よりも低く、且つ摩擦面 3 c と平行をなす。なお、摩擦面 3 c と滞留面 3 f とは完全に平行でなくてもよい。また、滞留面 3 f は傾斜面 3 d に向けて落ち込むように傾斜して設けられてもよい。移動体 3 では、摩擦面 3 c、傾斜面 3 d、垂直面 3 e 及び滞留面 3 f が全周に亘って形成される。移動体 3 は、例えば、マルテンサイト系ステンレスの一種である SUS 420 J 2 の粉末の焼結体（ステンレス焼結体）が焼き入れ硬化した焼結体を含み、摩擦部 3 b には、例えば、エポキシ樹脂が含浸される。移動体 3 は、移動体 3 の全体が焼結体で構成されていてもよく、又は、振動体 2 と摩擦する摩擦面を含む一部、例えば、摩擦部 3 b が焼結体で構成されていてもよい。

20

30

#### 【 0 0 1 5 】

一般に、振動体を移動体へ加圧接触させる振動型駆動装置では、当該振動型駆動装置が高湿度下に放置されると、移動体の摩擦面に水分が吸着することにより、その後の起動時に保持トルク又は保持力が低下する。すなわち、乾燥環境下では移動体の摩擦面に水分が吸着しないため、移動体の摩擦面と振動体が確実に接触する真実接触面積が十分に確保されるが、摩擦面に水分が吸着すると、該水分からなる水膜が摩擦面を介して移動体を支える。水膜が移動体を支える状態は混合潤滑状態や流体潤滑状態に該当するが、この状態では、水膜によって真実接触面積が十分に確保されない。また、水分は固体と比べて剪断方向に関する抵抗力が非常に小さく、移動体に作用する摩擦力（抵抗力）も小さくなる。これら複合的な要因により、振動型駆動装置では保持トルク又は保持力が低下する。これに対応して、本実施の形態の振動型アクチュエータ 1 では、少なくとも、振動体 2 と接触する摩擦面 3 c を多孔質材であるステンレスの焼結体によって構成し、該焼結体の各気孔の少なくとも一部に、例えば、エポキシ樹脂を含浸する。その結果、振動体 2 が摩擦面 3 c へ接触する際、摩擦面 3 c へ含浸されたエポキシ樹脂が移着する。エポキシ樹脂を含む樹脂は比較的柔らかいため、摩擦面 3 c へ硬いステンレスの金属面が露出しただけの状態よ

40

50

りも、摩擦面 3 c と振動体 2 の真実接触面積が増大する。これにより、保持トルクや保持力の低下を抑制することができる。また、摩擦面 3 c へのエポキシ樹脂の移着量はエポキシ樹脂の含浸量で決まるため、保持トルクや保持力の低下を抑制したい場合には、エポキシ樹脂の含浸量を増やせばよい。すなわち、エポキシ樹脂の含浸量の調整を通じて、所望の特性を有する摩擦面 3 c を適切に得ることができる。また、摩擦の結果、摩擦面 3 c にはエポキシ樹脂の移着膜が形成されるため、振動体 2 及び摩擦面 3 c の金属接触が生じるのを抑制することができ、振動体 2 や摩擦面 3 c の耐摩耗性を向上することができる。

【 0 0 1 6 】

また、摩擦部 3 b の摩擦面 3 c の表面気孔率（表面において各気孔が占める面積の割合）が大きすぎると摩擦部 3 b の強度が不足して摩擦面 3 c が過度に摩耗し、保持トルクや保持力の低下を招く。一方、表面気孔率が小さすぎると、摩擦部 3 b に含有されるエポキシ樹脂の量が減少して摩擦面 3 c へのエポキシ樹脂の移着量が減少し、摩擦面 3 c と振動体 2 の真実接触面積が増加しないため、やはり、保持トルクや保持力の低下を招く。これに対応して、本実施の形態の振動型アクチュエータ 1 では、摩擦面 3 c における表面気孔率が 5 % 以上且つ 3 0 % 以下に設定される。これにより、表面気孔率が必要以上に増大し、若しくは減少するのを防止し、摩擦面 3 c の過度な摩耗や摩擦面 3 c と振動体 2 の真実接触面積の減少を防止して保持トルクや保持力の低下を抑制することができる。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、移動体 3 の製造方法を説明するための工程図である。まず、S U S 4 2 0 J 2 の粉末（平均粒径 7 5 μ m）を焼結させてリング状焼結体 4 を形成する（図 4（A））。リング状焼結体 4 の断面形状は移動体 3 の断面形状の相似形を呈する。このとき、各 S U S 4 2 0 J 2 の粉末を融点以下の温度に保持し、互いに結合させてリング状体を形成した後、該リング状体を急冷してリング状焼結体 4 を得る。S U S 4 2 0 J 2 は急冷によって焼き入れ硬化するため、得られるリング状焼結体 4 から製造される移動体 3 の摩擦面 3 c の硬度が向上し、摩擦面 3 c の耐摩耗性を向上することができる。なお、摩擦面 3 c の焼き入れ硬化を確実にを行うために、リング状焼結体 4 の形成後、摩擦面 3 c に相当する部分へレーザー照射による焼き入れ処理を施してもよい。レーザー照射による焼き入れ処理では、加熱される範囲が限定されるため、加熱後の冷却時の収縮が生じる範囲を限定することができ、リング状焼結体 4 が不必要に変形するのを防止することができる。また、必要以上の範囲が硬化されることが無いため、リング状焼結体 4 の表面を切削して所望の寸法を有する移動体 3 を製造する場合、切削を容易に行うことができ、もって移動体 3 の製造効率を向上することができる。なお、S U S 4 2 0 J 2 の代わりにオーステナイト系ステンレスの一種である S U S 3 1 6 を用いた場合、耐摩耗性を向上させるために、イオン窒化法により硬い窒化層を設ける。

【 0 0 1 8 】

次いで、リング状焼結体 4 における摩擦面 3 c に相当する頂面 4 a へ液状のエポキシ樹脂 5 をディスペンサーで塗布する（図 4（B））。その後、リング状焼結体 4 を 8 0 ° C に加熱して保持し、エポキシ樹脂 5 の粘度を低下させてリング状焼結体 4 の各気孔への含浸を促進する。これにより、頂面 4 a からリング状焼結体 4 の内部へ向けてエポキシ樹脂 5 が含浸する。エポキシ樹脂 5 が含浸した部分が摩擦部 3 b となる。さらに、リング状焼結体 4 を 1 時間に亘って 8 0 ° C に保持する。このとき、頂面 4 a へ塗布されたエポキシ樹脂 5 は硬化する。その後、G C # 3 2 0 のエメリー紙による研磨を通じて硬化したエポキシ樹脂 5 をリング状焼結体 4 の頂面 4 a が現れるまで除去する。次いで、多結晶ダイヤモンド（平均粒径が 3 μ m）を塗布した銅定盤によって頂面 4 a にラップ加工（研磨加工）を施して平滑化を行う。これにより、摩擦面 3 c が形成される。さらに、リング状焼結体 4 の各部に切削加工を施し、所望の寸法を有する移動体 3 を得る（図 4（C））。得られた移動体 3 の摩擦部 3 b では、リング状焼結体 4 の各気孔の少なくとも一部にエポキシ樹脂 5 が含浸されている。また、耐摩耗性を向上させるために、エポキシ樹脂 5 に G C # 8 0 0 0 等のセラミック粒子を混合してもよい。また、得られた移動体 3 では、摩擦面 3 c の移動体 3 の径方向に関する長さ（以下、「径方向長さ」という。）が、本体部 3 a の径方

10

20

30

40

50

向長さよりも短い。これにより、塗布されるエポキシ樹脂 5 の量を削減してその後のエポキシ樹脂 5 の除去に要する時間を減らすことができる。また、上述したラップ加工を施す領域を減らすことができる。これにより、移動体 3 の製造時間を短縮することができる。なお、摩擦面 3 c の径方向長さは、摩擦面 3 c と接触する各突起部 2 a の位置誤差や寸法誤差を考慮しても、各突起部 2 a と摩擦面 3 c が接触可能な長さに設定される。

#### 【0019】

ところで、移動体 3 の製造方法において、摩擦部 3 b へエポキシ樹脂 5 を含浸させるために、リング状焼結体 4 の頂面 4 a へエポキシ樹脂 5 を塗布する（図 5 (A)）。このとき、摩擦部 3 b への十分な含浸を確保するために、比較的多めのエポキシ樹脂 5 を頂面 4 a へ塗布する（図 5 (B)）。ここで、含浸のためにエポキシ樹脂 5 を加熱すると、エポキシ樹脂 5 の粘度が低下し、余剰のエポキシ樹脂 5 が頂面 4 a から溢れ、例えば、垂直面 3 e に付着して硬化することがある。垂直面 3 e に付着して硬化したエポキシ樹脂 5 は、例えば、振動型アクチュエータ 1 をレンズ鏡筒に適用した場合、レンズホルダやカム環等の他の部位と干渉を起こす可能性がある。

10

#### 【0020】

これに対して、上述したように、移動体 3 には、傾斜面 3 d が設けられる。傾斜面 3 d は、頂面 4 a に相当する摩擦面 3 c と外周側において隣接する。摩擦面 3 c と傾斜面 3 d のなす角  $\theta_1$  は、 $90^\circ < \theta_1 < 180^\circ$  であるが、 $110^\circ < \theta_1 < 160^\circ$  が好ましい。また、角  $\theta_1$  は、 $120^\circ < \theta_1 < 150^\circ$  がより好ましい。また、角  $\theta_1$  は、 $120^\circ < \theta_1 < 150^\circ$  ( $120^\circ$  よりも大きく且つ  $150^\circ$  よりも小さい) が最も好ましい。ここでは、 $120^\circ$  よりも大きく、且つ  $150^\circ$  よりも小さい、傾斜面 3 d が設けられる。

20

#### 【0021】

余剰のエポキシ樹脂 5 は頂面 4 a の内周側及び外周側から溢れ出して庇状に突出する（図 5 (C)）。庇状に突出するエポキシ樹脂 5 は、エポキシ樹脂 5 の分子間力の作用によって溢れ出したままの形状を維持しながら、徐々に垂直面 3 e や傾斜面 3 d へ向けて垂れていく。ここで、摩擦面 3 c に対して所定の角度の傾斜面 3 d が設けられているため、傾斜面 3 d は、摩擦面 3 c に垂直な垂直面 3 e よりも先に庇状に突出するエポキシ樹脂 5 と接触する（図 5 (D)）。その後、エポキシ樹脂 5 は接触した傾斜面 3 d へ積極的に流れ出し、垂直面 3 e へ流れることがない（図 5 (E)）。すなわち、移動体 3 は傾斜面 3 d を備えることにより、エポキシ樹脂 5 が流れ出す方向を制御することができる（図 5 (F)）。これにより、エポキシ樹脂 5 が垂直面 3 e へ付着して硬化し、他の部位と干渉するのを防止することができる。また、エポキシ樹脂 5 を傾斜面 3 d へ積極的に流れ出させることにより、頂面 4 a に残存するエポキシ樹脂 5 の量を適切に抑えることができ、もって、エポキシ樹脂 5 の除去に要する時間を短縮することができる。また、移動体 3 は、摩擦面 3 c とは反対側において傾斜面 3 d と隣接し、摩擦面 3 c が上方を向く場合、摩擦面 3 c よりも低く、且つ摩擦面 3 c と平行をなす滞留面 3 f を有する。これにより、傾斜面 3 d へ流れ出したエポキシ樹脂 5 が傾斜面 3 d から溢れ出しても滞留面 3 f に留めることができ、もって、エポキシ樹脂 5 が垂直面 3 e とは反対側の垂直面等へ流れ出すのを防止することができる。

30

#### 【0022】

なお、角  $\theta_1$  が相対的に大きい場合は、角  $\theta_1$  が相対的に小さい場合と比較して、庇状に突出するエポキシ樹脂 5（図 5 (C)）は、傾斜面 3 d と接触しやすいため、頂面 4 a から傾斜面 3 d へ流出しやすい。そして、その結果、エポキシ樹脂 5 は、頂面 4 a から垂直面 3 e へ流出しにくくなるので、レンズホルダやカム環等の他の部位と干渉を起こしにくい。

40

#### 【0023】

しかし、角  $\theta_1$  が大きすぎると、エポキシ樹脂 5 は、必要以上に頂面 4 a から傾斜面 3 d へ流出するので、頂面 4 a に残存しにくくなる。そして、その結果、摩擦部 3 b への十分な含浸を確保しにくくなり、好ましくない。

#### 【0024】

50

また、角  $\theta_1$  が相対的に小さい場合は、角  $\theta_1$  が相対的に大きい場合と比較して、庇状に突出するエポキシ樹脂 5 ( 図 5 ( C ) ) は、頂面 4 a から傾斜面 3 d と接触しにくいいため、頂面 4 a から傾斜面 3 d へ流出しにくい。そして、その結果、エポキシ樹脂 5 は、頂面 4 a に残存しやすくなるので、摩擦部 3 b への十分な含浸を確保しやすい。

#### 【 0 0 2 5 】

しかし、角  $\theta_1$  が小さすぎると、エポキシ樹脂 5 は、必要以上に頂面 4 a に残存するので、頂面 4 a から垂直面 3 e へ流出しやすくなる。そして、その結果、レンズホルダやカム環等の他の部位と干渉を起こしやすくなり、好ましくない。また、角  $\theta_1$  が小さすぎると、エポキシ樹脂 5 は、必要以上に頂面 4 a に残存するので、頂面 4 a において多量に硬化しやすくなる。そして、その結果、ラップ加工に要する時間が長くなり、好ましくない。

10

#### 【 0 0 2 6 】

頂面 4 a へ塗布されるエポキシ樹脂 5 の量は、エポキシ樹脂 5 が摩擦部 3 b へ含浸された後も、所定量のエポキシ樹脂 5 が頂面 4 a へ残存する程度の量に設定される。このとき、エポキシ樹脂 5 の粘度の経時変化やディスペンサーによる塗布量のばらつき、さらには、本体部 3 a、特に摩擦部 3 b の気孔率のばらつき等を考慮して塗布されるエポキシ樹脂 5 の量を決定する。

#### 【 0 0 2 7 】

なお、移動体 3 の断面形状は上述したものに限られない。例えば、図 6 ( A ) に示すように、摩擦部 3 b の内周側の側面に傾斜面 3 g ( 他の傾斜面 ) が形成されてもよい。傾斜面 3 g は内周側において摩擦面 3 c に隣接する。摩擦面 3 c と傾斜面 3 g のなす角  $\theta_2$  は、120 度よりも大きく、且つ 150 度よりも小さく、且つ摩擦面 3 c と傾斜面 3 d のなす角  $\theta_1$  よりも小さい。角  $\theta_1$  は、120 度よりも大きく、且つ 150 度よりも小さいのが最も好ましい。これに対し、角  $\theta_2$  は、このような角度範囲に限られず、角  $\theta_1$  よりも小さければよい。また、移動体 3 の移動方向に垂直な断面 ( 以下、単に「断面」という。 ) において、傾斜面 3 d に対応する斜辺は、傾斜面 3 g に対応する他の斜辺よりも長い。摩擦面 3 c から庇状に突出する余剰のエポキシ樹脂 5 が下方に垂れていく際、角  $\theta_2$  が角  $\theta_1$  よりも小さく、傾斜面 3 g よりも傾斜面 3 d が余剰のエポキシ樹脂 5 に近い。その結果、傾斜面 3 g よりも傾斜面 3 d が先に余剰のエポキシ樹脂 5 と接触する ( 図 6 ( B ) ) 。その後、エポキシ樹脂 5 は、接触した傾斜面 3 d へ積極的に流れ出す。すなわち、エポキシ樹脂 5 は、傾斜面 3 g よりも傾斜面 3 d に積極的に流れるため、余剰のエポキシ樹脂 5 が傾斜面 3 g へ流れ出すのを抑制することができる。また、傾斜面 3 d に続いて傾斜面 3 g にも余剰のエポキシ樹脂 5 が接触しても、傾斜面 3 g に向けて流れ出るエポキシ樹脂 5 の量を少なくすると期待できる。

20

30

#### 【 0 0 2 8 】

また、振動型アクチュエータ 1 の適用先に空間的な余裕があり、移動体 3 を大型化できる場合、摩擦部 3 b を移動体 3 の径方向に関して移動体 3 の中央に配置し、摩擦部 3 b の両脇に滞留面 3 f を設けてもよい ( 図 7 ( A ) ) 。この場合、摩擦面 3 c と傾斜面 3 g のなす角  $\theta_2$  と、摩擦面 3 c と傾斜面 3 d のなす角  $\theta_1$  を同じ角度に設定してもよい。摩擦面 3 c から庇状に突出する余剰のエポキシ樹脂 5 が下方に垂れていく際、余剰のエポキシ樹脂 5 は傾斜面 3 d とほぼ同時に傾斜面 3 g に接触し、傾斜面 3 d と傾斜面 3 g の両方に流れ出す。しかしながら、傾斜面 3 d へ流れ出したエポキシ樹脂 5 が傾斜面 3 d から溢れ出しても滞留面 3 f に留めることができ、また、傾斜面 3 g へ流れ出したエポキシ樹脂 5 が傾斜面 3 g から溢れ出しても滞留面 3 f に留めることができる ( 図 7 ( B ) ) 。すなわち、エポキシ樹脂 5 が思わぬ所へ流れ出して硬化し、他の部位と干渉するのを防止することができる。

40

#### 【 0 0 2 9 】

次に、振動型アクチュエータ 1 の構成を例として行った試験結果について説明する。まず、実施例 1 , 2 の振動型アクチュエータを、図 3 に示した移動体 3 を用いて製造した。実施例 1 の振動型アクチュエータには、SUS420J2 の粉末を焼結させた焼結体に焼き入れ処理を施して硬化させ、さらに、セラミック粒子が混合されたエポキシ樹脂 5 を含

50



浸させた焼結体を含む摩擦部 3 b を有する移動体 3 を用いた。実施例 2 の振動型アクチュエータには、SUS420J2 の粉末を焼結させた焼結体に焼き入れ処理を施して硬化させ、さらに、エポキシ樹脂 5 を含浸させた焼結体からなる移動体 3 を用いた。なお、実施例 2 では、エポキシ樹脂 5 にセラミック粒子は混合されない。実施例 1, 2 の振動型アクチュエータのそれぞれに用いられている移動体 3 の製造には、図 4 の製造方法を適用することができる。また、比較例 1 として、SUS420J2 の粉末を焼結させた焼結体に焼き入れ処理を施して硬化させた焼結体からなる環状の移動体を有する振動型アクチュエータを製造した。さらに、比較例 2 として、通常のステンレス製造方法により製造された SUS420J2 溶製材からなり、摩擦面にイオン窒化法により窒化層を設けた環状の移動体を有する振動型アクチュエータを製造した。なお、比較例 1, 2 の移動体は移動体 3 と同様の形状を呈する。

10

#### 【0030】

次いで、製造した実施例 1, 2 及び比較例 1, 2 の振動型アクチュエータのそれぞれについて、移動体 3 の回転角度範囲を  $0^{\circ} \sim 50^{\circ}$  として 7 万回の往復駆動を行い、更に、回転角度範囲を  $50^{\circ} \sim 100^{\circ}$  として 5 千回の往復駆動を行った。このような往復駆動によって、突起部 2 a と摩擦面 3 c に「馴染み」が生じる。馴染みとは、摩擦面の真実接触部周辺の二面間距離が近付いたことをいう。馴染みが生じることによって突起部 2 a では摩擦面 3 c に対する接触面積が広がり、これに伴って摩擦面同士の二面間距離の近い部分の面積が増加する。突起部 2 a と摩擦面 3 c に馴染みが生じた後は、湿度の影響を更に強く受けることとなり、摩擦面が滑りやすくなる。すなわち、摩擦材と相手材とが一定領域（真実接触部）で接触しているときに、馴染みが生じる前（馴染み前）と馴染みが生じた後（馴染み後）とを比較すると、馴染み後では、馴染み前に互いに接触していなかった部分の距離が小さくなっている。このような状態で互いに接触していない二面間に水分（水分子）が存在すると、その水分が垂直抗力を支えることになるため、真実接触面積が減少して摩擦面の剪断力（摩擦係数）が低下する。一方、互いに接触していない二面間に水分が存在しない場合には、真実接触面積が増加することで、高い摩擦係数が得られる。したがって、馴染みが生じた部分に水分が存在するか否かによって、摩擦面の滑りやすさに大きな違いが生じるものと考えられる。このような理由から、本試験では、摩擦面における水分の影響が現れやすくなるように、上述の往復駆動を行っている。

20

#### 【0031】

往復駆動後の各振動型アクチュエータを、温度が  $60^{\circ}\text{C}$  で相対湿度が 90% の高湿度環境に 1 ~ 2 時間放置し、次いで、室温環境（温度が  $25^{\circ}\text{C}$  で相対湿度が 50%）に取り出して 2 時間放置した後、移動体 3 の円周方向における保持トルクを測定した。相対湿度が 90% の高湿度環境に長時間に亘って放置したのは、摩擦面 3 c の表面に水分を吸着させて摩擦面 3 c と振動体 2 の間に水膜を存在させ、摩擦力を低減させるためである。図 8 は、実施例 1, 2 及び比較例 1, 2 の振動型アクチュエータにおける保持トルクの測定結果を示すグラフである。図 8 に示すように、実施例 1, 2 の振動型アクチュエータにおける保持トルクが、比較例 1, 2 の振動型アクチュエータにおける保持トルクを上回った。すなわち、振動型アクチュエータにおいて、エポキシ樹脂が含浸された焼結体を移動体として用いると、高湿度環境に長時間に亘って放置した後でも、保持トルクを維持することができることが分かった。これは、含浸されたエポキシ樹脂が移動体 3 の摩擦面 3 c へ移着して摩擦面 3 c と振動体 2 の真実接触面積が増大したためだと考えられた。また、実施例 1 の振動型アクチュエータにおける保持トルクが、実施例 2 の振動型アクチュエータにおける保持トルクを上回った。すなわち、振動型アクチュエータにおいて、含浸されるエポキシ樹脂にセラミック粒子を混合すると、高湿度環境に長時間に亘って放置した後でも、保持トルクをより高い値で維持することができることが分かった。これは、セラミック粒子が摩擦面 3 c と振動体 2 の間の水膜を打ち破るためだと考えられた。

30

40

#### 【0032】

このように、ステンレス焼結体に樹脂を含浸させた摩擦材は、高湿度環境に長時間に亘って放置した後でも、従来の摩擦材よりも保持トルクを維持することができる。また、本

50

実施の形態に係る移動体 3 を用いれば、ステンレス焼結体に樹脂を含浸させる等の処理を行う際に、ステンレス焼結体に塗布した樹脂が、移動体 3 の内周側の側面に流れて硬化することを抑制できる。そのため、硬化した樹脂と他の部材との干渉による、振動型アクチュエータの駆動性能の低下を低減することができる。

【 0 0 3 3 】

以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 3 4 】

例えば、移動体 3 において、摩擦面 3 c と傾斜面 3 d のなす角  $\theta_1$  は 120 度よりも大きく、且つ 150 度よりも小さいのが最も好ましいが、当該角  $\theta_1$  は 90 度よりも大きく、且つ 180 度よりも小さい角度であればよい。また、角  $\theta_1$  は、110 度  $\theta_1$  160 度が好ましい。また、角  $\theta_1$  は、120 度  $\theta_1$  150 度がより好ましい。また、摩擦面 3 c と傾斜面 3 g のなす角  $\theta_2$  も 90 度よりも大きく、且つ 180 度よりも小さい角度であればよい。振動型アクチュエータ 1 では、環状の移動体 3 を用いたが、エポキシ樹脂が含浸された焼結体が現れる摩擦面を有する直方体状の移動体を用いてもよい。この場合、直方体状の移動体は振動体 2 によって長手方向にリニア駆動される。振動型アクチュエータ 1 の適用先としては各種電子機器が考えられるが、例えば、カメラのレンズ鏡筒や産業用ロボットにも振動型アクチュエータ 1 を適用することができる。

【 0 0 3 5 】

図 9 は、本発明の実施の形態に係る電子機器としてのレンズ鏡筒の断面図である。レンズ鏡筒 90 は筒状の鏡筒ユニット本体 91 を備える。図 9 において、鏡筒ユニット本体 91 は、一端において光軸 L に対して垂直且つ外側へ向けて突出するフランジ 92 を有する。フランジ 92 には、マニュアルフォーカスの際に手動で操作されるマニュアルリング 93 が光軸 L を中心として配置される。また、レンズ鏡筒 90 では、鏡筒ユニット本体 91 を内包するように振動型アクチュエータ 1 が光軸 L を中心として配置される。また、環状の出力伝達部材 94 が光軸 L を中心とし、且つ間にロータゴム 95 を挟んで振動型アクチュエータ 1 の移動体 3 と対向するように配置される。出力伝達部材 94 及びマニュアルリング 93 の間にはコロリング 96 (被駆動体) が配置される。コロリング 96 は出力伝達部材 94 やマニュアルリング 93 からの駆動力の伝達によって回転可能に構成される。コロリング 96 は光軸 L に沿って鏡筒ユニット本体 91 の端部から突出する出力キー 97 を有する。出力キー 97 は、例えば、カム環と係合し、コロリング 96 の回転をカム環へ伝達する。また、コロリング 96 は径方向に突出する複数のコロ軸 98 と、各コロ軸 98 によって軸支される車輪状のコロ 99 とを有する。さらに、環状の保持基台 100 が光軸 L を中心とし、且つ振動型アクチュエータ 1 の振動体 2 を保持するように配置される。また、振動体 2 とは反対側において保持基台 100 には板バネ 101 が当接するように配置される。さらに、鏡筒ユニット本体 91 の端部近傍には板バネ 101 を支持する環状の加圧リング 102 が光軸 L を中心として配置される。加圧リング 102 は内周側が鏡筒ユニット本体 91 とネジ又はバイヨネット構造によって係合する。加圧リング 102 を鏡筒ユニット本体 91 周りに回転させることによって光軸 L に沿って移動させ、板バネ 101 を圧縮する。圧縮された板バネ 101 は、保持基台 100 を振動型アクチュエータ 1 へ向けて押圧する。これにより、振動型アクチュエータ 1 の振動体 2 に押圧力が作用し、振動体 2 が移動体 3 へ加圧接触する。振動体 2 において振動が励起されると、摩擦駆動によって移動体 3 が円周方向に移動するが、移動体 3 へ出力伝達部材 94 やロータゴム 95 を挟んで接触するコロリング 96 も円周方向に移動する。このとき、コロリング 96 の出力キー 97 は、係合するカム環を回転させ、レンズ鏡筒のオートフォーカス動作を実現する。なお、振動型アクチュエータ 1 はレンズ鏡筒のオートフォーカス動作だけでなく、レンズ鏡筒のズーム動作の実現に用いられてもよく、さらには、カメラの撮像素子の駆動や手ぶれ補正時のレンズ又は撮像素子の駆動の実現に用いられてもよい。

【 0 0 3 6 】

図 10 は、本発明の実施の形態に係る電子機器としての産業用ロボットの斜視図である

。図10において、ロボット103は、例えば、水平多関節ロボットであり、振動型アクチュエータ1を搭載する。ロボット103は、先端部に設けられたハンド部112（被駆動体）と、複数のアーム120a～120d（被駆動体）と、各アーム120a～120dを接続し又はアーム120aの端部に設けられるアーム関節部111a～111cとを有する。アーム関節部111a～111cは、隣接するアーム120b, 120cの交差角を変更させ、又は、各アーム120a, 120bを自身のスラスト軸を中心軸として回転させる。ハンド部112は、アーム120dと、アーム120dの先端に取り付けられる把持部121と、アーム120及び把持部121を接続するハンド関節部122とを有する。ハンド関節部122は把持部121を回転駆動する。このような、ロボット103においてアーム関節部111a～111cの曲げやハンド部112の把持動作に用いられる振動型アクチュエータには、低回転数且つ高トルクのTN特性（負荷トルク - 回転数の関係を示す垂下特性）を有するものが好ましい。ここで、圧電素子2cを用いる摩擦駆動型の振動型アクチュエータ1は低回転数且つ高トルクのTN特性を有するため、ロボット103のアーム関節部111a～111cやハンド関節部122へ好適に用いられる。

10

【符号の説明】

【0037】

- 1 振動型アクチュエータ
- 2 振動体
- 2c 圧電素子
- 3 移動体
- 3b 摩擦部
- 3c 摩擦面
- 3d, 3g 傾斜面
- 3f 滞留面
- 4 リング状焼結体
- 5 エポキシ樹脂
- 90 レンズ鏡筒
- 103 ロボット

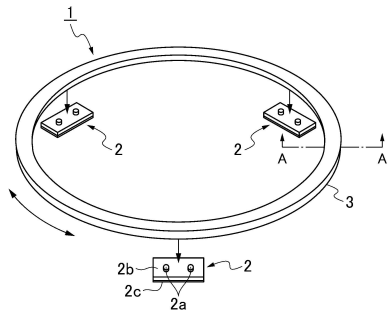
20

30

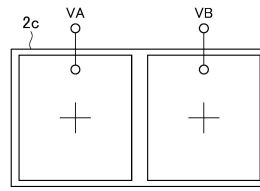
40

50

【図面】  
【図 1】



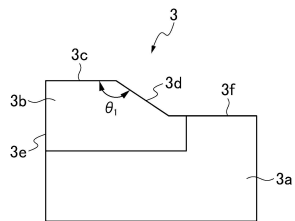
【図 2】



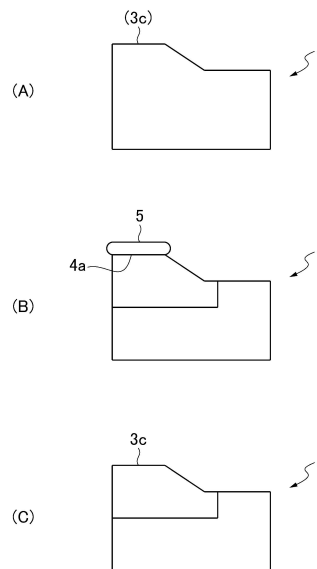
10

20

【図 3】



【図 4】

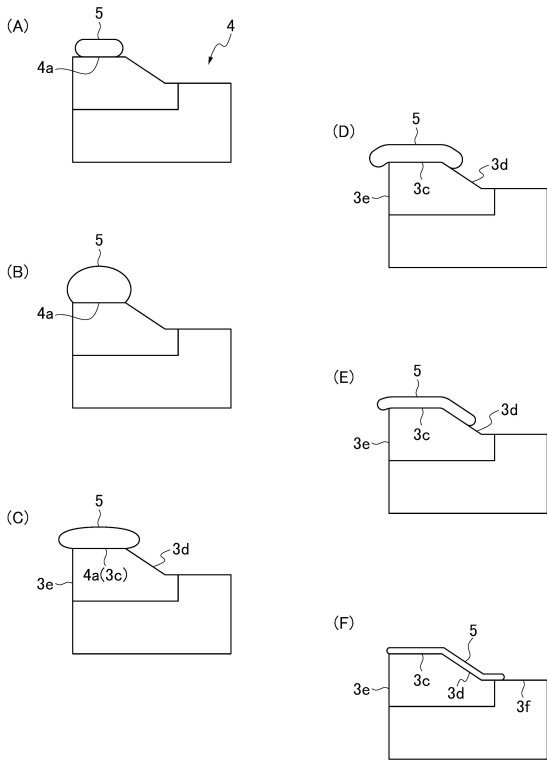


30

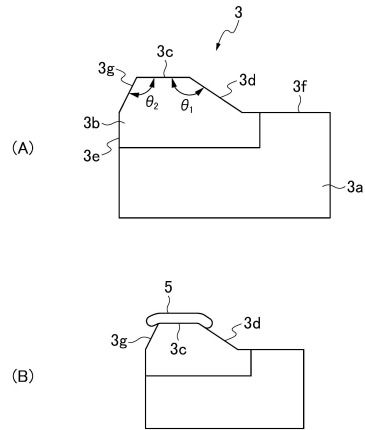
40

50

【図5】



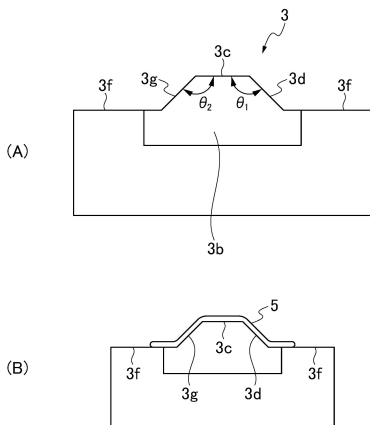
【図6】



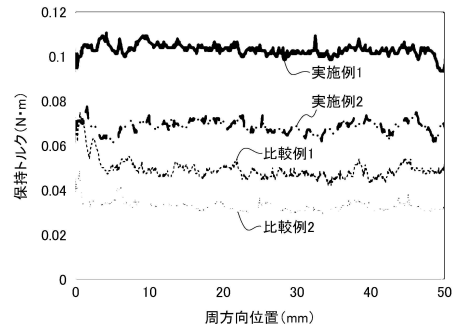
10

20

【図7】



【図8】

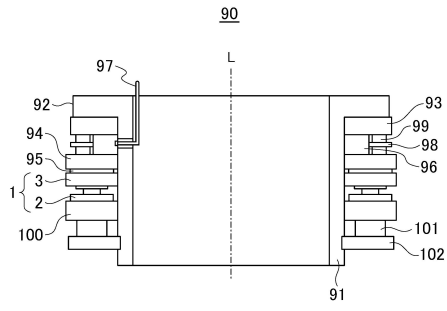


30

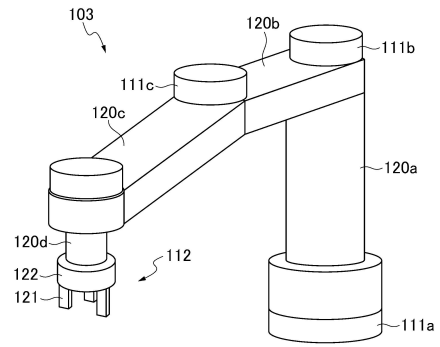
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-009448(JP,A)  
特開平03-273877(JP,A)  
特開平07-216411(JP,A)  
特開平10-178789(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02N 2/12