

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4763914号
(P4763914)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 D 5/347 (2006.01)

GO 1 D 5/347 1 1 O S

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-147559 (P2001-147559)	(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13年5月17日(2001.5.17)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2002-340624 (P2002-340624A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成14年11月27日(2002.11.27)	(72) 発明者	井垣 正彦 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成20年5月16日(2008.5.16)	(72) 発明者	高山 学 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転角度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータと、前記モータの回転軸に固定した合成樹脂製の回転ディスクと、前記回転ディスクに設けた回転角度情報記録部から情報を検出するセンサヘッドと、を有する回転角度検出装置において、

前記回転ディスクの熱膨張係数 1、前記回転軸の熱膨張係数 2、前記センサヘッドの温度特性係数、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記モータの取付基準面から前記センサヘッドの集光点までの距離 H、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記取付基準面から前記回転軸と前記回転ディスクの固定点までの距離 L、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記固定点から前記回転角度情報記録部までの距離 S、温度の変化量 T、前記温度の変化量 T に応じて変化する前記距離 H の変化量を ΔH 、 $\Delta H = H \times \alpha \times T$ としたとき、

$$\Delta H = (2 \times L + 1 \times S) \times \alpha \times T、$$

$$L = H + S、$$

を満たすことを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項2】

前記回転ディスクは、前記回転軸に固定する固定部と、前記固定部の外周縁から前記回転軸の軸線に沿う方向に延在する筒状部と、前記筒状部の外周縁から前記回転軸の軸線と直交する方向に延在するディスク本体部とを有することを特徴とする請求項1に記載の回転角度検出装置。

【請求項 3】

前記回転角度情報記録部は 1 個又は複数個の反射素子を円周方向に規則的に配列して成ることを特徴とする請求項 1 に記載の回転角度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に合成樹脂製の回転ディスクを備えたロータリエンコーダ等の回転角度検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のロータリエンコーダの多くには、回転角度情報を光学的に検出する光学式、又は回転角度情報を磁気的に検出する磁気式が使われている。そして、光学式のロータリエンコーダは、光束を回転角度情報記録部に透過させる透過型、又は光束を回転角度情報記録部で反射させる反射型となっている。

【0003】

例えば、図 11 は従来の透過型のロータリエンコーダを示し、このロータリエンコーダのモータ 1 は回転軸 2 を軸受 3、4 で支持している。回転軸 2 の上部に取付ハブ 5 を嵌合し、この取付ハブ 5 を回転軸 2 に止めねじ 6 で固定している。取付ハブ 5 の上面には回転角度情報記録体であるロータリスケール 7 を搭載し、回転軸 2 に固定した止め輪 8 と接着剤 9 とでロータリスケール 7 を取付ハブ 5 に固定している。そして、モータ 1 の上面に電気回路基板 10 を介して透過型のセンサヘッド 11 を配置している。

【0004】

センサヘッド 11 は電気回路基板 10 上にフレーム 12 を備え、ロータリスケール 7 の周縁部は、フレーム 12 の上枠部 12 a と下枠部 12 b の間に接触しないように配置している。フレーム 12 の上枠部 12 a は発光素子 13 とコリメータレンズ 14 を上方から順次に内蔵し、下枠部 12 b は固定スケール 15 と受光素子 16 を上方から順次に内蔵している。

【0005】

取付ハブ 5 は真鍮、アルミニウム等の切削加工性に優れた材料から成り、回転軸 2 を嵌合するための嵌合孔 5 a の内径や、ロータリスケール 7 を搭載するための受け面 5 b を高精度に加工している。そして、ロータリスケール 7 は薄いガラス又は薄い金属板にスリットをエッチング工程或いは写真製版用 P E T フィルムにより形成している。

【0006】

このロータリエンコーダを組み立てる際には、モータ 1 の回転軸 2 に取付ハブ 5 を嵌合し、取付ハブ 5 を所定のスラスト高に位置付けて止めねじ 6 を締め付ける。次に、取付ハブ 5 の上面にロータリスケール 7 を搭載し、回転軸 2 に固定した止め輪 8 で仮固定する。そして、ロータリスケール 7 の回転角度情報記録部 7 a の記録パターンの中心と回転軸 2 の中心との芯出し調整を行う。その後、図 12 に示すように回転軸 2 と止め輪 8 を接着剤 9 で固定すると共に、ロータリスケール 7 と止め輪 8 を接着剤 9 で固定する。最後に、ロータリスケール 7 の外周部をフレーム 12 の上枠部 12 a と下枠部 12 b の間に挿入するように、センサヘッド 11 をロータリスケール 7 に近付け、モータ 1 の適切な位置に固定する。

【0007】

センサヘッド 11 の発光素子 13 から出射した発散光束は、コリメータレンズ 14 を透過して略平行光束となり、ロータリスケール 7 の回転角度情報記録部 7 a を通過し、固定スケール 15 を通過して受光素子 16 に入射する。このとき、センサヘッド 11 は回転角度情報記録部 7 a と固定スケール 15 の相対的な角度位置変化に伴って発生するモアレ縞の変化を、受光素子 16 に入射する光量の変化として光学的に読み取り、ロータリスケール 7 の回転角度を検出する。

【0008】

10

20

30

40

50

図13は従来の反射型のロータリエンコーダを示し、上述のセンサヘッド11の代りに、ロータリスケール7の回転角度情報記録部7aからの反射光束を検出するセンサヘッド17をロータリスケール7の下方に配置している。

【0009】

このように、従来のロータリエンコーダを製造するためには、取付ハブ5、止めねじ6、止め輪8、接着剤9が必要となる上に、接着剤9を施す部分も多く、更には芯出し調整も必要となつて、工数が多く製造コストの削減が困難になっている。また、ロータリスケール7は薄いガラス又は薄い金属板にスリットをエッチング工程或いは写真製版PETフィルムにより形成するので、高い同軸精度や嵌合精度を達成することが困難である。

【0010】

近年では、ロータリエンコーダの製造において、取付ハブ5とロータリスケール7を合成樹脂材料から一体成形し、回転ディスクとして回転軸2に容易に組み込むことにより製造コストを削減する方法が知られている。例えば、本出願人は特開平60-140119号公報、特開昭62-3617号公報、実開平5-84818号公報、特公平5-39410号公報、特公平5-39411号公報などにおいて、V溝格子を用いたロータリスケールを開示し、特許第2810521号、特許第2862417号などにおいて、円筒格子タイプのロータリスケールを提案している。

【0011】

図14は合成樹脂材料から一体成形した回転ディスク18を備えたロータリエンコーダを示し、この回転ディスク18は回転角度情報記録部18aを有している。回転ディスク18は上述と同様なモータ1の回転軸2に嵌合し、回転軸2と回転ディスク18を接着剤19により固着している。

【0012】

このロータリエンコーダは上述の取付ハブ5、止めねじ6、止め輪8などは不要としている。また、回転軸2に対する回転ディスク18の嵌合孔18bの嵌合精度や、回転角度情報記録部18aのパターンと回転ディスク18の嵌合孔18bとの同軸精度を容易に達成している。更には、上述の芯出しという最も煩わしい工程も不要としている。従つて、部品点数を低減している上に芯出し調整工程を不要として、製造コストを大幅に削減している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、合成樹脂材料の熱膨張係数はガラスや金属の熱膨張係数よりも大きいので、回転軸2が金属製で回転ディスク18が合成樹脂製である場合に、環境温度が大きく変化した際に、回転軸2と回転ディスク18の寸法がそれぞれの熱膨張係数に従つて変化し、回転軸2と回転ディスク18の間の相対位置が変化する。同様に、センサヘッド11が合成樹脂材料から成る場合には、センサヘッド11が固有の温度特性係数に従つて最適位置から外れることがある。

【0014】

特に、回転軸2のスラスト方向に関して、回転ディスク18とセンサヘッド11の寸法が変化した場合には、回転角度情報記録部18aと対向して配置されたセンサヘッド11の間の最適間隔が変化し、センサヘッド11の出力信号が変化してセンサヘッド11の検出精度が劣化する。また、最悪の場合には回転ディスク18とセンサヘッド11が機械的に接触し、障害が発生することもある。

【0015】

しかし、これらの問題点を解決するためには、回転ディスク18やセンサヘッド11を取り付ける際のスラスト方向に関する取付公差を可能な限りなく少なくする必要が生じ、製造コストが上昇する。

【0016】

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、安価な構成で環境温度の変化に対応し、回転角度を高精度で検出し得る回転角度検出装置を提供することにある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る回転角度検出装置は、モータと、前記モータの回転軸に固定した合成樹脂製の回転ディスクと、前記回転ディスクに設けた回転角度情報記録部から情報を検出するセンサヘッドと、を有する回転角度検出装置において、

前記回転ディスクの熱膨張係数 α_1 、前記回転軸の熱膨張係数 α_2 、前記センサヘッドの温度特性係数 β 、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記モータの取付基準面から前記センサヘッドの集光点までの距離 H 、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記取付基準面から前記回転軸と前記回転ディスクの固定点までの距離 L 、前記回転軸の軸線に沿う方向に関する前記固定点から前記回転角度情報記録部までの距離 S 、温度の変化量 T 、前記温度の変化量 T に応じて変化する前記距離 H の変化量を ΔH 、 $\Delta H = H \times \alpha_1 \times T$ としたとき、

$$\Delta H \times \beta = (\alpha_2 \times L + \alpha_1 \times S) \times T,$$

$$L = H + S,$$

を満たすことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

本発明を図 1 ~ 図 10 に図示の実施の形態に基づいて詳細に説明する。

図 1 は第 1 の実施の形態の要部断面図であり、この第 1 の実施の形態の回転角度検出装置は反射型のロータリエンコーダとされている。モータ 21 では、回転軸 22 が上部軸受 23 と下部軸受 24 を介して回転自在に支持されている。回転軸 22 の上部には回転ディスク 25 が嵌合され、回転ディスク 25 は回転軸 22 に接着材 26 により固着されている。回転ディスク 25 の下面には回転角度情報記録部 27 が設けられており、この回転角度情報記録部 27 では図示しない 1 個又は複数個の反射素子が円周方向に規則的に配列されている。そして、モータ 21 の取付基準面 A には、反射型のセンサヘッド 28 が電気回路基板 29 を介して取り付けられている。

【 0 0 2 0 】

回転ディスク 25 は透光性の合成樹脂材料から一体的に成形されている。回転ディスク 25 には、回転軸 22 に固定される円板状の固定部 25a と、この固定部 25a の外周縁から回転軸 22 の軸線に沿う方向、つまりスラスト方向の下向きに延在する筒状部 25b と、この筒状部 25b の下部から回転軸 22 と直交する方向、つまりラジアル方向の外向きに延在するディスク本体部 25c とが設けられている。固定部 25a には回転軸 22 を嵌合する嵌合孔 25d が形成されており、回転角度情報記録部 27 はディスク本体部 25c の下面に設けられている。

【 0 0 2 1 】

なお、センサヘッド 28 の集光点を B、モータ 21 の取付基準面 A 内における回転軸 22 と上部軸受 23 の内輪との固定点を C、回転軸 22 と回転ディスク 25 の固定点を D、回転角度情報記録部 27 内の反射素子が存在している素子存在点を E、回転軸 22 のスラスト方向に関する固定点 C と固定点 D の距離を L 、回転軸 22 のスラスト方向に関する取付基準面 A と集光点 B の距離を H 、回転軸 22 のスラスト方向に関する固定点 D と素子存在点 E の距離を S としている。

【 0 0 2 2 】

図 2 に示すように、センサヘッド 28 は光束を発散する LED などの発光素子 31、この発光素子 31 からの光束を集光点 B に集光する第 1 のコリメータレンズ 32、回転角度情報記録部 27 で反射した発散光束を集光する第 2 のコリメータレンズ 33、この第 2 のコリメータレンズ 33 からの光束を検出する受光素子 34 から構成されている。

【 0 0 2 3 】

このロータリエンコーダにおいて、発光素子 31 から発散した光束は、第 1 のコリメータレンズ 32 を透過し、収束光束となって集光点 B に集光する。この集光点 B に収束した光束は、集光点 B に位置する回転角度情報記録部 27 の素子存在点 E で反射し、発散光束と

10

20

30

40

50

なって第2のコリメータレンズ33を透過し、再び収束光束となって受光素子34に入射する。この際に、回転角度情報記録部27の素子存在点Eを除く部分では、光束は回転ディスク25を透過する。そして、回転ディスク25の回転に伴って回転角度情報記録部27の反射素子が円周方向に移動し、受光素子34から出力する電気信号が変化し、回転角度情報を得る。

【0024】

ここで、集光点Bと素子存在点Eの位置が一致している場合には、センサヘッド28は良好な電気信号を出力する。しかし、モータ21から発生した熱により環境温度が上昇するので、回転軸22、回転ディスク25、センサヘッド28などが熱膨張し、集光点Bと素子存在点Eの位置を変化させようとする。そこで、この第1の実施の形態では、次の関係式(1)、(2)を成立させ、集光点Bと素子存在点Eの位置の変化を防止している。

10

【0025】

$$\alpha \times H \times \Delta T = (\alpha_2 \times L + \alpha_1 \times S) \times \Delta T \quad \dots (1)$$

$$L = S + H \quad \dots (2)$$

【0026】

ただし、回転ディスク25の熱膨張係数を α_1 、回転軸22の熱膨張係数を α_2 、センサヘッド28の最適位置での温度特性係数を α 、温度の変化量を ΔT とする。また、距離H、Lの符号は取付基準面Aの上方を+とし、距離Sの符号は固定点Dの上方を+とする。更に、回転軸22、回転ディスク25、センサヘッド28などの温度変化は同等とする。

【0027】

20

そして、温度の変化量 ΔT に応じて変化する距離Hの変化量を ΔH とし、温度特性係数 $\alpha = \Delta H / H$ と定義する。即ち、温度特性係数 α は距離Hが温度の変化によって、どの程度の割合で変化するかを定量的に表す係数とする。

【0028】

図3は環境温度が常温20℃で集光点Bと素子存在点Eが一致している状態、即ち回転ディスク25を回転軸22に最適位置関係に固定した状態を示している。ロータリエンコーダを製造する際には、熱膨張係数 α_1 、 α_2 と温度特性係数 α は既知であり、センサヘッド28を取り付けた結果として集光点Bの位置、つまり距離Hも先行して決定できるので、関係式(1)に熱膨張係数 α_1 、 α_2 、温度特性係数 α 、及び距離Hの値を代入し、関係式(2)との連立方程式を解くことにより、距離L、Sを決定する。そして、これらの距離L、Sから回転軸22、回転ディスク25、センサヘッド28などの形状や固定位置を求める。

30

【0029】

図4は作用説明図であり、温度特性係数 $\alpha = 0$ として環境温度が大きく変化した場合を示している。そして、回転軸22をステンレス製とし、回転ディスク25をポリカーボネート製としている。従って、熱膨張係数 $\alpha_1 = 6.6 \times 10^{-5}$ となり、熱膨張係数 $\alpha_2 = 1.47 \times 10^{-5}$ となる。このとき、距離Hを7.7mmとすると、関係式(1)、(2)から距離Lは+9.9mmとなり、距離Sは-2.2mmとなる。

【0030】

この場合に、温度特性係数 $\alpha = 0$ としているので、センサヘッド28は温度の影響を受けず、集光点Bの位置は変化しない。しかし、環境温度が大きく上昇するので、回転軸22と回転ディスク25は固有の熱膨張係数 α_1 、 α_2 に従って熱膨張する。回転軸22が熱膨張すると固定点Dが上向きに移動し、上述の距離Lよりも大きい距離L'となる。また、回転ディスク25が固定点Dを基準として下向きに膨張し、上述の距離Sよりも大きい距離S'となる。この際に、回転ディスク25の筒状部25bが主として下向きに膨張し、回転軸22の膨張に伴う素子存在点Eのスラスト方向への移動を相殺する。

40

【0031】

従って、この第1の実施では、環境温度が大幅に上昇しても、集光点Bと素子存在点Eの双方が不動点となり、安定した信号を出力することが可能となる。

【0032】

50

図5は第2の実施の形態の要部断面図、図6は作用説明図であり、温度特性係数 $= 0.50 \times 10^{-5}$ とし、その他の条件を上述と同様としている。この第2の実施の形態では、距離Lが+9.15mmとなり、距離Sが-1.45mmとなり、第1の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0033】

図7は第3の実施の形態の要部断面図であり、温度特性係数が大きい場合を示している。モータ41の回転軸42の上端面に、回転ディスク43がワッシャ44と止めねじ45により固定されている。回転軸42の上端面には、止めねじ45が螺合されるねじ孔42aが形成されている。

【0034】

回転ディスク43には、回転軸42に固定される固定部43aと、この固定部43aの外周縁から上方へ延在する筒状部43bと、この筒状部43bの上部から外方に水平に延在するディスク本体部43cとが設けられている。固定部43aには、回転軸42が嵌合される嵌合孔43dと、止めねじ45が挿通される挿通孔43eとが形成されており、回転角度情報記録部27はディスク本体部43cの下面に配置されている。

【0035】

この第3の実施の形態において、温度特性係数 $= 2.60 \times 10^{-5}$ とし、その他の条件を第1の実施の形態と同様とした場合には、距離Lが+6.0mmとなり、距離Sが+1.7mmとなり、第1、第2の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0036】

図8は第4の実施の形態の要部断面図であり、第3の実施の形態のセンサヘッド28の代りに透過型のセンサヘッド46が使用されている。この第4の実施の形態においても、第1、第2の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0037】

図9は第5の実施の形態の要部断面図であり、モータ51の回転軸52の上端面に、回転ディスク53が接着剤54により固定されている。そして、回転軸52の上端面には、接着剤54が施される溝部52aが形成されている。

【0038】

回転ディスク53には、回転軸52の上端面に配置される固定部53aと、この固定部53aの外周縁から下方に延在する筒状部53bと、この筒状部53bの下部から外方に水平に延在するディスク本体部53cとが設けられている。筒状部53bの内部は回転軸52が嵌合される嵌合孔53dとされ、回転軸52の外周面と嵌合孔53dの内周面の間は微少な隙間とされ、回転角度情報記録部27はディスク本体部53cの下面に配置されている。この第5の実施の形態でも、第1～第3の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0039】

図10は第6の実施の形態の要部断面図であり、モータ61の回転軸62の上端面に回転ディスク63がワッシャ64と止めねじ65により固定されている。そして、回転軸62の上端面には、止めねじ65が螺合されるねじ孔62aが形成されている。

【0040】

回転ディスク63には、回転軸62の上端面に固定される円板状の固定部63aと、この固定部63aの外周縁から下方に延在する筒状部63bと、この筒状部63bの下部から外方に水平に延在するディスク本体部63cとが設けられている。筒状部63bの内部は回転軸62が嵌合される嵌合孔63dとされ、回転軸62の外周面と嵌合孔63dの内周面の間は微少な隙間とされている。固定部63aには止めねじ65が挿通される挿通孔63eが形成され、回転角度情報記録部27はディスク本体部63cの下面に配置されている。この第6の実施の形態でも、第1～第3の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0041】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る回転角度検出装置は、環境温度が変化しても、回転角度情報記録部とセンサヘッドとの最適相対位置を維持することができ、出力信号を安定さ

10

20

30

40

50

せて検出誤差を低減させることができる上に、回転軸と回転ディスクとの固定強度を向上させることができる。また、使用可能な温度範囲を拡大することができる上に、回転角度の高分解能かつ高精度な検出を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態の要部断面図である。

【図 2】センサヘッドの詳細図である。

【図 3】集光点と素子存在点が一致した状態の説明図である。

【図 4】温度が上昇した後の状態の作用説明図である。

【図 5】第 2 の実施の形態の要部断面図である。

【図 6】温度が上昇した後の状態の作用説明図である。

10

【図 7】第 3 の実施の形態の要部断面図である。

【図 8】第 4 の実施の形態の要部断面図である。

【図 9】第 5 の実施の形態の要部断面図である。

【図 10】第 6 の実施の形態の要部断面図である。

【図 11】従来例の透過型エンコーダの部分断面図である。

【図 12】従来例の部分拡大平面図である。

【図 13】従来例の反射型エンコーダの部分断面図である。

【図 14】従来例の一体回転ディスクを有する透過型エンコーダの部分断面図である。

【符号の説明】

2 1、4 1、5 1、6 1 モータ

20

2 2、4 2、5 2、6 2 回転軸

2 3、2 4 軸受

2 5、4 3、5 3、6 3 回転ディスク

2 5 a、4 3 a、5 3 a、6 3 a 固定部

2 5 b、4 3 b、5 3 b、6 3 b 筒状部

2 5 c、4 3 c、5 3 c、6 3 c ディスク本体部

2 5 d、4 3 d、5 3 d、6 3 d 嵌合孔

2 6、5 4 接着剤

2 7 回転角度情報記録部

2 8、4 6 センサヘッド

30

2 9 電気回路基板

3 1 発光素子

3 2、3 3 コリメータレンズ

3 4 受光素子

A 取付基準面

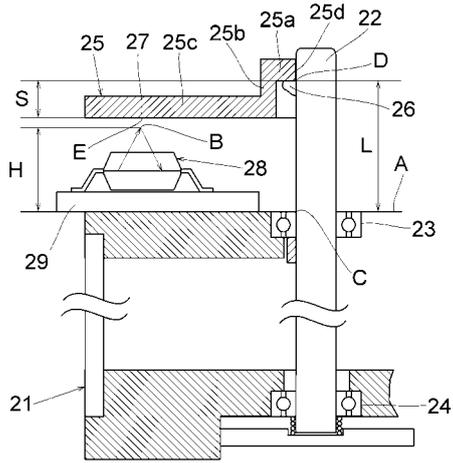
B 集光点

C、D 固定点

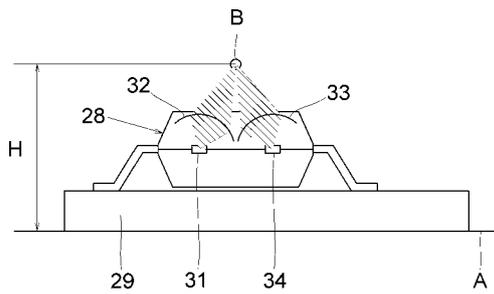
E 素子存在点

H、L、S 距離

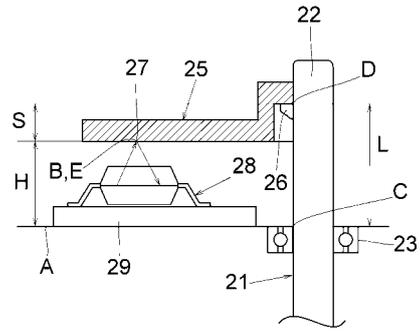
【図1】



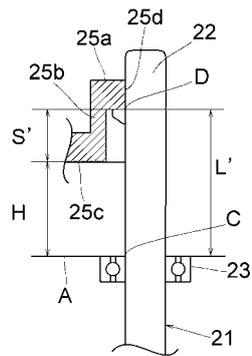
【図2】



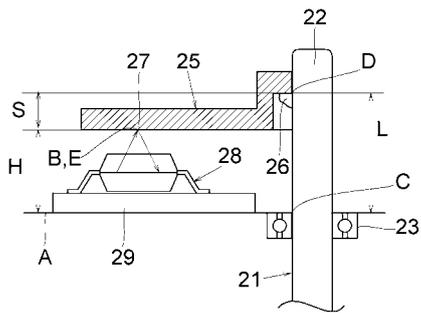
【図3】



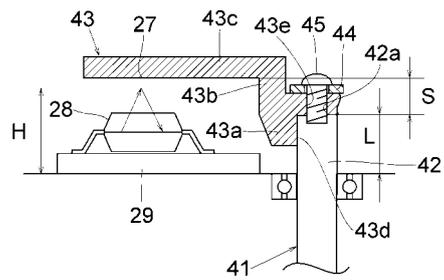
【図4】



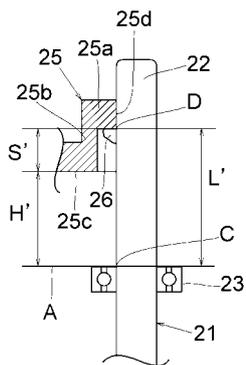
【図5】



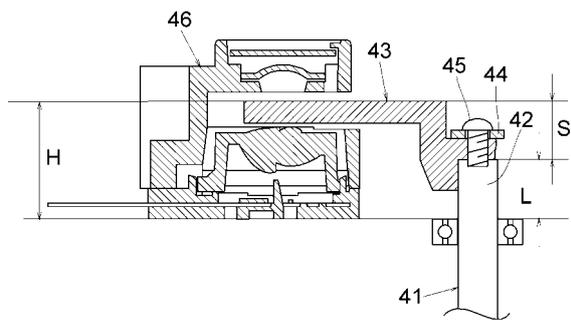
【図7】



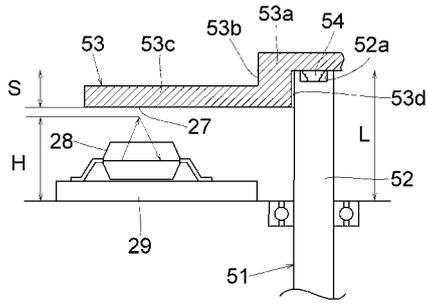
【図6】



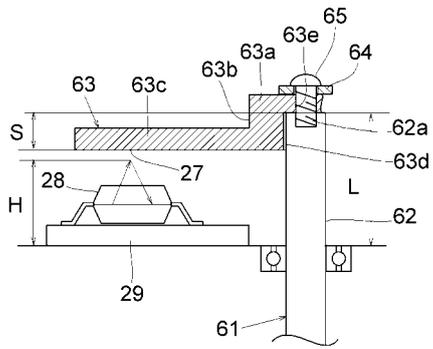
【図8】



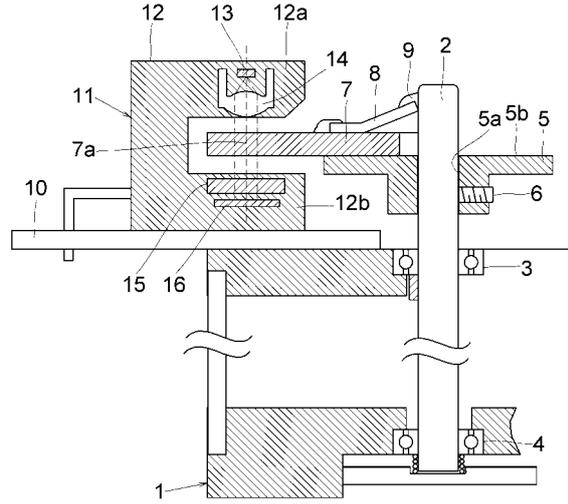
【図 9】



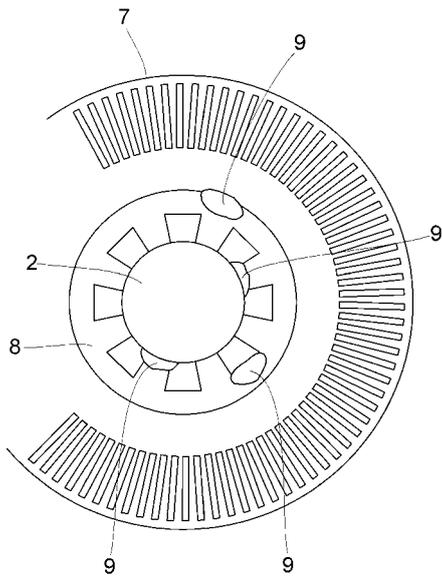
【図 10】



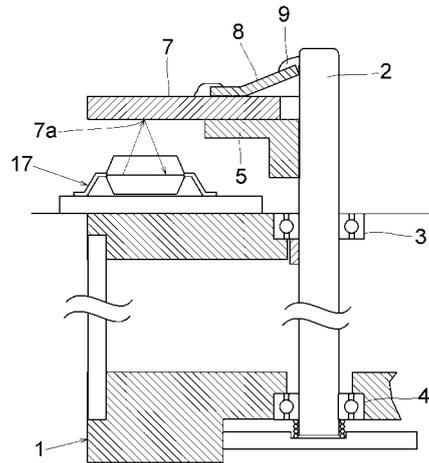
【図 11】



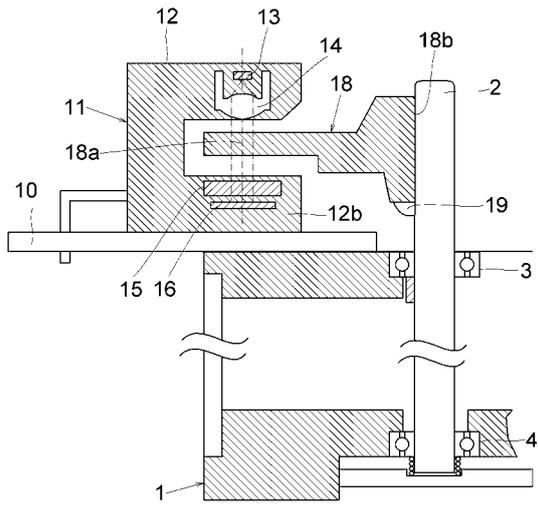
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 泰
東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開平11-14404(JP,A)
実開平5-27616(JP,U)
実開平3-80326(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D 5/26- 5/38