

(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
2023年2月9日(09.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/013071 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/35 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/029430

(22) 国際出願日: 2021年8月6日(06.08.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤本 達也 (FUJIMOTO, Tatsuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

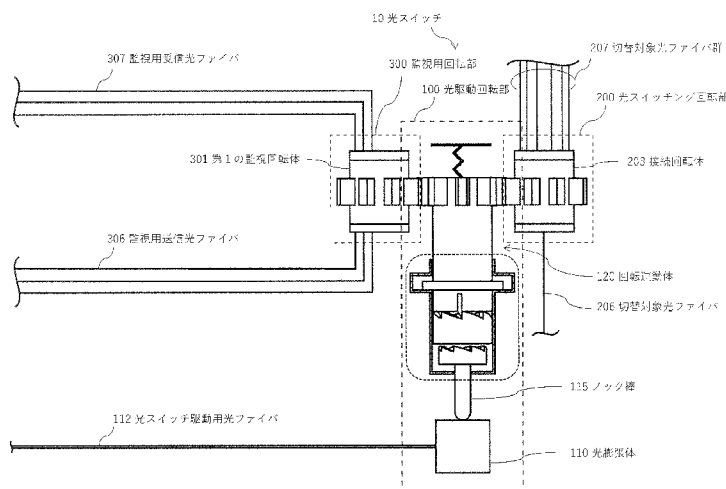
深井 千里 (FUKAI, Chisato); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 川野 友裕 (KAWANO, Tomohiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 渡邊 ひろし (WATANABE, Hiroshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中江 和英 (NAKAE, Kazuhide); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 片山 和典 (KATAYAMA, Kazunori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL SWITCH AND OPTICAL SWITCH SYSTEM

(54) 発明の名称: 光スイッチ及び光スイッチシステム

[図2]

[2]



10... OPTICAL SWITCH
100... LIGHT-DRIVEN ROTATIONAL PART
110... OPTICALLY EXPANDABLE BODY
112... OPTICAL SWITCH DRIVING OPTICAL FIBER
115... KNOCK ROD
120... ROTATIONAL MOVEMENT BODY
200... OPTICAL SWITCHING ROTATIONAL BODY
203... CONNECTION ROTATIONAL BODY
206... SWITCHING OBJECT OPTICAL FIBER
207... SWITCHING OBJECT OPTICAL FIBER GROUP
300... MONITORING ROTATIONAL PART
301... FIRST MONITORING ROTATIONAL BODY
306... MONITORING TRANSMISSION OPTICAL FIBER
307... MONITORING RECEPTION OPTICAL FIBER

(57) Abstract: The purpose of the present disclosure is to provide an optical switch which does not require power supply. The present disclosure relates to an optical switch comprising: a light-driven rotational part having an optically expandable body which expands by light irradiation and contracts by light blocking, a knock rod which converts the expansion and contraction of the optically expandable body into linear movement that moves back and forth by a given distance, and a rotational movement body which converts the expansion and contraction into rotational movement that rotates by a given angle in response to the linear movement that moves back and forth by the given distance of the knock rod; and an optical switching rotational part having a first optical connection body to which one switching object optical fiber is secured, a second optical connection body to which optical fibers of a switching object optical fiber group are connected, and a connection rotational body which rotates about an axis in synchronization with the rotation obtained by the conversion by the rotational movement body, and switchably connects the one switching object optical fiber secured to the first optical

(74) 代理人: 岡田 賢治, 外 (OKADA, Kenji et al.);
〒1050003 東京都港区西新橋二丁目 1 2 番 5 号
瀬戸口ビル 3 階アイル知財事務所 Tokyo (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, 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))

connection body that is in contact with one end surface and one optical fiber of the switching object optical fiber group secured to the second optical connection body that is in contact with the other end surface.

(57) 要約: 本開示は、電力の供給を不要とする光スイッチの提供を目的とする。本開示は、光の照射によって膨張し、光の遮断によって縮小する光膨張体、前記光膨張体の膨張・縮小を一定距離だけ往復する直線運動に変換するノック棒、及び前記ノック棒の一定距離だけ往復する直線運動に応じて一定の角度だけ回転する回転運動に変換する回転運動体を有する光駆動回転部と、1本の切替対象光ファイバが固定された第1の光接続体、切替対象光ファイバ群の光ファイバがそれぞれ固定された第2の光接続体、及び前記回転運動体の変換する回転に同期して軸を中心に回転し、一方の端面に接する前記第1の光接続体に固定された1本の切替対象光ファイバと他方の端面に接する前記第2の光接続体に固定された切替対象光ファイバ群の中の1本の光ファイバとを切替接続する接続回転体を有する光スイッチング回転部と、を備える光スイッチである。

明 細 書

発明の名称：光スイッチ及び光スイッチシステム

技術分野

[0001] 本開示は、光経路の切替えに用いる光スイッチ及び光スイッチシステムに関する。

背景技術

[0002] 光を光のまま経路切替を行う全光スイッチは様々な方式が提案されている（例えば、非特許文献1参照。）。このうち、光ファイバあるいは光コネクタ同士の突合せをロボットアームやモータ等で制御する光ファイバ型機械式光スイッチは、切替速度が遅いという点では他方式に劣るものの、低損失、低波長依存性、多ポート性、電源消失時に切替状態を保持する自己保持機能の具備などの点で他方式よりも優れている点を多く有している。

[0003] この代表的な構造として、例えば、光ファイバV溝を用いたステージを並行移動させる方式や、ミラーやプリズムを並行移動または角度変化させて入射光ファイバから複数の出射光ファイバに対して選択的に結合させる方式、ロボットアームを用いて光コネクタ付きのジャンパーケーブルを接続する方式などがある。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：M. Stepanovsky, “A Comparative Review of MEMS-Based Optical Cross-Connects for All-Optical Networks From the Past to the Present Day,” IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 21, no. 3, pp. 2928–2946, 2019.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、前述の非特許文献 1 に記載の従来技術においては、さらなる低電力化および小型化、経済化が困難であるという問題がある。具体的には、前述の光ファイバV溝ステージあるいはプリズムを並行移動させる方式では、一般に駆動源にモータが用いられるが、ステージ等の重量物を直動させる機構のため、一定以上のトルクがモータに必要となり、必要トルクを維持するために相応の出力を得るための消費電力を要する。
- [0006] また、シングルモード光ファイバを用いた光軸調心には、 $1\ \mu\text{m}$ 以下程度の精度が必要であることから、モータの回転運動を直動運動に変換させる機構、例えば、ボールねじを用いると、サブ μm ステップの直動運動に変換させる必要がある。通常用いられる出力側の光ファイバアレイの光ファイバピッチが光ファイバのクラッド外径 $125\ \mu\text{m}$ あるいは光ファイバの被覆外径 $250\ \mu\text{m}$ 程度である。
- [0007] この光ファイバピッチを維持したまま設置する光ファイバの本数を多くすると、出力側の光ファイバアレイが大きくなる。その結果、直動運動の距離が延び、モータの実駆動時間は長くせざるを得ず、消費電力が増大するという課題があった。このため、このような光ファイバ型機械式光スイッチは数百mW以上の電力を要する。また、光コネクタを用いたロボットアーム方式は、光コネクタあるいはフェルールを挿抜制御するロボットアームそのものに数十W以上の大きな電力を要してしまうという課題があった。屋外の架空光接続点など、電力供給の困難な環境においては、これらの光スイッチを駆動させるのに十分な電力を確保することは困難であった。
- [0008] そこで、前述の課題を解決するために、本開示は、電力の供給を不要とする光スイッチ、及び当該光スイッチを利用して低消費電力で動作する光スイッチシステムの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 前記課題を解決するために、本開示の光スイッチは、光の照射・遮断で膨張・縮小する光膨張体を利用して、直線運動から回転運動を発生させ、回転

運動で光ファイバを切替接続する構成とした。

[0010] 具体的には、本開示は

光の照射によって膨張し、光の遮断によって縮小する光膨張体、

前記光膨張体の膨張・縮小を一定距離だけ往復する直線運動に変換するノック棒、

及び前記ノック棒の一定距離だけ往復する直線運動に応じて一定の角度だけ回転する回転運動に変換する回転運動体

を有する光駆動回転部と、

1本の切替対象光ファイバが固定された第1の光接続体、

切替対象光ファイバ群の光ファイバがそれぞれ固定された第2の光接続体

、

及び前記回転運動体の変換する回転に同期して軸を中心に回転し、一方の端面に接する前記第1の光接続体に固定された1本の切替対象光ファイバと他方の端面に接する前記第2の光接続体に固定された切替対象光ファイバ群の中の1本の光ファイバとを切替接続する接続回転体

を有する光スイッチング回転部と、

を備える光スイッチ

である。

[0011] このような構造とすることにより、本開示の光スイッチは、電力の供給を不要とする構成とすることができる。

[0012] また、本開示の光スイッチは、

前記回転運動体は、

筐体の内部で軸を中心に回転する回転子、

前記回転子の側面に固定され、前記回転子の回転を伝える回転子歯車、

前記回転子の前記ノック棒の側の端面に固定され、前記ノック棒の側の先端が平坦な斜面となっている羽、

前記筐体の内部に固定され、円筒状の前記羽の側の端面に円環状に設けられた鋸歯状の溝の斜面であって前記羽の斜面と同じ方向の傾きを持つ斜面で

前記羽の斜面を受け止める円筒状のカム、

及び前記筐体に固定され、前記回転子を前記カムに向かって押し返す弾性体

を有し、

前記ロック棒は、前記カムの円筒状内部を往復し、前記カムの鋸歯状の溝と同じ周期で半ピッチずれた鋸歯状の溝であって、斜面が前記羽の斜面と同じ方向の傾きの斜面を持つ溝を前記羽の側の端面に円環状に有し、

前記光膨張体が縮小している際は、前記羽の斜面が前記弾性体によって前記カムの鋸歯状の溝の斜面に押し当てられ、

前記光膨張体が膨張する際は、前記ロック棒が前記回転子に向かって前進して、前記ロック棒の鋸歯状の溝の斜面が前記羽の斜面に押し当てられ、押し当てられた前記羽の斜面が前記ロック棒の鋸歯状の歯の斜面を滑ることによって、前記回転子が回転し、

前記光膨張体が膨張から縮小に転じる際は、前記ロック棒が前記回転子から後退し、前記弾性体によって押し返された前記回転子が前記カムに向かい、前記羽の斜面が前記カムの鋸歯状の溝の斜面に押し当てられ、押し当てられた前記羽の斜面が前記カムの鋸歯状の歯の斜面を滑ることによって、前記回転子が回転する

ことを特徴とする。

[0013] また、本開示の光スイッチは、

前記光膨張体は、黒色の材料又は内部に気泡を含む材料で構成されていることを特徴とする。

[0014] また、本開示の光スイッチは、

前記接続回転体は、

前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転させる接続回転体歯車、

及び軸に垂直な一方の端面の回転の中心と軸に垂直な他方の端面の回転の中心から所定距離を半径とする円周上に配置された接続点とを接続する接続

光路

を有し、

前記第 1 の光接続体は、前記接続回転体の一方の端面に接し、前記 1 本の切替対象光ファイバを前記接続回転体の回転の中心に対向する位置に固定し、

前記第 2 の光接続体は、前記接続回転体の他方の端面に接し、前記切替対象光ファイバ群の光ファイバを前記接続回転体の回転の中心から所定距離を半径とする円周上にそれぞれ固定し、

前記接続回転体が回転することによって、前記接続光路が前記第 1 の光接続体の前記 1 本の切替対象光ファイバと前記第 2 の光接続体の前記切替対象光ファイバ群の中の 1 本の光ファイバとを切替接続することを特徴とする。

[0015] また、本開示の光スイッチは、

前記回転運動体の回転に同期して回転し、前記接続回転体の回転角度を検出する監視用回転部をさらに備えることを特徴とする。

[0016] また、本開示の光スイッチは、

前記監視用回転部は、

前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転し、軸に垂直な一方の端面と軸に垂直な他方の端面とを接続する複数の監視光路であって、回転の角度によって接続・遮断のパターンが異なる監視光路を有する第 1 の監視回転体と、

前記第 1 の監視回転体の一方の端面に接し、監視用の光を送信する複数の監視用送信光ファイバを固定する第 3 の光接続体と、

前記第 1 の監視回転体の他方の端面に接し、監視用の光を受信する複数の監視用受信光ファイバを固定する第 4 の光接続体と、を有し、

前記第 1 の監視回転体の回転によって、前記複数の監視用送信光ファイバから前記複数の監視用受信光ファイバへのそれぞれの光の接続・遮断のパタ

ーンが固有に変化する
ことを特徴とする。

[0017] また、本開示の光スイッチは、

前記監視用回転部は、

前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転し、軸に垂直な一方の端面に回転の角度によって反射・遮断のパターンが異なる反射板を有する第2の監視回転体と、

前記第2の監視回転体の一方の端面に接し、監視用の光を送受信する複数の監視用送受信光ファイバを固定する第5の光接続体と、を有し、

前記第2の監視回転体の回転によって、前記複数の監視用送受信光ファイバでのそれぞれの光の反射・無反射のパターンが固有に変化することを特徴とする。

[0018] 前記課題を解決するために、本開示の光スイッチシステムは、制御装置からの光の照射・遮断で膨張・縮小する光膨張体を利用して、直線運動から回転運動を発生させ、回転運動で光ファイバを切替接続する構成とした。

[0019] 具体的には、本開示は

前記いずれかに記載の光スイッチと、

前記光膨張体に膨張を起こさせる光を供給する駆動用光源及び前記駆動用光源に照射、遮断を指示する制御部を有する制御装置と、

を備えることを特徴とする光スイッチシステム
である。

[0020] このような構造とすることにより、本開示の光スイッチシステムは、電力の供給を不要とする光スイッチを利用するため、低消費電力で動作することができる。

[0021] なお、上記各開示の発明は、可能な限り組み合わせることができる。

発明の効果

[0022] 本開示によれば、電力の供給を不要とし、低消費電力で動作する光スイッチ及び当該光スイッチを利用した光スイッチシステムを提供することができる。

る。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本開示の光スイッチシステムの構成を説明する図である。

[図2]本開示の光スイッチの構成を説明する図である。

[図3]本開示の光駆動回転部の構成を説明する図である。

[図4]本開示の光膨張体の構成を説明する図である。

[図5A]本開示のノック棒の構成を説明する図である。

[図5B]本開示のノック棒の構成を説明する図である。

[図6A]本開示のカムの構成を説明する図である。

[図6B]本開示のカムの構成を説明する図である。

[図7A]本開示の筐体の構成を説明する図である。

[図7B]本開示の筐体の構成を説明する図である。

[図8A]本開示の回転運動体の構成を説明する図である。

[図8B]本開示の回転運動体の構成を説明する図である。

[図9]本開示の光駆動回転部の動作を説明する図である。

[図10]本開示の光駆動回転部の動作を説明する図である。

[図11]本開示の光駆動回転部の動作を説明する図である。

[図12A]本開示の光スイッチング回転部の構成を説明する図である。

[図12B]本開示の光スイッチング回転部の構成を説明する図である。

[図13A]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

[図13B]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

[図13C]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

[図14]本開示の光スイッチシステムの構成を説明する図である。

[図15]本開示の光スイッチの構成を説明する図である。

[図16A]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

[図16B]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

[図16C]本開示の監視用回転部の構成を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

なお、本開示は、以下に示す実施形態に限定されるものではない。これらの実施の例は例示に過ぎず、本開示は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

[0025] 本開示の光スイッチシステムの構成を図1に示す。図1において、10は光スイッチ、112は光スイッチ駆動用光ファイバ、20は制御装置、21は制御部、22は駆動用光源、23は監視用光源、24は監視用光受信機、206は切替対象光ファイバ、207は切替対象光ファイバ群、306は監視用送信光ファイバ、307は監視用受信光ファイバである。

[0026] 光スイッチシステムは、光スイッチ10及び制御装置20を備える。制御装置20は、制御部21及び駆動用光源22を有する。制御装置20は、監視用光源23及び監視用光受信機24をさらに有してもよい。

[0027] 制御部21は、駆動用光源22に駆動用の光の照射・遮断を指示する。駆動用光源22は光スイッチ駆動用光ファイバ112を通して、光スイッチ10に駆動用の光を供給する。駆動用光源22の光を照射・遮断とすることにより、光スイッチ10は、切替対象光ファイバ206と切替対象光ファイバ群207の中の1本の光ファイバとを切替接続する。光スイッチ10は電源を用いておらず、電源を使用することができる制御装置20から光スイッチ駆動用光ファイバ112を介して送られる光により制御される。

[0028] 制御部21は、監視用光源23に監視用の光を送信させる。監視用光源23は監視用送信光ファイバ306を通して、光スイッチ10に監視用の光を供給する。監視用光受信機24は監視用受信光ファイバ307を通して、光スイッチ10から監視用の光を受信する。制御部21は、監視用光受信機24からの受信信号を受信し、光スイッチ10が指示通りに動作しているかを監視する。

[0029] 本開示の光スイッチの構成を図2に示す。図2において、10は光スイッチ、100は光駆動回転部、110は光膨張体、112は光スイッチ駆動用

光ファイバ、１１５はノック棒、１２０は回転運動体、２００は光スイッチング回転部、２０３は接続回転体、２０６は切替対象光ファイバ、２０７は切替対象光ファイバ群、３００は監視用回転部、３０１は第１の監視回転体、３０６は監視用送信光ファイバ、３０７は監視用受信光ファイバである。光スイッチ１０は光駆動回転部１００及び光スイッチング回転部２００を備える。さらに、監視用回転部３００を備えてもよい。なお、図２では、光駆動回転部１００の点線内だけ、筐体の内部を透視した図面としている。

[0030] 光スイッチ駆動用光ファイバ１１２を介して、光駆動回転部１００の光膨張体１１０に駆動用の光が照射され、その後、駆動用の光が遮断されると、照射・遮断に応じて光膨張体１１０が膨張・縮小する。ノック棒１１５が光膨張体１１０の膨張・縮小を一定距離だけ往復する直線運動に変換する。光駆動回転部１００の中の回転運動体１２０がノック棒１１５の直線運動を一定角度だけ回転する回転運動に変換する。その回転が光スイッチング回転部２００に伝わり、光スイッチング回転部２００の中の接続回転体２０３が回転することにより、切替対象光ファイバ群２０７の中の１本と切替対象光ファイバ２０６が切替接続される。

[0031] 光スイッチが監視用回転部３００を備える場合は、光駆動回転部１００の回転運動体１２０が一定角度だけ回転する回転運動に変換すると、その回転が監視用回転部３００へ伝わり、監視用回転部３００の第１の監視回転体が一定角度回転する。監視用送信光ファイバ３０６から監視用回転部３００へ光が入射され、その光がどのように接続・遮断されて監視用受信光ファイバ３０７へ入射されるかにより光スイッチング回転部２００の中の接続回転体２０３の回転角度を検出することができる。従って、制御装置２０は、光スイッチ１０が、切替対象光ファイバ２０６と切替対象光ファイバ群２０７の中のどの光ファイバとを指示通りに切替接続しているかを監視することができる。

[0032] 本開示の光駆動回転部の構成を図３に示す。本開示の光駆動回転部の有する光膨張体、ノック棒、カム、筐体及び回転運動体の各構成を図４から図８

Bに示す。図3から図8Bにおいて、100は光駆動回転部、110は光膨張体、110-1は光膨張部材、111はテコ、112は光スイッチ駆動用光ファイバ、115はノック棒、115-1はノック棒の溝、115-2は押圧部、120は回転運動体、121は回転子、122は回転子歯車、123は羽、124はカム、124-1はカムの溝、124-2はカムのノック孔、125は凸部、126は弾性体、127は軸孔、140は筐体、141は回転子孔、142は凹部、143は筐体のノック孔である。なお、図3では、光駆動回転部100の点線内だけ、筐体140の内部を透視した図面としている。

[0033] 図3において、光膨張体110は、光スイッチ駆動用光ファイバ112から供給される駆動用の光が照射されると膨張し、遮断されると縮小する。光膨張体110の材料は光が照射されると膨張し、光が遮断されると縮小する部材である。例えば、膨張しやすい材料として、ポリマー分子が挙げられる。ポリマー分子などの膨張しやすい材料に黒色の材料、例えば、炭が練り込まれていることが望ましい。その黒色物質が光を照射されることで光を熱に変換することが容易になる。その熱を黒色物質のポリマーに移動することで、ポリマーが熱膨張を起こす。また、内部に気泡を含む発泡性のポリマーを使って空気の熱膨張を利用してもよい。

[0034] 光膨張体の構成の例を図4に示す。熱膨張で大きな変化を起こすため、図4に示すように、テコ111を用いて光膨張部材110-1の膨張・縮小を増幅してもよい。

[0035] ノック棒の構成の例を図5A及び図5Bに示す。図5Aはノック棒の正面図、上面図及び下面図であり、図5Bはノック棒の斜視図である。図3、図5A及び図5Bにおいて、ノック棒115の押圧部115-2は、光膨張体110の膨張・縮小に合わせて、カムのノック孔124-2の内部を一定距離だけ往復する直線運動に変換する。具体的には、ノック棒115は、羽123の側の端面に、円環状にノック棒の溝115-1を有する。ノック棒の溝115-1は鋸歯状の形状を持つ。ノック棒の溝115-1の周期は、カ

ム 1 2 4 のカムの溝 1 2 4 - 1 と同じで、半ピッチずれている。ノック棒の溝 1 1 5 - 1 の斜面は回転子 1 2 1 を押し上げる際に羽 1 2 3 を受け止めるため、羽 1 2 3 の斜面と同じ方向の傾きを持つ。

[0036] 回転運動体 1 2 0 は、ノック棒 1 1 5 の一定距離だけ往復する直線運動に応じて一定の角度だけ回転する回転運動に変換する。具体的には、回転運動体 1 2 0 は、回転子 1 2 1、回転子歯車 1 2 2、羽 1 2 3、カム 1 2 4、凸部 1 2 5、弾性体 1 2 6 及び筐体 1 4 0 を有する。

[0037] カムの構成の例を図 6 A 及び図 6 B に示す。図 6 A はカムの正面図、上面図及び下面図であり、図 6 B はカムの斜視図である。図 3、図 6 A 及び図 6 B において、カム 1 2 4 は、内部のカムのノック孔 1 2 4 - 2 をノック棒 1 1 5 が往復する円筒状で、筐体 1 4 0 の内部に固定されている。羽 1 2 3 の側の端面に、円環状にカムの溝 1 2 4 - 1 を有する。カムの溝 1 2 4 - 1 は鋸歯状の形状を持つ。カムの溝 1 2 4 - 1 の周期は、ノック棒の溝 1 1 5 - 1 と同じで、半ピッチずれている。カムの溝 1 2 4 - 1 の斜面は回転子 1 2 1 の羽 1 2 3 を受け止めるため、羽 1 2 3 の斜面と同じ方向の傾きを持つ。

[0038] 筐体の構成の例を図 7 A 及び図 7 B に示す。図 7 A は筐体の正面図、上面図及び下面図であり、図 7 B は筐体の斜視図である。図 3、図 7 A 及び図 7 B において、筐体 1 4 0 は、回転子孔 1 4 1、凹部 1 4 2 及び筐体のノック孔 1 4 3 を持つ。筐体 1 4 0 は、回転子孔 1 4 1 で回転子 1 2 1 を支え、その回転運動を安定化する。筐体 1 4 0 は、内部にカム 1 2 4 を固定する。筐体 1 4 0 は、筐体のノック孔 1 4 3 で内部のノック棒 1 1 5 を支え、その直線運動を安定化する。筐体 1 4 0 の一部には、弾性体 1 2 6 が固定され、弾性体 1 2 6 は回転子 1 2 1 をカム 1 2 4 に向かって押し返す。

[0039] 回転運動体の構成の例を図 8 A 及び図 8 B に示す。図 8 A は回転運動体の正面図、上面図及び下面図であり、図 8 B は回転運動体の斜視図である。図 3、図 8 A 及び図 8 B において、回転子 1 2 1 は、筐体 1 4 0 の内部で、軸孔 1 2 7 を中心に回転する。回転子歯車 1 2 2 は、回転子 1 2 1 の側面に固定され、回転子 1 2 1 の回転を伝える。羽 1 2 3 は、回転子 1 2 1 のノック

棒 1 1 5 の側の端面に固定され、ノック棒 1 1 5 の側の先端が平坦な斜面となっている。羽 1 2 3 の斜面は、鋸歯状のノック棒の溝 1 1 5 - 1 の斜面及び鋸歯状のカムの溝 1 2 4 - 1 の斜面と同じ方向の傾きを持つ。羽 1 2 3 の斜面の傾きの角度も鋸歯状のノック棒の溝 1 1 5 - 1 の斜面の傾きの角度及び鋸歯状のカムの溝 1 2 4 - 1 の斜面の傾きの角度と同程度が望ましい。回転子の凸部 1 2 5 は、凹部 1 4 2 の内部広さの範囲内でノック棒 1 1 5 の直線運動と同じ方向の自由度を持つ。

[0040] 光駆動回転部 1 0 0 の動作を図 9、図 1 0 及び図 1 1 で説明する。図 9、図 1 0 及び図 1 1 において、1 0 0 は光駆動回転部、1 1 0 は光膨張体、1 1 2 は光スイッチ駆動用光ファイバ、1 1 5 はノック棒、1 2 0 は回転運動体、1 2 1 は回転子、1 2 2 は回転子歯車、1 2 3 は羽、1 2 4 はカム、1 2 5 は凸部、1 2 6 は弾性体、1 4 0 は筐体である。なお、図 9、図 1 0 及び図 1 1 では、光駆動回転部 1 0 0 の点線内だけ、筐体 1 4 0 の内部を透視した図面としている。

[0041] 図 9 において、光膨張体 1 1 0 に光が照射されていないときは、光膨張体 1 1 0 は縮小している。光膨張体 1 1 0 が縮小していると、ノック棒 1 1 5 は羽 1 2 3 から離れている。弾性体 1 2 6 が回転子 1 2 1 を押すことによって、羽 1 2 3 の斜面がカムの溝 1 2 4 - 1 の斜面に押し当てられている。

[0042] 図 1 0 において、光スイッチ駆動用光ファイバ 1 1 2 を通して光膨張体 1 1 0 に駆動用の光が照射されると、光膨張体 1 1 0 は膨張する。光膨張体 1 1 0 が膨張すると、ノック棒 1 1 5 が回転子 1 2 1 に向かって前進する。ノック棒の溝 1 1 5 - 1 の斜面が羽 1 2 3 の斜面に押し当てられ、押し当てられた羽 1 2 3 の斜面がノック棒の溝 1 1 5 - 1 の斜面を滑ることによって、回転子 1 2 1 が回転する。

[0043] 図 1 1 において、光膨張体 1 1 0 への駆動用の光が遮断されると、光膨張体 1 1 0 は縮小する。光膨張体 1 1 0 が縮小すると、ノック棒 1 1 5 が回転子 1 2 1 から後退する。弾性体 1 2 6 が回転子 1 2 1 を押すことによって、羽 1 2 3 の斜面がカムの溝 1 2 4 - 1 の斜面に押し当てられる。押し当てら

れた羽 1 2 3 の斜面がカムの溝 1 2 4 - 1 の斜面を滑ることによって、回転子 1 2 1 がさらに回転する。回転子 1 2 1 の羽 1 2 3 は隣接する溝に収まる。図 9 からの一連の動作で、回転子 1 2 1 はカムの溝 1 2 4 - 1 の溝一つ分だけ回転する。一連の動作を繰り返すことにより、回転子 1 2 1 は一定角度ずつ回転し、所望の角度での回転が実現できる。

[0044] 光スイッチング回転部の構成を図 1 2 A 及び図 1 2 B に示す。図 1 2 A は光スイッチング回転部の正面図、上面図及び下面図であり、図 1 2 B は光スイッチング回転部の斜視図である。図 1 2 A 及び図 1 2 B において、2 0 0 は光スイッチング回転部、2 0 1 は第 1 の光接続体、2 0 2 は第 2 の光接続体、2 0 3 は接続回転体、2 0 6 は切替対象光ファイバ、2 0 7 は切替対象光ファイバ群、2 1 3 は接続回転体歯車である。

[0045] 図 1 2 A 及び図 1 2 B において、光スイッチング回転部 2 0 0 は、第 1 の光接続体 2 0 1、第 2 の光接続体 2 0 2 及び接続回転体 2 0 3 を有する。第 1 の光接続体 2 0 1 には、1 本の切替対象光ファイバ 2 0 6 が固定されている。第 2 の光接続体 2 0 2 には、切替対象光ファイバ群 2 0 7 の複数の光ファイバが固定されている。接続回転体 2 0 3 は、回転運動体 1 2 0 の変換する回転に同期して軸を中心に回転し、一方の端面に接する第 1 の光接続体 2 0 1 に固定された 1 本の切替対象光ファイバ 2 0 6 と他方の端面に接する第 2 の光接続体 2 0 2 に固定された切替対象光ファイバ群 2 0 7 の中の 1 本の光ファイバとを切替接続する。

[0046] 図 1 2 A 及び図 1 2 B における光スイッチング回転部 2 0 0 の歯の数は、図 8 A 等の回転運動体 1 2 0 の歯の数と一致する必要はない。

[0047] 具体的には、接続回転体 2 0 3 は、接続回転体歯車 2 1 3 及び接続光路（不図示）を有する。接続回転体歯車 2 1 3 は、回転運動体 1 2 0 の変換する回転運動に応じて、軸を中心に接続回転体 2 0 3 を回転させる。即ち、接続回転体歯車 2 1 3 は、回転子 1 2 1 の回転を伝える回転子歯車 1 2 2 によって、軸を中心に接続回転体 2 0 3 を回転させる。接続光路は、接続回転体 2 0 3 の軸に垂直な一方の端面の回転の中心と軸に垂直な他方の端面の回転の

中心から所定距離を半径とする円周上にある接続点とを光で接続する。

[0048] 第1の光接続体201は、接続回転体203の一方の端面に接し、1本の切替対象光ファイバ206を接続回転体203の回転の中心に対向する位置に固定する。第2の光接続体202は、接続回転体203の他方の端面に接し、切替対象光ファイバ群207の複数の光ファイバを接続回転体203の回転の中心から所定距離を半径とする円周上に固定する。接続回転体203が回転することによって、接続回転体203の接続光路が、第1の光接続体201の1本の切替対象光ファイバ206と第2の光接続体202の切替対象光ファイバ群207の中の1本の光ファイバとを切替接続する。

[0049] 1本の切替対象光ファイバ206及び接続回転体203の接続光路の端点にそれぞれコリメートレンズを設け、コリメート光で接続してもよい。また、切替対象光ファイバ群207の複数の光ファイバ及び接続回転体203の接続光路の端点にそれぞれコリメートレンズを設け、コリメート光で接続してもよい。コリメート光で接続することによって、接続損失を減少させることができる。

[0050] 以上説明したように、本開示の光スイッチは電力の供給を不要とすることができ、当該光スイッチを利用した光スイッチシステムは低消費電力で動作することができる。

[0051] 監視用回転部300の構成を図13A、図13B及び図13Cに示す。図13Aは光監視用回転部の正面図、上面図及び下面図であり、図13Bは第1の監視回転体の監視光路の接続・遮断パターン、図13Cは監視用回転部の斜視図である。図13A、図13B及び図13Cにおいて、300は監視用回転部、301は第1の監視回転体、302は第3の光接続体、303は第4の光接続体、304は監視回転体歯車、306は監視用送信光ファイバ、307は監視用受信光ファイバである。

[0052] 監視用回転部300は、第1の監視回転体301が回転運動体120の回転に同期して回転し、接続回転体203の回転角度を検出する。図13A、図13B及び図13Cにおける監視用回転部300の歯の数は、図8A等の

回転運動体 120 の歯の数と必ずしも一致する必要はない。

[0053] 具体的には、監視用回転部 300 は、第 1 の監視回転体 301、第 3 の光接続体 302、第 4 の光接続体 303 及び監視回転体歯車 304 を有する。第 1 の監視回転体 301 は、軸に垂直な一方の端面と軸に垂直な他方の端面とを接続する複数の監視光路（不図示）を有する。第 1 の監視回転体 301 は、回転運動体 120 の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転する。回転運動は、回転子 121 の回転を伝える監視回転体歯車 304 によって伝えられる。第 1 の監視回転体 301 の回転の角度によって監視光路の接続・遮断のパターンが異なる。第 3 の光接続体 302 は、第 1 の監視回転体 301 の一方の端面に接し、監視用の光を送信する複数の監視用送信光ファイバ 306 を固定する。第 4 の光接続体 303 は、第 1 の監視回転体 301 の他方の端面に接し、監視用の光を受信する複数の監視用受信光ファイバ 307 を固定する。

[0054] 監視用送信光ファイバ 306 及び第 1 の監視回転体 301 の監視光路の端点にそれぞれコリメートレンズを設け、コリメート光で接続してもよい。また、監視用受信光ファイバ 307 及び第 1 の監視回転体 301 の監視光路の端点にそれぞれコリメートレンズを設け、コリメート光で接続してもよい。コリメート光で接続することによって、接続損失を減少させることができる。

[0055] 第 1 の監視回転体 301 の回転によって、複数の監視用送信光ファイバ 306 から複数の監視用受信光ファイバ 307 へのそれぞれの光の接続・遮断のパターンが固有に変化する。例えば、図 13B において、第 1 の監視回転体 301 は、それぞれ、軸の回転方向に 45 度単位で 8 分割されている。45 度単位の場合は、0、45、90、135、180、225、270、315 度の 8 分割である。監視用送信光ファイバ 306 には 3 本の光ファイバを用い、3 本の監視用送信光ファイバ 306 を第 3 の光接続体 302 の端面の 0 度の位置に固定する。監視用受信光ファイバ 307 にも同様に 3 本の光ファイバを用い、3 本の監視用受信光ファイバ 307 を第 4 の光接続体 30

3の端面の0度の位置に固定する。第1の監視回転体301は、3本の監視用送信光ファイバ306と3本の監視用受信光ファイバ307とのそれぞれの接続、遮断のパターンが回転角度によって固有に異なる。

[0056] 第1の監視回転体301が45度単位で回転すると、3本の監視用送信光ファイバ306から3本の監視用受信光ファイバ307への接続、遮断のパターンが固有に変化する。接続を1、遮断を0とし、図13Bで黒丸を「1」、白丸を「0」とすると、角度0、45、90、135、180、225、270、315度に応じて、中心から周縁部に向けてそれぞれ、111、011、101、001、110、010、100、000の8通り(=3bit)を検出することができる。

[0057] 例えば、10度単位で回転する第1の監視回転体301であれば、36通りの状態を監視するために10度ごとに36分割し、第1の監視回転体301は6個の監視光路を配置し、監視用送信光ファイバ306と監視用受信光ファイバ307も6本ずつ必要となる。検出する回転角度単位に応じて、第1の監視回転体301の監視光路の個数、監視用送信光ファイバ306及び監視用受信光ファイバ307の本数を決定すればよい。

[0058] 第1の監視回転体301は、回転子121の回転に同期し、接続回転体203も回転子121の回転に同期する。従って、監視用回転部300の検出する回転角度から、接続回転体203の回転角度を知ることができ、その結果、光スイッチング回転部200が切替対象光ファイバ206と切替対象光ファイバ群207のどの光ファイバとを接続しているかを監視することができる。

[0059] 以上説明したように、監視用回転部を備える本開示の光スイッチは電力の供給を不要とすることができ、当該光スイッチを利用した光スイッチシステムは低消費電力で動作することができる。

[0060] 本開示の光スイッチシステムの他の構成を図14に示す。図14において、10は光スイッチ、112は光スイッチ駆動用光ファイバ、20は制御装置、21は制御部、22は駆動用光源、23は監視用光源、24は監視用光

受信機、２５はサーキュレータ、２０６は切替対象光ファイバ、２０７は切替対象光ファイバ群、３０８は監視用送受信光ファイバである。

[0061] 光スイッチシステムは、光スイッチ１０及び制御装置２０を備える。制御装置２０は、制御部２１及び駆動用光源２２、監視用光源２３監視用光受信機２４及びサーキュレータ２５を有する。図１の光スイッチシステムとの違いは、制御装置２０がサーキュレータ２５をさらに有し、光スイッチ１０の監視用に監視用送受信光ファイバ３０８を用いている点である。

[0062] 制御部２１は、監視用光源２３に監視用の光を送信させる。監視用光源２３はサーキュレータ２５及び監視用送受信光ファイバ３０８を通して、光スイッチ１０に監視用の光を供給する。監視用光受信機２４は監視用送受信光ファイバ３０８及びサーキュレータ２５を経由し、光スイッチ１０から監視用の光を受信する。制御部２１は、監視用光受信機２４からの受信信号を受信し、光スイッチ１０が指示通りに動作しているかを監視する。

[0063] 本開示の光スイッチの他の構成を図１５に示す。図１５において、１０は光スイッチ、１００は光駆動回転部、１１０は光膨張体、１１２は光スイッチ駆動用光ファイバ、１１５はノック棒、１２０は回転運動体、２００は光スイッチング回転部、２０３は接続回転体、２０６は切替対象光ファイバ、２０７は切替対象光ファイバ群、３００は監視用回転部、３１１は第２の監視回転体、３０８は監視用送受信光ファイバである。光駆動回転部１００と光スイッチング回転部は図２の光スイッチと同じ構成である。図２の光スイッチとは監視用回転部３００の構成が異なる。なお、図１５では、光駆動回転部１００の点線内だけ、筐体１４０の内部を透視した図面としている。

[0064] 光スイッチの監視用回転部３００では、光駆動回転部１００の中にある部品が一定角度だけ回転すると、その回転が監視用回転部３００へ伝わり、監視用回転部３００の第２の監視回転体３１１が一定角度回転する。監視用送受信光ファイバ３０８から監視用回転部３００へ光が入射され、その光がどのように反射・遮断されて監視用送受信光ファイバ３０８へ再入射されるかにより光スイッチング回転部２００の中の接続回転体２０３の回転角度を検

出することができる。従って、制御装置 20 は、光スイッチ 10 が、切替対象光ファイバ 206 と切替対象光ファイバ群 207 の中のどの光ファイバとを指示通りに接続・遮断しているかを監視することができる。

[0065] 監視用回転部 300 の構成を図 16A、図 16B 及び図 16C に示す。図 16A は光監視用回転部の正面図、上面図及び下面図であり、図 16B は第 2 の監視回転体の反射・遮断のパターン、図 16C は監視用回転部の斜視図である。図 16A、図 16B 及び図 16C において、300 は監視用回転部、311 は第 2 の監視回転体、313 は第 5 の光接続体、304 は監視回転体歯車、308 は監視用送受信光ファイバである。

[0066] 監視用回転部 300 は、回転運動体 120 の回転に同期して回転し、回転運動体 120 の回転角度を検出する。図 16A、図 16B 及び図 16C における監視用回転部 300 の歯の数は、図 8A 等の回転運動体 120 の歯の数と一致する必要はない。

[0067] 監視用回転部 300 は、第 2 の監視回転体 311 が回転運動体 120 の回転に同期して回転し、接続回転体 203 の回転角度を検出する。

[0068] 具体的には、監視用回転部 300 は、第 2 の監視回転体 311、第 5 の光接続体 313 及び監視回転体歯車 304 を有する。第 2 の監視回転体 311 は、軸に垂直な一方の端面に複数の反射・遮断部（不図示）を持つ反射板を有する。第 2 の監視回転体 311 は、回転運動体 120 の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転する。回転運動は、回転子 121 の回転を伝える監視回転体歯車 304 によって伝えられる。第 2 の監視回転体 311 の回転の角度によって反射・遮断のパターンが異なる。第 5 の光接続体 313 は、第 2 の監視回転体 311 の一方の端面に接し、監視用の光を送受信する複数の監視用送受信光ファイバ 308 を固定する。

[0069] 監視用送受信光ファイバ 308 の端点にコリメートレンズを設け、コリメート光を反射・遮断してもよい。コリメート光で接続することによって、接続損失を減少させることができる。

[0070] 第 2 の監視回転体 311 の回転によって、複数の監視用送受信光ファイバ

308からの光の反射・遮断のパターンが固有に変化する。例えば、図16Bにおいて、第2の監視回転体311は、それぞれ、軸の回転方向に45度単位で8分割されている。45度単位の場合は、0、45、90、135、180、225、270、315度の8分割である。監視用送受信光ファイバ308には3本の光ファイバを用い、3本の監視用送受信光ファイバ308を第5の光接続体313の端面の0度の位置に固定する。第2の監視回転体311は、3本の監視用送受信光ファイバ308に対してそれぞれの反射、遮断のパターンが回転角度によって固有に異なる。

[0071] 第2の監視回転体311が45度単位で回転すると、3本の監視用送受信光ファイバ308に対して反射、遮断のパターンが固有に変化する。反射を1、遮断を0とし、図16Bで黒丸を「1」、白丸を「0」とすると、角度0、45、90、135、180、225、270、315度に応じて、中心から周縁部に向けてそれぞれ、111、011、101、001、110、010、100、000の8通り(=3bit)を検出することができる。

[0072] 3本の監視用送受信光ファイバ308に対して反射とする場合は、第2の監視回転体311で監視用送受信光ファイバ308からの監視用の光をミラーで反射して、監視用の光を監視用送受信光ファイバ308に戻すようにすればよい。3本の監視用送受信光ファイバ308に対して遮断とする場合は、第2の監視回転体311で監視用送受信光ファイバ308からの監視用の光を無反射としたり、吸収したり、監視用送受信光ファイバ308とは別方向への反射としたりして、監視用の光を監視用送受信光ファイバ308に戻さないようにすればよい。

[0073] 検出する回転角度単位に応じて、第2の監視回転体311の反射・遮断の個数及び監視用送受信光ファイバ308の本数を決定する点は、図13Bと同じである。

[0074] 第2の監視回転体311は、回転子121の回転に同期し、接続回転体203も回転子121の回転に同期する。従って、監視用回転部300の検出

する回転角度から、接続回転体 203 の回転角度を知ることができ、その結果、光スイッチング回転部 200 が切替対象光ファイバ 206 と切替対象光ファイバ群 207 のどの光ファイバとを接続しているかを監視することができる。

[0075] 以上説明したように、監視用回転部を備える本開示の光スイッチは電力の供給を不要とすることができ、当該光スイッチを利用した光スイッチシステムは低消費電力で動作することができる。

産業上の利用可能性

[0076] 本開示は通信産業に適用することができる。

符号の説明

[0077] 10 : 光スイッチ
20 : 制御装置
21 : 制御部
22 : 駆動用光源
23 : 監視用光源
24 : 監視用光受信機
25 : サーキュレータ
100 : 光駆動回転部
110 : 光膨張体
110-1 : 光膨張部材
111 : テコ
112 : 光スイッチ駆動用光ファイバ
115 : ノック棒
115-1 : ノック棒の溝
115-2 : 押圧部
120 : 回転運動体
121 : 回転子
122 : 回転子歯車

- 1 2 3 : 羽
- 1 2 4 : カム
- 1 2 4 - 1 : カムの溝
- 1 2 4 - 2 : カムのノック孔
- 1 2 5 : 凸部
- 1 2 6 : 弾性体
- 1 2 7 : 軸孔
- 1 4 0 : 筐体
- 1 4 1 : 回転子孔
- 1 4 2 : 凹部
- 1 4 3 : 筐体のノック孔
- 2 0 0 : 光スイッチング回転部
- 2 0 1 : 第 1 の光接続体
- 2 0 2 : 第 2 の光接続体
- 2 0 3 : 接続回転体
- 2 0 6 : 切替対象光ファイバ
- 2 0 7 : 切替対象光ファイバ群
- 2 1 3 : 接続回転体歯車
- 3 0 0 : 監視用回転部
- 3 0 1 : 第 1 の監視回転体
- 3 0 2 : 第 3 の光接続体
- 3 0 3 : 第 4 の光接続体
- 3 0 4 : 監視回転体歯車
- 3 0 6 : 監視用送信光ファイバ
- 3 0 7 : 監視用受信光ファイバ
- 3 0 8 : 監視用送受信光ファイバ
- 3 1 1 : 第 2 の監視回転体
- 3 1 3 : 第 5 の光接続体

請求の範囲

[請求項1]

光の照射によって膨張し、光の遮断によって縮小する光膨張体、
前記光膨張体の膨張・縮小を一定距離だけ往復する直線運動に変換するノック棒、

及び前記ノック棒の一定距離だけ往復する直線運動に応じて一定の角度だけ回転する回転運動に変換する回転運動体を有する光駆動回転部と、

1本の切替対象光ファイバが固定された第1の光接続体、
切替対象光ファイバ群の光ファイバがそれぞれ固定された第2の光接続体、

及び前記回転運動体の変換する回転に同期して軸を中心に回転し、一方の端面に接する前記第1の光接続体に固定された1本の切替対象光ファイバと他方の端面に接する前記第2の光接続体に固定された切替対象光ファイバ群の中の1本の光ファイバとを切替接続する接続回転体

を有する光スイッチング回転部と、
を備える光スイッチ。

[請求項2]

前記回転運動体は、
筐体の内部で軸を中心に回転する回転子、
前記回転子の側面に固定され、前記回転子の回転を伝える回転子歯車、

前記回転子の前記ノック棒の側の端面に固定され、前記ノック棒の側の先端が平坦な斜面となっている羽、

前記筐体の内部に固定され、円筒状の前記羽の側の端面に円環状に設けられた鋸歯状の溝の斜面であって前記羽の斜面と同じ方向の傾きを持つ斜面で前記羽の斜面を受け止める円筒状のカム、

及び前記筐体に固定され、前記回転子を前記カムに向かって押し返す弾性体

を有し、

前記ノック棒は、前記カムの円筒状内部を往復し、前記カムの鋸歯状の溝と同じ周期で半ピッチずれた鋸歯状の溝であって、斜面が前記羽の斜面と同じ方向の傾きの斜面を持つ溝を前記羽の側の端面に円環状に有し、

前記光膨張体が縮小している際は、前記羽の斜面が前記弾性体によって前記カムの鋸歯状の溝の斜面に押し当てられ、

前記光膨張体が膨張する際は、前記ノック棒が前記回転子に向かって前進して、前記ノック棒の鋸歯状の溝の斜面が前記羽の斜面に押し当てられ、押し当てられた前記羽の斜面が前記ノック棒の鋸歯状の歯の斜面を滑ることによって、前記回転子が回転し、

前記光膨張体が膨張から縮小に転じる際は、前記ノック棒が前記回転子から後退し、前記弾性体によって押し返された前記回転子が前記カムに向かい、前記羽の斜面が前記カムの鋸歯状の溝の斜面に押し当てられ、押し当てられた前記羽の斜面が前記カムの鋸歯状の歯の斜面を滑ることによって、前記回転子が回転することを特徴とする請求項 1 に記載の光スイッチ。

[請求項3] 前記光膨張体は、黒色の材料又は内部に気泡を含む材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光スイッチ。

[請求項4] 前記接続回転体は、
前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転させる接続回転体歯車、
及び軸に垂直な一方の端面の回転の中心と軸に垂直な他方の端面の回転の中心から所定距離を半径とする円周上に配置された接続点とを接続する接続光路
を有し、

前記第 1 の光接続体は、前記接続回転体の一方の端面に接し、前記 1 本の切替対象光ファイバを前記接続回転体の回転の中心に対向する

位置に固定し、

前記第2の光接続体は、前記接続回転体の他方の端面に接し、前記切替対象光ファイバ群の光ファイバを前記接続回転体の回転の中心から所定距離を半径とする円周上にそれぞれ固定し、

前記接続回転体が回転することによって、前記接続光路が前記第1の光接続体の前記1本の切替対象光ファイバと前記第2の光接続体の前記切替対象光ファイバ群の中の1本の光ファイバとを切替接続することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光スイッチ。

[請求項5] 前記回転運動体の回転に同期して回転し、前記接続回転体の回転角度を検出する監視用回転部をさらに備えることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の光スイッチ。

[請求項6] 前記監視用回転部は、

前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転し、軸に垂直な一方の端面と軸に垂直な他方の端面とを接続する複数の監視光路であって、回転の角度によって接続・遮断のパターンが異なる監視光路を有する第1の監視回転体と、

前記第1の監視回転体の一方の端面に接し、監視用の光を送信する複数の監視用送信光ファイバを固定する第3の光接続体と、

前記第1の監視回転体の他方の端面に接し、監視用の光を受信する複数の監視用受信光ファイバを固定する第4の光接続体と、を有し、

前記第1の監視回転体の回転によって、前記複数の監視用送信光ファイバから前記複数の監視用受信光ファイバへのそれぞれの光の接続・遮断のパターンが固有に変化することを特徴とする請求項5に記載の光スイッチ。

[請求項7] 前記監視用回転部は、

前記回転運動体の変換する回転運動に応じて、軸を中心に回転し、軸に垂直な一方の端面に回転の角度によって反射・遮断のパターンが異なる反射板を有する第2の監視回転体と、

前記第 2 の監視回転体の一方の端面に接し、監視用の光を送受信する複数の監視用送受信光ファイバを固定する第 5 の光接続体と、を有し、

前記第 2 の監視回転体の回転によって、前記複数の監視用送受信光ファイバでのそれぞれの光の反射・無反射のパターンが固有に変化することを特徴とする請求項 5 に記載の光スイッチ。

[請求項 8]

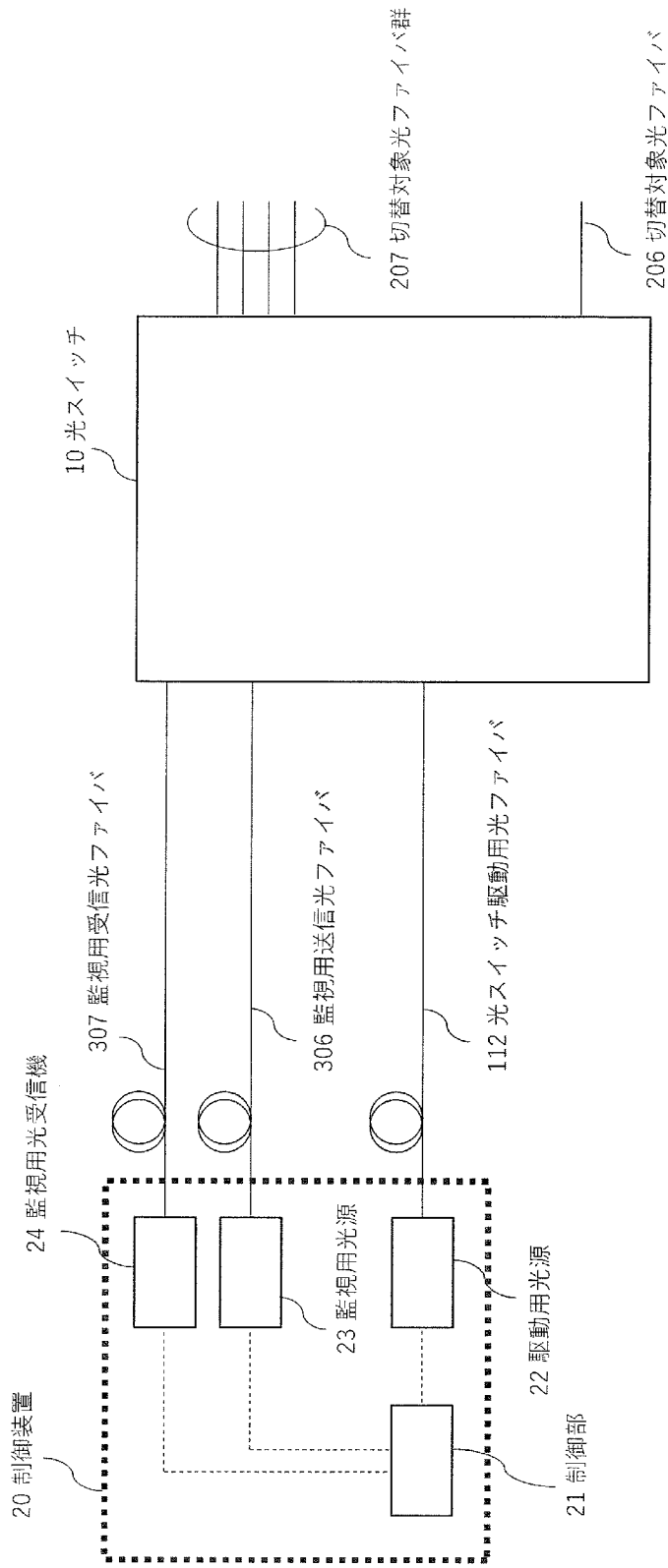
請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光スイッチと、

前記光膨張体に膨張を起こさせる光を供給する駆動用光源及び前記駆動用光源に照射、遮断を指示する制御部を有する制御装置と、

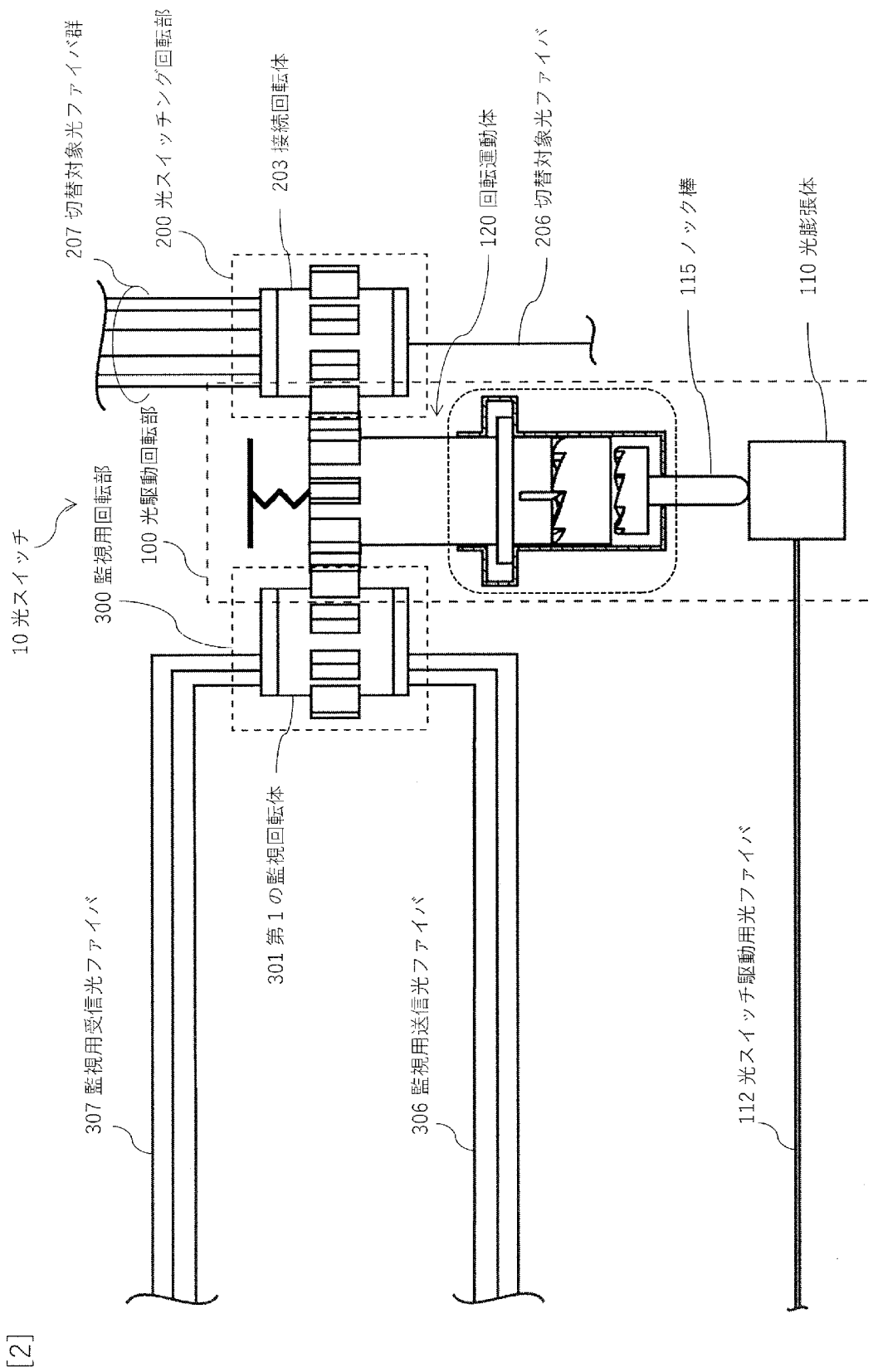
を備えることを特徴とする光スイッチシステム。

[図1]

[1]

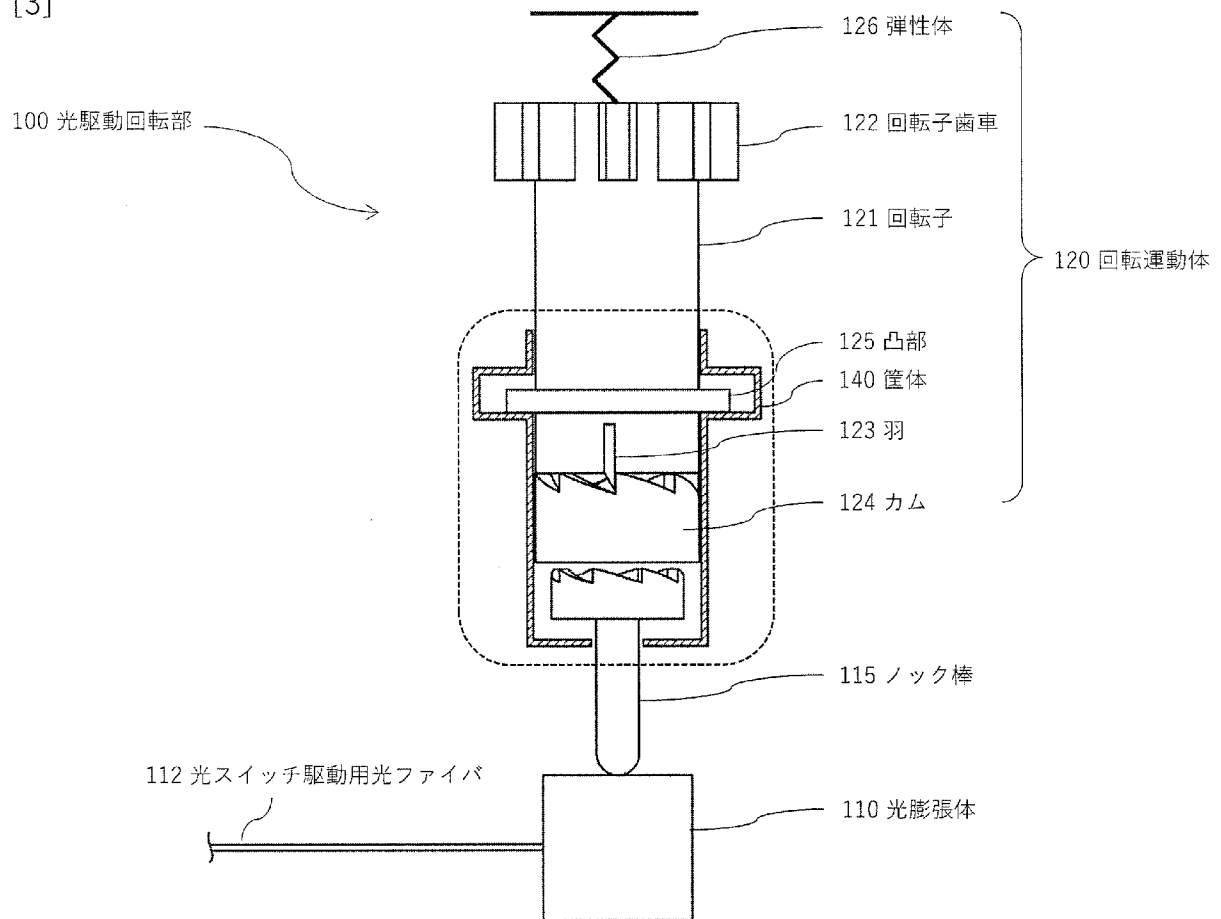


[図2]



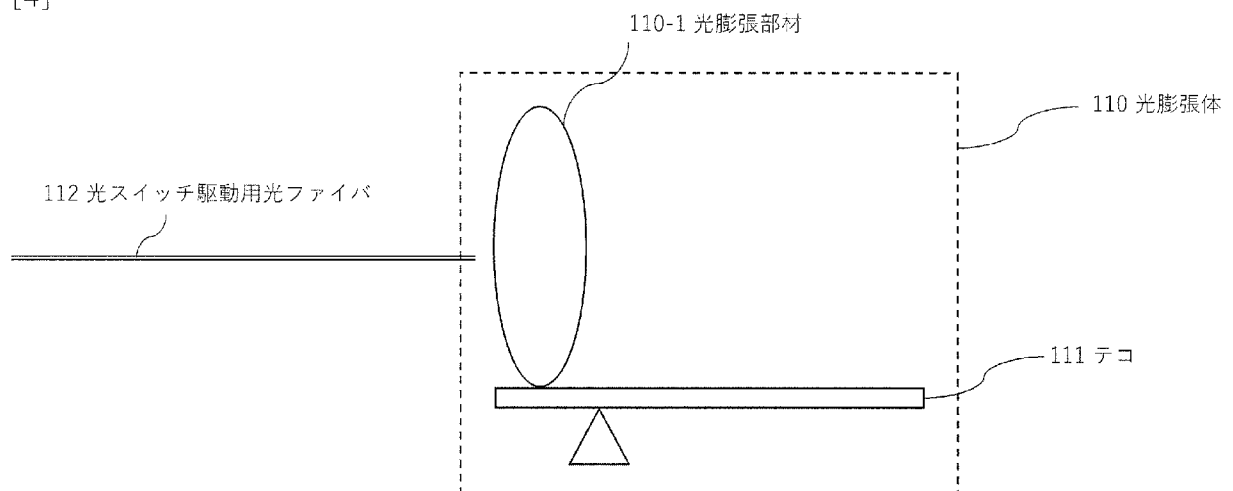
[図3]

[3]



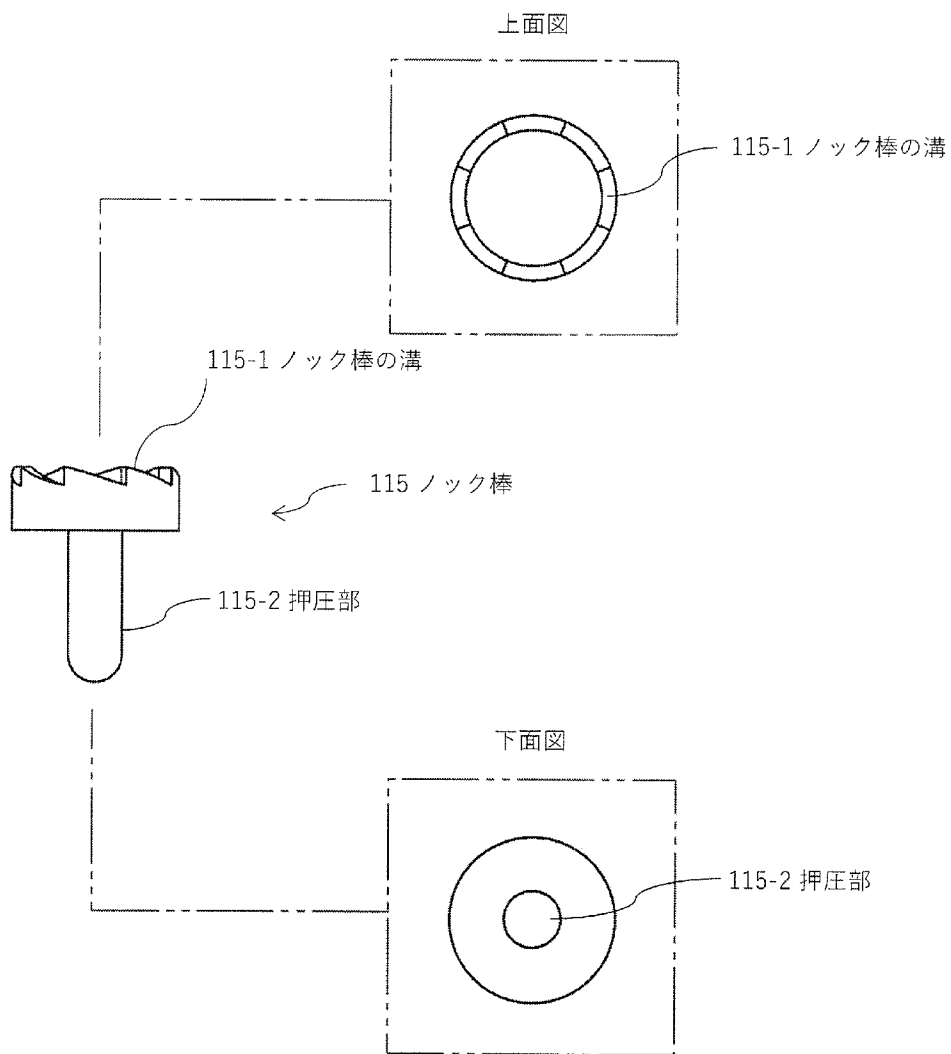
[図4]

[4]



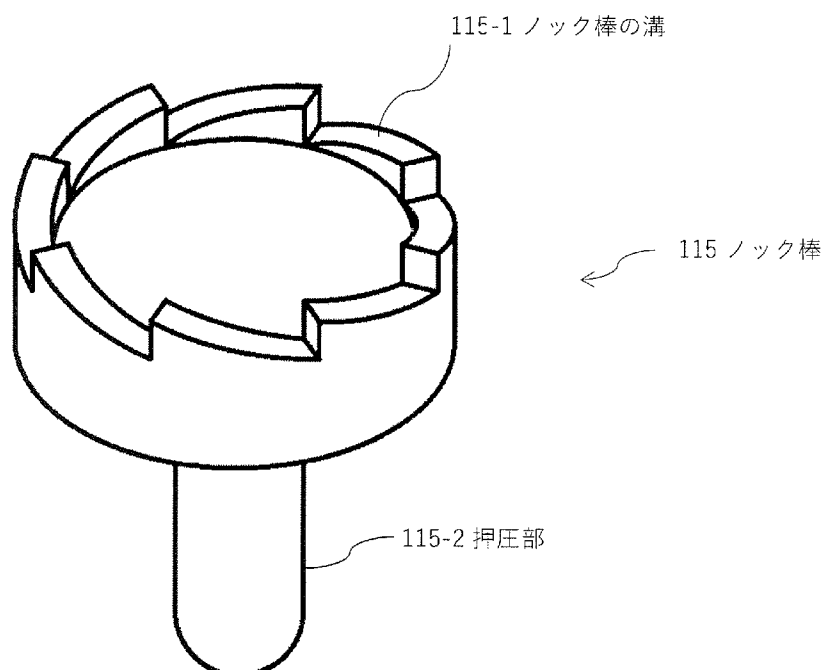
[図5A]

[5A]



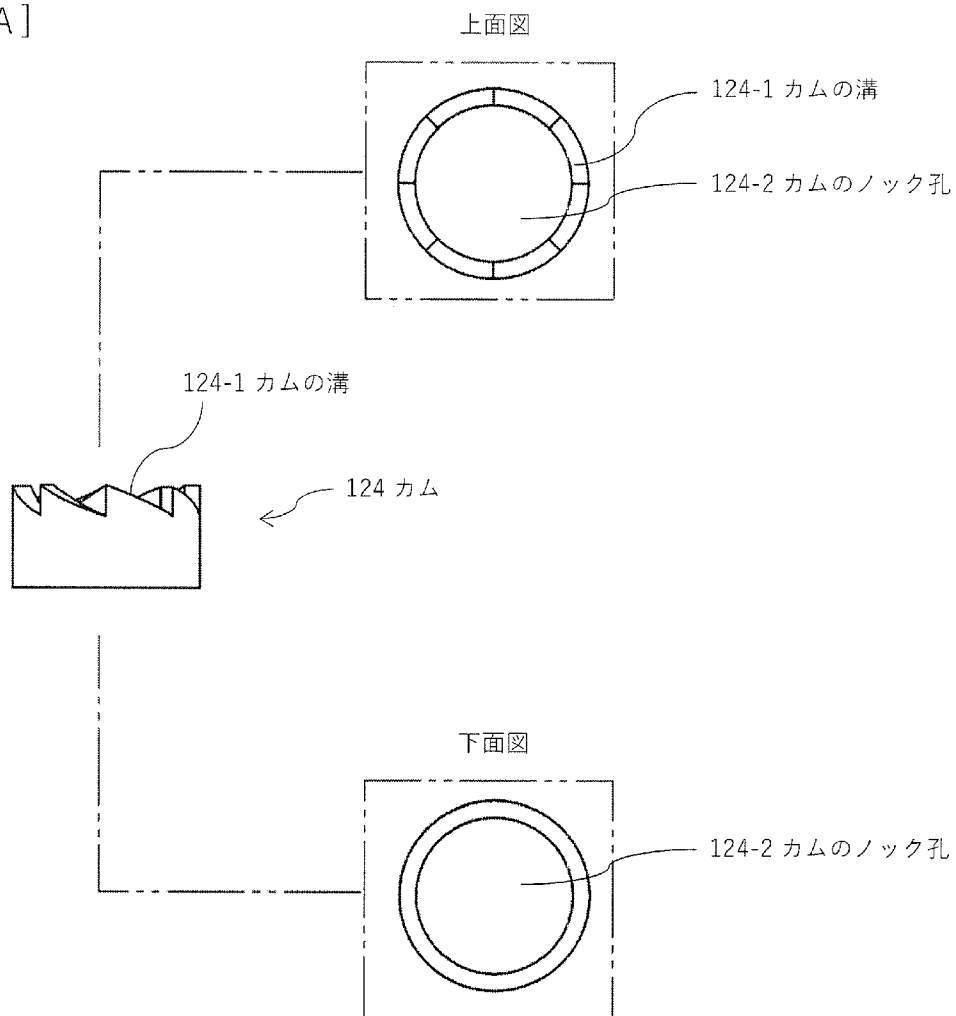
[図5B]

[5B]



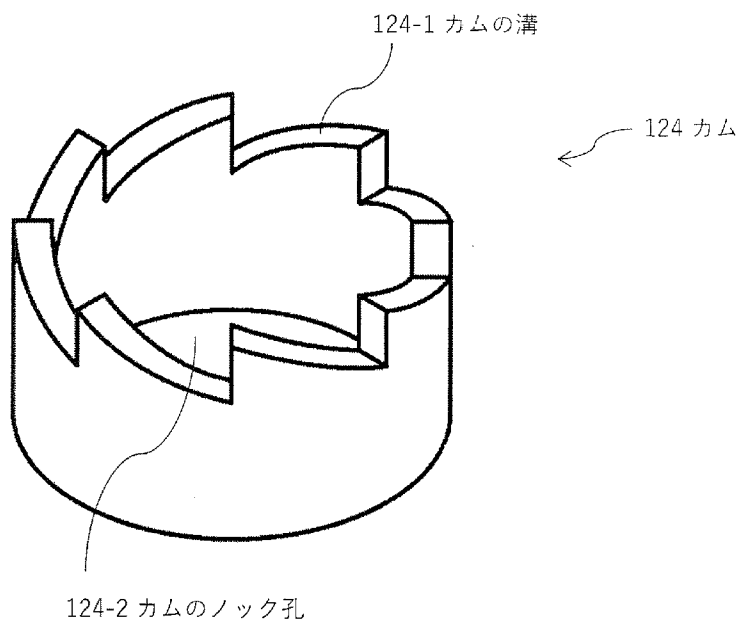
[図6A]

[6 A]



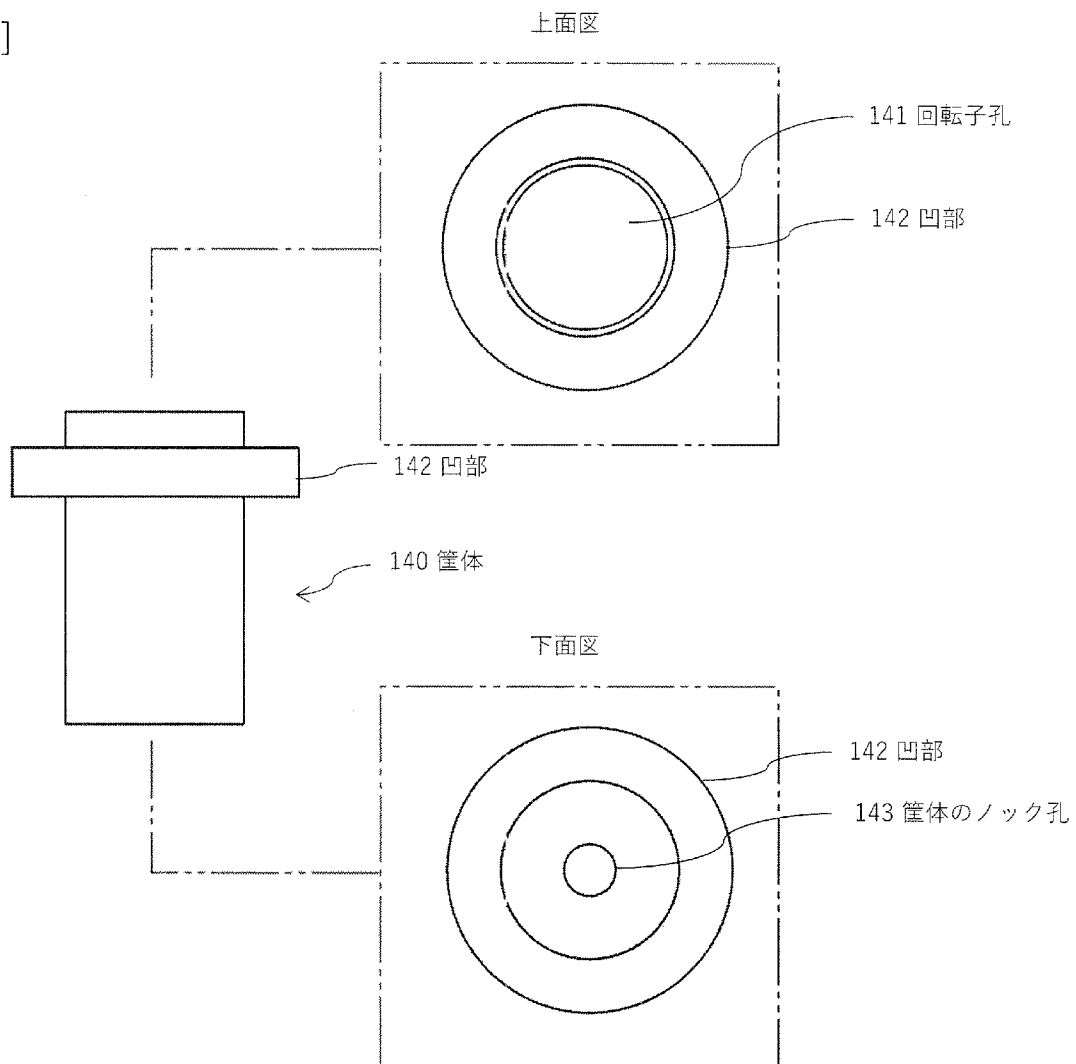
[図6B]

[6 B]



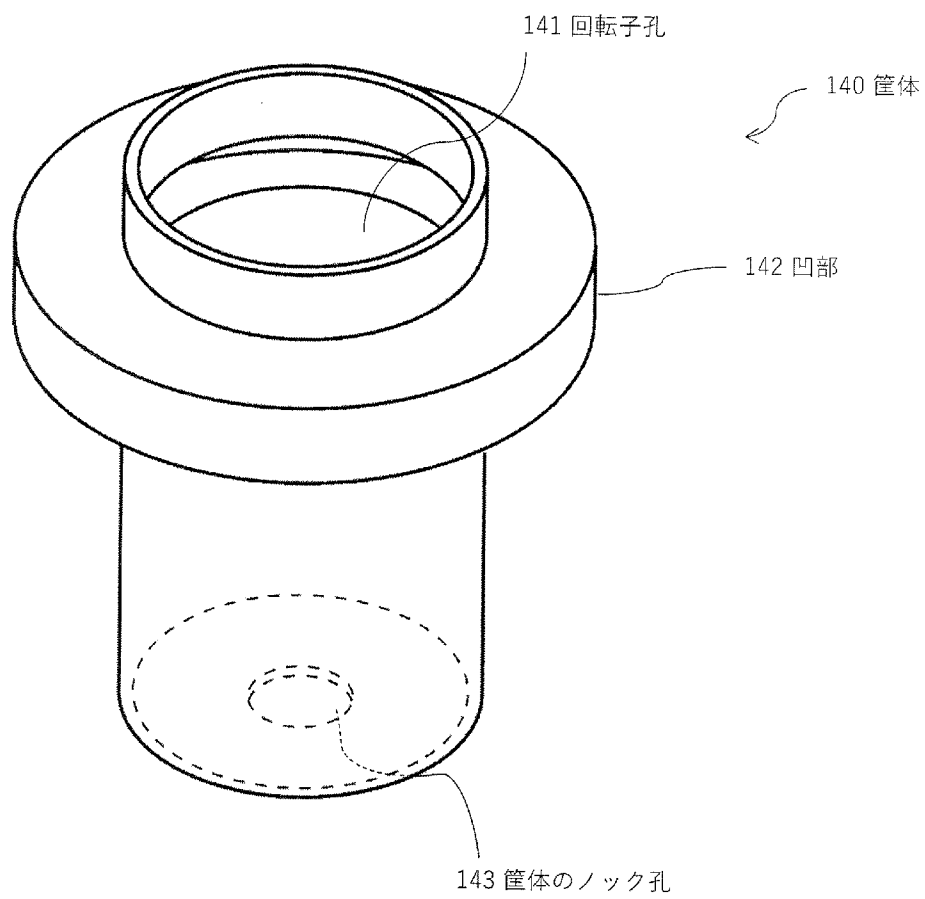
[図7A]

[7A]



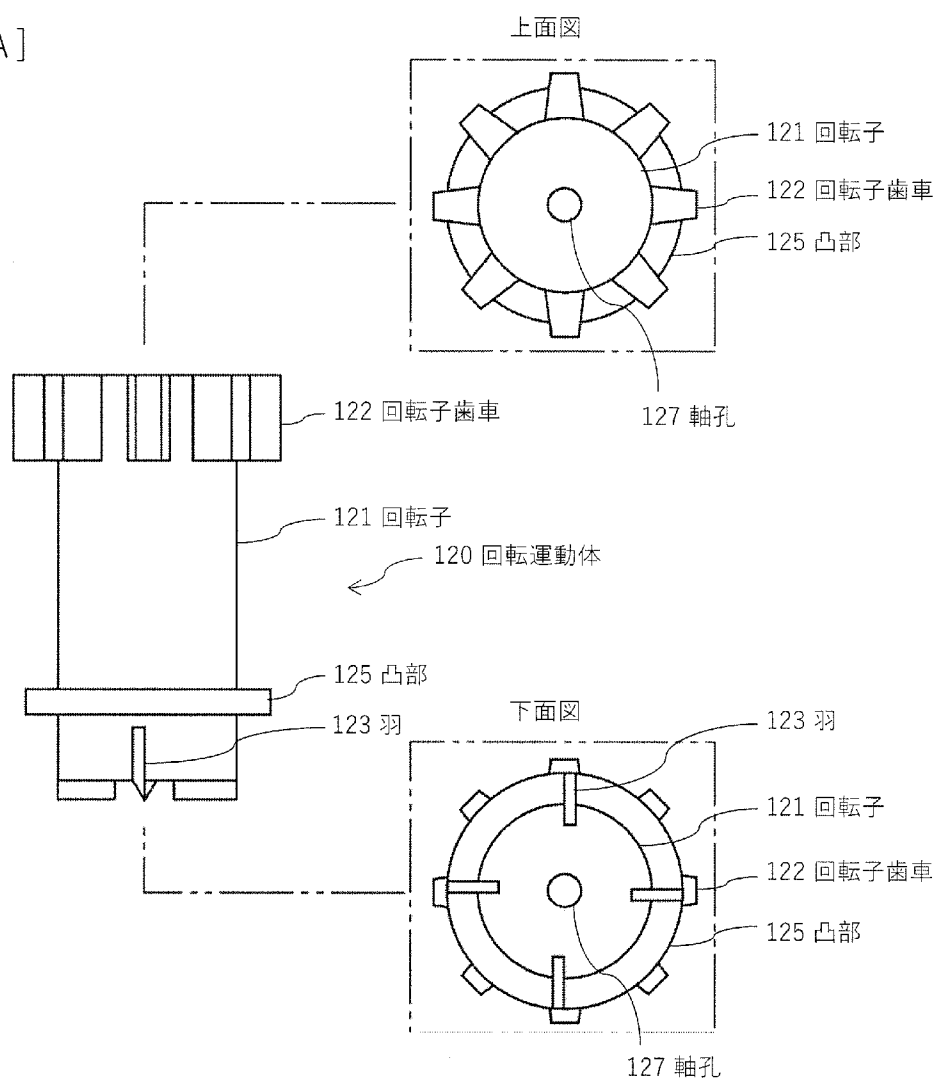
[図7B]

[7B]



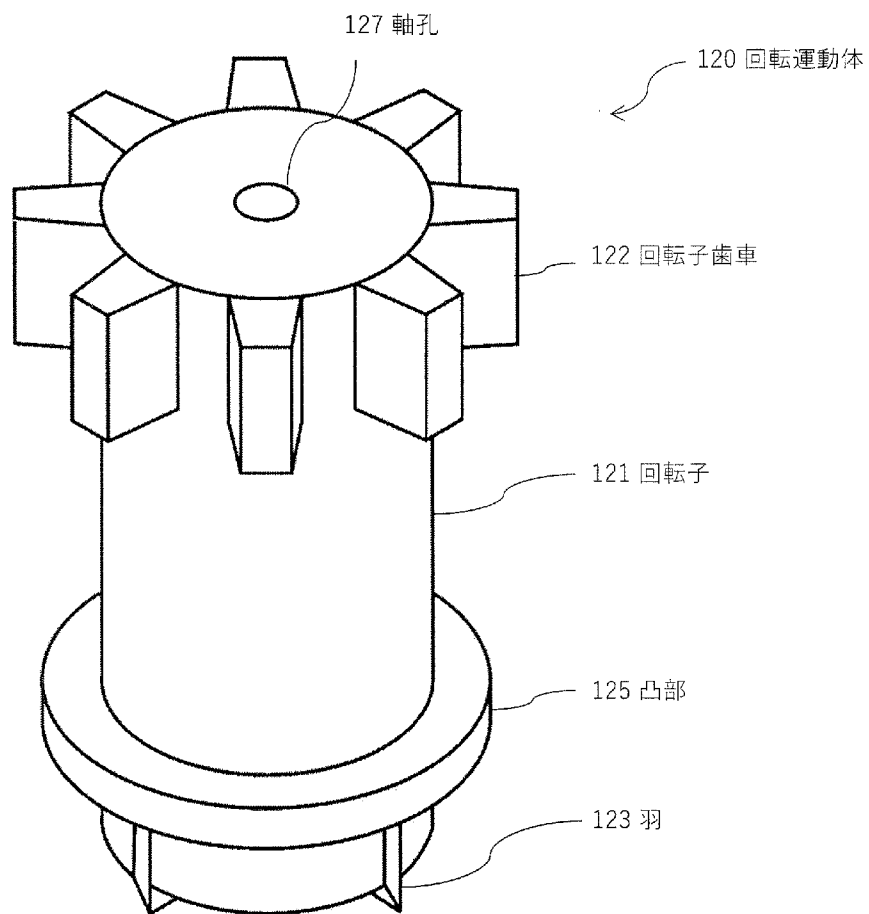
[図8A]

[8A]



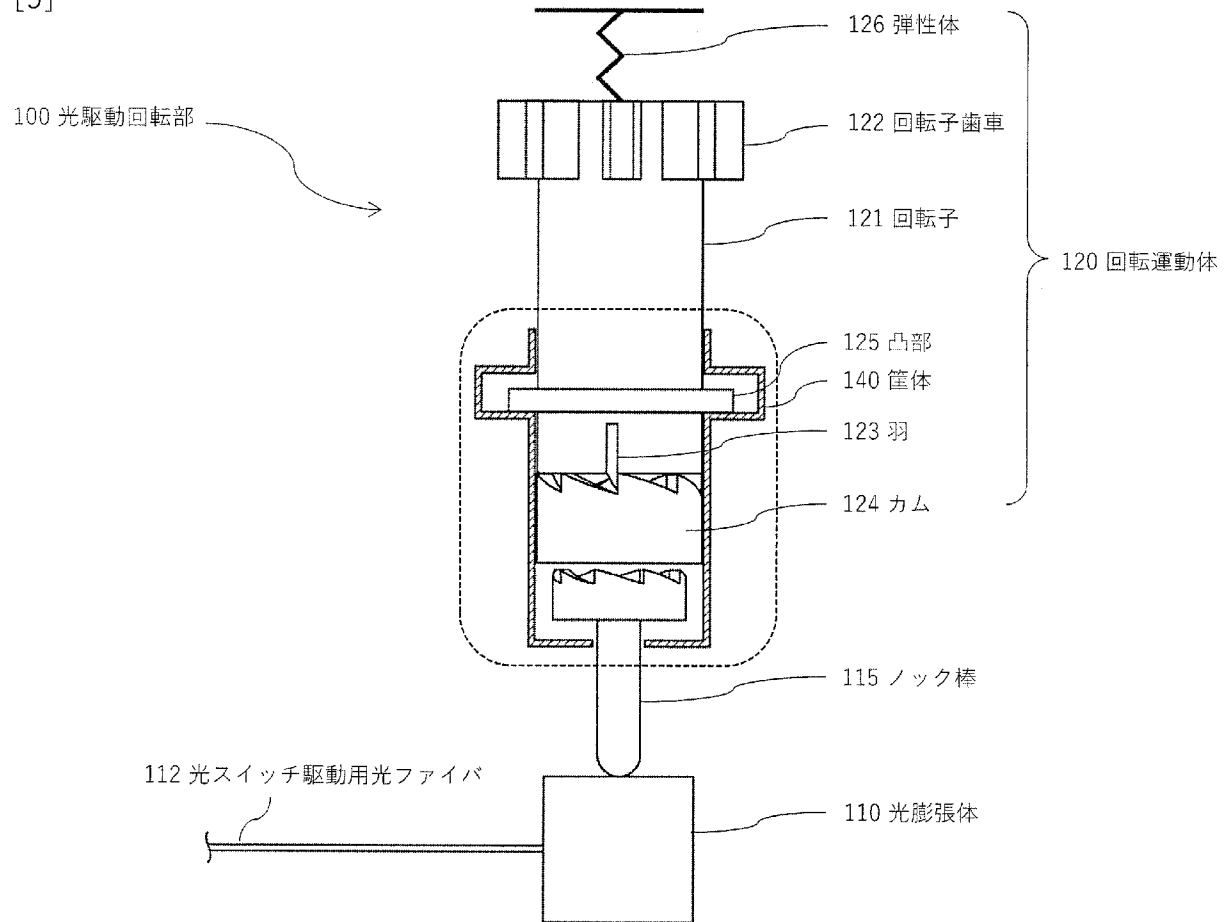
[図8B]

[8B]



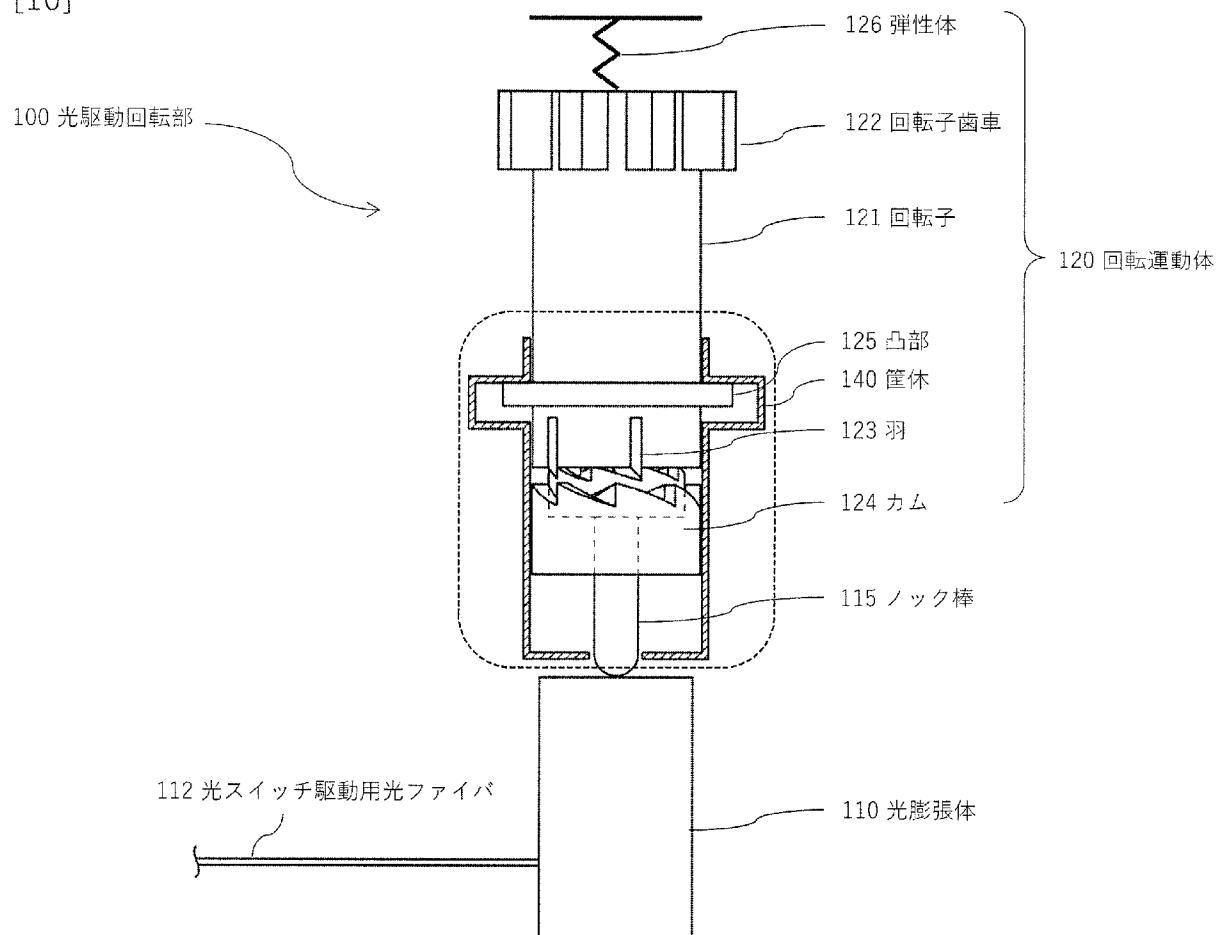
[図9]

[9]



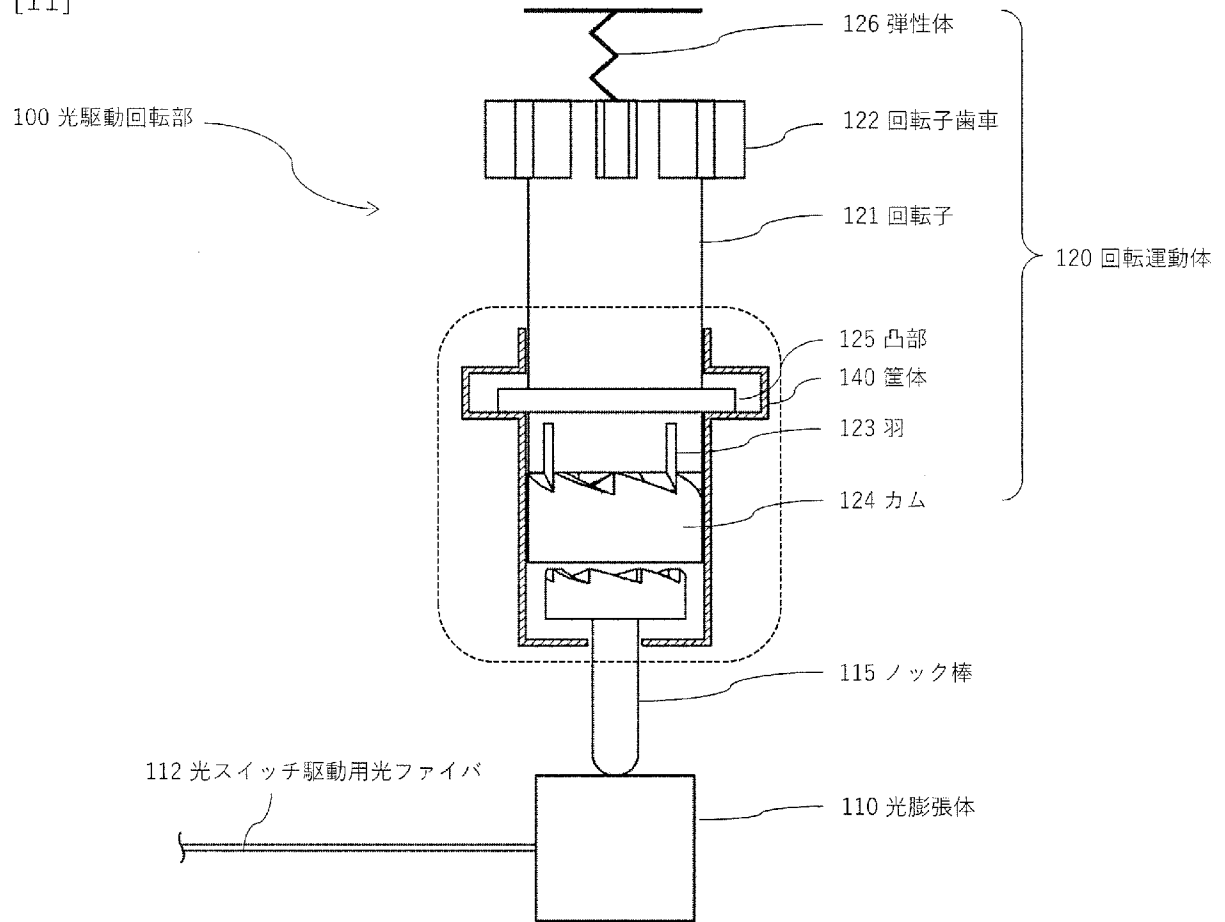
[図10]

[10]



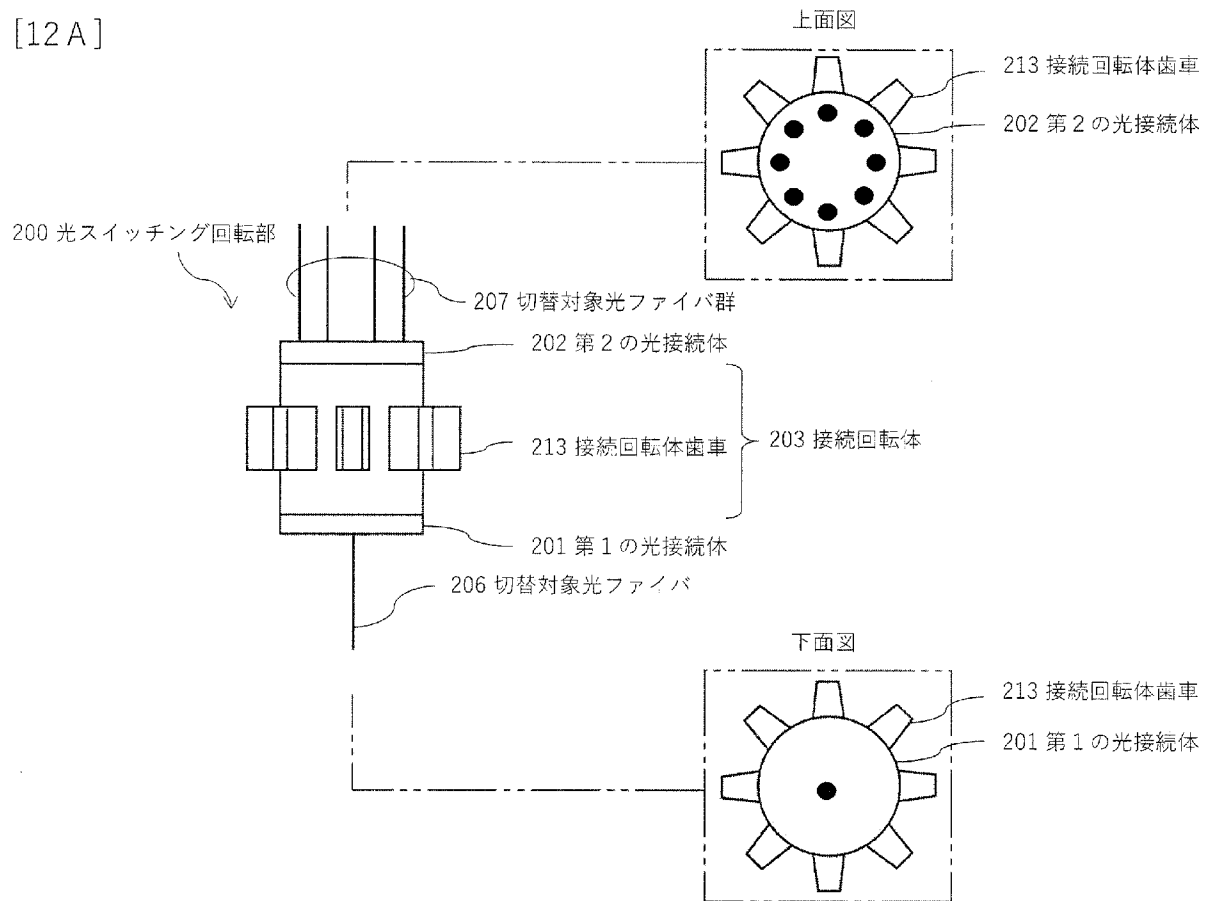
[図11]

[11]



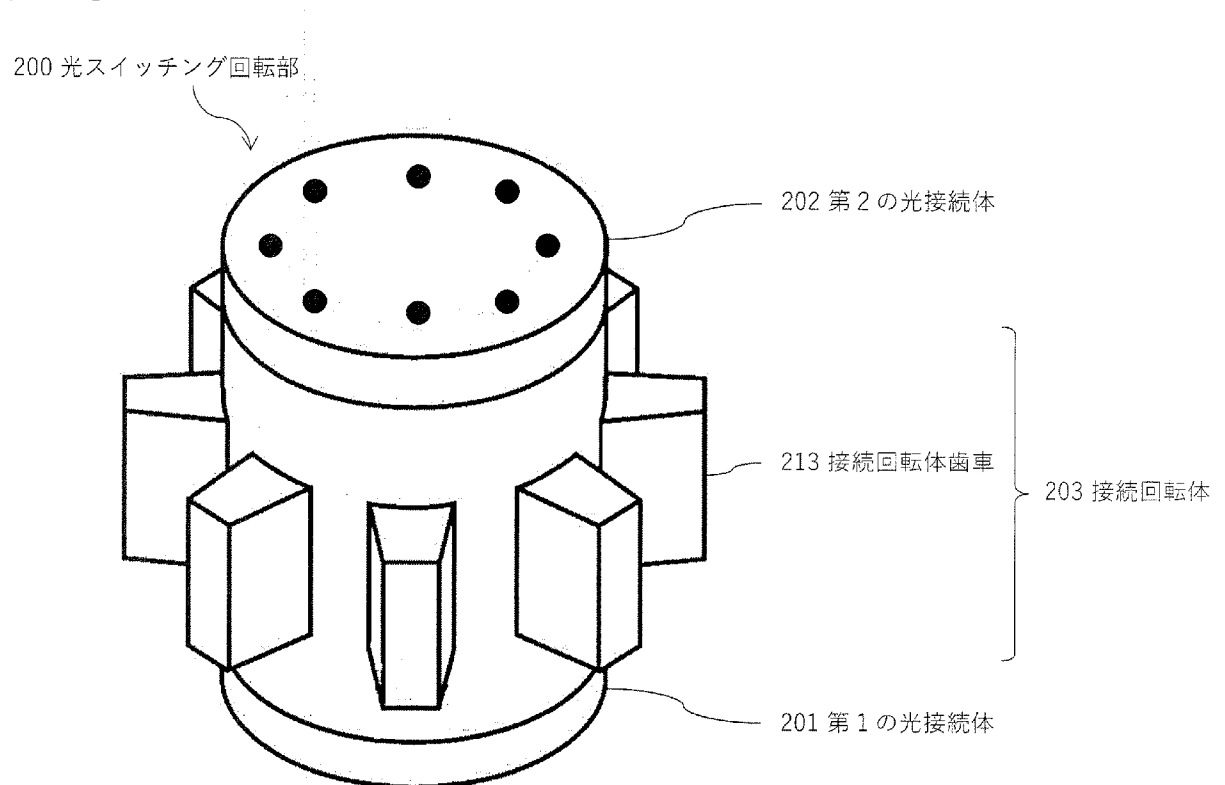
[図12A]

[12 A]



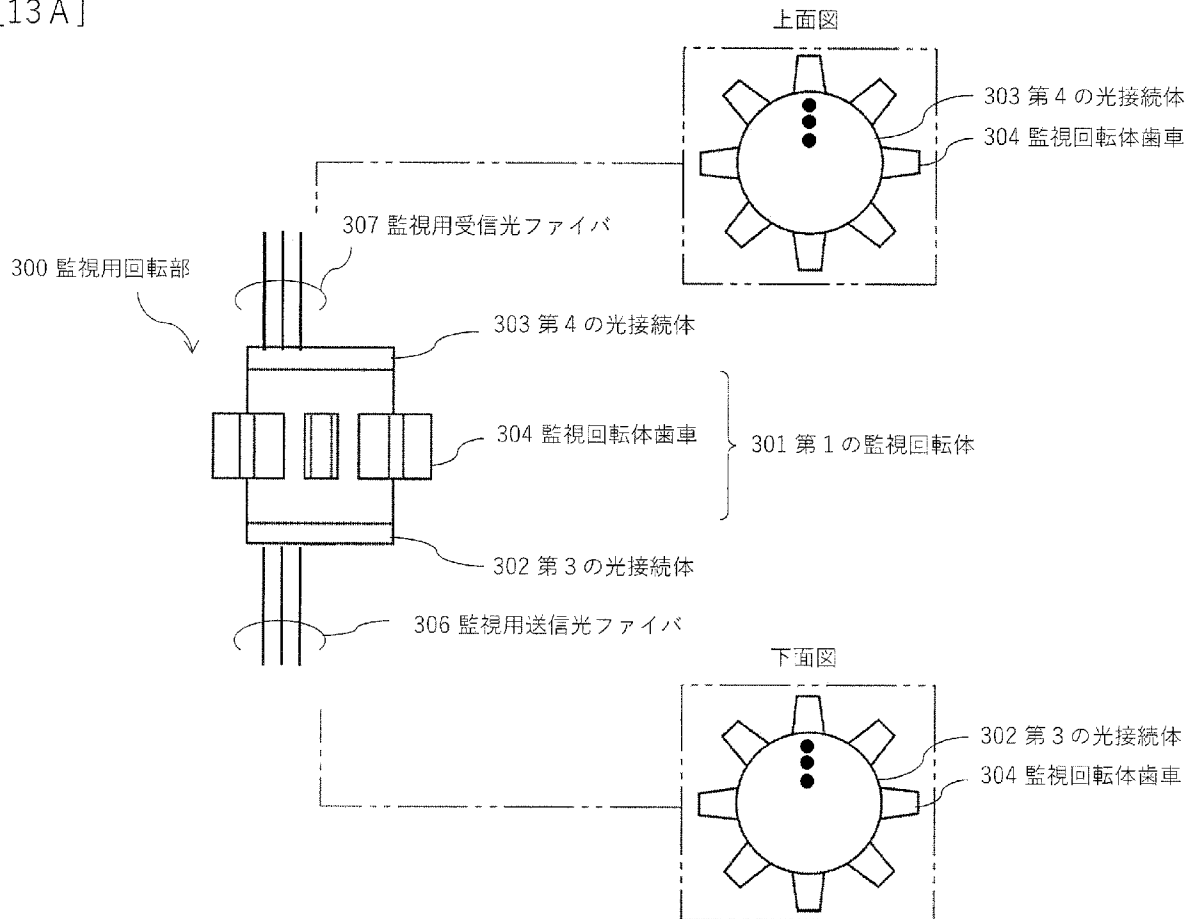
[図12B]

[12 B]



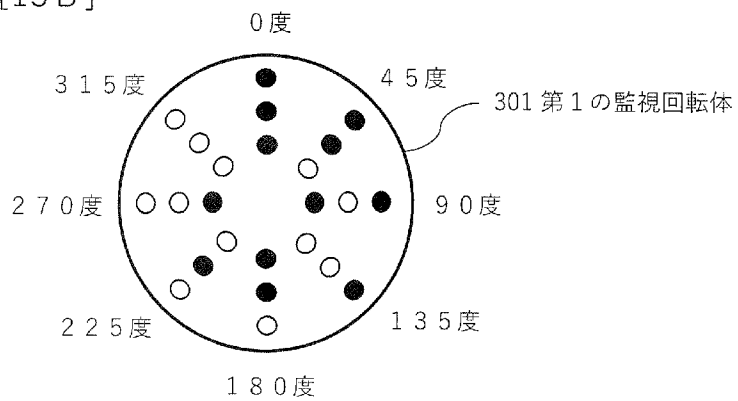
[図13A]

[13A]



[図13B]

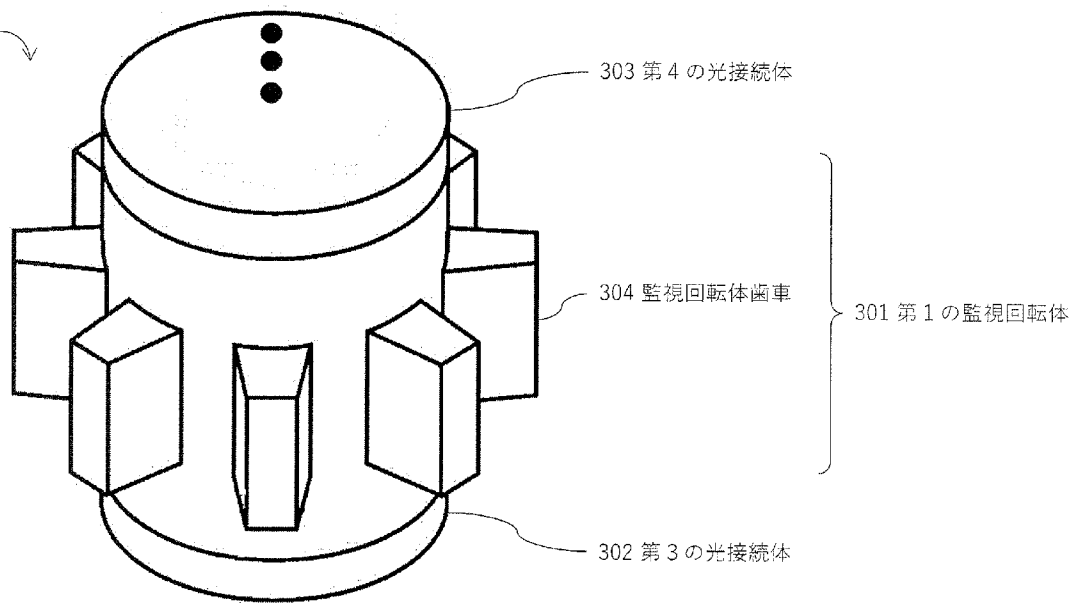
[13B]



[図13C]

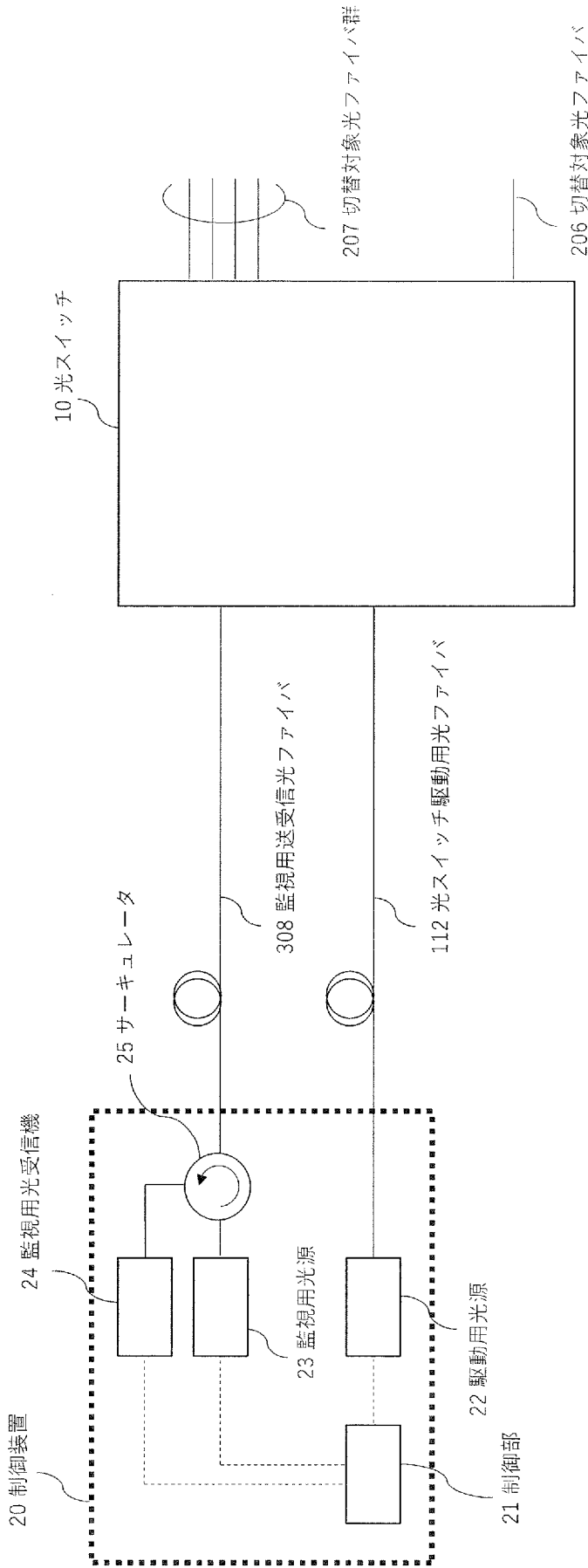
[13 C]

300 監視用回転部



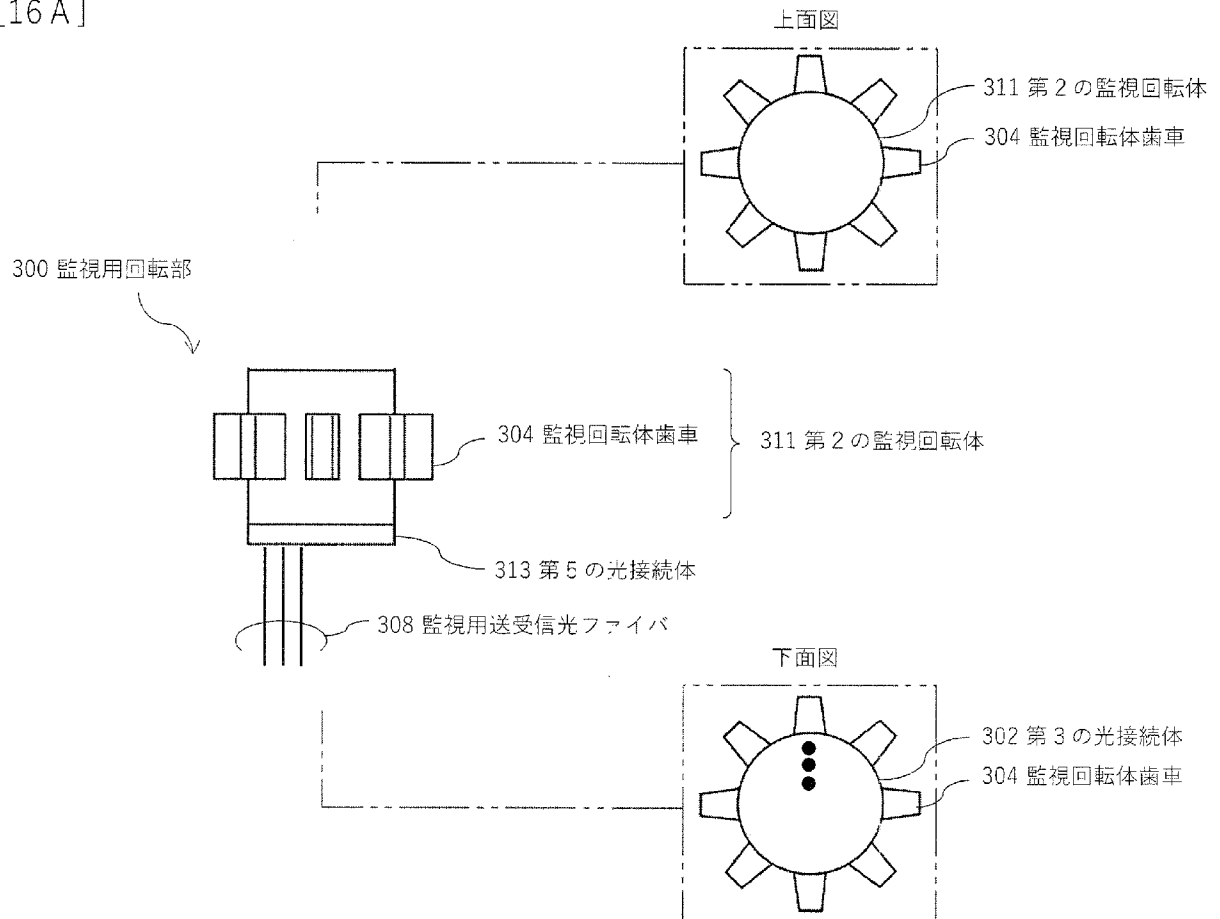
[図14]

[14]



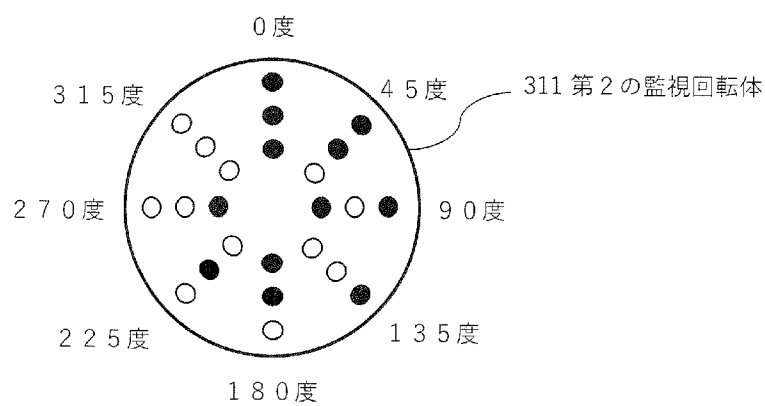
[図16A]

[16 A]



[図16B]

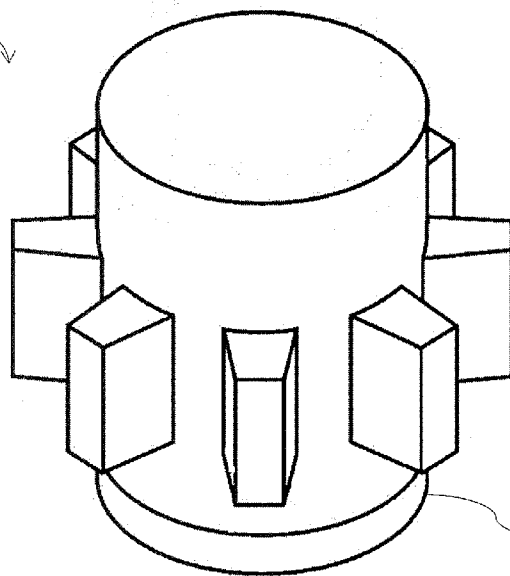
[16 B]



[図16C]

[16C]

300 監視用回転部



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/35**(2006.01)i

FI: G02B6/35

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)

G02B6/35

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	JP 7-287178 A (THE PERKIN ELMER CORP.) 31 October 1995 (1995-10-31) paragraphs [0016]-[0033], fig. 1, 2	1-8
A	JP 2003-15061 A (HITACHI METALS, LTD.) 15 January 2003 (2003-01-15) paragraphs [0008]-[0011], fig. 1-3	1-8
A	JP 2000-330042 A (SHUUKOU DENKI KK) 30 November 2000 (2000-11-30) paragraphs [0015]-[0026], fig. 7, 12, 13	1-8
A	JP 2006-187060 A (NIKON CORP.) 13 July 2006 (2006-07-13) paragraphs [0022]-[0036], fig. 1, 2	1-8
A	JP 2008-33155 A (CANON INC.) 14 February 2008 (2008-02-14) paragraphs [0017]-[0038], fig. 3-12	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

05 October 2021

Date of mailing of the international search report

19 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/029430

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	7-287178	A	31 October 1995	US 5481631 A column 3, line 31 to column 6, line 28, fig. 1, 2 GB 2286901 A DE 19502431 A1	
JP	2003-15061	A	15 January 2003	(Family: none)	
JP	2000-330042	A	30 November 2000	(Family: none)	
JP	2006-187060	A	13 July 2006	(Family: none)	
JP	2008-33155	A	14 February 2008	US 2011/0043912 A1 paragraphs [0079]-[0101], fig. 3-12 US 2008/0049325 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/35(2006.01)i FI: G02B6/35														
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）） G02B6/35 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			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				
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													
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	JP 7-287178 A (ザ パーキン-エルマー コーポレイション) 31.10.1995 (1995 - 10 - 31) 0016-0033, 図1,2	1-8												
A	JP 2003-15061 A (日立金属株式会社) 15.01.2003 (2003 - 01 - 15) 0008-0011, 図1-3	1-8												
A	JP 2000-330042 A (秀光電機株式会社) 30.11.2000 (2000 - 11 - 30) 0015-0026, 図7,12,13	1-8												
A	JP 2006-187060 A (株式会社ニコン) 13.07.2006 (2006 - 07 - 13) 0022-0036, 図1,2	1-8												
A	JP 2008-33155 A (キヤノン株式会社) 14.02.2008 (2008 - 02 - 14) 0017-0038, 図3-12	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.10.2021	国際調査報告の発送日 19.10.2021													
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） 近藤 幸浩 2L 8422 電話番号 03-3581-1101 内線 3295													

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/JP2021/029430

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	7-287178	A	31.10.1995	US 5481631 A 3欄31行－6欄28行, FIG1, 2 GB 2286901 A DE 19502431 A1	
JP	2003-15061	A	15.01.2003	(ファミリーなし)	
JP	2000-330042	A	30.11.2000	(ファミリーなし)	
JP	2006-187060	A	13.07.2006	(ファミリーなし)	
JP	2008-33155	A	14.02.2008	US 2011/0043912 A1 0079-0101, FIG.3-12 US 2008/0049325 A1	