

(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
2017年11月2日(02.11.2017)



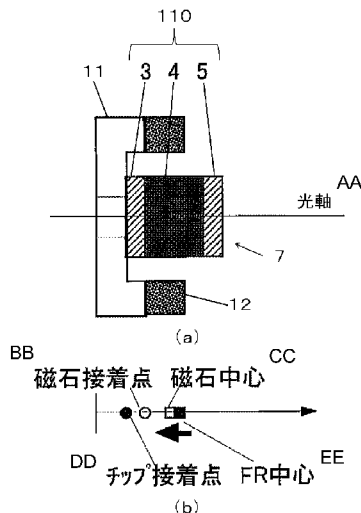
(10) 国際公開番号
WO 2017/187886 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/28 (2006.01) G02F 1/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013558
- (22) 国際出願日: 2017年3月31日(31.03.2017)
- (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 2016-087688 2016年4月26日(26.04.2016) JP
- (71) 出願人: 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡辺 聡明 (WATANABE Toshiaki); 〒3790195 群馬県安中市磯部2丁目13番1号信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 好宮 幹夫, 外 (YOSHIMIYA Mikio et al.); 〒1100005 東京都台東区上野7丁目6番11号 第一下谷ビル8F 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: OPTICAL ISOLATOR

(54) 発明の名称: 光アイソレータ

【図1】



- AA Optical axis
- BB Point of adhesion to magnet
- CC Center of magnet
- DD Point of adhesion to chip
- EE Center of FR

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an optical isolator with which costs are reduced, which occupies less space, which is lightweight, and for which the reliability of a bond between the optical isolator and a member is high regardless of the effect of thermal expansion and so forth. The present invention provides an optical isolator that includes: an optical isolator chip (7) in which a first polarizer (3), a Faraday rotator (4) composed of a ferromagnetic substance, and a second polarizer (5) are bonded and fixed to each other in this order; and a magnet (12) that is for applying a magnetic field to the optical isolator chip (7). An incident end surface or an emission end surface of the optical isolator chip (7) is bonded and fixed to a member (11). The center of magnetic flux formed by the magnet (12) on the optical axis of the optical isolator is located closer to the end surface of the optical isolator chip (7) that is bonded and fixed to the member (11) than a center position of the Faraday rotator (4) along the optical axis. Due to this configuration, an optical isolator is provided for which the reliability of the bond between the optical isolator and the member (11) is high.

WO 2017/187886 A1

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：

- － 国際調査報告（条約第21条(3)）
- － 補正された請求の範囲及び説明書（条約第19条(1)）

(57) 要約：本発明は、コストが低減され、省スペース化され、軽量で、かつ、熱膨張等の影響があっても部材との接合信頼性の高い光アイソレータを提供することを目的とする。本発明は、第一偏光子（3）、強磁性体から成るファラデー回転子（4）、第二偏光子（5）の順に接合固定した光アイソレータチップ（7）と、該光アイソレータチップ（7）に磁界を印加するための磁石（12）とを含む光アイソレータであって、光アイソレータチップ（7）の入射端面又は出射端面が、部材（11）に接合固定されており、光アイソレータの光軸上における、磁石（12）の形成する磁束の中心が、ファラデー回転子（4）の光軸上の中心位置よりも、部材（11）に接合固定された端面側に位置しているものである。これにより、部材（11）との接合信頼性の高い光アイソレータが提供される。

明 細 書

発明の名称：光アイソレータ

技術分野

[0001] 本発明は、光通信や光計測で用いられる、ファイバ端やレンズ端からの反射光を光源となるレーザへ戻さないようにする為の光学部品である光アイソレータに関する。

背景技術

[0002] 光通信や光計測において、半導体レーザから出た光が、伝送路途中に設けられた部材表面で反射し、半導体レーザに戻ってくると、レーザ発振が不安定になる。この反射戻り光を遮断する為に、偏光面を非相反で回転させるファラデー回転子を用いた光アイソレータが用いられる（例えば、特許文献1等参照）。

[0003] 光アイソレータは、例えば、スタブの端面に接合固定され、レセプタクルと一体となる場合もある。このような構成の光アイソレータは、半導体レーザモジュール等に組み込まれて使用される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-150208号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 半導体レーザモジュールには、コスト低減、省スペース化、軽量化等の要求があり、モジュールを構成する各部品についても同様にコスト低減、省スペース化、軽量化等が要求される。

[0006] また、半導体レーザモジュールの作製時には、YAG溶接による温度上昇や衝撃、AuSn半田接合による温度上昇等の影響があり、光アイソレータとスタブ等の部材との接合界面が、剥離、破断することもある。

[0007] 本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであって、従来に比べ、コス

トが低減され、省スペース化され、軽量で、かつ、熱膨張等の影響があっても部材との接合信頼性の高い光アイソレータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明は、第一偏光子、強磁性体から成るファラデー回転子、第二偏光子の順に接合固定した光アイソレータチップと、該光アイソレータチップに磁界を印加するための磁石とを含む光アイソレータであって、

前記光アイソレータチップの入射端面又は出射端面が、部材に接合固定されており、

前記光アイソレータの光軸上における、前記磁石の形成する磁束の中心が、前記ファラデー回転子の前記光軸上の中心位置よりも、前記部材に接合固定された端面側に位置しているものであることを特徴とする光アイソレータを提供する。

[0009] このように、磁石の形成する磁束の中心を、ファラデー回転子の光軸上の中心位置よりも、光アイソレータチップの部材に接合固定された端面側に位置させる構造とすることにより、光アイソレータチップを部材に押し付ける力がはたらくため、部材への接合信頼性の高い光アイソレータとすることができる。また、磁石が小型化されるので、その分、光アイソレータのコストが低減され、省スペース化され、かつ軽量とすることができる。

[0010] このとき、前記磁石は、前記部材に接合固定された光アイソレータチップの端面側と同じ側の端部が、前記部材に接合固定されているものとしてすることができる。

[0011] このように、光アイソレータチップと磁石の同じ側の端部を部材に接合固定することにより、光アイソレータを取り付ける部材を簡易な構造とし、光アイソレータの接合信頼性をより高めることができる。

[0012] このとき、前記光アイソレータチップが接合固定される部材と前記磁石が接合固定される部材は、一体となって同一部品を構成する部材であることが好ましい。

[0013] このように、一体となって同一部品を構成する部材に光アイソレータチップと磁石を接合固定することにより、それらから構成される部品を容易に製造することができ、それらの部品を幅広い用途に適用することができる。

[0014] このとき、前記光アイソレータチップが接合固定される部材を、レセプタクルのスタブとすることができる。

[0015] このように、光アイソレータチップとレセプタクルのスタブを接合固定すれば、レセプタクルを簡易な構造とすることができ、光アイソレータを接合信頼性のより高いものとすることができる。

[0016] このとき、前記磁石が接合固定される部材を、レセプタクルの筐体とすることができる。

[0017] このように、光アイソレータチップとレセプタクルの筐体を接合固定すれば、レセプタクルを簡易な構造とすることができ、光アイソレータを接合信頼性のより高いものとすることができる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来に比べ、接合信頼性が高く、かつ、コストが低減され、省スペース化され、さらには、軽量化された光アイソレータを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の光アイソレータの一例を示す概略図（図1（a））、及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図1（b））である（実施例1）。

[図2]本発明の光アイソレータの別の例を示す概略図（図2（a））、及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図2（b））である（実施例2）。

[図3]本発明の光アイソレータのさらに別の例を示す概略図（図3（a））、及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図3（b））である（実施例3）。

[図4]本発明の光アイソレータのさらに別の例を示す概略図（図4（a））、

及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図4（b））である（実施例4）。

[図5]従来の光アイソレータの一例を示す概略図（図5（a））、及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図5（b））である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明について、実施態様の一例として、図を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0021] 図5（a）は、従来の光アイソレータを示す概略図である。この光アイソレータ200は、第一偏光子3、強磁性体からなるファラデー回転子4、第二偏光子5をこの順に接合固定した光アイソレータチップ7と、この光アイソレータチップ7に磁界を印加する磁石62を有している。この磁石62は、光アイソレータチップ7を取り囲む円筒形の形状である。光アイソレータ200の光アイソレータチップ7の左端（入射端面又は出射端面）と磁石62の左端がそれぞれ、金属ホルダ11に接合固定されている。

[0022] 光アイソレータ200の光軸は、円筒形の磁石62の中心軸と一致している。磁石62の左右端部の間には磁束が形成され、光軸上における磁束の中心を、磁石中心と定義する。図5（b）には、部材（金属ホルダ11）に接合固定された従来の光アイソレータ200における、磁束の中心（磁石中心）とファラデー回転子4の光軸上の中心位置（以下、図ではFR中心と表記する）の関係が示されている。従来の光アイソレータ200では、磁束の中心（磁石中心）はファラデー回転子4の光軸上の中心位置よりも右側、すなわち、金属ホルダ11との接合端面側とは反対側に位置していた。また、図5（b）では、磁石62の金属ホルダ11への接着点（図では磁石接着点と表記する）及び光アイソレータチップ7の金属ホルダ11への接着点（図ではチップ接着点と表記する）も併せて示してある。

[0023] 磁石62が形成する磁界内に置かれたファラデー回転子4には、磁石62から磁力が作用する。ファラデー回転子4の光軸上の中心位置では磁束の中

心（磁石中心）に向かう力がはたらく。すなわち、図5（a）に示された構造では、金属ホルダ11と光アイソレータチップ7を引き離す力がはたらく（図5（b）の太線矢印を参照）。このため、金属ホルダ11と光アイソレータチップ7の間で剥離や破断が発生しやすくなる。また、光アイソレータ200が高温環境に置かれると、光アイソレータチップ7を金属ホルダ11に接着している接着剤が軟化して固定が不安定になったり、材質による熱膨張率の差により接合部分で応力が発生するなどして、特に剥離や破断が発生しやすい。

[0024] 次に、本発明の光アイソレータの一例を示す概略図（図1（a））、及びファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図（図1（b））を参照して、本発明の光アイソレータの構成について以下で説明する。

[0025] 図1（a）に示す本発明の光アイソレータ110は、第一偏光子3、強磁性体から成るファラデー回転子4、第二偏光子5の順に接合固定した光アイソレータチップ7と、この光アイソレータチップ7に磁界を印加するための磁石12とを有している。光アイソレータチップ7の入射端面又は出射端面が、金属ホルダ11に接合固定されている。そして、図1（b）に示すように、光アイソレータ110の光軸上における、磁石12の形成する磁束の中心（磁石中心）が、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置（FR中心）よりも、金属ホルダ11に接合固定された端面側に位置している。

[0026] このように、磁束の中心（磁石中心）を、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置よりも、光アイソレータチップ7の接合固定された端面側に位置させる構造とすることにより、光アイソレータチップ7を金属ホルダ11に常に押し付ける力がはたらくため（図1（b）の太線矢印参照）、光アイソレータ110の部材（金属ホルダ11）への接合信頼性を極めて高くすることができる。また、磁石寸法を短尺化することができるため、コスト低減、省スペース化、軽量化することが可能となる。

[0027] ファラデー回転子4の中心にはたらく力は、図1（a）において、ファラ

デー回転子4に対して左右方向に作用する力のバランスにより決まる。そして、磁束の中心（磁石中心）とファラデー回転子4の光軸上の中心位置が一致する場合には、左右方向に作用する力はほぼ等しくなり、左右のいずれの方向にもほとんど力がはたらかない。換言すれば、磁束の中心（磁石中心）とファラデー回転子4の光軸上の中心位置が一致していない場合には、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置を磁束の中心（磁石中心）に近づけようとする力がはたらくことになる。上述した光アイソレータチップ7を金属ホルダ11に押し付ける力は、このような力である。

[0028] また、磁石12は、金属ホルダ11に接合固定された光アイソレータチップ7の端面側と同じ側の端部が、金属ホルダ11に接合固定されているものとしてすることができる。このように、光アイソレータチップ7と磁石12の同じ側の端部を金属ホルダ11に接合固定することにより、光アイソレータ110を取り付ける部材を簡易な構造とし、光アイソレータの接合信頼性（接合安定性）をより高めることができる。

[0029] 図1を参照して説明した本発明の光アイソレータ110では、光アイソレータチップ7と磁石12は、同一部材に接合固定されるが、本発明はこれに限定されず、図3(a)に示すように、一体となって同一部品を構成する部材に接合固定することもできる。例えば、光アイソレータチップが接合固定される部材を、レセプタクルのスタブとし、磁石が接合固定される部材を、レセプタクルの筐体とすることができる。

[0030] 具体的には、図3(a)のように、本発明の光アイソレータの上述したのとは別の例の概略図が示され、図3(b)はファラデー回転子の中心と磁束の中心（磁石中心）の関係を示す模式図である。図3(a)に示す態様では、光アイソレータチップ7が接合固定される部材を、レセプタクルのスタブ31とすることができる。また、磁石32が接合固定される部材を、レセプタクルの筐体33とすることができる。このような構造とすることにより、レセプタクルを簡易な構造とすることができ、光アイソレータ130の接合信頼性をより高めることができる。

[0031] また、図3(a)においても、磁束の中心(磁石中心)は、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置よりも、光アイソレータチップ7の接合固定された端面側に位置している。このため、図3(b)に示すように、光アイソレータチップ7(ファラデー回転子4)をレセプタクルのスタブ31に押し付ける力がはたらき、光アイソレータの接合信頼性が向上する。

実施例

[0032] 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0033] (実施例1)

図1(a)に示す光アイソレータを以下のようにして作製した。まず、ファラデー回転子4として、 $(TbEu)_2Bi_1Fe_{4.8}Ga_{0.2}O_{12}$ を用いて、波長1550nmの光に対して、25℃でファラデー回転角度が45degになるように研磨加工し(長さ0.60mm)、さらに両端面に対エポキシのARコート膜を施した。

[0034] 次に、入射面側および出射面側に対空気のARコート膜を施した偏光ガラス(第二偏光子5、第一偏光子3)を準備し、ファラデー回転子4にエポキシ接着剤で接合固定した。これを、0.8mm□(一辺0.8mmの正方形断面を有する)に切断加工して、光アイソレータチップ7とした。

[0035] そして、金属ホルダ(第1の部材)11に、光アイソレータチップ7の出射端面とSmCo磁石12(外径2mm、内径1.3mm、長さ0.4mm)を接着固定して光アイソレータ110を作製した。このとき、図1(b)に示すように、磁石12の形成する光軸上の磁束の中心(磁石中心)は、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置(FR中心)よりも、出射端面側(左側)に位置している。また、作製した光アイソレータ110の順方向挿入損失は0.14dB、アイソレーションは43dBであった。

[0036] 実施例1の光アイソレータ110では、比較例1の(後述する)光アイソレータと比較して、磁石の重量、体積、コストを、それぞれ約4/15に低減できた。

[0037] また、この光アイソレータ110をレーザモジュールに組み込む工程において、温度260℃で1時間経過した際も、光アイソレータチップ7と金属ホルダ11の接着部に異常は見られなかった。

[0038] (実施例2)

図2(a)に示す光アイソレータを以下のようにして作製した。まず、光アイソレータチップ7を実施例1と同様にして作製した。そして、円盤状の金属ホルダ(第2の部材)21に、光アイソレータチップ7の出射端面とSmCo磁石22(外径2mm、内径1.3mm、長さ0.6mm)を接着固定して、実施例1と同様にして光アイソレータ120を作製した。実施例2では、金属ホルダの形状及びSmCo磁石の大きさが、実施例1とは異なっている。

[0039] このとき、図2(b)に示すように、磁石22の形成する光軸上の磁束の中心は、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置(FR中心)よりも、出射端面側(左側)に位置している。また、作製した光アイソレータ120の順方向挿入損失は0.16dB、アイソレーションは42dBであった。

[0040] 実施例2の光アイソレータ120では、後述の比較例1の光アイソレータと比較して、磁石の重量、体積、コストを、それぞれ約6/15に低減できた。

[0041] また、この光アイソレータ120をレーザモジュールに組み込む工程において、温度260℃で1時間経過した際も、光アイソレータチップ7と円盤状の金属ホルダ21の接着端部に異常は見られなかった。

[0042] (実施例3)

図3(a)に示す光アイソレータを以下のようにして作製した。まず、光アイソレータチップ7を実施例1と同様にして作製した。そして、レセプタクルのスタブ(第3の部材)31に光アイソレータチップ7の出射端面を接着固定し、また、レセプタクル筐体(第4の部材)33にSmCo磁石32(外径2mm、内径1.3mm、長さ0.8mm)を接着固定して、光アイソレータ130を作製した。実施例3では、光アイソレータチップ7が接合

固定される部材と磁石32が接合固定される部材とが一体となって同一部品を構成する部材であり、光アイソレータチップ7が接合固定される部材（スタブ31）の端面が光軸に対して傾斜している点において、実施例1及び2とは異なっている。

[0043] このとき、図3（b）に示すように、磁石32の形成する光軸上の磁束の中心は、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置（FR中心）よりも、出射端面側（左側）に位置している。また、作製した光アイソレータ130の順方向挿入損失は0.15 dB、アイソレーションは43 dBであった。

[0044] 実施例3の光アイソレータ130では、比較例1の光アイソレータと比較して、磁石の重量、体積、コストを、それぞれ約8/15に低減できた。

[0045] また、この光アイソレータ130をレーザモジュールに組み込む工程において、温度150℃で10時間経過した際も、光アイソレータチップ7とスタブ31の接着部に異常は見られなかった。

[0046] （実施例4）

図4（a）に示すように、本実施例では、図3（a）に示す実施例3の光アイソレータ130と比べて、光アイソレータチップ7の入射端面が磁石や部材の端面の位置から外側に突出しないように、レセプタクルの筐体43の一端を延伸させている。SmCo磁石42はSmCo磁石32と同様のものであり、レセプタクルのスタブ41はレセプタクルのスタブ31と同様のものである。

[0047] これによって、レーザモジュールに組み込み時に、光アイソレータチップ7の端面が、レンズ筐体等に当たって欠け等を発生させる可能性を回避することができる。

[0048] （比較例1）

図5（a）に示す光アイソレータを以下のようにして作製した。まず、ファラデー回転子4として、 $(TbEu)_2Bi_1Fe_{4.8}Ga_{0.2}O_{12}$ を用いて、波長1550 nmの光に対して、25℃でファラデー回転角度が45 degになるように研磨加工し（長さ0.60 mm）、さらに両端面に対エポキ

シのARコート膜を施した。

[0049] 次に、入射面側および出射面側に対空気のARコート膜を施した偏光ガラス（第二偏光子5、第一偏光子3）を準備し、ファラデー回転子4にエポキシ接着剤で接合固定した。これを、0.8mm□に切断加工して、光アイソレータチップ7とした。

[0050] そして、金属ホルダ11に、光アイソレータチップ7の出射端面とSmCo磁石62（外径2mm、内径1.3mm、長さ1.5mm）を接着固定して光アイソレータ200を作製した。このとき、光アイソレータチップ7の入射端面は、磁石62の金属ホルダ11に接合固定されていない端部から突出しない構造であることが一般的である。また、磁石62の形成する光軸上の磁束の中心（磁石中心）は、ファラデー回転子4の光軸上の中心位置（FR中心）よりも、入射端面側（右側）に位置している。また、作製した光アイソレータ200の順方向挿入損失は0.15dBであり、アイソレーションは42dBであった。

[0051] この光アイソレータ200をレーザモジュールに組み込む工程において、温度150℃で10時間経過した際に、光アイソレータチップ7と金属ホルダ11の接着部が破断、剥離した。

[0052] これは、光アイソレータ200が高温になりエポキシ接着剤が軟化した際に、磁性体であるファラデー回転子4に対して、磁束の中心（磁石中心）方向に力がはたらいたためであると考えられる（図5（b）を参照）。

[0053] また、比較例1では、実施例1～4と比較して磁石の重量及び体積が大きいため光アイソレータの小型化（省スペース化、軽量化）と低コスト化が困難であった。

[0054] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

- [請求項1] 第一偏光子、強磁性体から成るファラデー回転子、第二偏光子の順に接合固定した光アイソレータチップと、該光アイソレータチップに磁界を印加するための磁石とを含む光アイソレータであって、
前記光アイソレータチップの入射端面又は出射端面が、部材に接合固定されており、
前記光アイソレータの光軸上における、前記磁石の形成する磁束の中心が、前記ファラデー回転子の前記光軸上の中心位置よりも、前記部材に接合固定された端面側に位置しているものであることを特徴とする光アイソレータ。
- [請求項2] 前記磁石は、前記部材に接合固定された光アイソレータチップの端面側と同じ側の端部が、前記部材に接合固定されているものであることを特徴とする請求項1に記載の光アイソレータ。
- [請求項3] 前記光アイソレータチップが接合固定される部材と前記磁石が接合固定される部材は、一体となって同一部品を構成する部材であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光アイソレータ。
- [請求項4] 前記光アイソレータチップが接合固定される部材が、レセプタクルのスタブであることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の光アイソレータ。
- [請求項5] 前記磁石が接合固定される部材が、レセプタクルの筐体であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の光アイソレータ。

補正された請求の範囲
[2017年8月23日(23.08.2017) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 第一偏光子、強磁性体から成るファラデー回転子、第二偏光子の順に接合固定した光アイソレータチップと、該光アイソレータチップに磁界を印加するための磁石とを含む光アイソレータであって、
前記光アイソレータチップの入射端面又は出射端面が、部材に接合固定されており、
前記磁石は、前記部材に接合固定された光アイソレータチップの端面側と同じ側の端部が、前記部材に接合固定されており、
前記光アイソレータの光軸上における、前記磁石の形成する磁束の中心が、前記ファラデー回転子の前記光軸上の中心位置と、前記部材に接合固定された端面との間に位置しており、
前記光アイソレータチップの前記部材に接合固定されていない入射端面又は出射端面は、前記磁石の前記部材に接合固定されていない端部から突出しているものであることを特徴とする光アイソレータ。
- [請求項2] (削除)
- [請求項3] (補正後) 前記光アイソレータチップが接合固定される部材と前記磁石が接合固定される部材は、一体となって同一部品を構成する部材であることを特徴とする請求項1に記載の光アイソレータ。
- [請求項4] (補正後) 前記光アイソレータチップが接合固定される部材が、レセプタクルのスタブであることを特徴とする請求項1又は請求項3に記載の光アイソレータ。
- [請求項5] (補正後) 前記磁石が接合固定される部材が、レセプタクルの筐体であることを特徴とする請求項1、請求項3、又は請求項4に記載の光アイソレータ。

条約第19条(1)に基づく説明書

補正後の請求項1は、元の請求項1の内容に、元の請求項2の限定（即ち、「前記磁石は、前記部材に接合固定された光アイソレータチップの端面側と同じ側の端部が、前記部材に接合固定されており、」という限定）を加え、さらに、本願明細書[0033]～[0035]、[0038]、[0042]、[0046]段落及び図1～4の記載を根拠に、「前記光アイソレータの光軸上における、前記磁石の形成する磁束の中心が、前記ファラデー回転子の前記光軸上の中心位置と、前記部材に接合固定された端面との間に位置しており、」という限定と「前記光アイソレータチップの前記部材に接合固定されていない入射端面又は出射端面は、前記磁石の前記部材に接合固定されていない端部から突出している」という限定を加えたものである。

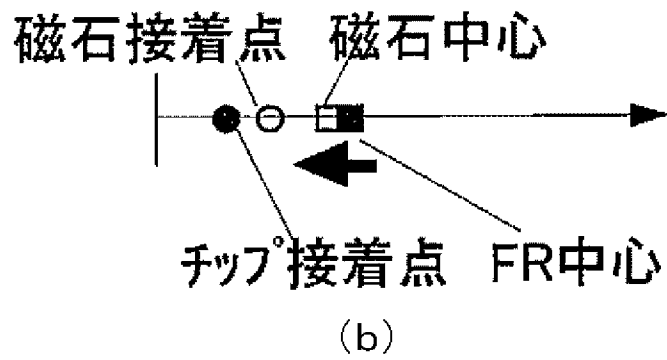
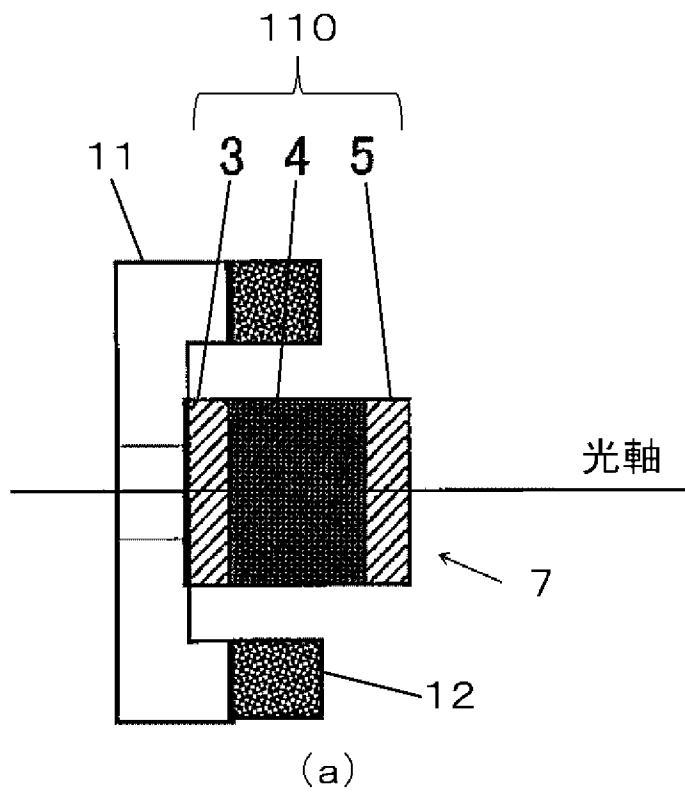
引用例1～6のいずれにもこれらの限定をすべて満たす光アイソレータの記載はない。

本発明は、磁石の形成する磁束の中心を、ファラデー回転子の光軸上の中心位置よりも、光アイソレータチップの部材に接合固定された端面側に位置させる構造とすることにより、光アイソレータチップを部材に押し付ける力がはたらくため、部材への接合信頼性の高い光アイソレータとすることができ、また、磁石が小型化されるので、その分、光アイソレータのコストが低減され、省スペース化され、かつ軽量とすることができ、さらに光アイソレータチップと磁石の同じ側の端部を部材に接合固定することにより、光アイソレータを取り付ける部材を簡易な構造とし、光アイソレータの接合信頼性をより高めることができる（本願明細書[0009]、[0011]段落等参照）という効果を得たものである。

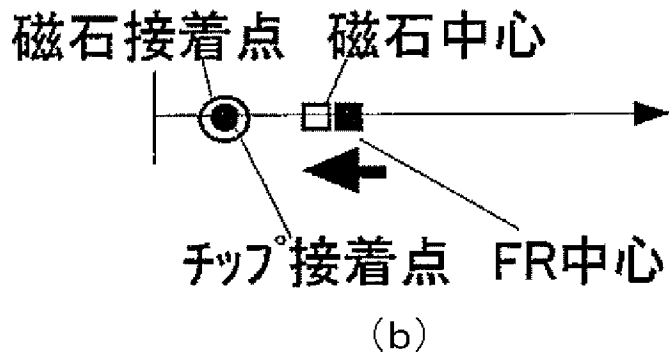
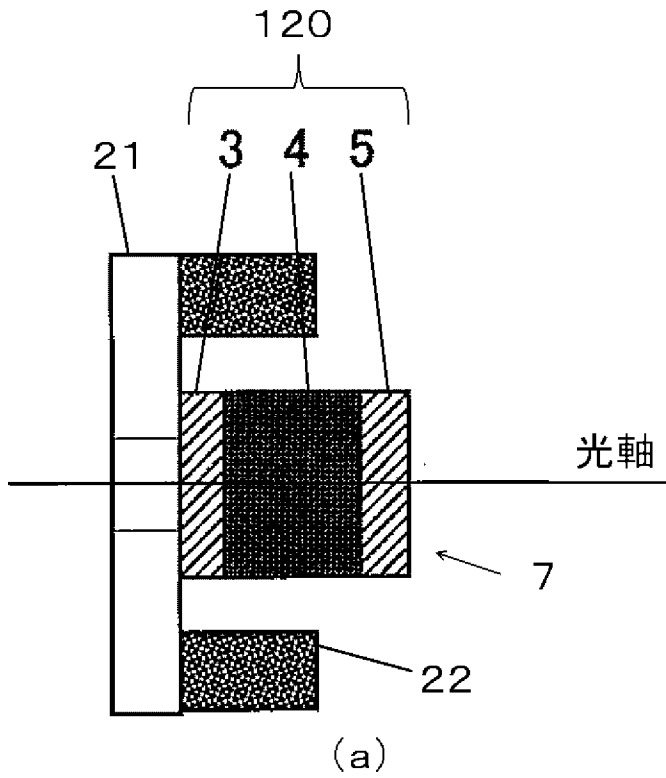
また、上記の補正に伴い、元の請求項2を削除した。

補正後の請求項3～5は、この補正に伴い、それぞれ従属先から請求項2を除く以外に変更はなく、実体的な内容はそのままである。

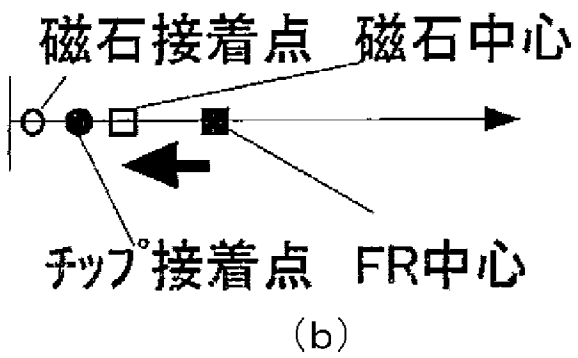
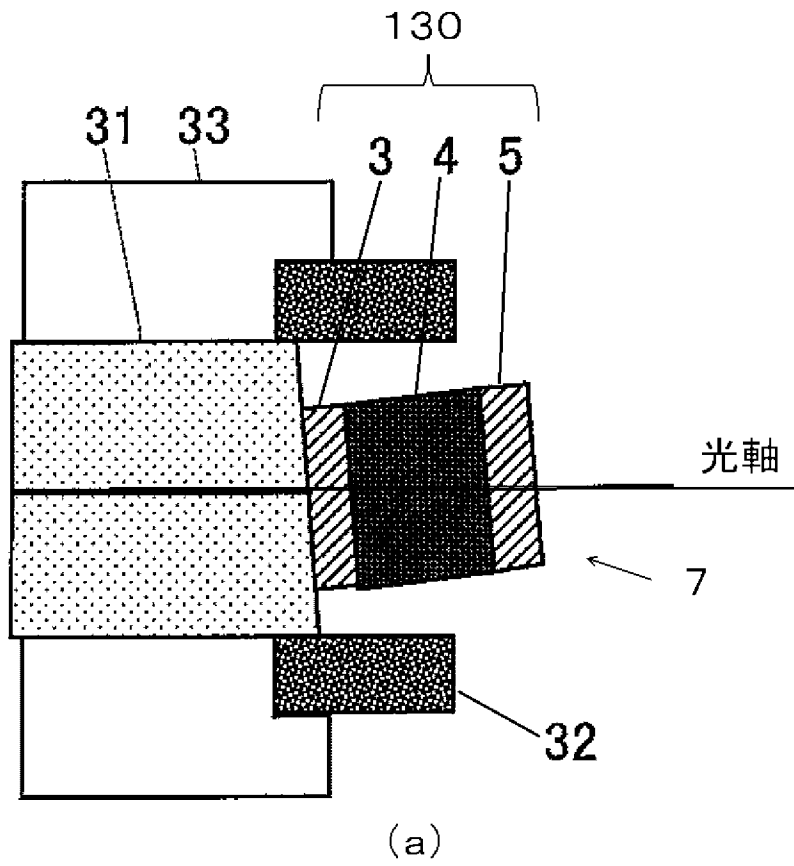
[図1]



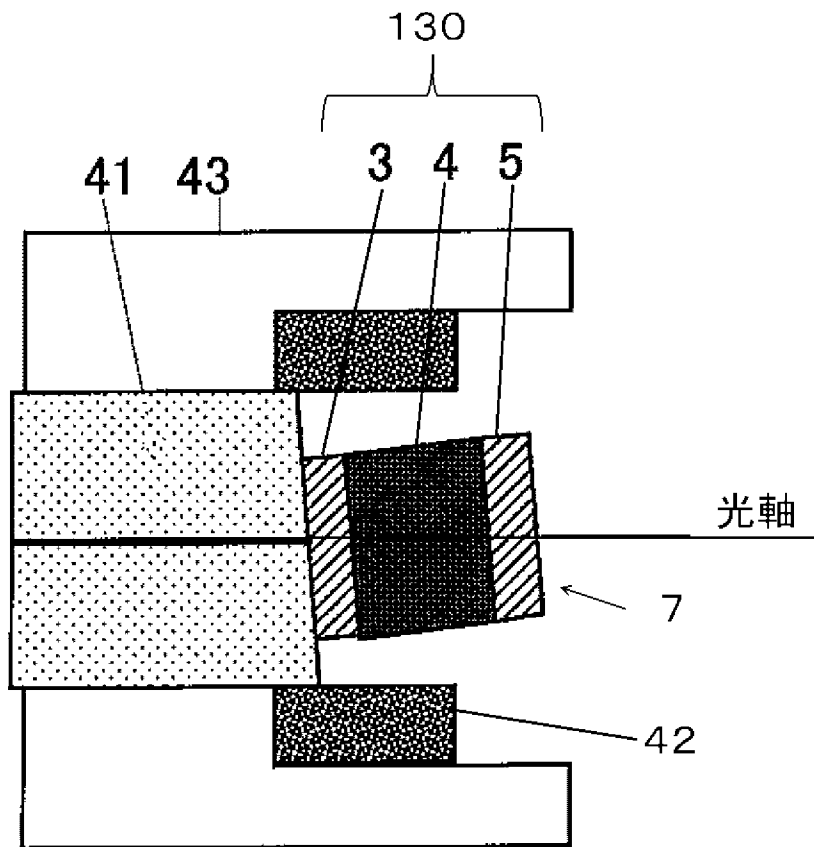
[図2]



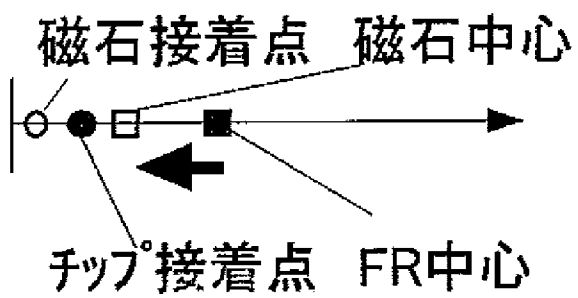
[図3]



[図4]

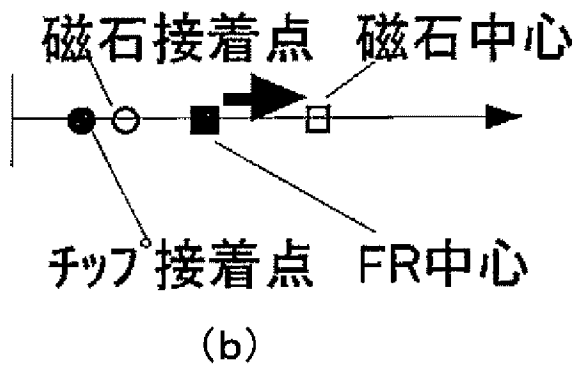
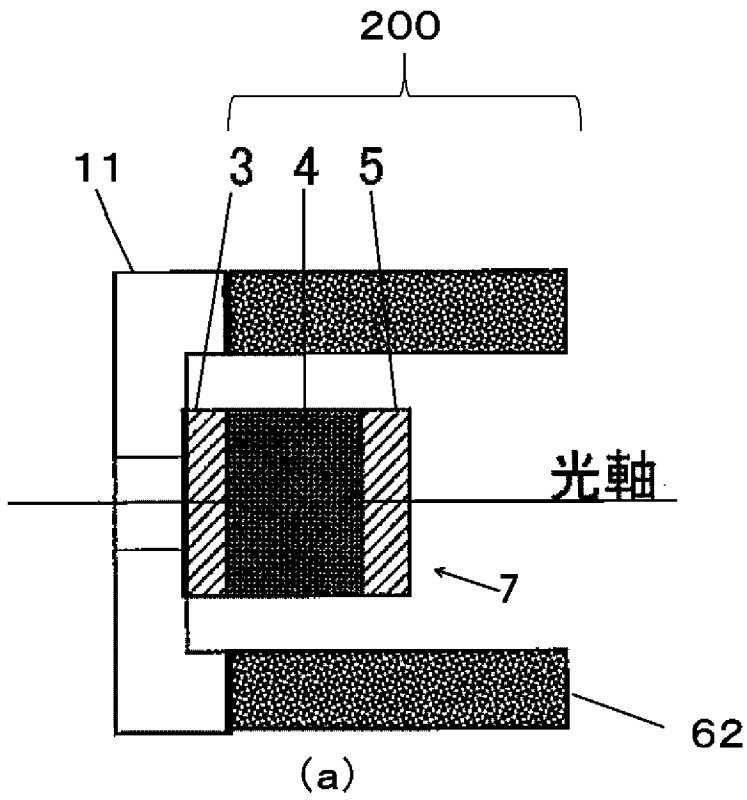


(a)



(b)

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/013558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B27/28(2006.01)i, G02F1/09(2006.01)i

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)
G02B27/28, G02F1/09

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	JP 2003-255270 A (Kyocera Corp.), 10 September 2003 (10.09.2003), paragraphs [0014] to [0021]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5
Y	JP 2011-215571 A (Kyocera Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), fig. 8 (Family: none)	1-5
Y	JP 2015-64407 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 09 April 2015 (09.04.2015), paragraph [0020]; fig. 2 (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 01 June 2017 (01.06.17)	Date of mailing of the international search report 13 June 2017 (13.06.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013558

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-242347 A (Kyocera Corp.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0002] to [0007]; fig. 8 to 9 & US 2005/0207710 A1 paragraphs [0004] to [0009]; fig. 8 to 9 & TW 200535480 A & CN 1648703 A	4-5
X	JP 2004-325606 A (Kyocera Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraphs [0018], [0032] to [0036]; fig. 1 (Family: none)	1, 4
X	JP 8-54579 A (TDK Corp.), 27 February 1996 (27.02.1996), paragraphs [0010] to [0014]; fig. 2 to 3 & US 5691845 A column 23, lines 47 to 55; fig. 24	1
A	JP 2006-11019 A (NEC Tokin Corp.), 12 January 2006 (12.01.2006), paragraphs [0020] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B27/28(2006.01)i, G02F1/09(2006.01)i

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））

Int.Cl. G02B27/28, G02F1/09

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	JP 2003-255270 A（京セラ株式会社）2003.09.10, 段落[0014]-[0021], 図1-3（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2011-215571 A（京セラ株式会社）2011.10.27, 図8（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2015-64407 A（信越化学工業株式会社）2015.04.09, 段落[0020], 図2（ファミリーなし）	1-5

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矛盾するものではなく、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

01.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀部 修平

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

2L

9215

C (続き) . 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
Y	JP 2005-242347 A (京セラ株式会社) 2005. 09. 08, 段落[0002]-[0007], 図 8-9 & US 2005/0207710 A1, 段落[0004]-[0009], 図 8-9 & TW 200535480 A & CN 1648703 A	4-5
X	JP 2004-325606 A (京セラ株式会社) 2004. 11. 18, 段落[0018], [0032]-[0036], 図 1 (ファミリーなし)	1, 4
X	JP 8-54579 A (ティーディーケイ株式会社) 1996. 02. 27, 段落[0010]-[0014], 図 2-3 & US 5691845 A, 第 23 欄 47-55 行, 図 24	1
A	JP 2006-11019 A (NEC トーキン株式会社) 2006. 01. 12, 段落[0020]-[0023], 図 1 (ファミリーなし)	1-5