

(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
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/125636 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) *H01L 31/0232* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052209
- (22) 国際出願日: 2016年1月26日(26.01.2016)
- (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 2015-018350 2015年2月2日(02.02.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社エンプラス(ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 森岡 心平(MORIOKA, Shimpei). 今 亜耶乃(KON, Ayano).
- (74) 代理人: 鷲田 公一(WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウェスト8階 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, 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, KN, KP, KR, 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, 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))

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール

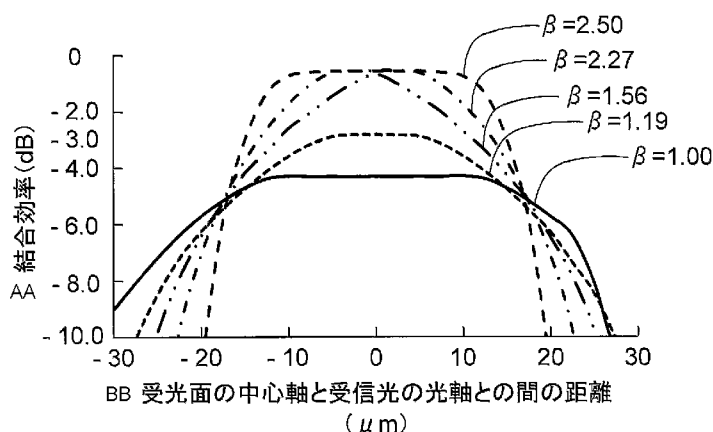


FIG. 2:
AA Coupling efficiency (dB)
BB Distance between the central axis of the light receiving face and the optical axis of reception light (μm)

(57) Abstract: This optical module has a photoelectric conversion device including a light emitting element, and an optical receptacle for optically coupling an end face of an optical transmission body connected thereto and a light receiving face of a light receiving element. The optical receptacle includes a first optical face on which light emitted from the end face of the optical transmission body is incident, and a second optical face for emitting, toward the light receiving face of the light receiving element, the light incident on the first optical face. An irradiation spot of emitted light from the second optical face on a virtual plane including the light receiving face of the light receiving element is sufficiently large to encompass the entire light receiving face.

(57) 要約: 本発明の光モジュールは、受光素子を含む光電変換装置と、光伝送体が接続され、光伝送体の端面および受光素子の受光面を光学的に結合するための光レセプタクルと、を有する。光レセプタクルは、光伝送体の端面から出射された光を入射させる第1光学面と、第1光学面で入射した光を受光素子の受光面に向けて出射させる第2光学面とを含む。受光素子の受光面を含む仮想平面上における第2光学面からの出射光の照射スポットの大きさは、当該受光面全体を包含しうる大きさである。

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光伝送体が接続される受信用の光モジュールに関する。

背景技術

[0002] 従来、光ファイバーや光導波路などの光伝送体を用いた光通信には、面発光レーザー（例えば、V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）などの発光素子を備えた発信用の光モジュールや、光検出器（例えば、フォトダイオード）などの受光素子を備えた受信用の光モジュールが使用されている。発信用の光モジュールは、発光素子から出射された通信情報を含む光を、光伝送体の端面に入射させる光レセプタクルを有する。一方、受信用の光モジュールは、光伝送体から出射された通信情報を含む光を、受光素子の受光面に入射させる。

[0003] たとえば、特許文献1には、発光素子および検出素子が配置された光電変換装置と、発光素子と光伝送体の端面とを光学的に接続させる光レセプタクルとを有する発信用の光モジュールが記載されている。

[0004] 特許文献1に記載の光モジュールは、光電変換装置および光レセプタクルを有する。光電変換装置は、基板上に発光素子および検出素子がワイヤーを用いたワイヤーボンディングで固定されている。光レセプタクルは、発光素子から出射された光を入射させる第1光学面と、光レセプタクルの内部を通る光を光伝送体の端面に向けて出射させる第2光学面と、第1光学面で入射した光を第2光学面に向けて反射する反射面と、反射面で反射した光を受光素子に向かうモニター光および光伝送体の端面に向かう信号光に分離する光分離部と、モニター光を検出素子に向けて出射させる第3光学面とを有する。

[0005] 特許文献1に記載の光モジュールでは、発光素子から出射され、第1光学面で入射した光は、光分離部に向けて反射面で反射する。反射面で反射した

光は、光分離部によって信号光およびモニター光に分離される。光分離部で分離された信号光は、光伝送体の端面に向けて第2光学面から出射される。一方、光分離部で分離されたモニター光は、検出素子の受光面に向けて第3光学面から出射される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2013-137507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に記載の光モジュールを、受信用の光モジュールとして使用することも考えられる。たとえば、すべての発光素子を光検出器などの受光素子に換えることにより、特許文献1に記載の光モジュールを受信用の光モジュールとして使用することができる。

[0008] 近年、受信用の光モジュールでは、通信速度の高速化により受光素子の受光面の面積が小さくなってきている。高速通信を行う受信用の光モジュールでは、受光素子の受光面における受信光の照射スポットを受光素子の受光面の面積より小さくして、全ての受信光を受光素子に到達させている。また、受光面における受信光の照射スポットを受光面の面積よりさらに小さくすることにより、光モジュールの製造工程における組み立て誤差を許容するトレランス幅を確保している。

[0009] しかしながら、受光面における受信光の照射スポットを小さくするためには、第1光学面および第2光学面を精度よく形成する必要がある。また、光モジュールの組み立て時においても精度よく組み立てなければならず、光モジュールの製造コストが増大してしまう。

[0010] また、受光面における受信光の照射スポットを小さくするためには、光レセプタクルの倍率 β を大きくする必要がある。ここで「光レセプタクルの倍率 β 」は、光レセプタクル内を進行する光がコリメート光の場合、光伝送体

の端面および第2光学面の間隔をD1とし、第1光学面および受光素子の受光面の間隔をD2とした場合、以下の式(1)で表すことができる。

$$\beta = D1 / D2 \quad (1)$$

[0011] 光伝送体の端面および第2光学面の間隔D1は、規格化されている。したがって、前述の式(1)により、光レセプタクルの倍率 β を高くするためには、第1光学面および受光素子の受光面の間隔D2を短くする必要がある。しかしながら、第1光学面および受光素子の受光面の間隔D2を短くしすぎると、第1光学面と受光素子を固定したワイヤーとが干渉してしまう。

[0012] このように、光レセプタクルの倍率 β を高くすると、第1光学面とワイヤーとが干渉してしまうため、受光面における受信光の照射スポットを所定の大きさより小さくできない。この場合、受光面に対する受信光の照射スポットのトレランス幅が小さくなってしまう。

[0013] そこで、本発明の目的は、安価、かつトレランス幅の大きい光モジュールを提供することである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明に係る光モジュールは、1または2以上の受光素子を含む光電変換装置と、1または2以上の光伝送体が接続され、前記光伝送体の端面および前記受光素子の受光面を光学的に結合するための光レセプタクルと、を有する光モジュールであって、前記光レセプタクルは、前記光伝送体の前記端面から出射された光を入射させる、1または2以上の第1光学面と、前記第1光学面で入射した光を前記受光素子の前記受光面に向けて出射させる、1または2以上の第2光学面とを含み、前記受光素子の前記受光面を含む仮想平面上における前記第2光学面からの光の照射スポットの大きさは、当該受光面全体を包含しうる大きさである。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、安価、かつトレランス幅の大きい光モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係る光モジュールの断面図である。

[図2]図2は、受信光の光軸および受光面の中心軸の間隔と、結合効率との関係を示すグラフである。

[図3]図3 A～Cは、受光素子の受光面と、照射スポットとの位置関係を示す図である。

[図4]図4 A～Cは、受光素子の受光面と、照射スポットとの位置関係を示す図である。

[図5]図5 Aは、光レセプタクルの倍率と、トレランス幅との関係を示すグラフであり、図5 Bは、光レセプタクルの倍率と、最大結合効率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0018] (光モジュールの構成)

図1は、本発明の一実施の形態に係る光モジュール100の断面図である。なお、図1では、光レセプタクル120内の光路を示すために光レセプタクル120の断面へのハッチングを省略している。また、図1の一点鎖線は、受信光Lrの光軸LAを示しており、点線は、受信光Lrの外径を示している。

[0019] 図1に示されるように、光モジュール100は、光電変換素子（受光素子112）を含む基板実装型の光電変換装置110と、光レセプタクル120とを有する。光モジュール100は、光レセプタクル120に光伝送体140がフェルールを介して接続された状態で使用される。

[0020] 光伝送体140の種類は、特に限定されない。光伝送体140の例には、光ファイバー、光導波路などが含まれる。本実施の形態では、光伝送体140は、光ファイバーである。光ファイバーは、シングルモード方式であってもよいし、マルチモード方式であってもよい。光伝送体140の数は、特に限定されない。本実施の形態では、光伝送体140の数は、1本である。な

お、光伝送体 140 の数が複数の場合、複数の光伝送体 140 は、1 列に配置されていてもよく、2 列以上に配列されていてもよい。

[0021] 光電変換装置 110 は、基板 111 および受光素子 112 を有する。

[0022] 基板 111 は、例えば、ガラスコンポジット基板やガラスエポキシ基板、フレキシブル基板などである。

[0023] 受光素子 112 は、基板 111 上に配置されており、光伝送体 140 から出射された受信光 L_r を受光する。受光素子 112 は、例えば、フォトダイオードである。受光素子 112 は、基板 111 上にワイヤー 114 を用いたワイヤーボンディングにより固定されている。なお、受光素子 112 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、受光素子 112 の数は、1 個である。なお、複数の光伝送体 140 が 1 列に配置されている場合には、光伝送体 140 と同じ数の受光素子 112 が 1 列に配置されていてもよい。さらに、光伝送体 140 が 2 列以上に配列されている場合には、受光素子 112 も同じ列数で配列されてもよい。

[0024] 光レセプタクル 120 は、基板 111 上に配置されている。光レセプタクル 120 は、光電変換装置 110 と光伝送体 140 との間に配置された状態で、受光素子 112 の受光面 113 と光伝送体 140 の端面 141 とをそれぞれ光学的に結合させる。

[0025] (光レセプタクルの構成)

図 1 に示されるように、光レセプタクル 120 は、第 1 光学面 121、反射面 122 および第 2 光学面 123 を有する。光レセプタクル 120 は、透光性を有し、光伝送体 140 の端面 141 から出射された受信光 L_r を受光素子 112 の受光面 113 に向けて出射させる。光レセプタクル 120 は、光通信に用いられる波長の光に対して透光性を有する材料を用いて形成される。そのような材料の例には、ポリエーテルイミド (PEI) や環状オレフィン樹脂などの透明な樹脂が含まれる。また、光レセプタクル 120 は、例えば射出成形により製造される。

[0026] 第 1 光学面 121 は、光伝送体 140 から出射された受信光 L_r を屈折さ

せながら光レセプタクル120の内部に入射させる光学面である。本実施の形態では、第1光学面121の形状は、光伝送体140に向かって凸状の凸レンズ面である。第1光学面121は、光伝送体140から出射された受信光 L_r をコリメート光に変換させる。また、本実施の形態では、第1光学面121は、光レセプタクル120の正面に、光伝送体140の端面141に対向して配置されている。また、第1光学面121の平面視形状は、円形である。第1光学面121の中心軸 $CA1$ は、光伝送体140の端面141に対して垂直であることが好ましい。また、第1光学面121の中心軸 $CA1$ は、光伝送体140から出射された受信光 L_r の光軸 LA と一致することが好ましい。第1光学面121の数は、特に限定されない。本実施の形態では、第1光学面121の数は、1個である。なお、複数の光伝送体140が1列に配置されている場合には、光伝送体140と同じ数の第1光学面121が1列に配置されていてもよい。さらに、光伝送体140が2列以上に配列されている場合には、第1光学面121も同じ列数で配列されてもよい。

[0027] 反射面122は、第1光学面121で入射した受信光 L_r を第2光学面123に向けて反射させる光学面である。本実施の形態では、反射面122は、光レセプタクル120の天面側に配置されており、光レセプタクル120の天面から底面に向かうにつれて光伝送体140から離れるように傾斜している。本実施の形態では、反射面122の形状は、平面である。反射面122の傾斜角は、第1光学面121で入射した受信光 L_r を第2光学面に向けて反射させることができれば、特に限定されない。本実施の形態では、反射面122の角度は、第1光学面121で入射した受信光 L_r の光軸 LA に対して 45° である。

[0028] 第2光学面123は、第1光学面121で入射し、反射面122で反射した受信光 L_r を受光素子112の受光面113に向けて出射させる光学面である。本実施の形態では、第2光学面123の形状は、受光素子112の受光面113に向かって凸状の凸レンズ面である。第2光学面123は、光レセプタクル120の内部を進行した光を受光素子112の受光面113に向

けて収束させる。また、本実施の形態では、第2光学面123は、光レセプタクル120の底面に、受光素子112の端面141に対向して配置されている。また、第2光学面123の平面視形状は、円形である。また、第2光学面123の中心軸CA2と受光素子112の受光面113の中心軸CA3とがなす角度は、特に限定されない。本実施の形態では、第2光学面123の中心軸CA2は、受光素子112の端面141に対して垂直となるように配置されている。第2光学面123の数は、特に限定されない。本実施の形態では、第2光学面123の数は、1個である。なお、複数の光伝送体140が1列に配置されている場合には、光伝送体140と同じ数の第2光学面123が1列に配置されていてもよい。さらに、光伝送体140が2列以上に配列されている場合には、第2光学面123も同じ列数で配列されてもよい。

[0029] 本実施の形態に係る光レセプタクル120では、受光素子112の受光面113を含む仮想平面上における第2光学面123から出射された受信光L_rの照射スポットSは、受光面113全体を包含しうる大きさである。詳細は後述するが、これによりトレランス幅を大きくしている。このように、受光面113を含む仮想平面上における受信光L_rの照射スポットSが受光面113全体を包含するためには、第2光学面123および受光面113の間隔D₂に対する、端面および第1光学面の間隔D₁の割合($\beta = D_1 / D_2$)は、1.56未満にすることが好ましい。光レセプタクル120が所定の倍率 β が1.56以上の場合、第2光学面123および受光面113の間隔D₂が200 μ m未満となり、第2光学面123およびワイヤー114が干渉してしまうおそれがある。なお、第2光学面123および受光面113の間隔D₂に対する、端面および第1光学面の間隔D₁の割合($\beta = D_1 / D_2$)は、1.0超であることがより好ましい。光レセプタクル120の倍率 β が、1.0以下の場合、最大結合効率が低くなってしまい、所望の性能を発揮できなくなってしまう。

[0030] (シミュレーション)

まず、光レセプタクル 120 の倍率 β と、第 2 光学面 123 および受光素子 112 の受光面 113 の間隔との関係についてシミュレーションした。ここで、前述したように、光レセプタクルの倍率 β は、光レセプタクル 120 内を進行する光がコリメート光の場合、光伝送体 140 の端面 141 および第 1 光学面 121 の間隔を $D1$ とし、第 2 光学面 123 および受光素子 112 の受光面 113 の間隔を $D2$ とした場合、以下の式 (1) で表すことができる (図 1 参照)。

$$\beta = D1 / D2 \quad \dots (1)$$

[0031] 前述したように、光モジュール 100 の光電変換装置 110 は、基板 111 上に受光素子 112 がワイヤーボンディングにより固定されている。本シミュレーションでは、光伝送体 140 の端面 141 および第 1 光学面 121 の間隔を $350 \mu\text{m}$ とし、光伝送体 (光ファイバー) のコアの直径 (以下、単に「コアの直径」ともいう) $\phi 1$ を $50 \mu\text{m}$ とし、第 1 光学面 121 の開口数 (NA) を 0.2 とし、光伝送体 140 の端面 141 から出射される受信光 L_r の強度分布をガウシアン分布とした。また、受光素子 112 の受光面 113 の平面視形状は、円形とし、平面視したときの受光面 113 の直径 $\phi 2$ を $32 \mu\text{m}$ とした。

[0032] また、本シミュレーションでは、光レセプタクルの倍率 β を、1.0、1.19、1.56、2.27、2.50 とした。前述の式 (1) を用いて、第 2 光学面 123 および受光素子 112 の受光面 113 の間隔 $D2$ を算出した (表 1 参照)。

[0033] 一般的に、受光素子 112 をワイヤーボンディングにより基板 111 に固定すると、基板 111 の表面に対する法線方向において、基板 111 から最も離れたワイヤー 114 の位置 (ワイヤー 114 の頂部) および受光素子 112 の受光面 113 の間隔 $D3$ (受光面 113 に対するワイヤー 114 の最大高さ; 図 1 参照) は、 $150 \sim 200 \mu\text{m}$ 程度となる。また、光モジュール 100 の組み立て時における第 2 光学面 123 とワイヤー 114 との干渉防止のため、受光素子 112 の受光面 113 および第 2 光学面 123 の間隔

D 2 (図 1 参照) は、 $200 \sim 250 \mu\text{m}$ 程度必要である。表 1 に示されるように、光レセプタクルの倍率 β が 1.56 未満であれば、第 2 光学面 123 および受光素子 112 の受光面 113 の間隔 D 2 が $200 \mu\text{m}$ 超となる。よって、光レセプタクル 120 の倍率 β が 1.56 未満であれば、従来のワイヤーボンディングにより受光素子 112 を基板 111 に固定することができるとともに、光モジュール 100 として組み立てた場合に第 2 光学面 123 および受光素子 112 の受光面 113 が干渉することがない。

[0034] 次いで、光レセプタクル 120 の各倍率 β について、照射スポット S の直径 $\phi 3$ を算出した (表 1 参照)。なお、照射スポット S の直径 $\phi 3$ は、以下の式 (2) により表すことができる。

$$\text{照射スポット S の直径 } \phi 3 = \text{コアの直径 } \phi 1 / \text{光レセプタクルの倍率 } \beta$$

$$\dots (2)$$

[0035] ここで、前述したように、コアの直径 $\phi 1 = 50 \mu\text{m}$ であるため、前述の式 (2) は、以下の式 (3) となる。

$$\text{照射スポット S の直径 } \phi 3 (\mu\text{m}) = 50 (\mu\text{m}) / \text{光レセプタクルの倍率 } \beta$$

$$\dots (3)$$

[0036] 表 1 に示されるように、光レセプタクル 120 の倍率 β が 1.56 超であれば、照射スポット S の直径 $\phi 3$ が受光面の直径 $\phi 2$ ($32 \mu\text{m}$) 未満となり、照射スポット S は、受光面 113 全体により包含されうる。これにより、光レセプタクル 120 が適切な位置に配置されている場合は、光伝送体 140 から出射された全ての受信光 L_r は、受光素子 112 の受光面 113 に受光されることが分かる。

[0037] 以上のことから、第 2 光学面 123 とワイヤーとの干渉を考慮すると、光レセプタクル 120 の倍率 β は、1.56 未満であることが好ましい。一方で、受光面 113 の直径 $\phi 2$ と照射スポット S の直径 $\phi 3$ との関係を考慮すると、光レセプタクル 120 の倍率 β は、1.56 超であることが好ましい。このように、従来の技術では、光レセプタクル 120 の倍率 β と、受光面 113 の直径 $\phi 2$ と照射スポット S の直径 $\phi 3$ との関係を満足することが

できなかった。そこで、本発明者らは、受信光 L_r の結合効率と、組み立て時におけるトレランス幅に注目して、照射スポット S の直径 $\phi 3$ を受光面の直径 $\phi 2$ よりもあえて大きくすることを検討した。

[0038] 本発明者らは、第2光学面123から出射された受信光 L_r の光軸 L_A および受光面113の中心軸 $C A 3$ の間隔と、結合効率との関係についてシミュレーションした。図2は、受信光 L_r の光軸 L_A および受光面の中心軸 $C A 3$ の間隔と、結合効率との関係を示すグラフである。図2の横軸は、受信光 L_r の光軸 L_A および受光面の中心軸 $C A 3$ の間隔 (μm) を示しており、縦軸は、結合効率 (dB) を示している。図2の実線は、倍率 β が1.0の光レセプタクル120を用いた場合の結果を示しており、点線は、倍率 β が1.19の光レセプタクル120を用いた場合の結果を示しており、二点鎖線は、倍率 β が1.56の光レセプタクル120を用いた場合の結果を示しており、一点鎖線は、倍率 β が2.27の光レセプタクル120を用いた場合の結果を示しており、破線は、倍率 β が2.5の光レセプタクル120を用いた場合の結果を示している。

[0039] 図3および図4は、受光素子112の受光面113と、照射スポット S との位置関係を示す図である。図3A~Cは、受光面113の直径 $\phi 2$ に対して照射スポット S の直径 $\phi 3$ が小さい場合の受光素子112の受光面113と、照射スポット S との位置関係を示している。図4A~Cは、受光面113の直径 $\phi 2$ に対して照射スポット S の直径 $\phi 3$ が大きい場合の受光素子112の受光面113と、照射スポット S との位置関係を示している。

[0040] 図2および図3A~Cに示されるように、光レセプタクル120の倍率 β が大きくなる（受光面の直径 $\phi 2$ に対する照射スポット S の直径 $\phi 3$ が小さくなる）につれて、最大結合効率が大きくなることが分かった。

[0041] 図2および図3A~Cに示されるように、また、光レセプタクル120の倍率 β が大きくなるにつれて、最大結合効率は高くなるが、受光面113の中心軸と受信光 L_r の光軸 L_A との距離が離れたときの結合効率の減少幅が大きいことがわかった。

[0042] 図2および図4 A～Cに示されるように、光レセプタクル120の倍率 β が小さくなるにつれて、最大結合効率は小さくなるが、受光面113の中心軸と受信光Lrの光軸LAとの距離が離れたときの結合効率の減少幅は小さいことがわかった。言い換えれば、最大結合効率を許容することができれば、受光素子112の受光面113に対して照射スポットSが大きい光モジュール100は、受光面113の中心軸CA3および受信光Lrの光軸LAの間隔が長くなっても適切に機能することを示している。これは、光モジュール100の組み立て時におけるトレランス幅が大きいことを示している。

[0043] [表1]

倍率 β		1.0	1.19	1.56	2.27	2.50
D2 (μm)		350	290	220	150	140
$\phi 3$ (μm)		50	42	32	22	20
トレランス幅 (μm)	-1 dB	35	20	10	15	25
	-2 dB	40	30	20	25	25
	-3 dB	45	35	25	25	30
最大結合効率 (dB)		-4.3	-2.8	-0.7	-0.6	-0.6
適合評価		Δ	$\bigcirc$	$\bigcirc$	Δ	$\times$

[0044] 図5 Aは、光レセプタクル120の倍率と、トレランス幅との関係を示すグラフであり、図5 Bは、光レセプタクル120の倍率と、最大結合効率との関係を示すグラフである。図5 A、Bの横軸は、光レセプタクル120の倍率を示している。また、図5 Aの縦軸は、所定の結合効率を維持できる、受光面113の中心軸および受信光Lrの光軸LAの間隔（トレランス幅； μm ）を示しており、図5 Bの縦軸は、最大結合効率（dB）を示している。図5 Aの黒丸シンボルは、最大結合効率-1 dBを維持できる受光面113の中心軸および受信光Lrの光軸LAの間隔を示しており、白丸シンボルは、最大結合効率-2 dBを維持できる受光面113の中心軸および受信光Lrの光軸LAの間隔を示しており、黒四角シンボルは、最大結合効率-3 dBを維持できる受光面113の中心軸および受信光Lrの光軸LAの間隔を示している。

[0045] 光モジュール100に使用される光レセプタクル120の倍率は、図5 A、Bを参考にして決定することができる。光レセプタクル120の倍率は、

必要とされる最大結合効率と、許容されるトレランス幅とのバランスにより決定すればよい。本実施の形態では、光モジュール100の組み立てを考慮して（表1参照）、光レセプタクル120の倍率は、1.56未満とした。また、最大結合効率を考慮すると、光レセプタクル120の倍率は、1.0超であるとした。このとき、「最大結合効率−3（dB）」のときのトレランス幅は、25 μ m超であって、かつ45 μ m未満であるため、光モジュール100の組み立ても容易である。

[0046] （効果）

以上のように、本実施の形態に係る光モジュール100では、受光素子112の受光面113を含む仮想平面上における第2光学面123からの出射光の照射スポットSの大きさは、受光面113全体を包含しうる大きさであるため、トレランス幅を大きくすることができる。これにより、光モジュール100の組み立て工程において、受信光L_rの光軸L_Aと受光面113の中心軸C_{A3}とが位置ズレした場合であっても、製品性能を維持しつつ、容易に組み立てることができる。また、本実施の形態に係る光レセプタクル120は、従来品以上の精度を必要としないため、安価に製造されうる。

[0047] なお、本実施の形態では、反射面122上に反射膜を有しない光レセプタクル120について説明したが、反射面122上に光反射率が高い金属（例えば、Al, Ag, Auなど）の薄膜などの反射膜を形成してもよい。部品点数の削減を優先させたい場合には、全反射面のみを利用した構成を採用することが好ましい。

[0048] 本出願は、2015年2月2日出願の特願2015-018350に基づく優先権を主張する。当該出願明細書および図面に記載された内容は、すべて本願明細書に援用される。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明に係る光モジュールは、例えば光伝送体を用いた光通信に有用である。

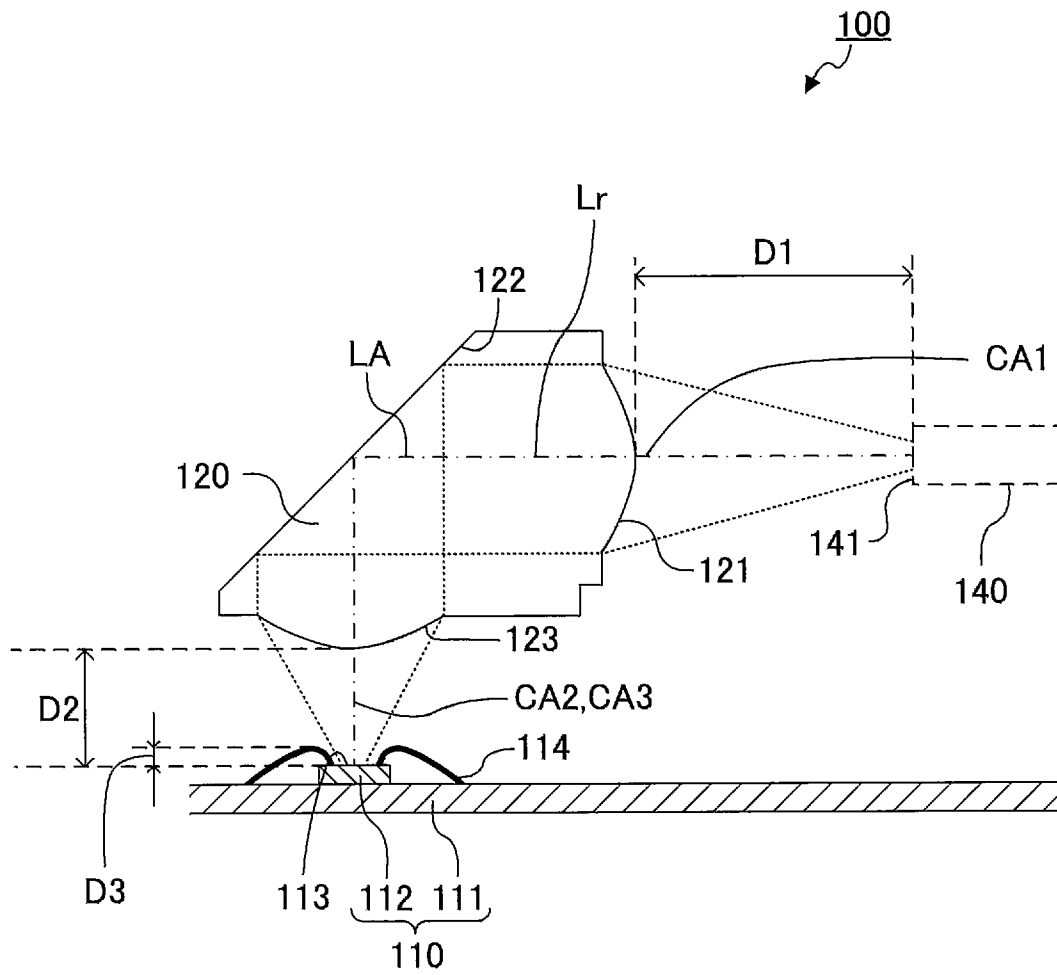
符号の説明

[0050] 1 0 0 光モジュール
1 1 0 光電変換装置
1 1 1 基板
1 1 2 受光素子
1 1 3 受光面
1 2 0 光レセプタクル
1 2 1 第1光学面
1 2 2 反射面
1 2 3 第2光学面
1 4 0 光伝送体
1 4 1 端面
L r 受信光

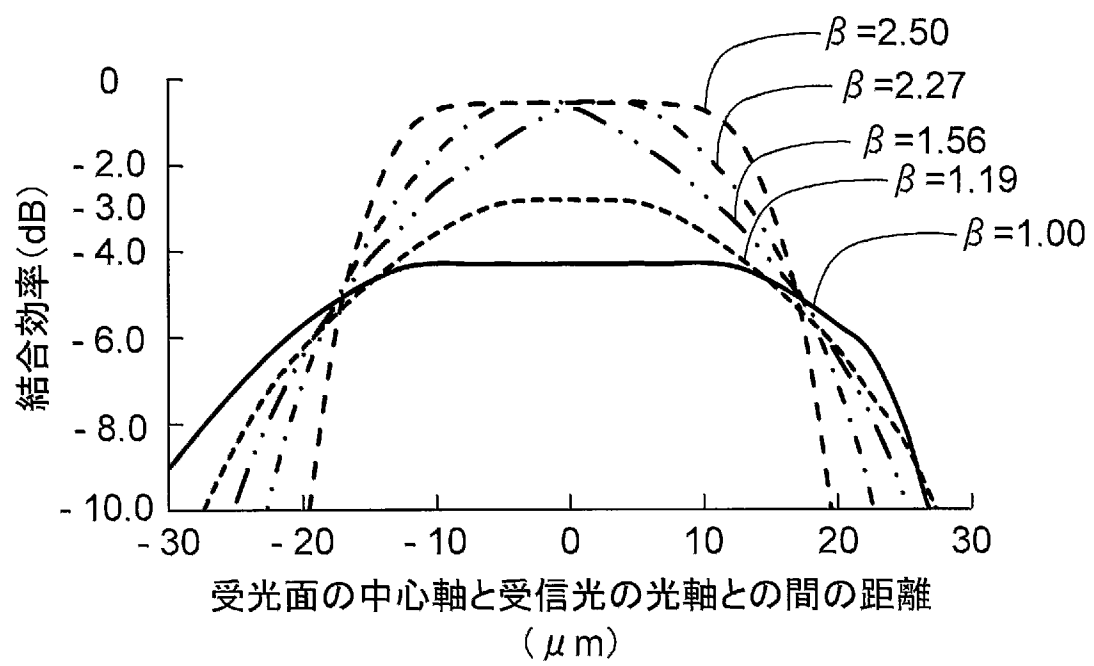
請求の範囲

- [請求項1] 1 または 2 以上の受光素子を含む光電変換装置と、 1 または 2 以上の光伝送体が接続され、前記光伝送体の端面および前記受光素子の受光面を光学的に結合するための光レセプタクルと、を有する光モジュールであって、
- 前記光レセプタクルは、前記光伝送体の前記端面から出射された光を入射させる、1 または 2 以上の第 1 光学面と、前記第 1 光学面で入射した光を前記受光素子の前記受光面に向けて出射させる、1 または 2 以上の第 2 光学面とを含み、
- 前記受光素子の前記受光面を含む仮想平面上における前記第 2 光学面からの光の照射スポットの大きさは、当該受光面全体を包含しうる大きさである、
- 光モジュール。
- [請求項2] 前記第 2 光学面および前記受光面の間隔 D_2 に対する、前記端面および前記第 1 光学面の間隔 D_1 の割合 (D_1 / D_2) は、1.56 未満である、請求項 1 に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記第 2 光学面および前記受光面の間隔 D_2 に対する、前記端面および前記第 1 光学面の間隔 D_1 の割合 (D_1 / D_2) は、1.0 超である、請求項 2 に記載の光モジュール。
- [請求項4] 前記光レセプタクルは、前記第 1 光学面と前記第 2 光学面との間に配置され、前記第 1 光学面で入射した光を前記第 2 光学面に向けて反射させる反射面をさらに有する、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の光モジュール。

[図1]



[図2]



[図3]

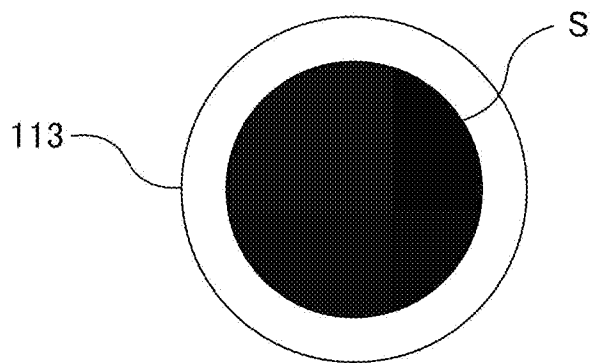


図3A

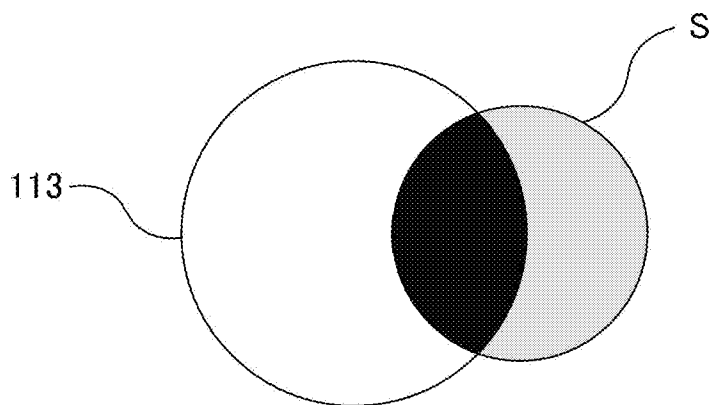


図3B

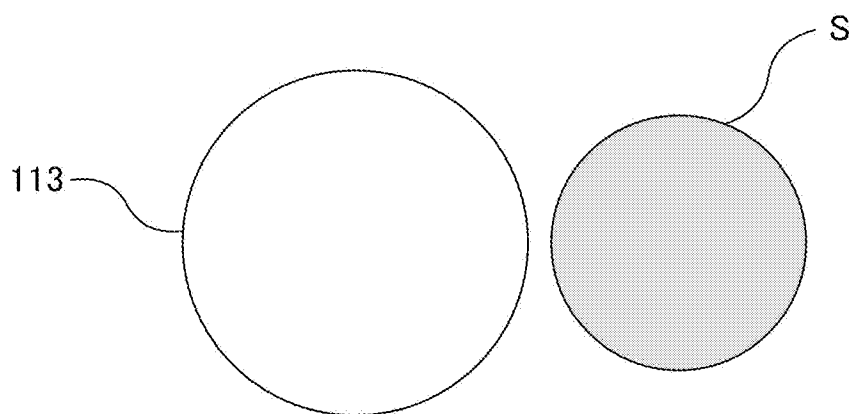


図3C

[図4]

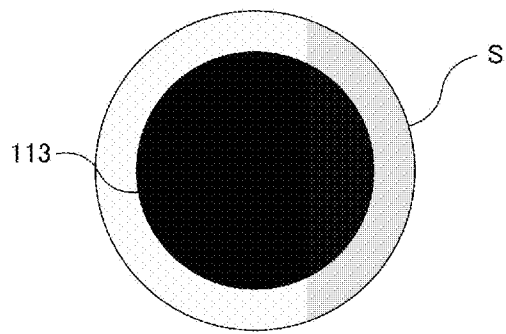


図4A

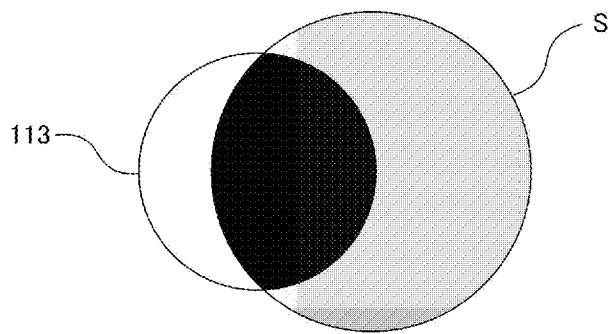


図4B

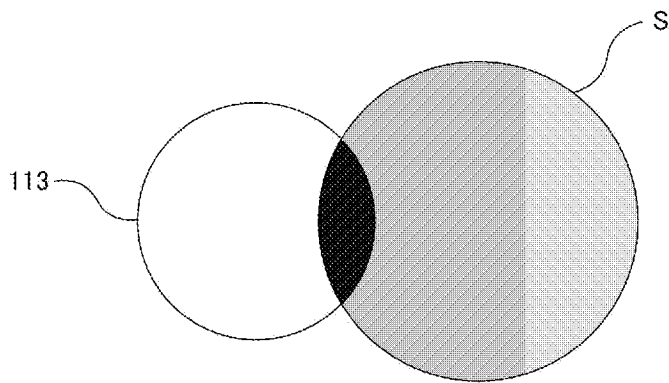


図4C

[図5]

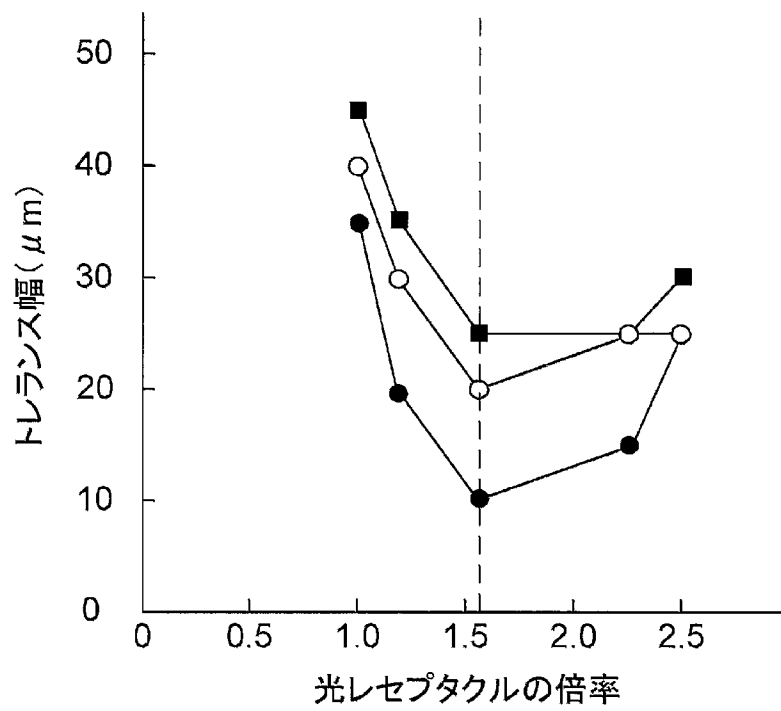


図5A

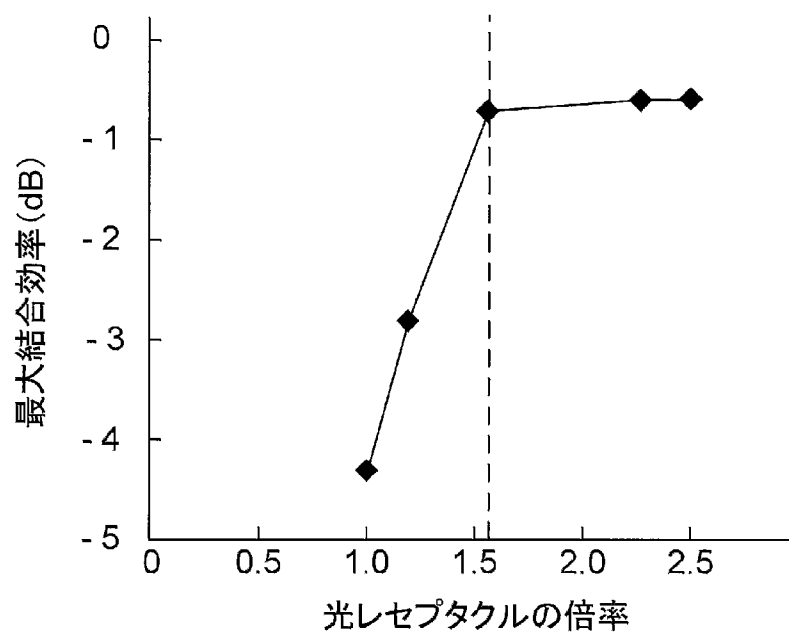


図5B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42(2006.01)i, H01L31/0232(2014.01)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)

G02B6/26-6/27, 6-30-6/34, 6/42-6/43, H01L31/0232

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2004-246279 A (Seiko Epson Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), paragraphs [0033], [0038], [0039], [0053] to [0055]; fig. 6 & US 2004/0202477 A1 paragraphs [0047], [0054], [0055], [0071] to [0073]; fig. 6B & EP 1447695 A2 & DE 602004020816 D & CN 1523391 A	1-4
Y	JP 2003-152199 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 23 May 2003 (23.05.2003), paragraphs [0011] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-4

☒ 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
14 March 2016 (14.03.16)

Date of mailing of the international search report
29 March 2016 (29.03.16)

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/JP2016/052209

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 6-151973 A (Sharp Corp.), 31 May 1994 (31.05.1994), paragraphs [0011] to [0015]; fig. 2(a) to (c) (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/42 (2006.01)i, H01L31/0232 (2014.01)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. G02B6/26-6/27, 6-30-6/34, 6/42-6/43, H01L31/0232

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2004-246279 A (セイコーエプソン株式会社) 2004.09.02, 段落 0033, 0038, 0039, 0053~0055, 図6 & US 2004/0202477 A1 ([0047], [0054], [0055], [0071]-[0073], FIG.6B) & EP 1447695 A2 & DE 602004020816 D & CN 1523391 A	1~4
Y	JP 2003-152199 A (三洋電機株式会社) 2003.05.23, 段落0011~0027, 図1 (ファミリーなし)	1~4

☒ 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

14.03.2016

国際調査報告の発送日

29.03.2016

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)

金高 敏康

2 X

9712

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

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 6-151973 A (シャープ株式会社) 1994.05.31, 段落 0 0 1 1 ~ 0 0 1 5, 図 2 (a) ~ (c) (ファミリーなし)	1 ~ 4