

(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  
2025年1月30日(30.01.2025)



(10) 国際公開番号

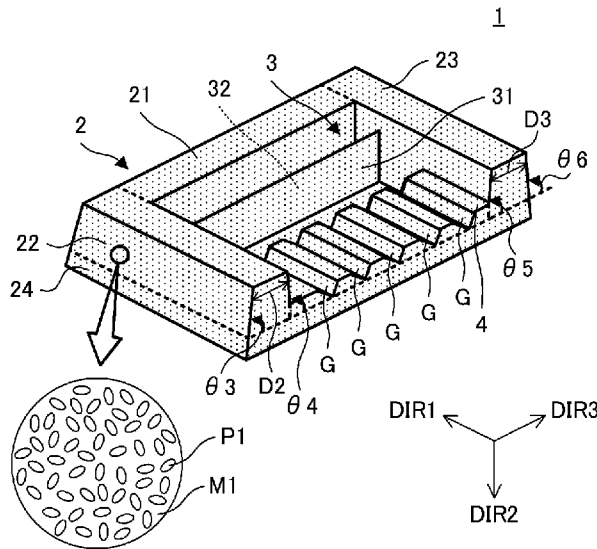
WO 2025/022695 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 6/26* (2006.01)      *G02B 6/42* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2024/004310
- (22) 国際出願日:                        2024年2月8日(08.02.2024)
- (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 2023-121575    2023年7月26日(26.07.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所  
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/  
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1  
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 長島 和輝 (NAGASHIMA Kazuki);  
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番  
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 清水 康  
弘 (SHIMIZU Yasuhiro); 〒6178555 京都府長岡  
京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製  
作所内 Kyoto (JP). 永田 真己 (NAGATA Masaki);  
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番  
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 三浦 優  
二 (MIURA Yuji); 〒6178555 京都府長岡京市東  
神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内  
Kyoto (JP). 富村 達也 (TOMIMURA Tatsuya);  
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0  
番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 森  
直哉 (MORI Naoya); 〒6178555 京都府長岡京  
市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製

(54) Title: OPTICAL COUPLER, PHOTOELECTRIC CONVERSION CIRCUIT MODULE, AND OPTICAL TRANSCEIVER

(54) 発明の名称: 光結合器、光電変換回路モジュール及び光トランシーバ

Fig.1



(57) Abstract: This optical coupler (1) comprises: an optical fiber fixing part (4); a reflection part (3) that changes the traveling direction of light (L) from a first direction (DIR1) to a second direction (DIR2) orthogonal to the first direction; and a holding part (2) that holds each of the optical fiber fixing part (4) and the reflection part (3). The holding part (2) includes a first side wall part (21), a second side wall part (22), and a third side wall part (23) that, when viewed in the second direction, is positioned on the opposite side of the second side wall part (22) in a third direction (DIR3) so as to sandwich the optical fiber fixing part (4) and the reflection part (3). The optical fiber fixing part (4) and the reflection part



WO 2025/022695 A1

作所内 Kyoto (JP). 千秋 裕 (SENSHU Yutaka);  
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番  
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 楓 国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE);  
〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1  
丁目 4 番 3 4 号 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(3) are both connected to the second side wall part (22) and the third side wall part (23). At least one among the width (D1) of the first side wall part (21) in the first direction, the width (D2) of the second side wall part (22) in the third direction, and the width (D3) of the third side wall part (23) in the third direction increases continuously in the second direction.

(57) 要約: 光結合器 (1) は、光ファイバ固定部 (4) と、光 (L) の進行方向を第 1 方向 (D1R1) から第 1 方向に直交する第 2 方向 (D1R2) に変更する反射部 (3) と、光ファイバ固定部 (4) 及び反射部 (3) のそれぞれを保持する保持部 (2) と、を備えている。保持部 (2) は、第 1 側壁部 (21) と、第 2 側壁部 (22) と、第 2 方向に視て、光ファイバ固定部 (4) 及び反射部 (3) を挟み第 2 側壁部 (22) の第 3 方向 (D1R3) に沿った反対側に位置する第 3 側壁部 (23) と、を含んでいる。光ファイバ固定部 (4) 及び反射部 (3) のそれぞれは、第 2 側壁部 (22) 及び第 3 側壁部 (23) のそれぞれと繋がっている。第 1 側壁部 (21) の第 1 方向に沿った幅 (D1)、第 2 側壁部 (22) の第 3 方向に沿った幅 (D2)、及び、第 3 側壁部 (23) の第 3 方向に沿った幅 (D3) の少なくともいずれかは、第 2 方向に向かうほど、連続的に大きくなっている。

## 明 細 書

発明の名称：

光結合器、光電変換回路モジュール及び光トランシーバ

### 技術分野

[0001] 本発明は、光結合器、光電変換回路モジュール及び光トランシーバに関する。

### 背景技術

[0002] 従来の光結合器に関する発明としては、例えば、特許文献1に記載の光モジュールが知られている。特許文献1に記載の光モジュールは、パッケージと、マイクロレンズと、光ファイバコネクタと、位置決め手段と、固定手段と、を備えている。パッケージは、発光素子と受光素子のうち少なくとも一方を搭載している。マイクロレンズは、発光素子からの出射光及び／又は受光素子への入射光の光路上に位置するようパッケージに固定されている。光ファイバコネクタは、発光素子及び／又は受光素子と光ファイバとがマイクロレンズを介して光学的に結合するよう光路の向きを変更する光路変更部を有している。また、光ファイバコネクタには、光ファイバを実装するためのV溝列が形成されている。位置決め手段は、発光素子及び／又は受光素子と光ファイバとがマイクロレンズ及び光路変更部を介して光学的に結合するようパッケージと光ファイバコネクタとを機械的に位置決めする。固定手段は、光ファイバコネクタをパッケージに着脱自在に固定する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-65358号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の光モジュールにおいて、マイクロレンズ、光路変更部及びV溝列が、それぞれ、別の部材であり、固定手段により固定される。従

って、位置決め精度を維持することが難しく、発光素子及び／又は受光素子、マイクロレンズ、光路変更部及び光ファイバ間の結合効率が低下するおそれがある。

[0005] また、外乱光が光モジュールの外部から侵入し、光ファイバから出射された光に混入することで、S/N比が低下するおそれがある。

[0006] そこで、本発明の目的は、結合効率の低下を抑制すると共に、S/N比が低下することを抑制することができる光結合器、光電変換回路モジュール及び光トランシーバを提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一形態に係る光結合器は、  
ガラスと、該ガラス内に混合されるフィラーと、を含んだ材料により一体成形された光結合器であって、  
第1方向に光を出射する複数の光ファイバのそれぞれを固定する光ファイバ固定部と、  
前記複数の光ファイバのいずれかが出射した前記光の進行方向を前記第1方向から前記第1方向に直交する第2方向に変更する反射部と、  
前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれを保持する保持部と、  
を備えており、  
前記保持部は、  
前記第1方向及び前記第2方向に直交する第3方向に延びる形状を有している第1側壁部と、  
前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第2側壁部と、  
前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第3側壁部であって、前記第2方向に視て、前記光ファイバ固定部及び前記反射部を挟み前記第2側壁部の前記第3方向に沿った反対側に位置する第3側壁部と、  
を含んでおり、

前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれのうちの前記第3方向に沿った端部は、前記第2側壁部及び前記第3側壁部のそれぞれと繋がっており、

前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅、及び、前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅の少なくともいずれかは、前記第2方向に向かうほど、連続的に大きくなっている。

### 発明の効果

[0008] 本発明に係る光結合器、光電変換回路モジュール及び光ランシーバによれば、結合効率の低下を抑制すると共に、S/N比が低下することを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、光結合器1の斜視図である。

[図2]図2は、光結合器1及び光ファイバ5の断面図である。

[図3]図3は、光結合器1を第2方向D1R2の逆方向に視た平面図である。

[図4]図4は、外乱光ALが光結合器1に入射する様子を示した光結合器1及び光ファイバ5の断面図である。

[図5]図5は、光結合器1a及び光ファイバ5の断面図である。

[図6]図6は、光結合器1b及び光ファイバ5の断面図である。

[図7]図7は、光結合器1cを第2方向D1R2の逆方向に視た平面図である。

[図8]図8は、光電変換回路モジュール10及び光ファイバ5の斜視図である。

[図9]図9は、光電変換回路モジュール10及び光ファイバ5のA-A断面図である。

[図10]図10は、光電変換回路モジュール10a及び光ファイバ5の斜視図である。

[図11]図11は、光ランシーバ100及び光ファイバ5の斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] [第1の実施形態]

[光結合器1の構造]

以下に、本発明の第1の実施形態に係る光結合器1について、図面を参照しながら説明する。図1は、光結合器1の斜視図である。図2は、光結合器1及び光ファイバ5の断面図である。なお、図1及び図2では、複数のフィラーP1のうちの代表的なフィラーP1にのみ参照符号を付した。また、図2では、第2側壁部22及び第3側壁部23を省略している。図3は、光結合器1を第2方向D1R2の逆方向に視た平面図である。

[0011] 本明細書において、方向を以下のように定義する。図1に示すように、光ファイバ固定部4及び反射部3がこの順に並ぶ方向を第1方向D1R1と定義する。反射部3及び底部24がこの順に並ぶ方向を第2方向D1R2と定義する。第2側壁部22及び第3側壁部23がこの順に並ぶ方向を第3方向D1R3と定義する。第1方向D1R1、第2方向D1R2及び第3方向D1R3は、互いに直交する。ただし、本明細書における第1方向D1R1、第2方向D1R2及び第3方向D1R3は、説明の便宜上定義した方向であり、光結合器1の使用時における第1方向D1R1、第2方向D1R2及び第3方向D1R3と一致していなくてもよい。

[0012] 光結合器1は、光ファイバから出射された光の進行方向を変更し、光電変換回路等に出射する、又は、光電変換回路等から出射された光の進行方向を変更し、光ファイバに出射するための装置である。本実施形態では、光結合器1が、光ファイバ5から出射された光Lの進行方向を第1方向D1R1から第2方向D1R2に変更する場合について、説明する。光結合器1は、図2に示すように、光ファイバ5が出射した光Lを入射する入射面S11と、光Lを第2方向D1R2に出射する出射面S12と、を有している。以下に、光結合器1の構造について、詳細に説明する。

[0013] 光結合器1は、図1に示すように、保持部2と、反射部3と、光ファイバ固定部4と、を備えている。光結合器1は、フィラーを含むガラスにより一体成形されている。また、光結合器1は、単一部材である。ここで、単一部

材とは、破損させることなく分離不可能な構造を有している部材を意味する。従って、例えば、2個の樹脂片がネジにより固定された部材は、単一部材ではない。

[0014] 光結合器1は、ガラスM1と、該ガラスM1内に混合される複数のフィラーP1と、を含んだ材料により一体成形されている。ガラスは、非晶質であり、かつ、ガラス転移現象を示す材料である。ガラスは、例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{GeO}_2$ 、 $\text{As}_2\text{O}_3$ 等の単純酸化物のガラスや、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 等のケイ酸塩のガラス、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 等のアルミノケイ酸塩のガラス、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 等のホウ酸塩のガラス、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ 等のアルミノホウ酸塩のガラス、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 等のホウケイ酸塩のガラスである。

[0015] 複数のフィラーP1は、結晶性シリカ、非晶質シリカ、アルミナ、酸化マグネシウム、酸化チタン等の金属酸化物粒子である。複数のフィラーP1のそれぞれは、非球形状を有している。複数のフィラーP1は、ガラスM1の全体に分散している。なお、複数のフィラーP1のそれぞれは、球形状を有していてもよい。また、複数のフィラーP1は、ガラスM1の全体に均一に分散していてもよいし、ガラスM1の全体に不均一に分散していてもよい。

[0016] 保持部2は、反射部3及び光ファイバ固定部4のそれぞれを保持する。保持部2は、反射部3及び光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。保持部2は、第1側壁部21と、第2側壁部22と、第3側壁部23と、底部24と、を含んでいる。なお、保持部2は、底部24を含んでいなくてもよい。

[0017] 第1側壁部21は、第2側壁部22、第3側壁部23及び底部24のそれぞれと繋がっている。より詳細には、第1側壁部21は、第3方向DIR3に延びる形状を有している。本実施形態では、第1側壁部21の第1方向DIR1における端面及び第1方向DIR1の逆方向における端面（第1方向DIR1に並んだ第1側面及び第2側面）は、図2に示すように、テーパー

状に傾いている。より詳細には、第3方向D | R 3に視て、第1側壁部2 1の第1方向D | R 1における端面と第1方向D | R 1とが成す角度 $\theta 1$ は、鈍角である。また、第3方向D | R 3に視て、第1側壁部2 1の第1方向D | R 1の逆方向における端面と第1方向D | R 1とが成す角度 $\theta 2$ は、鋭角である。従って、第1側壁部2 1の第1方向D | R 1における端面と、第1側壁部2 1の第1方向D | R 1の逆方向における端面と、は、平行でない。第1側壁部2 1の第1方向D | R 1に沿った第1幅D 1は、第2方向D | R 2に向かうほど、連続的に大きくなっている。第1側壁部2 1の第3方向D | R 3における端面は、図1に示すように、第3側壁部2 3と繋がっている。第1側壁部2 1の第3方向D | R 3の逆方向における端面は、第2側壁部2 2と繋がっている。第1側壁部2 1の第2方向D | R 2における端面は、図2に示すように、底部2 4と繋がっている。本実施形態では、フィラーP 1が、第1側壁部2 1の表面に露出している。なお、第1側壁部2 1の第1方向D | R 1における端面及び第1方向D | R 1の逆方向における端面（第1方向D | R 1に並んだ第1側面及び第2側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。また、フィラーP 1が、第1側壁部2 1の表面に露出していなくてもよい。

[0018] 第2側壁部2 2は、図1に示すように、第1側壁部2 1、底部2 4、反射部3及び光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。より詳細には、第2側壁部2 2は、第3側壁部2 3より第3方向D | R 3の逆方向に位置している。第2側壁部2 2は、第1方向D | R 1に延びる形状を有している。本実施形態では、第2側壁部2 2の第3方向D | R 3における端面及び第3方向D | R 3の逆方向における端面（第3方向D | R 3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いている。より詳細には、第1方向D | R 1に視て、第2側壁部2 2の第3方向D | R 3の逆方向における端面と第3方向D | R 3とが成す角度 $\theta 3$ は、鋭角である。第1方向D | R 1に視て、第2側壁部2 2の第3方向D | R 3における端面と第3方向D | R 3とが成す角度 $\theta 4$ は、鈍角である。第2側壁部2 2の第3方向D | R 3の逆方向にお

ける端面と、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面と、は、平行でない。第2側壁部22の第3方向D1R3に沿った第2幅D2は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。第2側壁部22の第3方向D1R3における端面の一部分は、第1側壁部21の第3方向D1R3の逆方向における端面、反射部3、及び、光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。第2側壁部22の第2方向D1R2における端面は、底部24と繋がっている。本実施形態では、フィラーP1が、第2側壁部22の表面に露出している。なお、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。また、フィラーP1が、第2側壁部22の表面に露出していなくてもよい。

[0019] 第3側壁部23は、第1側壁部21、底部24、反射部3及び光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。より詳細には、第3側壁部23は、第2側壁部22より第3方向D1R3に位置している。第3側壁部23は、第2方向D1R2に視て、反射部3及び光ファイバ固定部4を挟み第2側壁部22の第3方向D1R3に沿った反対側に位置している。第3側壁部23は、第1方向D1R1に延びる形状を有している。本実施形態では、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いている。より詳細には、第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3の逆方向における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_5$ は、鋭角である。第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_6$ は、鈍角である。従って、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面と、第3側壁部23の第3方向D1R3の逆方向における端面と、は、平行でない。第3側壁部23の第3方向D1R3に沿った第3幅D3は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。第3側壁部23の第3方向D1R3の逆方向における端面の一部分は、第1側壁部21の第3方向D1R3にお

ける端面、反射部3、及び、光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。第3側壁部23の第2方向D1R2における端面は、底部24と繋がっている。本実施形態では、フィラーP1が、第3側壁部23の表面に露出している。なお、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。また、フィラーP1が、第3側壁部23の表面に露出していなくてもよい。なお、第1側壁部21の第1幅D1、第2側壁部22の第2幅D2及び第3側壁部23の第3幅D3のうちの少なくともいずれかが、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっていけばよい。

[0020] なお、本実施形態では、図3に示すように、同一の第2方向D1R2の位置において、第1側壁部21の第1幅D1、第2側壁部22の第2幅D2及び第3側壁部23の第3幅D3は、互いに等しい。

[0021] 底部24は、図1に示すように、第1側壁部21、第2側壁部22、第3側壁部23、反射部3及び光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。より詳細には、底部24は、板形状を有している。本実施形態では、底部24は、第2方向D1R2に視て、矩形状を有している。底部24の第2方向D1R2の逆方向における端面の一部分は、第1側壁部21の第2方向D1R2における端面、第2側壁部22の第2方向D1R2における端面、第3側壁部23の第2方向D1R2における端面、反射部3、及び、光ファイバ固定部4のそれぞれと繋がっている。なお、底部24は、第2方向D1R2に視て、矩形状を有していなくてもよい。

[0022] 光ファイバ固定部4は、5つの光ファイバ5のそれぞれを固定する。光ファイバ固定部4は、第2側壁部22、第3側壁部23及び底部24のそれぞれと繋がっている。より詳細には、光ファイバ固定部4は、第3方向D1R3に延びる板形状を有している。光ファイバ固定部4は、第2側壁部22と第3側壁部23との間に位置している。また、光ファイバ固定部4は、第2側壁部22及び第3側壁部23のそれぞれと繋がっている。より詳細には、

光ファイバ固定部4の第3方向D | R 3の逆方向に沿った端部は、第2側壁部22と繋がっている。また、光ファイバ固定部4の第3方向D | R 3に沿った端部は、第3側壁部23のそれぞれと繋がっている。光ファイバ固定部4の第2方向D | R 2における端面は、底部24と繋がっている。

[0023] 光ファイバ固定部4の第2方向D | R 2の逆方向における端面には、第1方向D | R 1に視て、V字形状を有する5つの溝Gが設けられている。5つの溝Gのそれぞれは、第1方向D | R 1に延びる形状を有している。5つの溝Gは、第3方向D | R 3に並んでいる。5つの溝Gのそれぞれには、図2に示すように、5つの光ファイバ5のそれぞれが固定される。これにより、5つの光ファイバ5は、第3方向D | R 3に並ぶ。なお、光ファイバ固定部4の第2方向D | R 2の逆方向における端面には、溝Gが設けられていなくてもよい。また、5つの溝Gのそれぞれは、第1方向D | R 1に視て、U字形状を有していてもよい。また、光ファイバ5の数は、5つに限らず、複数であればよい。

[0024] 5つの光ファイバ5のそれぞれは、第1方向D | R 1に延びる形状を有している。5つの光ファイバ5のそれぞれは、光Lを出射する端面S5を有している。5つの光ファイバ5のそれぞれにおける端面S5の法線方向は、第1方向D | R 1である。5つの光ファイバ5のそれぞれは、第1方向D | R 1に光Lを出射する。5つの光ファイバ5のそれぞれにおける端面S5は、反射部3と間隔を空けて対向している。5つの光ファイバ5のいずれかから出射された光Lは、第1方向D | R 1に進行し、反射部3に入射する。

[0025] 反射部3は、図1に示すように、第2側壁部22、第3側壁部23及び底部24のそれぞれと繋がっている。反射部3は、第2側壁部22と第3側壁部23との間に位置している。また、反射部3は、第2側壁部22及び第3側壁部23のそれぞれと繋がっている。より詳細には、反射部3の第3方向D | R 3の逆方向に沿った端部は、第2側壁部22と繋がっている。また、反射部3の第3方向D | R 3に沿った端部は、第3側壁部23と繋がっている。反射部3は、図2に示すように、入射面S11から入射した光Lの進行

方向を第1方向D | R 1から第2方向D | R 2に変更する。反射部3は、プリズム部3 1と、5つの集光レンズ部3 2と、を含んでいる。なお、集光レンズ部3 2の数は、5つに限らず、複数であればよい。

[0026] プリズム部3 1は、第2側壁部2 2、第3側壁部2 3及び底部2 4のそれぞれと繋がっている。より詳細には、本実施形態では、プリズム部3 1は、第3方向D | R 3に延びる直角二等辺三角柱状を有している。プリズム部3 1は、プリズム部入射面S 2と、プリズム部反射面S 3と、プリズム部出射面S 4と、を有している。なお、プリズム部3 1は、直角二等辺三角柱状を有していなくてもよい。

[0027] プリズム部入射面S 2は、プリズム部3 1の第1方向D | R 1の逆方向における端面である。5つの光ファイバ5のいずれかが出射した光Lは、プリズム部入射面S 2から光結合器1に入射する。従って、プリズム部入射面S 2は、光結合器1の入射面S 1 1である。プリズム部入射面S 2から光結合器1に入射した光Lは、プリズム部3 1の内部を通過する。

[0028] プリズム部反射面S 3は、第3方向D | R 3に視て、第1方向D | R 1に対して、時計回りに135度の角度をなしている。プリズム部反射面S 3の第2方向D | R 2の逆方向における端は、プリズム部反射面S 3の第2方向D | R 2における端より第1方向D | R 1の逆方向に位置している。プリズム部反射面S 3は、プリズム部3 1の内部を通過した光Lを反射する。これにより、プリズム部反射面S 3は、光Lの進行方向を第1方向D | R 1から第2方向D | R 2に変更する。なお、プリズム部反射面S 3は、本発明の「反射面」に対応する。

[0029] 5つの集光レンズ部3 2は、プリズム部反射面S 3に設けられている。5つの集光レンズ部3 2は、第3方向D | R 3に並んでいる。集光レンズ部3 2の表面は、非球面状である。本実施形態では、集光レンズ部3 2の表面は、楕円球面状である。集光レンズ部3 2は、プリズム部3 1の内部を通過し、第1方向D | R 1に進行する光Lを集光しつつ、第2方向D | R 2に向かって反射する。これにより、集光レンズ部3 2は、光Lの進行方向を第1方

向D | R 1 の成分を含む方向から第2方向D | R 2に変更する。なお、集光レンズ部3 2の表面は、楕円球面状でなくてもよい。

[0030] プリズム部出射面S 4は、プリズム部3 1の第2方向D | R 2における端面である。プリズム部出射面S 4は、底部2 4と繋がっている。プリズム部出射面S 4は、プリズム部反射面S 3又は集光レンズ部3 2により反射され、プリズム部3 1の内部を通過した光Lを出射する。プリズム部出射面S 4から出射された光Lは、底部2 4の第2方向D | R 2の逆方向における端面から底部2 4に入射する。

[0031] 底部2 4の第2方向D | R 2の逆方向における端面から底部2 4に入射した光Lは、底部2 4の内部を通過し、底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1から光結合器1の外部に出射される。従って、底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1は、光結合器1の出射面S 1 2を含んでいる。

[0032] ここで、図3に示すように、底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1において、第2方向D | R 2に視て、反射部3と重なる領域を領域A 1と定義する。また、底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1において、第2方向D | R 2に視て、反射部3と重ならない領域を領域A 2と定義する。底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1は、領域A 1及び領域A 2の両方を含んでいる。光Lは、底部2 4の領域A 1から光結合器1の外部に出射される。従って、領域A 1は、出射面S 1 2である。領域A 2は、光結合器1が後述する光電変換回路モジュール1 0等に組み込まれるときに、光結合器1を基板に実装するための実装面S 2 2である。底部2 4の第2方向D | R 2における端面S 1は、出射面S 1 2と、実装面S 2 2と、を含んでいる。すなわち、実装面S 2 2は、出射面S 1 2と同一面内にある。

[0033] 光結合器1は、ガラスM 1と、該ガラスM 1内に混合される複数のフィラーP 1と、を含んだ感光性ガラスペーストに紫外線を照射し、露光することにより、製造される。なお、感光性ガラスペーストは、ガラスM 1及び該ガラスM 1内に混合される複数のフィラーP 1に加えて、分散剤や光吸収剤等の添加剤を含んでもよい。

[0034] より詳細には、第2方向D1R2に並ぶ第1主面及び第2主面を有する透光性基板を準備する。次に、透光性基板の第1主面に感光性ガラスペーストを塗布する。次に、透光性基板の第2主面にマスクを配置する。次に、透光性基板の第2主面に紫外線を照射し、感光性ガラスペーストを露光する。これにより、感光性ガラスペーストは、感光する。次に、透光性基板の第2主面からマスクを外し、感光性ガラスペーストを現像する。より詳細には、感光性ガラスペースト及び透光性基板を現像液に浸す。これにより、感光性ガラスペーストがネガ型の場合、感光性ガラスペーストのうち、露光された部分が残し、露光されなかった部分が除去される。あるいは、感光性ガラスペーストがポジ型の場合、感光性ガラスペーストのうち、露光された部分が除去され、露光されなかった部分が残る。現像後に、感光性ガラスペースト及び透光性基板を洗浄し、乾燥させる。

[0035] 最後に、現像された感光性ガラスペーストから透光性基板を外し、感光性ガラスペーストを硬化させる。より詳細には、感光性ガラスペーストを焼成し、感光性ガラスペーストを硬化させる。以上の工程を経て、光結合器1が完成する。

[0036] [効果]

光結合器1によれば、結合効率の低下を抑制すると共に、S/N比が低下することを抑制することができる。まず、光結合器1によって、結合効率の低下を抑制することができることについて、説明する。

[0037] 光結合器1は、ガラスM1と、該ガラスM1内に混合されるフィラーP1と、を含んだ材料により一体成形されている。従って、光結合器1は、マイクロレンズ、光路変更部及びV溝列等の各構成が別の部材である場合に比べて、常に同じ位置に各構成を配置することができる。そのため、位置決めの精度を容易に維持することができ、結合効率の低下を抑制できる。

[0038] また、光結合器1は、第1側壁部21と、第1側壁部21と繋がっている第2側壁部22と、第1側壁部21と繋がっており、第2方向D1R2に視て、反射部3及び光ファイバ固定部4を挟み第2側壁部22の第3方向D1

R 3 に沿った反対側に位置している第 3 側壁部 2 3 と、を含んでいる保持部 2 を備えている。例えば、光結合器 1 の周囲に位置する電子部品の発熱により、光結合器 1 の温度が上昇したとき、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 は、熱膨張により変形しようとする。このとき、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 に対して、第 3 方向 D | R 3 又は第 3 方向 D | R 3 の逆方向に沿った力が加わる。光結合器 1 では、光ファイバ固定部 4 及び反射部 3 のそれぞれの第 3 方向 D | R 3 に沿った端部は、第 3 側壁部 2 3 と繋がっている。これにより、例えば、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 が熱膨張により、第 3 方向 D | R 3 に変形しようとしたときに、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 の第 3 方向 D | R 3 への変形は、第 3 側壁部 2 3 により阻害される。従って、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 は、第 3 方向 D | R 3 に変形しにくくなる。

[0039] また、光結合器 1 では、光ファイバ固定部 4 及び反射部 3 のそれぞれの第 3 方向 D | R 3 の逆方向に沿った端部は、第 2 側壁部 2 2 と繋がっている。これにより、例えば、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 が熱膨張により、第 3 方向 D | R 3 の逆方向に変形しようとしたときに、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 の第 3 方向 D | R 3 の逆方向への変形は、第 2 側壁部 2 2 により阻害される。従って、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 は、第 3 方向 D | R 3 の逆方向に変形しにくくなる。これらにより、光結合器 1 によれば、光ファイバ固定部 4 や反射部 3 が熱膨張により変形することを抑制することができる。光ファイバ固定部 4 や反射部 3 が熱膨張により変形することを抑制することにより、光ファイバ 5 と反射部 3 との位置関係が変化し、結合効率が低下することを抑制することができる。

[0040] 次に、光結合器 1 によって、S/N 比が低下することを抑制することができることについて、図面を参照しながら説明する。図 4 は、外乱光 A L が光結合器 1 に入射する様子を示した光結合器 1 及び光ファイバ 5 の断面図である。なお、図 4 では、複数のフィラー P 1 のうちの代表的なフィラー P 1 のみ参照符号を付した。以下では、第 1 側壁部 2 1 を例に挙げて説明するが、第 2 側壁部 2 2 及び第 3 側壁部 2 3 についても同様である。

[0041] 例えば、外乱光ALが第1方向DIR1から第1側壁部21に入射する場合、外乱光ALの一部は、第1側壁部21の第1方向DIR1における端面により、光結合器1の外部に反射される。しかし、外乱光ALの一部は、第1側壁部21の第1方向DIR1における端面から第1側壁部21の内部に侵入する。ここで、第1側壁部21の第1方向DIR1に沿った第1幅D1は、第2方向DIR2に向かうほど、連続的に大きくなっている。本実施形態では、第3方向DIR3に視て、第1側壁部21の第1方向DIR1における端面と第1方向DIR1とが成す角度 $\theta_1$ は、鈍角である。従って、第1側壁部21の内部に侵入する外乱光ALの進行方向は、第1側壁部21の第1方向DIR1における端面による屈折により、第1方向DIR1に平行な方向から第2方向DIR2の成分を含む方向に変更される。

[0042] また、本実施形態では、第3方向DIR3に視て、第1側壁部21の第1方向DIR1の逆方向における端面と第1方向DIR1とが成す角度 $\theta_2$ は、鋭角である。従って、第1側壁部21の内部を進行する外乱光ALの進行方向は、第1側壁部21の第1方向DIR1の逆方向における端面による屈折により、第2方向DIR2に更に近づくように変更される。このように、光結合器1によれば、外乱光ALの進行方向が第1方向DIR1に平行な方向から第2方向DIR2の成分を含む方向に変更される結果、外乱光ALが反射部3に入射することを抑制することができる。これにより、光結合器1によれば、外乱光ALが光ファイバ5から出射された光Lに混入し、S/N比が低下することを抑制することができる。その結果、光結合器1によれば、S/N比が低下することを抑制することができる。

[0043] 以上のように、光結合器1によれば、結合効率の低下を抑制すると共に、S/N比が低下することをより抑制することができる。

[0044] また、光結合器1によれば、S/N比が低下することをより抑制することができる。以下では、第1側壁部21を例に挙げて説明するが、第2側壁部22及び第3側壁部23についても同様である。

[0045] 第1側壁部21において、フィラーP1が、第1側壁部21の表面に露出

している。従って、フィラーP1は、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面及び第1側壁部21の第1方向D1R1の逆方向における端面に露出している。第1方向D1R1から第1側壁部21に入射する外乱光ALは、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面に露出しているフィラーP1により散乱される。これにより、第1側壁部21の内部に侵入する外乱光ALの強度は、小さくなる。また、第1側壁部21の内部を進行する外乱光ALは、第1側壁部21の第1方向D1R1の逆方向における端面に露出しているフィラーP1により散乱される。従って、第1側壁部21の第1方向D1R1の逆方向における端面から反射部3に入射する外乱光ALの強度は、更に小さくなる。これにより、光結合器1によれば、外乱光ALが光ファイバ5から出射された光Lに混入し、S/N比が低下することをより抑制することができる。

[0046] 以上のように、光結合器1によれば、結合効率の低下を抑制すると共に、S/N比が低下することをより抑制することができる。

[0047] [第1の変形例]

[光結合器1aの構造]

以下に、本発明の第1の変形例に係る光結合器1aについて、図面を参照しながら説明する。図5は、光結合器1a及び光ファイバ5の断面図である。なお、図5では、複数のフィラーP1のうちの代表的なフィラーP1にのみ参照符号を付した。また、図5では、第2側壁部22及び第3側壁部23を省略している。なお、第1の変形例に係る光結合器1aの構造については、第1の実施形態に係る光結合器1の構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0048] 本変形例では、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面及び第1方向D1R1の逆方向における端面（第1方向D1R1に並んだ第1側面及び第2側面）は、テーパ状に傾いていない。より詳細には、第3方向D1R3に視て、第1側壁部21の第1方向D1R1の逆方向における端面と第1方向D1R1とが成す角度 $\theta_2$ が直角である一方で、第3方向D1R3に

視て、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面と第1方向D1R1とが成す角度 $\theta_1$ は、鈍角である。本変形例においても、光結合器1と同様に、第1側壁部21の第1幅D1は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0049] なお、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。より詳細には、第1方向D1R1に視て、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_4$ が直角である一方で、第1方向D1R1に視て、第2側壁部22の第3方向D1R3の逆方向における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_3$ は、鋭角であってもよい。この場合においても、光結合器1と同様に、第2側壁部22の第2幅D2は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0050] なお、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。より詳細には、第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3の逆方向における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_5$ が直角である一方で、第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_6$ は、鈍角であってもよい。この場合においても、光結合器1と同様に、第3側壁部23の第3幅D3は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0051] 以上のような光結合器1aにおいても、光結合器1と同じ効果を奏する。

[0052] [第2の変形例]

[光結合器1bの構造]

以下に、本発明の第2の変形例に係る光結合器1bについて、図面を参照しながら説明する。図6は、光結合器1b及び光ファイバ5の断面図である。なお、図6では、複数のフィラーP1のうちの代表的なフィラーP1にの

み参照符号を付した。また、図6では、第2側壁部22及び第3側壁部23を省略している。なお、第2の変形例に係る光結合器1bの構造については、第1の実施形態に係る光結合器1の構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0053] 本変形例では、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面及び第1方向D1R1の逆方向における端面（第1方向D1R1に並んだ第1側面及び第2側面）は、テーパ状に傾いていない。より詳細には、第3方向D1R3に視て、第1側壁部21の第1方向D1R1における端面と第1方向D1R1とが成す角度 $\theta_1$ が直角である一方で、第3方向D1R3に視て、第1側壁部21の第1方向D1R1の逆方向における端面と第1方向D1R1とが成す角度 $\theta_2$ は、鋭角である。本変形例においても、光結合器1と同様に、第1側壁部21の第1幅D1は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0054] なお、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。より詳細には、第1方向D1R1に視て、第2側壁部22の第3方向D1R3の逆方向における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_3$ が直角である一方で、第1方向D1R1に視て、第2側壁部22の第3方向D1R3における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_4$ は、鈍角であってもよい。この場合においても、光結合器1と同様に、第2側壁部22の第2幅D2は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0055] なお、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面及び第3方向D1R3の逆方向における端面（第3方向D1R3に並んだ第3側面及び第4側面）は、テーパ状に傾いていなくてもよい。より詳細には、第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3における端面と第3方向D1R3とが成す角度 $\theta_6$ が直角である一方で、第1方向D1R1に視て、第3側壁部23の第3方向D1R3の逆方向における端面と第3方向D1R3

とが成す角度 $\theta 5$ は、鋭角であってもよい。この場合においても、光結合器1と同様に、第3側壁部23の第3幅D3は、第2方向D1R2に向かうほど、連続的に大きくなっている。

[0056] 以上のような光結合器1bにおいても、光結合器1と同じ効果を奏する。

[0057] [第3の変形例]

[光結合器1cの構造]

以下に、本発明の第3の変形例に係る光結合器1cについて、図面を参照しながら説明する。図7は、光結合器1cを第2方向D1R2の逆方向に視た平面図である。なお、第3の変形例に係る光結合器1cの構造については、第1の実施形態に係る光結合器1の構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0058] 本変形例では、同一の第2方向D1R2の位置において、第2側壁部22の第2幅D2は、第1側壁部21の第1幅D1より広い。また、第3側壁部23の第3幅D3は、第1側壁部21の第1幅D1より広い。なお、本変形例では、同一の第2方向D1R2の位置において、第2側壁部22の第2幅D2は、第3側壁部23の第3幅D3と等しい。なお、同一の第2方向D1R2の位置において、第2側壁部22の第2幅D2は、第3側壁部23の第3幅D3と等しくなくてもよい。

[0059] 言い換えると、第2方向D1R2に視て、光結合器1cの長手方向は、第1方向D1R1である。また、第2方向D1R2に視て、光結合器1cの短手方向は、第3方向D1R3である。光結合器1cの長手方向及び光結合器1cの短手方向は、互いに直交している。同一の第2方向D1R2の位置において、光結合器1cの長手方向（第1方向D1R1）に延びる形状を有している側壁部の幅（第2側壁部22の第2幅D2及び第3側壁部23の第3幅D3）は、光結合器1cの短手方向（第3方向D1R3）に延びる形状を有している側壁部の幅（第1側壁部21の第1幅D1）より広い。

[0060] なお、第2方向D1R2に視て、光結合器1cの長手方向が第3方向D1R3であり、光結合器1cの短手方向が第1方向D1R1である場合、同一

の第2方向D | R 2の位置において、光結合器1 cの長手方向（第3方向D | R 3）に延びる形状を有している側壁部の幅（第1側壁部2 1の第1幅D 1）が、光結合器1 cの短手方向（第1方向D | R 1）に延びる形状を有している側壁部の幅（第2側壁部2 2の第2幅D 2及び第3側壁部2 3の第3幅D 3）より広ければよい。

[0061] 以上のような光結合器1 cにおいても、光結合器1と同じ効果を奏する。また、光結合器1 cによれば、結合効率の低下を効果的に抑制することができる。以下では、第2方向D | R 2に視て、光結合器1 cの長手方向が第1方向D | R 1であり、光結合器1 cの短手方向が第3方向D | R 3である場合を例に挙げて説明するが、第2方向D | R 2に視て、光結合器1 cの長手方向が第3方向D | R 3であり、光結合器1 cの短手方向が第1方向D | R 1である場合についても同様である。

[0062] 光結合器1 cの短手方向に延びる形状を有する側壁部が熱膨張により変形すると、光結合器1 cの長手方向に延びる形状を有する側壁部が熱膨張により変形する場合より、光ファイバ5と反射部3との位置関係がより変化し、結合効率がより低下する。

[0063] そこで、光結合器1 cによれば、同一の第2方向D | R 2の位置において、第2側壁部2 2の第2幅D 2は、第1側壁部2 1の第1幅D 1より広い。これにより、第2側壁部2 2の剛性を、第1側壁部2 1の剛性より高くすることができる。また、第3側壁部2 3の第3幅D 3は、第1側壁部2 1の第1幅D 1より広い。これにより、第3側壁部2 3の剛性を、第1側壁部2 1の剛性より高くすることができる。第1側壁部2 1と繋がっている第3側壁部2 3の剛性を高くすることにより、第1側壁部2 1の熱膨張による第3方向D | R 3への変形を、剛性が高い第3側壁部2 3により阻害することができる。言い換えると、光結合器1 cの長手方向に延びる形状を有しており、剛性が高い側壁部により、第1側壁部2 1の熱膨張による光結合器1 cの短手方向への変形を阻害することができる。従って、第1側壁部2 1は、光結合器1 cの短手方向に変形しにくくなる。

[0064] また、第1側壁部21と繋がっている第2側壁部22の剛性を高くすることにより、第1側壁部21の熱膨張による第3方向D1R3の逆方向への変形を、剛性が高い第2側壁部22により阻害することができる。従って、光ファイバ固定部4、反射部3及び第1側壁部21は、光結合器1cの短手方向に変形しにくくなる。

[0065] これらにより、光結合器1cによれば、第1側壁部21が熱膨張により変形することを効果的に抑制することができる。光結合器1cの短手方向に延びる形状を有する第1側壁部21が熱膨張により変形することを抑制することにより、光ファイバ5と反射部3との位置関係がより変化することを抑制し、結合効率が低下することを効果的に抑制することができる。

[0066] [第4の変形例]

[光電変換回路モジュール10の構造]

以下に、第4の変形例に係る光電変換回路モジュール10について、図面を参照しながら説明する。図8は、光電変換回路モジュール10及び光ファイバ5の斜視図である。なお、図8では、複数の光結合器1、複数の光ファイバ5及び複数の光導波路OWのうちの代表的な光結合器1、光ファイバ5及び光導波路OWにのみ参照符号を付した。図9は、光電変換回路モジュール10及び光ファイバ5のA-A断面図である。なお、図9では、複数のフィラーP1のうちの代表的なフィラーP1にのみ参照符号を付した。

[0067] 光電変換回路モジュール10は、図8に示すように、複数の光結合器1と、基板11と、光電変換回路12と、を備えている。複数の光結合器1及び光電変換回路12は、基板11に実装されている。光電変換回路12は、第2方向D1R2に視て、基板11の中央に配置されている。複数の光結合器1は、第2方向D1R2に視て、光電変換回路12の周囲に配置されている。複数の光ファイバ5のそれぞれは、複数の光結合器1のそれぞれの光ファイバ固定部4に固定される。なお、光結合器1の数は、複数に限らず、1つであってもよい。また、光電変換回路12は、第2方向D1R2に視て、基板11の中央に配置されていなくてもよい。また、複数の光結合器1は、第

2方向D | R 2に視て、光電変換回路1 2の周囲に配置されていなくてもよい。また、光電変換回路モジュール1 0は、光結合器1の代わりに、光結合器1 a、光結合器1 b又は光結合器1 cを備えていてもよい。

[0068] 基板1 1は、第2方向D | R 2に並ぶ2つの主面を有する板形状を有している。ただし、図9に示すように、基板1 1の内部には、光導波路OW及びミラーMが設けられている。光導波路OWは、光電変換回路1 2と、複数の光結合器1のそれぞれとの間に設けられる。ミラーMは、反射部3より第2方向D | R 2に設けられる。光電変換回路1 2が出射した光Lは、光導波路OW内を通過する。

[0069] 複数の光結合器1は、基板1 1の2つの主面のうちの第2方向D | R 2の逆方向に位置する主面に実装されている。より詳細には、実装面S 2 2が、基板1 1の2つの主面のうちの第2方向D | R 2の逆方向に位置する主面に実装されている。

[0070] 光電変換回路1 2は、基板1 1の2つの主面のうちの第2方向D | R 2の逆方向に位置する主面に実装されている。光電変換回路1 2は、光結合器1から出射された光を電気信号に変換する、又は、電気信号を光結合器1に入射する光に変換する。光電変換回路1 2が光結合器1から出射された光を電気信号に変換する場合について、説明する。

[0071] 5つの光ファイバ5のいずれかから出射された光Lは、光結合器1の入射面S 1 1に入射し、光結合器1により、進行方向を第1方向D | R 1から第2方向D | R 2に変更され、光結合器1の出射面S 1 2から出射される。光結合器1の出射面S 1 2から出射された光Lは、光導波路OW内を第2方向D | R 2に進行する。光導波路OW内を第2方向D | R 2に進行する光Lは、ミラーMにより反射される。これにより、光Lの進行方向は、第2方向D | R 2から第1方向D | R 1に変更される。その後、光Lは、光電変換回路1 2に入射する。光電変換回路1 2は、光電変換回路1 2に入射した光Lを電気信号に変換する。

[0072] 以上のような光電変換回路モジュール1 0においても、光結合器1と同じ

効果を奏する。

[0073] [第5の変形例]

[光電変換回路モジュール10aの構造]

以下に、第5の変形例に係る光電変換回路モジュール10aについて、図面を参照しながら説明する。図10は、光電変換回路モジュール10a及び光ファイバ5の斜視図である。なお、図10では、複数の光結合器1及び複数の光ファイバ5のうちの代表的な光結合器1及び光ファイバ5にのみ参照符号を付した。なお、第5の変形例に係る光電変換回路モジュール10aについては、第4の変形例に係る光電変換回路モジュール10と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0074] 光電変換回路モジュール10aは、基板11が半導体基板である点、及び、基板11が複数の光出射部13を含んでいる点において、光電変換回路モジュール10と相違する。なお、光出射部13の数は、複数に限らず、1つであってもよい。

[0075] 複数の光出射部13のそれぞれは、例えば、基板11の2つの主面のうちの第2方向D1R2の逆方向に位置する主面に形成された面発光素子である。複数の光出射部13のそれぞれは、例えば、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) である。複数の光出射部13のそれぞれは、光電変換回路12が生成した電気信号に基づいて、光Lを出射する。複数の光出射部13のそれぞれが出射した光Lは、複数の光結合器1のそれぞれを介して、複数の光ファイバ5のそれぞれに入射する。

[0076] 以上のような光電変換回路モジュール10aにおいても、光電変換回路モジュール10と同じ効果を奏する。

[0077] [第6の変形例]

[光トランシーバ100の構造]

以下に、光トランシーバ100について、図面を参照しながら説明する。図11は、光トランシーバ100及び光ファイバ5の斜視図である。なお、

図11では、5つの光ファイバ5のうちの代表的な光ファイバ5にのみ参照符号を付した。なお、第6の変形例に係る光トランシーバ100については、第5の変形例に係る光電変換回路モジュール10aと異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0078] 光トランシーバ100は、光結合器1の数が1つである点、及び、光出射部13の数が1つである点において、光電変換回路モジュール10aと相違する。

[0079] 光出射部13が出射した光Lは、光結合器1を介して、5つの光ファイバ5のそれぞれに入射する、又は、5つの光ファイバ5のそれぞれが出射した光Lは、光結合器1を介して、光電変換回路12に入射する。

[0080] 以上のような光トランシーバ100においても、光電変換回路モジュール10aと同じ効果を奏する。

[0081] [その他の実施形態]

本発明に係る光結合器は、光結合器1、光結合器1a、光結合器1b及び光結合器1cに限らず、その要旨の範囲において変更可能である。また、光結合器1、光結合器1a、光結合器1b及び光結合器1cの構造を任意に組み合わせてもよい。

[0082] 本発明に係る光電変換回路モジュールは、光電変換回路モジュール10及び光電変換回路モジュール10aに限らず、その要旨の範囲において変更可能である。また、光電変換回路モジュール10及び光電変換回路モジュール10aの構造を任意に組み合わせてもよい。

[0083] 本発明に係る光トランシーバは、光トランシーバ100に限らず、その要旨の範囲において変更可能である。

[0084] 本発明は、以下の構成を有する。

[0085] (1)

ガラスと、該ガラス内に混合されるフィラーと、を含んだ材料により一体成形された光結合器であって、

第1方向に光を出射する複数の光ファイバのそれぞれを固定する光ファイ

バ固定部と、

前記複数の光ファイバのいずれかが出射した前記光の進行方向を前記第1方向から前記第1方向に直交する第2方向に変更する反射部と、

前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれを保持する保持部と、  
を備えており、

前記保持部は、

前記第1方向及び前記第2方向に直交する第3方向に延びる形状を有している第1側壁部と、

前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第2側壁部と、

前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第3側壁部であって、前記第2方向に視て、前記光ファイバ固定部及び前記反射部を挟み前記第2側壁部の前記第3方向に沿った反対側に位置する第3側壁部と、

を含んでおり、

前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれのうちの前記第3方向に沿った端部は、前記第2側壁部及び前記第3側壁部のそれぞれと繋がっており、

前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅、及び、前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅の少なくともいずれかは、前記第2方向に向かうほど、連続的に大きくなっている、

光結合器。

[0086] (2)

前記第1側壁部、前記第2側壁部又は前記第3側壁部において、前記ファイバーが表面に露出している、

(1)に記載の光結合器。

[0087] (3)

前記第1側壁部の前記第1方向に並んだ第1側面及び第2側面は、テーパ

一状に傾いている、

又は、前記第2側壁部若しくは前記第3側壁部の前記第3方向に並んだ第3側面及び第4側面は、テーパ状に傾いている、

(1) 又は (2) に記載の光結合器。

[0088] (4)

前記第1方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の長手方向であり、  
前記第3方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の短手方向であり、  
同一の前記第2方向の位置において、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅及び前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅は、前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅より広い、

(1) 乃至 (3) のいずれかに記載の光結合器。

[0089] (5)

前記第3方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の長手方向であり、  
前記第1方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の短手方向であり、  
同一の前記第2方向の位置において、前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅は、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅及び前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅より広い、

(1) 乃至 (3) のいずれかに記載の光結合器。

[0090] (6)

(1) 乃至 (5) のいずれかに記載の光結合器と、  
基板と、  
前記基板に実装されている光電変換回路と、を備えており、  
前記光電変換回路は、電気信号を前記光結合器に入射する光に変換する、  
又は、前記光結合器から出射された光を電気信号に変換する、  
光電変換回路モジュール。

[0091] (7)

前記基板は、半導体基板であって、光を出射する光出射部を含み、  
前記光結合器は、前記基板に実装されている、

(6) に記載の光電変換回路モジュール。

[0092] (8)

(1) 乃至 (5) のいずれかに記載の光結合器を備える、  
光トランシーバ。

### 符号の説明

[0093] 1, 1 a, 1 b, 1 c : 光結合器

2 : 保持部

3 : 反射部

4 : 光ファイバ固定部

5 : 光ファイバ

1 0, 1 0 a : 光電変換回路モジュール

1 1 : 基板

1 2 : 光電変換回路

1 3 : 光出射部

2 1 : 第 1 側壁部

2 2 : 第 2 側壁部

2 3 : 第 3 側壁部

2 4 : 底部

3 1 : プリズム部

3 2 : 集光レンズ部

1 0 0 : 光トランシーバ

A 1, A 2 : 領域

A L : 外乱光

D 1 : 第 1 幅

D 2 : 第 2 幅

D 3 : 第 3 幅

D I R 1 : 第 1 方向

D I R 2 : 第 2 方向

D I R 3 : 第 3 方向

G : 溝

L : 光

M : ミラー

M 1 : ガラス

OW : 光導波路

P 1 : フィラー

S 1 , S 5 : 端面

S 1 1 : 入射面

S 1 2 : 出射面

S 2 : プリズム部入射面

S 2 2 : 実装面

S 3 : プリズム部反射面

S 4 : プリズム部出射面

## 請求の範囲

[請求項1]

ガラスと、該ガラス内に混合されるフィラーと、を含んだ材料により一体成形された光結合器であって、

第1方向に光を出射する複数の光ファイバのそれぞれを固定する光ファイバ固定部と、

前記複数の光ファイバのいずれかが出射した前記光の進行方向を前記第1方向から前記第1方向に直交する第2方向に変更する反射部と、

前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれを保持する保持部と、

を備えており、

前記保持部は、

前記第1方向及び前記第2方向に直交する第3方向に延びる形状を有している第1側壁部と、

前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第2側壁部と、

前記第1側壁部と繋がっており、前記第1方向に延びる形状を有している第3側壁部であって、前記第2方向に視て、前記光ファイバ固定部及び前記反射部を挟み前記第2側壁部の前記第3方向に沿った反対側に位置する第3側壁部と、

を含んでおり、

前記光ファイバ固定部及び前記反射部のそれぞれのうちの前記第3方向に沿った端部は、前記第2側壁部及び前記第3側壁部のそれぞれと繋がっており、

前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅、及び、前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅の少なくともいずれかは、前記第2方向に向かうほど、連続的に大きくなっている、

光結合器。

[請求項2] 前記第1側壁部、前記第2側壁部又は前記第3側壁部において、前記フィラーが表面に露出している、

請求項1に記載の光結合器。

[請求項3] 前記第1側壁部の前記第1方向に並んだ第1側面及び第2側面は、テーパ状に傾いている、

又は、前記第2側壁部若しくは前記第3側壁部の前記第3方向に並んだ第3側面及び第4側面は、テーパ状に傾いている、

請求項1又は請求項2に記載の光結合器。

[請求項4] 前記第1方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の長手方向であり、

前記第3方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の短手方向であり、

同一の前記第2方向の位置において、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅及び前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅は、前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅より広い、

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光結合器。

[請求項5] 前記第3方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の長手方向であり、

前記第1方向は、前記第2方向に視て、前記光結合器の短手方向であり、

同一の前記第2方向の位置において、前記第1側壁部の前記第1方向に沿った幅は、前記第2側壁部の前記第3方向に沿った幅及び前記第3側壁部の前記第3方向に沿った幅より広い、

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光結合器。

[請求項6] 請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の光結合器と、基板と、

前記基板に実装されている光電変換回路と、を備えており、

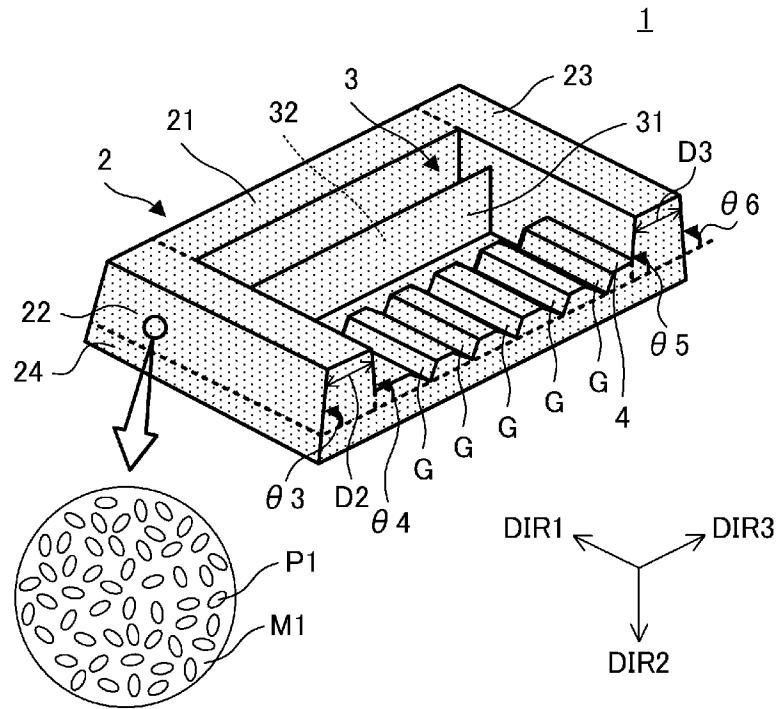
前記光電変換回路は、電気信号を前記光結合器に入射する光に変換する、又は、前記光結合器から出射された光を電気信号に変換する、光電変換回路モジュール。

[請求項7] 前記基板は、半導体基板であって、光を出射する光出射部を含み、前記光結合器は、前記基板に実装されている、請求項6に記載の光電変換回路モジュール。

[請求項8] 請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の光結合器を備える、光トランシーバ。

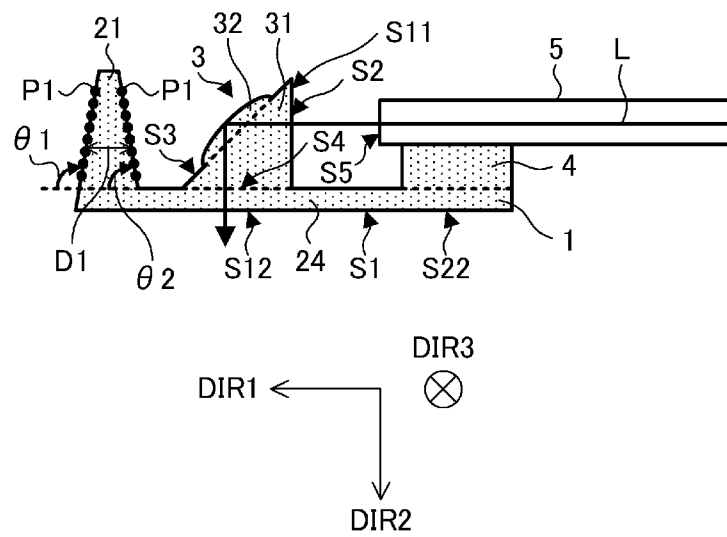
[図1]

Fig.1



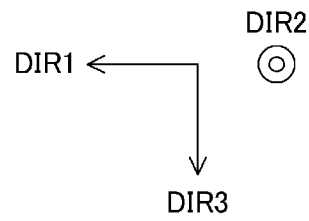
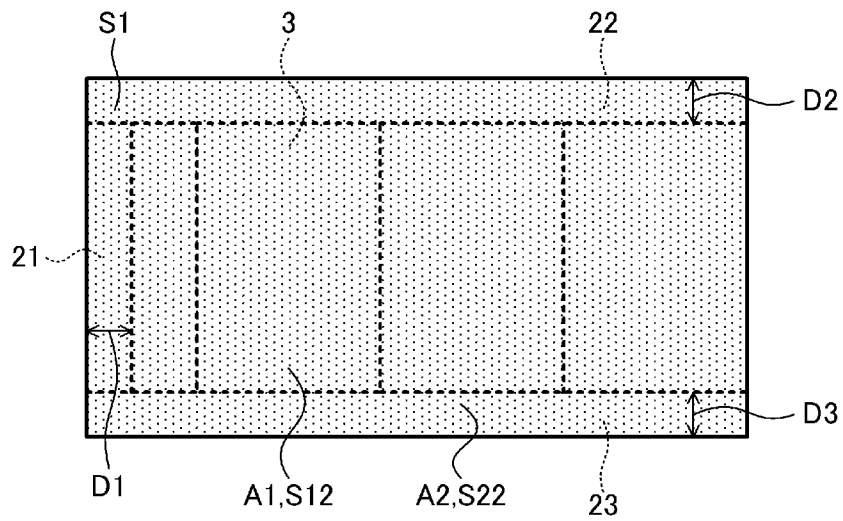
[図2]

Fig.2



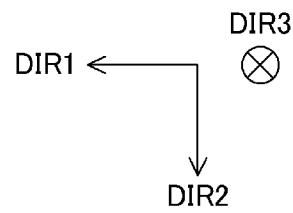
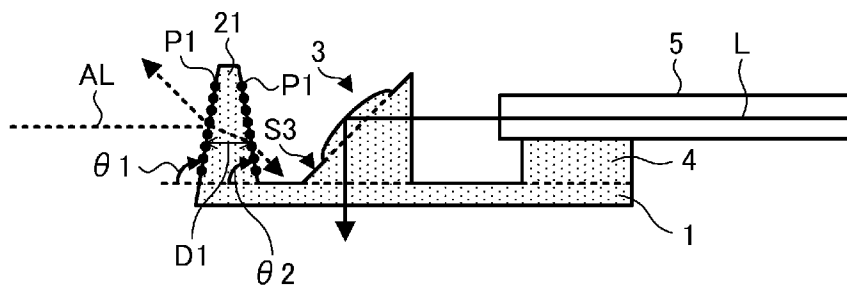
[図3]

Fig.3



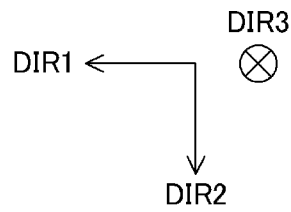
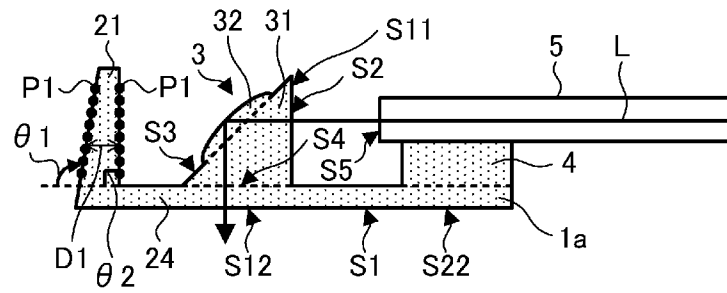
[図4]

Fig.4



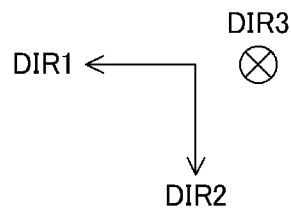
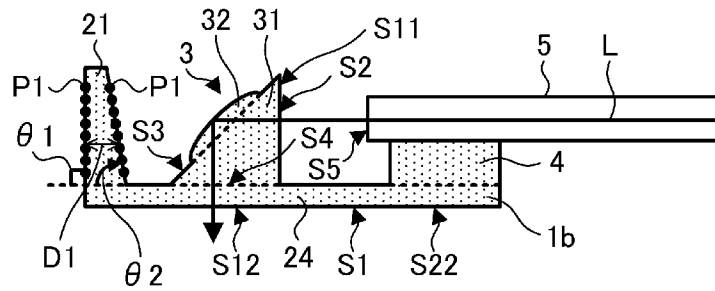
[図5]

Fig.5



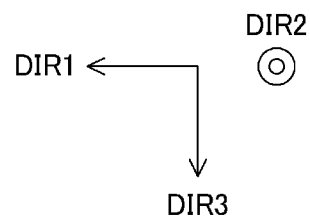
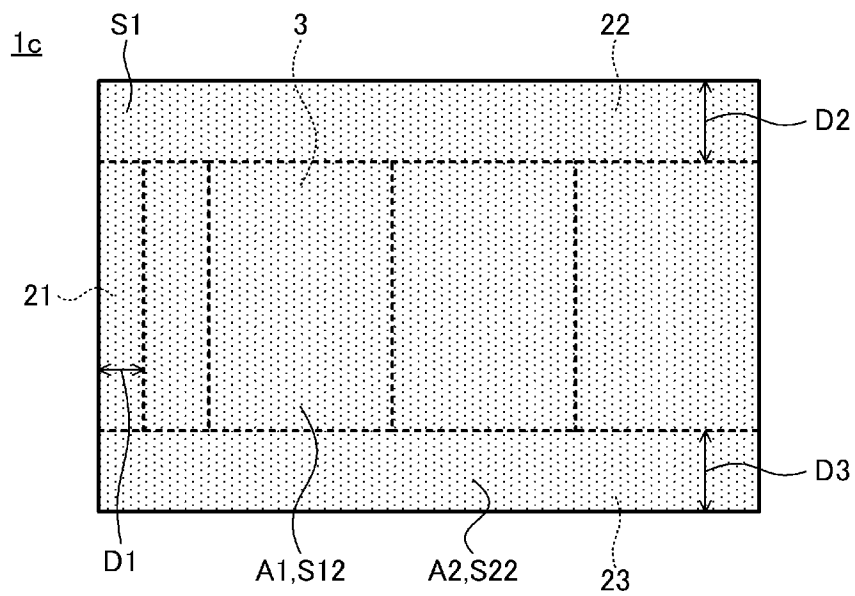
[図6]

Fig.6



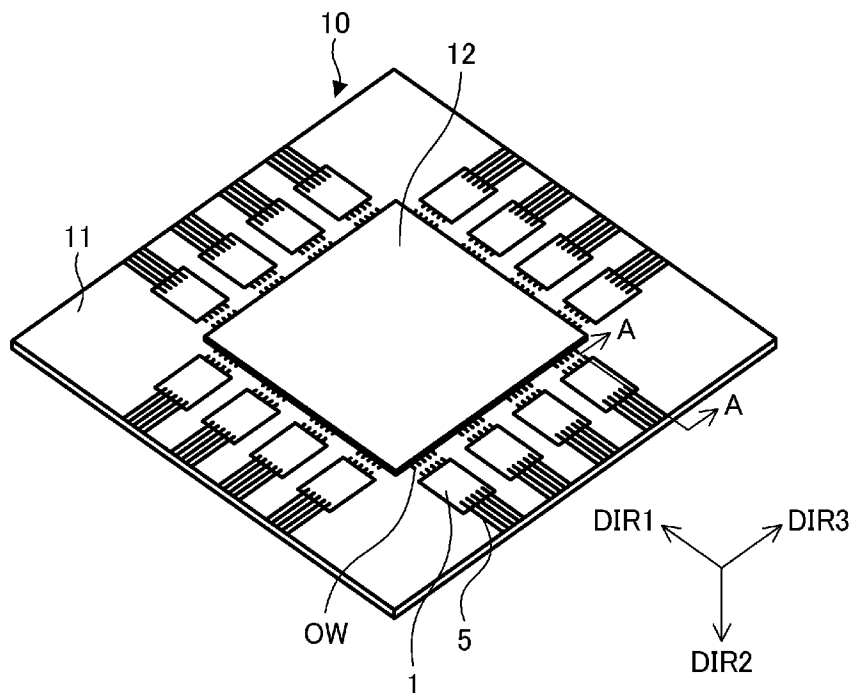
[図7]

Fig.7



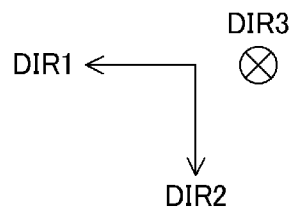
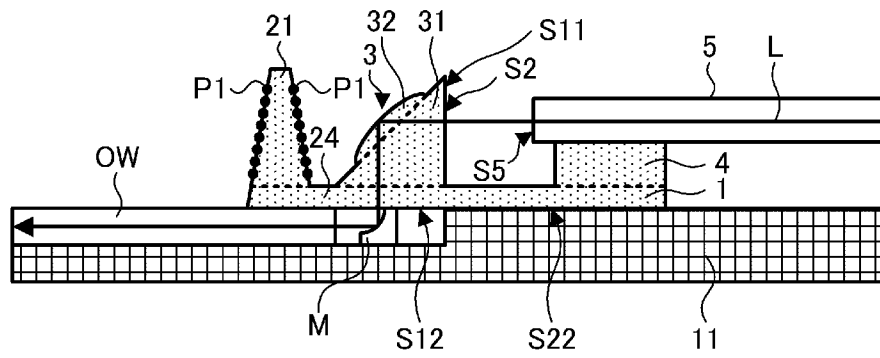
[図8]

Fig.8



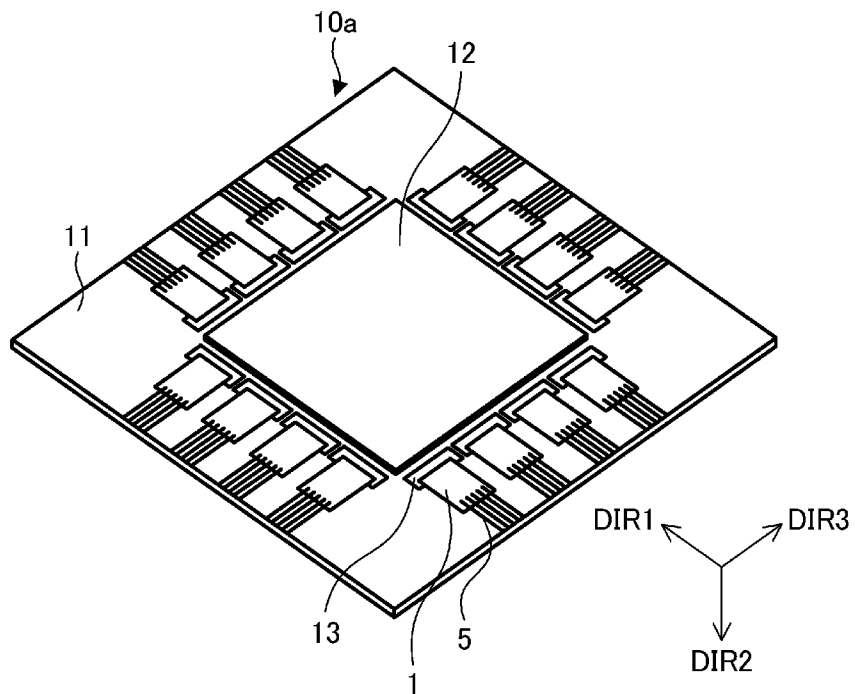
[Fig.9]

Fig.9



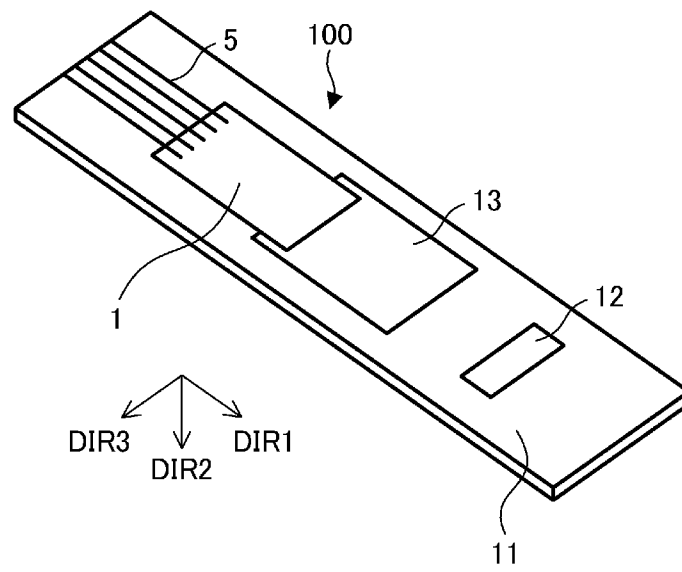
[Fig.10]

Fig.10



[図11]

Fig.11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/004310

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 6/26</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/42</i> (2006.01)i FI: G02B6/26; G02B6/42		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/00; G02B6/02; G02B6/12-6/34; G02B6/36-6/43; G02B6/46-6/54		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2023/026573 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 March 2023 (2023-03-02) paragraphs [0009]-[0028], [0056]-[0065], [0081]-[0092], fig. 1-2, 12-13, 18-23	1-8
Y	WO 2023/026575 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 March 2023 (2023-03-02) paragraph [0088]	1-8
Y	JP 2007-199435 A (OKI ELECTRIC IND CO., LTD.) 09 August 2007 (2007-08-09) paragraphs [0026]-[0033], fig. 2-4	1-8
A	JP 2008-158001 A (SONY CORPORATION) 10 July 2008 (2008-07-10) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2016-035484 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 17 March 2016 (2016-03-17) entire text, all drawings	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>10 April 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 April 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/004310**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-090680 A (FUJITSU LIMITED) 25 May 2017 (2017-05-25) entire text, all drawings	1-8
A	US 2018/0217341 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO.) 02 August 2018 (2018-08-02) entire text, all drawings	1-8
P, A	WO 2023/176037 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 21 September 2023 (2023-09-21) entire text, all drawings	1-8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2024/004310</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/026573 A1	02 March 2023	(Family: none)	
WO 2023/026575 A1	02 March 2023	(Family: none)	
JP 2007-199435 A	09 August 2007	(Family: none)	
JP 2008-158001 A	10 July 2008	(Family: none)	
JP 2016-035484 A	17 March 2016	(Family: none)	
JP 2017-090680 A	25 May 2017	(Family: none)	
US 2018/0217341 A1	02 August 2018	CN 108376847 A	
WO 2023/176037 A1	21 September 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i FI: G02B6/26; G02B6/42		
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）） G02B6/00; G02B6/02; G02B6/12-6/34; G02B6/36-6/43; G02B6/46-6/54 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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	WO 2023/026573 A1 (株式会社村田製作所) 02.03.2023 (2023-03-02) 段落[0009]-[0028], [0056]-[0065], [0081]-[0092], 図1-2, 12-13, 18-23	1-8
Y	WO 2023/026575 A1 (株式会社村田製作所) 02.03.2023 (2023-03-02) 段落[0088]	1-8
Y	JP 2007-199435 A (沖電気工業株式会社) 09.08.2007 (2007-08-09) 段落[0026]-[0033], 図2-4	1-8
A	JP 2008-158001 A (ソニー株式会社) 10.07.2008 (2008-07-10) 全文, 全図	1-8
A	JP 2016-035484 A (住友電気工業株式会社) 17.03.2016 (2016-03-17) 全文, 全図	1-8
A	JP 2017-090680 A (富士通株式会社) 25.05.2017 (2017-05-25) 全文, 全図	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 “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 10.04.2024	国際調査報告の発送日 23.04.2024	
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） 大西 孝宣 2L 6006 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

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	US 2018/0217341 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 02.08.2018 (2018 - 08 - 02) 全文, 全図	1-8
P, A	WO 2023/176037 A1 (株式会社村田製作所) 21.09.2023 (2023 - 09 - 21) 全文, 全図	1-8

国際調査報告  
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/004310

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
WO 2023/026573 A1	02.03.2023	(ファミリーなし)	
WO 2023/026575 A1	02.03.2023	(ファミリーなし)	
JP 2007-199435 A	09.08.2007	(ファミリーなし)	
JP 2008-158001 A	10.07.2008	(ファミリーなし)	
JP 2016-035484 A	17.03.2016	(ファミリーなし)	
JP 2017-090680 A	25.05.2017	(ファミリーなし)	
US 2018/0217341 A1	02.08.2018	CN 108376847 A	
WO 2023/176037 A1	21.09.2023	(ファミリーなし)	