

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201864 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/122 (2006.01) G02F 1/01 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/013083

(22) 国際出願日:

2023年3月30日(30.03.2023)

(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: 住友大阪セメント株式会社
(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO.,LTD.) [JP/
JP]; 〒1058641 東京都港区東新橋一丁目
9番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 新井 淳司(ARAI Junji); 〒1058641 東
京都港区東新橋一丁目9番2号 住友大阪
セメント株式会社内 Tokyo (JP). 村田 祐美
(MURATA Yumi); 〒1058641 東京都港区東新
橋一丁目9番2号 住友大阪セメント株式会社

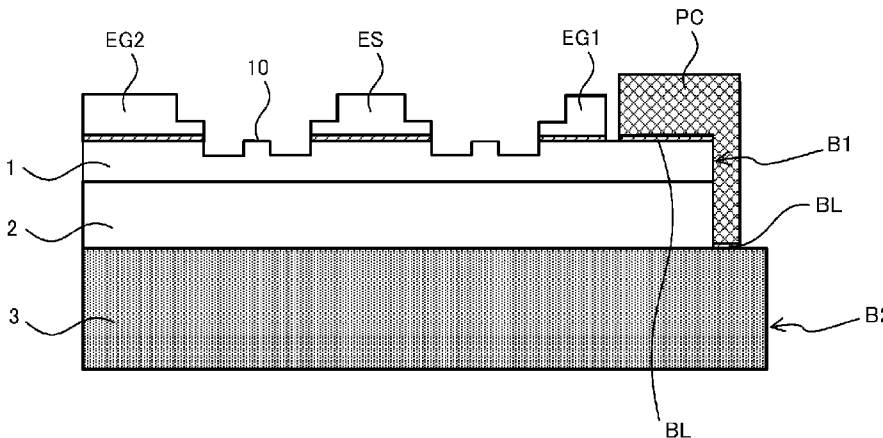
内 Tokyo (JP). 岡橋 宏佑(OKAHASHI Kosuke);
〒1058641 東京都港区東新橋一丁目9番2号 住
友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 田村 爾, 外(TAMURA Chikashi et al.);
〒1070052 東京都港区赤坂1丁目3番19
号 芳明ビル4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, 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,

(54) Title: OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT, AND OPTICAL MODULATION DEVICE AND OPTICAL TRANSMISSION APPARATUS USING SAME

(54) 発明の名称: 光導波路素子とそれを用いた光変調デバイス並びに光送信装置



(57) Abstract: An optical waveguide element according to the present invention has a composite substrate provided with: a thin plate (1) in which an optical waveguide (10) is formed; and a holding substrate (4) to which the thin plate (1) is joined with an intermediate layer (2) therebetween. The optical waveguide element is characterized in that: a level difference is formed at a portion of side surfaces of the composite substrate; at the level difference, the position of a first side surface (B1) including the thin plate (1) is retreated inward of the composite substrate from the position of a second side surface (B2) including a holding substrate (3); and a protective film (PC) is disposed on the first side surface (B1).

(57) 要約: 本発明は、光導波路(10)を形成した薄板(1)と、薄板(1)を中間層(2)を介して接合した保持基板(4)とを備える複合基板を有する光導波路素子において、複合基板の側面の一部には段差が形成され、段差では、薄板(1)を含む第1側面(B1)の位置が、保持基板(3)を含む第2側面(B2)の位置から複合基板の内側方向に退避しており、第1側面(B1)に保護膜(PC)が配置されていることを特徴とする。

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

光導波路素子とそれを用いた光変調デバイス並びに光送信装置

技術分野

[0001] 本発明は、光導波路素子とそれを用いた光変調デバイス並びに光送信装置に関し、特に、光導波路を形成した薄板と、該薄板を中間層を介して接合した保持基板とを備える複合基板を有する光導波路素子に関する。

背景技術

[0002] 光通信分野や光計測分野において、ニオブ酸リチウム（L N）等の電気光学効果を有する基板に光導波路を形成し、光導波路を伝搬する光波を変調する変調電極を備えた光変調器等の光導波路素子が多用されている。

[0003] H B - C D M（High Bandwidth Coherent Driver Modulator）等のドライバ集積型変調器では、光導波路素子を駆動するドライバ回路を光導波路素子と一緒に筐体内に組み込み、さらに全体のパッケージを小型化すること等が求められている。このため、光導波路素子自体も小型化し、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の幅や高さを有するリブ型光導波路を形成した薄板が利用されている。光導波路を形成する薄板の機械的強度を高めるため、薄板を保持する保持基板が使用され、さらに、薄板と保持基板との密着性を高めるため中間層を設けた複合基板が利用されている。さらに、薄板上には電極等の機能層が形成された後に、ウエハ状態から個々の光導波路素子のチップに切り出しが行われている。

[0004] 具体的には、薄板としては $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のL N等の電気光学効果を有する基板が利用され、保持基板には機械的強度を補強するため、厚さ $0.2\sim 1.0\text{ mm}$ のシリコン（S i）やアルファ石英単結晶等が利用される。中間層としては $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下で接合強度を高めることができるもの、例えば、L N薄板とS i基板の接合にはS i酸化膜等が好適に使われる。

[0005] 保持基板の材質を半導体分野で多用しているS iとすることで、切断条件

が確立しており、外周刃（ブレード）を用いた高品質な切削が可能となっている。一方、広帯域変調器では、誘電特性の向上を図るため、誘電率の低いガラス材やアルファ石英単結晶、水晶、サファイア等を保持基板に適用することも検討されている。これらは、一般的にSiに比べ被削性率（削られ易さ）が低い傾向にあり、単一のブレード切断では、薄板や中間層の切断面の品質維持が困難となる。

[0006] 例えば、図1（a）のように、薄板1、中間層2及び保持基板3の複合基板をブレードC1を利用して切断する。この場合には、加工中に発生する摩擦熱やブレード砥粒の摩耗、脱落、それらを抑制するための切削液の影響により、図1（b）に示すように、薄板や中間層が剥がれたり、チッピングや欠けが発生し、それを起点にクラックへと進行することがある。

[0007] また、光導波路素子は、通信高速化に加え小型化の要求も高まり、チップ上に緻密な導波路及び電極等の機能層を形成することになる。これらを形成する上で、チップ表面積をできるだけ広く確保する必要があるが、薄板等の剥がれを考慮した設計では、同じチップサイズでは有効面積が狭くなる。

[0008] 図2はベベルカット又はステップカット方式と呼ばれるもので、2種類のブレード（C2，C3）を用意して切断を行うものである。図1のような1回の切断工程での切断に比べ、図2では1回目の切込み（図2（a）参照）を浅くすることができる。このため、各層に適した切断ブレードを使い分けることで、薄板や中間層の剥がれ及びクラックを抑制することができる。しかしながら、切断回数が増えることで、切断加工に掛かる時間が増加するという問題を生ずる。

[0009] また、特許文献1では、図3に示すように、チップ切断面の内側の上面に溝4を入れる方式も提案されている。溝4が防波堤の役割を持ち、切断した際に図3（b）に示すように、薄板や中間層の剥がれ及びクラックの基板内部への進行を抑制することができるが、溝4を形成した幅の分だけ、チップとしての有効面積が狭くなるという問題がある。

[0010] 特許文献2では、複合基板の上部を、予めドライエッチング（図4（a）

参照) 及びウェットエッチング (図4 (b) 参照) により除去し、除去した部分に沿って、レーザー照射あるいは結晶劈開面により分断すること (図4 (c) 参照) が開示されている。この切断方式では、ブレード切断に比べ、加工面が高品質であり、切断幅が狭くチップ内の有効面積を広く確保することができるが、図4 (b) に示すように、ウェットエッチング中に薄板や中間層の剥がれや、アンダー (オーバー) エッチングが発生する。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2007-48995号公報

特許文献2：特開2002-277661号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 本発明が解決しようとする課題は、上述したような問題を解決し、複合基板における薄板や中間層の剥がれ及びクラックの発生を抑制すると共に、切断加工に係る時間の増加を抑制し、かつチップ内の有効面積を広く確保することを可能とする光導波路素子を提供することである。また、この光導波路素子を用いた光変調デバイス及び光送信装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するため、本発明の光導波路素子、光変調デバイス、及び光送信装置は、以下のような技術的特徴を有する。

(1) 光導波路を形成した薄板と、該薄板を中間層を介して接合した保持基板とを備える複合基板を有する光導波路素子において、該複合基板の側面の一部には段差が形成され、該段差では、該薄板を含む第1側面の位置が、該保持基板を含む第2側面の位置から該複合基板の内側方向に退避しており、該第1側面に保護膜が配置されていることを特徴とする。

[0014] (2) 上記(1)に記載の光導波路素子において、該保護膜は、該第1側面から該薄板の上面の一部までを覆うように形成されていることを特徴とする。

る。

[0015] (3) 上記(1)に記載の光導波路素子において、該保護膜と該複合基板との界面の一部には密着層が配置されていることを特徴とする。

[0016] (4) 上記(1)に記載の光導波路素子において、該複合基板には、該第1側面よりさらに該複合基板の内側の位置に溝が形成されていることを特徴とする。

[0017] (5) 上記(1)に記載の光導波路素子において、該第1側面の表面には凹凸が形成されていることを特徴とする。

[0018] (6) 上記(1)に記載の光導波路素子において、該第1側面は、上方に面が向くように傾斜していることを特徴とする。

[0019] (7) 上記(1)乃至(6)のいずれかに記載の光導波路素子と、該光導波路素子を収容する筐体と、該光導波路素子に光波を入出力する光ファイバとを有することを特徴とする光変調デバイスである。

[0020] (8) 上記(7)に記載の光変調デバイスにおいて、該光導波路を伝搬する光波を変調する変調電極を該基板に設け、該変調電極に入力する変調信号を増幅する電子回路を該筐体の内部又は外部に有することを特徴とする。

[0021] (9) 上記(8)に記載の光変調デバイスと、該光変調デバイスに変調動作を行わせる変調信号を出力する電子回路とを有することを特徴とする光送信装置である。

発明の効果

[0022] 本発明により、光導波路を形成した薄板と、該薄板を中間層を介して接合した保持基板とを備える複合基板を有する光導波路素子において、該複合基板の側面の一部には段差が形成され、該段差では、該薄板を含む第1側面の位置が、該保持基板を含む第2側面の位置から該複合基板の内側方向に退避しており、該第1側面に保護膜が配置されているため、第1側面の保護膜で保護し、第2側面での切断に際して第1側面が損傷することが効果的に抑制される。薄板や中間層等薄板を含む部分の切断には、薄板等の剥がれ及びクラックの発生を抑制する手法を採用し、その後、第1側面を保護膜で覆うた

め、保持基板を含む部分の切断には、効率的な切断手法が採用でき、切断加工に係る時間の増加を抑制することが可能となる。しかも、第1側面での損傷が抑制されるため、チップ内の有効面積を広く確保することも可能となる光導波路素子を提供することができる。また、この優れた効果を奏する光導波路素子を用いた光変調デバイス及び光送信装置も提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]従来の1回の切断工程で切断する例を説明する図であり、(a)はブレードで切断する状態を示し、(b)は切断後のチップの様子を示す。

[図2]従来の2回の切断工程で切断する例を説明する図であり、(a)は1回目の切断工程、(b)は2回目の切断工程、(c)は切断後のチップの様子を示す。

[図3]特許文献1に開示の切断部の近傍に溝を配置する例を説明する図であり、(a)はブレードで切断する状態を示し、(b)は切断後のチップの様子を示す。

[図4]特許文献2に開示の切断方法を説明する図であり、(a)はドライエッチング処理を行った状態、(b)はウェットエッチング処理を行った状態、(c)はレーザー等で切断した状態を示す。

[図5]本発明の光導波路素子の一例を示す平面図である。

[図6]図5の一点鎖線A-A'における断面図を示す。

[図7]本発明の光導波路素子の形成方法の一例を示す図であり、(a)から(d)の順に各工程を示したものである。

[図8]図6の応用例を示す断面図である。

[図9]第1側面B1の近傍に溝4を配置する例を示す図である。

[図10]第1側面B1の表面に凹凸を形成する例を示す図である。

[図11]第1側面B1を傾斜面で構成する例を示す図である。

[図12]本発明に係る光変調デバイスと光送信装置を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明について好適例を用いて詳細に説明する。

本発明は、図5及び図6に示すように、光導波路10を形成した薄板1と、該薄板を中間層2を介して接合した保持基板4とを備える複合基板を有する光導波路素子において、該複合基板の側面の一部には段差が形成され、該段差では、該薄板1を含む第1側面B1の位置が、該保持基板3を含む第2側面B2の位置から該複合基板の内側方向に退避しており、該第1側面B1に保護膜PCが配置されていることを特徴とする。

[0025] 基板1としては、LNやタンタル酸リチウム、ジルコン酸チタン酸鉛ランタン（PLZT）等の電気光学効果を有する基板や、これらの材料による気相成長膜、さらには、半導体材料や有機材料等種々の材料も利用可能である。

[0026] 光導波路の形成方法としては、光導波路以外の基板表面をエッチングし、光導波路の両側に溝を形成する等、基板の光導波路に対応する部分を凸状としたリブ型光導波路を利用することが可能であり、基板の薄膜化により厚さ方向にスロット導波路構造を形成する水平スロット導波路を使用することにより、曲げ損失の低減が可能となる。

また、チタニウム（Ti）等を熱拡散法やプロトン交換法等で基板表面に高屈折率部分を形成することで光導波路を形成することも可能である。リブ型光導波路部分に高屈折率材料を拡散する等、複合的な光導波路を形成することも可能である。特に、光導波路素子自体を小型化する場合や折り曲げた光導波路を使用する場合等には、光閉じ込めの強い、幅又は高さが1 μm 程度の凸状導波路を用いる。

[0027] 光導波路を形成した基板は、変調信号のマイクロ波と光波との速度整合を図るため、10 μm 以下、より好ましくは5 μm 以下、更に好ましくは1 μm 未満の厚さ（厚さの下限は0.3 μm 以上が好ましい）まで研削研磨により薄板化する方法と、スマートカット法（イオン注入剥離により薄膜化する方法）を用いて薄膜化基板を作製する。リブ型光導波路の高さは、1 μm 以下に設定することが好ましい。また、他の基板上に気相成長膜を上述の基板

の厚さ程度で形成し、当該膜を上述のような光導波路の形状に加工することも可能である。

[0028] 光導波路を形成した基板（薄板、薄膜）1は、機械的強度を高めるため、中間層2を介して、保持基板3に接着固定される。本発明では、薄板1、中間層2及び保持基板3を一体化した基板を「複合基板」という。

保持基板3には、厚さ0.2～1.0mmのSiや誘電率の低いガラス材や、アルファ石英単結晶、水晶、サファイア等が利用可能である。

また、中間層には、光波と電気信号（マイクロ波）との速度整合を図るため、薄板1よりも屈折率の低い材料が使用される。また、薄板1に熱応力が加わるのを抑制するため、熱膨張率が薄板1に近い材料が好ましく、例えば、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、酸化ランタン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、フッ化カルシウム、酸化イットリウム等を用いることが可能である。また、接着強度を維持するため、光導波路基板よりも厚く、10μm以下であることが好ましい。

[0029] 本発明の光導波路素子の特徴は、図5及び図6に示すように、薄板1を含む第1側面B1に保護膜PCを形成することである。図5は、光導波路素子の平面図であり、図面を見易くするため、光導波路は図示していないが、図6に示すように、信号電極ESと接地電極（EG1, EG2）との間にはリブ型光導波路10が配置されている。

[0030] 図6は、図5の一点鎖線A-A'における断面図の一例であり、光導波路10が形成された薄板1を含む第1側面B1には保護膜PCが配置されている。切断する部分の薄板1及び中間層2を、予めドライエッチングにより除去し、除去した側面B1を覆うように、かつ切断時に使用するブレードに掛からないように1μm以上の厚みの保護膜PCを形成する。なお、保護膜PCの下端は、中間層2の途中又は保持基板3の内部に入り込むように位置させることも可能である。

[0031] 保護膜PCに使用する材料は、保護膜のみに使用される材料を用いることも可能であるが、薄板1上には電極やスポットサイズ変換器等の機能層が形

成されるため、この機能層に使用する材料を用いることも可能である。また、有機誘電体であればレジストのような樹脂で、ヤング率が小さく、パターンニングしやすいものが好ましく、例えば、ポリアミド系樹脂、メラミン系樹脂、フェノール系樹脂、アミノ系樹脂、エポキシ系樹脂等の材料を用いることが可能である。これらの機能層の形成工程と同時に保護膜を形成することで生産プロセスが複雑化することも抑制できる。

[0032] 保護膜の形成を、電極等の機能層を形成する前に行えば、後工程のウェットエッチングで起こりうる中間層のオーバーエッチングを抑制することができる。その場合、ウェットエッチングによる薬液に耐える材質、例えば、タンタル、金（Au）、銀、アルミニウム、Si等が選定される。

[0033] 保護膜が薄板1や保持基板3又は中間層2との密着性が低い場合には、保護膜PCとこれらの基板との界面の一部に密着層BLを形成することができる。この密着層は、第1側面B1と第2側面B2との間にある段差底面にも形成することで、より密着性を高めることができる。密着層BLに使用する材料は、保護膜PCに使用する材料にも依存するが、例えば、Auを保護膜PCに使用する場合には、Tiやニオブ（Nb）、ニッケル、クロム等を密着層に用いることが可能である。特にTiやNb等を使用した場合には、保護膜との密着性を上げるだけでなく、Auのエッチャントであるヨウ素等に対して優れた耐食性がある。

[0034] 図7は保護膜PCを用いてチップを切断する例を示す図である。図7（a）に示すように、ドライエッチングで薄板1及び中間層2を除去する。次に、図7（b）のように保護膜PCを第1側面B1に形成する。その際に予め密着層BLを形成することも可能である。

図7（c）に示すように、ブレードC4により保持基板3を切断する際には、保護膜PCに掛からないようにブレードC4の位置を調整し、1回の工程で切断することで、薄板1や中間層2、薄板上に形成する機能層（不図示）の剥がれ及びクラックの発生を抑制することができる。また、加工に係る時間も短縮することが可能である。図7（d）のように、保護膜PCに近い

位置を切断でき、当該切断により複合基板内部への損傷も抑制できるため、チップの有効面積を広く確保することが可能となる。図7では、ブレードC4により切断を行ったが、レーザーを使用して切断することで、有効面積をより広く確保することもできる。

[0035] 図6及び図7(d)に示すように、保護膜PCは、第1側面B1から薄板1の上面の一部までを覆うように形成することが可能である。これにより、保護膜PCで保護できる範囲を広くすることができると共に、保護膜PCと薄板1等の密着性も高くすることが可能となる。

[0036] 保護膜PCを形成する範囲は、薄板1を含む第1側面B1の全面に形成することが可能であるが、チップ外周に連続又は不連続で保護膜PCを形成することも可能である。連続して形成することで保護効果が高まる。ただし、光導波路端部が形成される面については、切断後に端面を研磨するため、保護層を形成しなくてもよい。例えば、図5の図面の右側面には保護膜を形成しない部分を設けることも可能である。これは、光導波路を折り返すパターンを有する光導波路素子では、光導波路へ光波を入力または光波を出力する側がこの右側面に形成されているためである。

[0037] 図8は、図6の応用例を示す断面図であり、保護膜PCを電極（特に接地電極EG1）と一体的に形成したものである。保護膜を電極と同材質、例えばAuで形成し、さらに、保護膜PCと接地電極を電氣的に接続することで、保護層を接地電極として機能させることができ、チップ内の有効面積をより広く確保することができる。

[0038] 図9は、保護膜PCを形成した第1側面B1の近傍の複合基板（薄板1）の表面に溝4形成するものである。この溝は、万が一、薄板1が剥離した際の薄板内部への損傷の進行を抑制することができる。しかも、溝4に保護膜PCが入り込むように保護膜を配置することで、アンカー効果により、保護膜の薄板への接合強度を高めることができる。

[0039] 図10は、保護膜PCが配置される第1側面B1の表面に凹凸を形成している。この凹凸に合わせて保護膜PCが配置されることで、第1側面と保護

膜との接触面積を増加し、両者の接合強度を高めることが可能となる。

[0040] 図 1 1 は、第 1 側面 B 1 を、上方に表面が向くように傾斜させたものである。スパッタや蒸着等で密着層 B L を形成する際に、傾斜している分だけ密着層を厚く積層させることができ、第 1 側面 B 1 にも確実に密着層 B L を形成することができる。また、保護膜 P C についても同様に膜厚を厚く形成することができ、薄板や中間層の保護機能を高めることができる。

[0041] 図 1 2 に示すように、本発明の光導波路素子（基板 1）を金属等の筐体 C A 内に收容し、筐体の外部と光導波路素子とを光ファイバ F で接続することで、コンパクトな光変調デバイス M D を提供することができる。当然、基板 1 の光導波路の入射部又は出射部に光ファイバを直接接続するだけでなく、空間光学系を介して光学的に接続することも可能である。なお、符号 5 は、基板 1 の端面に沿って基板 1 に重ね合わせた補強部材であり、光ファイバ等の光学部品を基板 1 の端面に直接接合する際に使用される。

[0042] 光変調デバイス M D に変調動作を行わせる変調信号 S₀ を出力する電子回路（デジタル信号プロセッサ D S P）を、光変調デバイス M D に接続することにより、光送信装置 O T A を構成することが可能である。光導波路素子に印加する変調信号 S は増幅する必要があるため、ドライバ回路 D R V が使用される。ドライバ回路 D R V やデジタル信号プロセッサ D S P は、筐体 C A の外部に配置することも可能であるが、筐体 C A 内に配置することも可能である。特に、ドライバ回路 D R V を筐体内に配置することで、ドライバ回路からの変調信号の伝搬損失をより低減し広帯域化が可能となる。

産業上の利用可能性

[0043] 以上のように、本発明によれば、複合基板における薄板や中間層の剥がれ及びクラックの発生を抑制すると共に、切断加工に係る時間の増加を抑制し、かつチップ内の有効面積を広く確保することを可能とする光導波路素子を提供することが可能となる。また、このような優れた効果を有する光導波路素子を用いた光変調デバイス及び光送信装置を提供することができる。

符号の説明

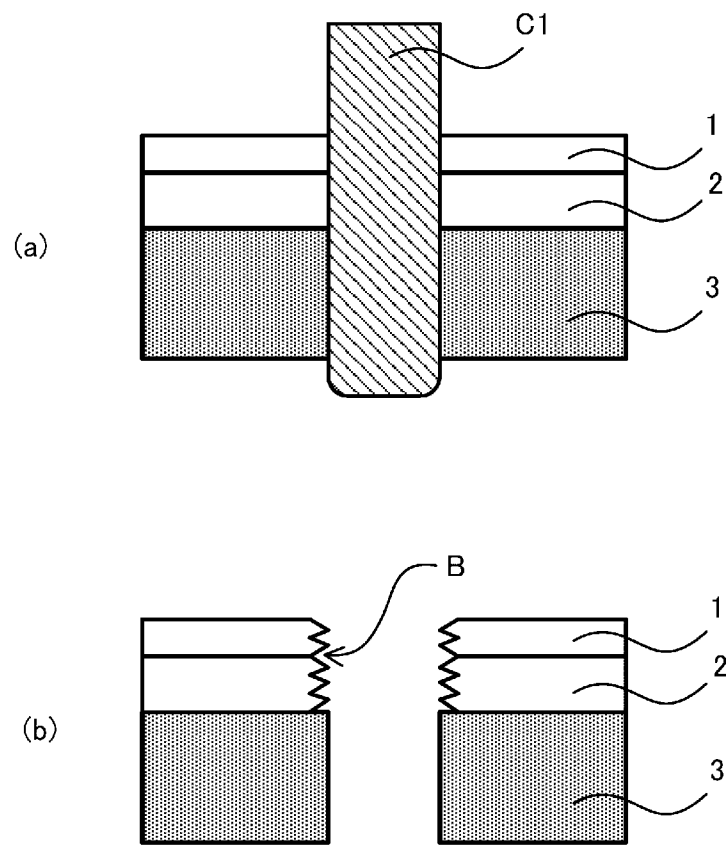
- [0044]
- 1 薄板
 - 2 中間層
 - 3 保持基板
 - 4 溝
 - P C 保護膜
 - B L 密着層
 - B 1 第 1 側面
 - B 2 第 2 側面

請求の範囲

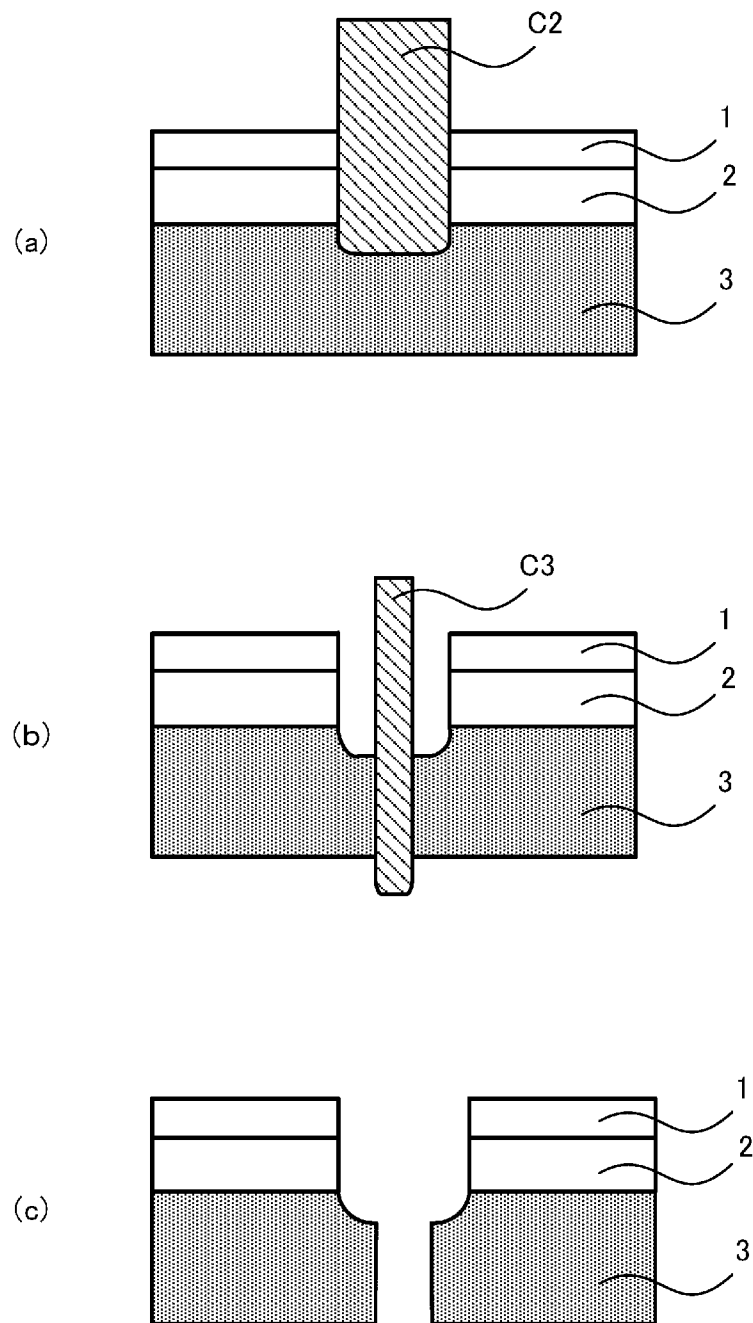
- [請求項1] 光導波路を形成した薄板と、該薄板を中間層を介して接合した保持基板とを備える複合基板を有する光導波路素子において、
- 該複合基板の側面の一部には段差が形成され、該段差では、該薄板を含む第1側面の位置が、該保持基板を含む第2側面の位置から該複合基板の内側方向に退避しており、
- 該第1側面に保護膜が配置されていることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項2] 請求項1に記載の光導波路素子において、該保護膜は、該第1側面から該薄板の上面の一部までを覆うように形成されていることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項3] 請求項1に記載の光導波路素子において、該保護膜と該複合基板との界面の一部には密着層が配置されていることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項4] 請求項1に記載の光導波路素子において、該複合基板には、該第1側面よりさらに該複合基板の内側の位置に溝が形成されていることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項5] 請求項1に記載の光導波路素子において、該第1側面の表面には凹凸が形成されていることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項6] 請求項1に記載の光導波路素子において、該第1側面は、上方に面が向くように傾斜していることを特徴とする光導波路素子。
- [請求項7] 請求項1乃至6のいずれかに記載の光導波路素子と、該光導波路素子を収容する筐体と、該光導波路素子に光波を入出力する光ファイバとを有することを特徴とする光変調デバイス。
- [請求項8] 請求項7に記載の光変調デバイスにおいて、該光導波路を伝搬する光波を変調する変調電極を該基板に設け、該変調電極に入力する変調信号を増幅する電子回路を該筐体の内部又は外部に有することを特徴とする光変調デバイス。

[請求項9] 請求項8に記載の光変調デバイスと、該光変調デバイスに変調動作を行わせる変調信号を出力する電子回路とを有することを特徴とする光送信装置。

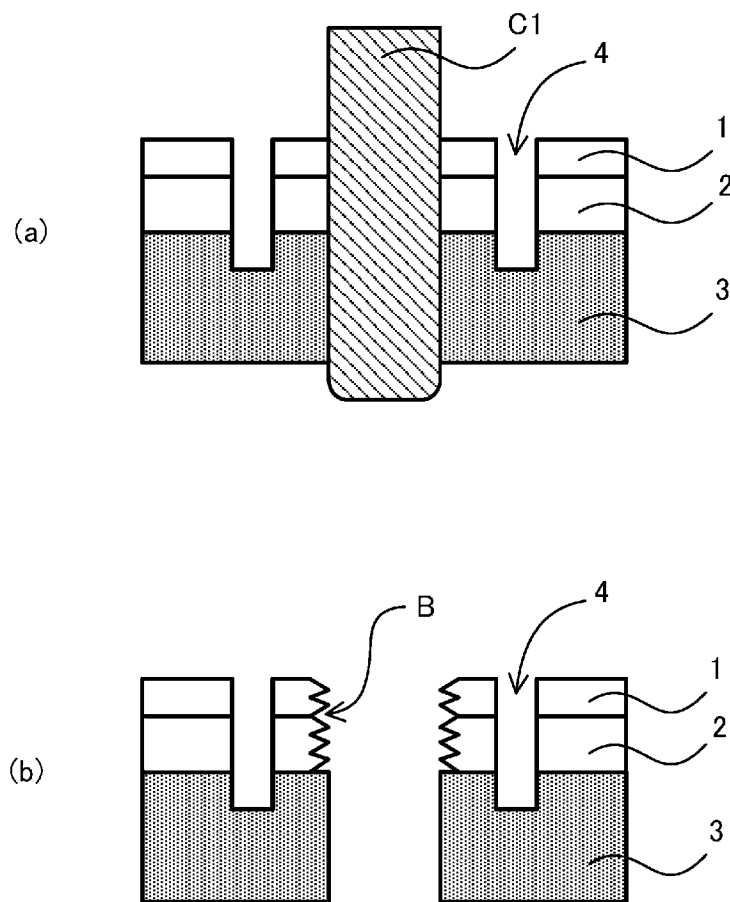
[図1]



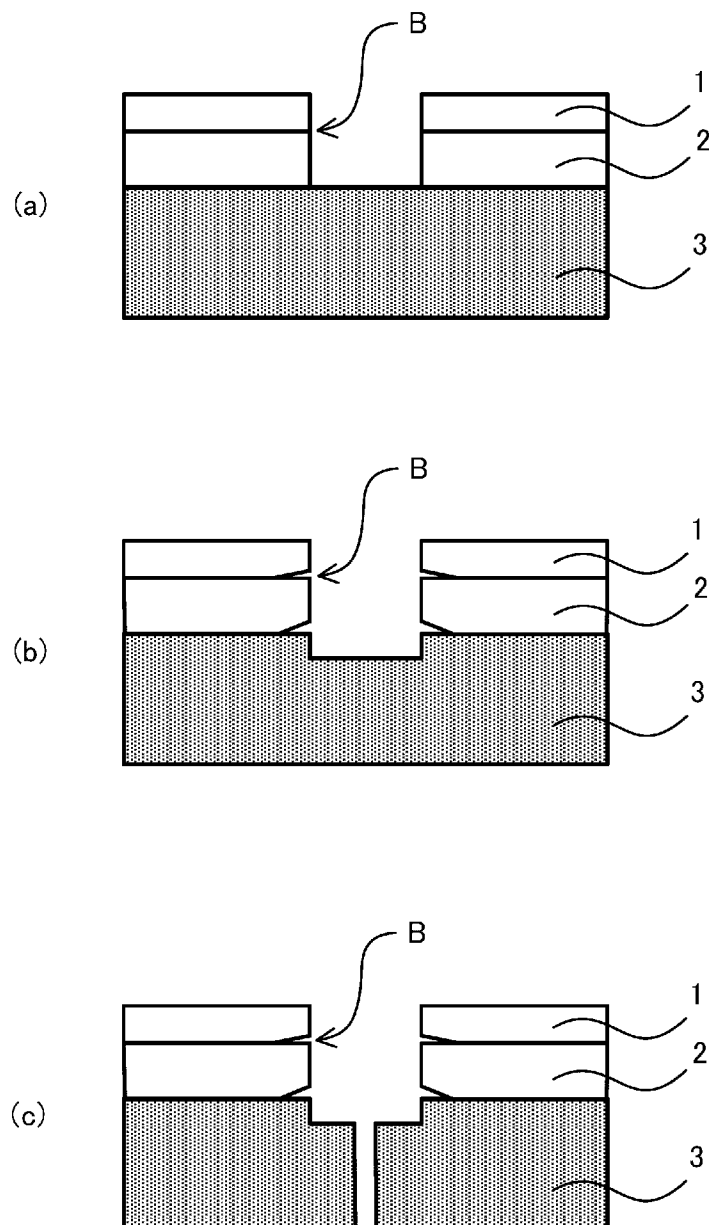
[図2]



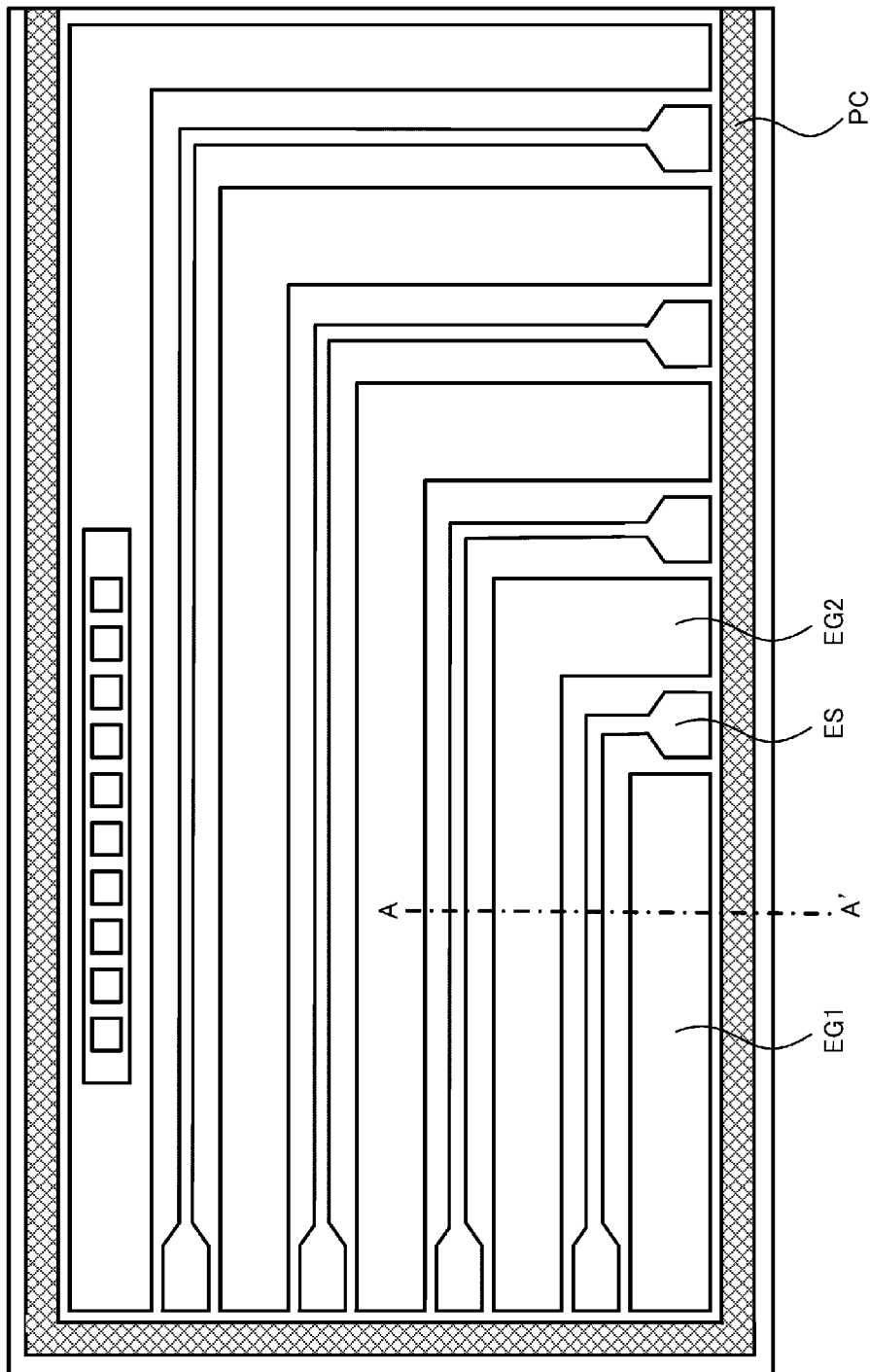
[図3]



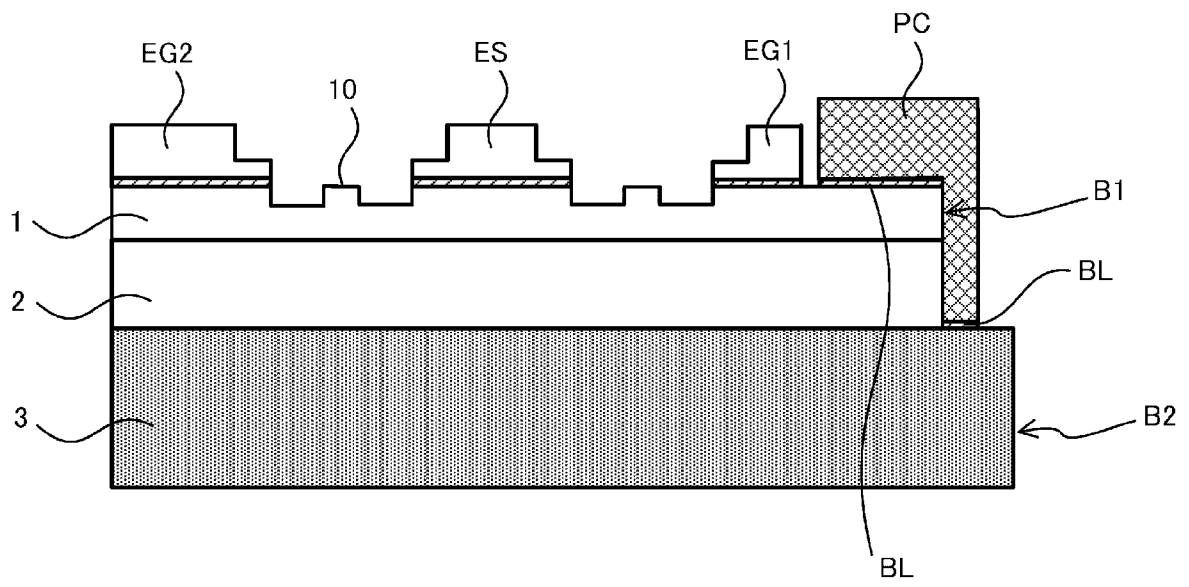
[図4]



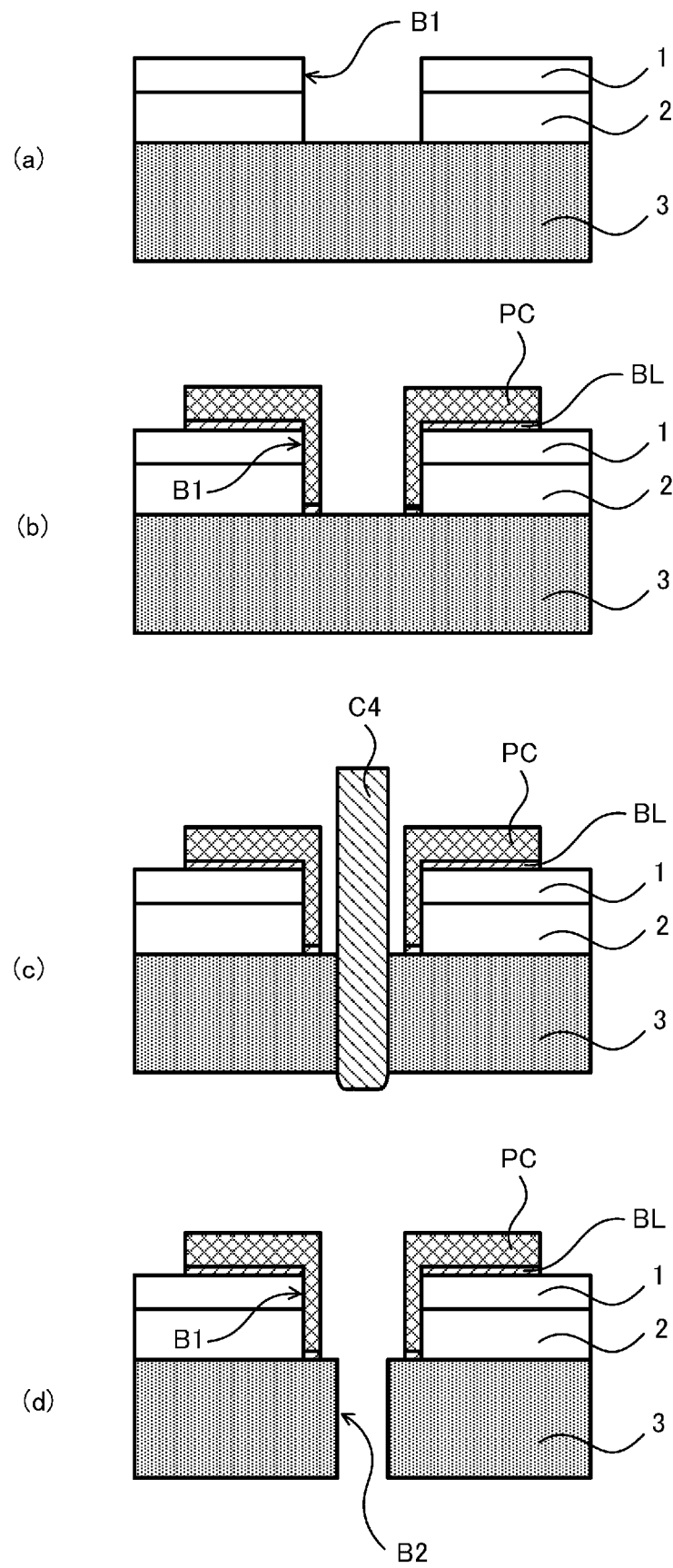
[図5]



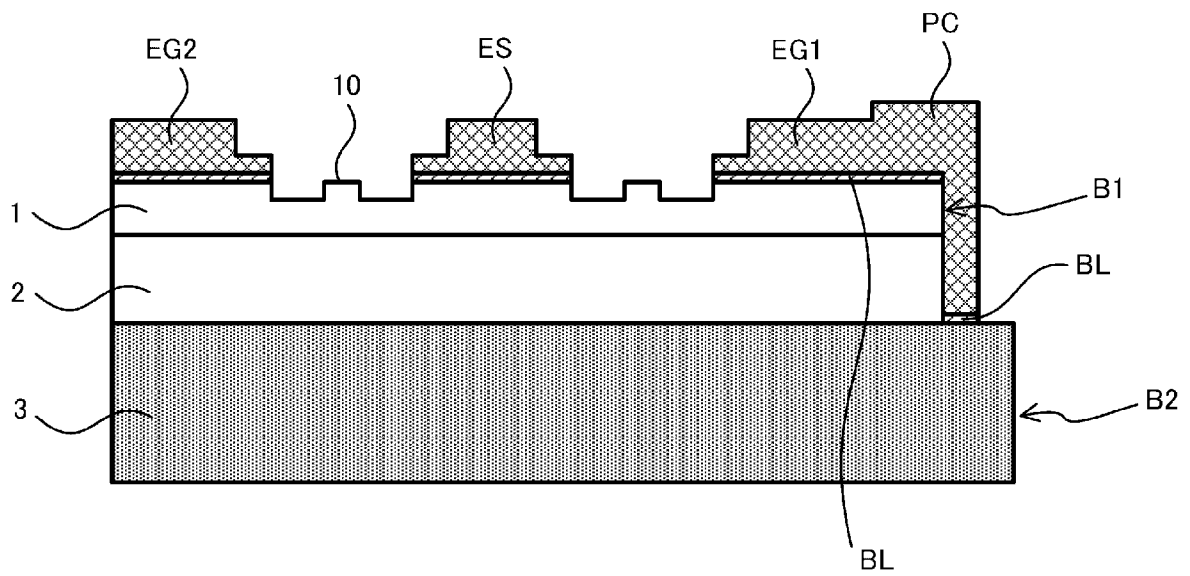
[図6]



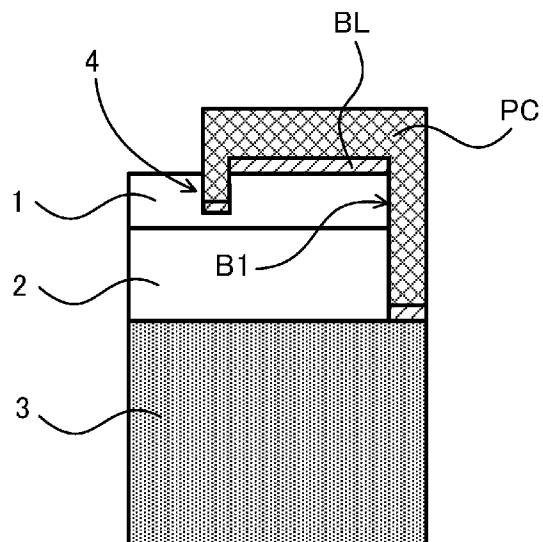
[図7]



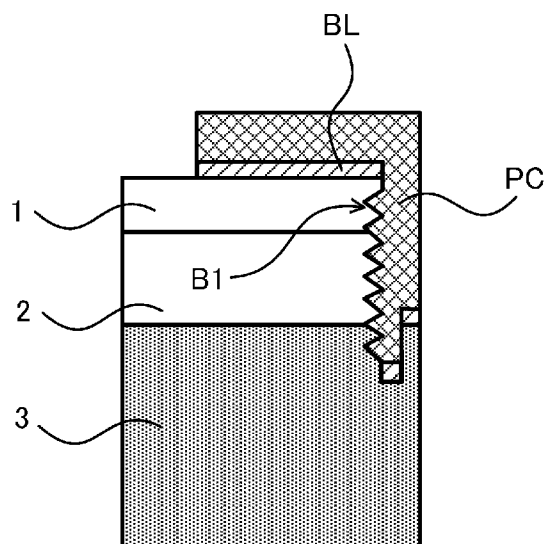
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/122**(2006.01)i; **G02F 1/01**(2006.01)i

FI: G02B6/122; G02F1/01 C

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)

G02B6/12-6/14; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2022-142650 A (FUJITSU OPTICAL COMPONENTS LIMITED) 30 September 2022 (2022-09-30) paragraphs [0016]-[0019], [0026]-[0035], fig. 1-3	1-9
Y	JP 2008-140829 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 19 June 2008 (2008-06-19) paragraphs [0101]-[0106], fig. 7, 10-11	1-9
Y	JP 2004-295118 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 21 October 2004 (2004-10-21) paragraphs [0121]-[0140], fig. 21-26	4, 7-9
A	JP 2021-105658 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 26 July 2021 (2021-07-26) entire text, all drawings	1-9
A	US 2004/0066250 A1 (HUNT, Andrew T. et al.) 08 April 2004 (2004-04-08) entire text, all drawings	1-9
A	US 2015/0214077 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.) 30 July 2015 (2015-07-30) entire text, all drawings	1-9

☐ 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

30 May 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

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/JP2023/013083

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-142650	A	30 September 2022	US 2022/0299803 A1 paragraphs [0041]-[0044], [0051]-[0060], fig. 1-3 CN 115079446 A	
JP	2008-140829	A	19 June 2008	(Family: none)	
JP	2004-295118	A	21 October 2004	US 2004/0179804 A1 paragraphs [0169]-[0187], fig. 21-26 CN 1530673 A	
JP	2021-105658	A	26 July 2021	US 2021/0199996 A1 entire text, all drawings EP 3842844 A1 CN 113050310 A	
US	2004/0066250	A1	08 April 2004	WO 2002/016973 A2 CN 1636158 A TW 284974 B	
US	2015/0214077	A1	30 July 2015	DE 102014019632 A1 TW 201539678 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/122(2006.01)i; G02F 1/01(2006.01)i FI: G02B6/122; G02F1/01 C														
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）） G02B6/12-6/14; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00 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>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023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	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2023年													
日本国実用新案登録公報	1996-2023年													
日本国登録実用新案公報	1994-2023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												
Y	JP 2022-142650 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社）30.09.2022 (2022 - 09 - 30) 段落[0016]-[0019], [0026]-[0035], 図1-3	1-9												
Y	JP 2008-140829 A（シャープ株式会社）19.06.2008 (2008 - 06 - 19) 段落[0101]-[0106], 図7, 10-11	1-9												
Y	JP 2004-295118 A（三洋電機株式会社）21.10.2004 (2004 - 10 - 21) 段落[0121]-[0140], 図21-26	4, 7-9												
A	JP 2021-105658 A（住友大阪セメント株式会社）26.07.2021 (2021 - 07 - 26) 全文, 全図	1-9												
A	US 2004/0066250 A1 (HUNT, Andrew T. et al.) 08.04.2004 (2004 - 04 - 08) 全文, 全図	1-9												
A	US 2015/0214077 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.) 30.07.2015 (2015 - 07 - 30) 全文, 全図	1-9												
☐ 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 30.05.2023	国際調査報告の発送日 13.06.2023													
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													

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/JP2023/013083

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-142650	A	30.09.2022	US 2022/0299803 A1 段落[0041]-[0044], [0051]- [0060], 図1-3 CN 115079446 A	
JP	2008-140829	A	19.06.2008	(ファミリーなし)	
JP	2004-295118	A	21.10.2004	US 2004/0179804 A1 段落[0169]-[0187], 図21-26 CN 1530673 A	
JP	2021-105658	A	26.07.2021	US 2021/0199996 A1 全文, 全図 EP 3842844 A1 CN 113050310 A	
US	2004/0066250	A1	08.04.2004	WO 2002/016973 A2 CN 1636158 A TW 284974 B	
US	2015/0214077	A1	30.07.2015	DE 102014019632 A1 TW 201539678 A	