

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年10月11日 (11.10.2007)

PCT

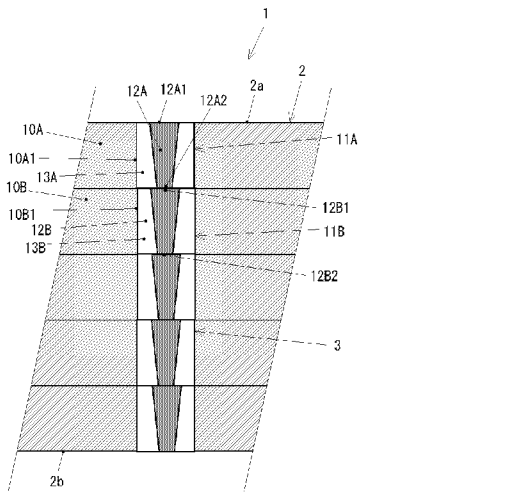
(10) 国際公開番号
WO 2007/114316 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/122 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
G02B 6/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057033
- (22) 国際出願日: 2007年3月30日 (30.03.2007)
- (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2006-093078 2006年3月30日 (30.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松原 孝宏 (MATSUBARA, Takahiro) [JP/JP]; 〒6190237 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号 京セラ株式会社中央研究所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 小島 高城郎 (KOJIMA, Takiro); 〒1000006 東京都千代田区有楽町2-10-1 東京交通会館9階 第一東京国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION SUBSTRATE AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME, AND OPTOELECTRONIC HYBRID SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 光伝送基板およびその製造方法並びに光電子混載基板



- | | |
|------------------|--|
| 1: 光伝送基板 | 1 OPTICAL TRANSMISSION SUBSTRATE |
| 2: 基板 | 2 SUBSTRATE |
| 2a, 2b: 基板の面 | 2a SURFACE OF SUBSTRATE |
| 3: 光伝送体 | 2b SURFACE OF SUBSTRATE |
| 10A, 10B: 誘電体シート | 3 OPTICAL TRANSMISSION BODY |
| 10A1, 10B1: 貫通孔 | 10A DIELECTRIC SHEET |
| 11A, 11B: 屈折率分布体 | 10B DIELECTRIC SHEET |
| 12A, 12B: コア部 | 10A1 THROUGH HOLE |
| 12A1, 12B1: 大径端面 | 10B1 THROUGH HOLE |
| 12A2, 12B2: 小径端面 | 11A REFRACTIVE INDEX DISTRIBUTION BODY |
| 13A, 13B: 周囲部 | 11B REFRACTIVE INDEX DISTRIBUTION BODY |
| | 12A CORE SECTION |
| | 12A CORE SECTION |
| | 12A1 LARGE DIAMETER END FACE |
| | 12B1 LARGE DIAMETER END FACE |
| | 12A2 SMALL DIAMETER END FACE |
| | 12B2 SMALL DIAMETER END FACE |
| | 13A PERIPHERY |
| | 13B PERIPHERY |

(57) Abstract: An optical transmission substrate in which propagation characteristics of an optical transmission body provided in a through hole are permitted to be excellent and uniform. The optical transmission substrate comprises a substrate (1) formed by laminating a plurality of dielectric sheets (10); and a cylindrical refractive index distribution body (11) composed of a photosensitive polymeric material formed in a through hole (10a) penetrating each of the plurality of dielectric sheets and provided with a truncated conical core (12) having refractive index higher in the radial direction than that on the periphery and has a large diameter end face and a small diameter end face. In the refractive index distribution body in each of two adjoining layers of dielectric sheet, the large diameter end face of one core opposes the small diameter end face of the other core and they are coupled optically.

(57) 要約: 貫通孔に設けられる光伝送体の伝搬特性が良好かつ均一となる光伝送基板を提供する。複数の誘電体シート10を積層して形成される基板1と、複数の誘電体シートの各々において誘電体シートを貫通する貫通孔10a内に形成される感光性高分子材料からなる円柱形状の屈折率分布体11であって、径方向において屈折率が周囲部よりも高く大径端面と小径端面とをもつ円すい台形状のコア部12を具備する屈折率分布体とを有し、隣接する2層の誘電体シートの各々における屈折率分布体において、一方のコア部の大径端面と他方のコア部の小径端面とが対向しかつ光学的に結合されている。



WO 2007/114316 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光伝送基板およびその製造方法並びに光電子混載基板

技術分野

[0001] 本発明は、光インターコネクション等を使用される光伝送基板およびその製造方法に関するものであり、特に、基板の貫通孔に設けられる光伝送体の伝送特性を良好かつ均一としたものに関する。また、本発明は、その光伝送基板を用いた光電子混載基板に関するものである。

背景技術

[0002] 情報処理における処理量を増加させ処理スピードを向上させるために、半導体デバイスの動作速度および電気信号の入出力端子数は、将来に渡って増加の傾向にある。同時にその半導体デバイスを搭載する回路基板の信号配線数も著しく増大しており、電気配線密度も高くなる傾向にある。それに従って、実装基板に形成された電気配線における信号の減衰および隣接する配線間のクロストークが顕著に増加し、深刻な問題となっている。とりわけマイクロプロセッサに代表される大規模な半導体集積回路においては、GHzレベルの信号を低消費電力で安定して入出力させることが大きな課題である。

[0003] その課題を解決するために、半導体デバイスに入出力される電気信号を光信号に変換し、その光信号に対応する光を、実装基板に形成した光導波路等の光配線によって伝送させる光伝送技術が検討されている。

[0004] その光信号と電気信号との変換を行なう光電変換部では、送信出力側において主に化合物半導体で構成される半導体レーザ(LD)や発光ダイオード(LED)等の発光用の光半導体素子が、受信入力側においてシリコン(Si)や化合物半導体によるフォトダイオード(PD)等の受光用の光半導体素子が用いられる。

[0005] ところで、半導体レーザには各種のタイプがあるが、近年ではその結晶成長面で良好な結晶が得られることから、発光部が素子基板の主面に対して垂直方向に光を射出させる面発光レーザ(VCSEL)が、高性能かつ低コストな送信用光源として広く用いられつつある。一方、フォトダイオードも、受光部がその結晶面上にある面受光型

のものが一般的に用いられている。

- [0006] 従来の光伝送基板では、基板面に対し平行に基板上または基板内部に配置された光配線として、高屈折率の材料からなるコア部の周囲を低屈折率の材料からなるクラッド部で覆うことにより形成した光導波路を設けたものが知られている。そのような光導波路は、光学ガラスまたは単結晶もしくは高分子の光学材料を用いて作製されている。
- [0007] また、光配線と電気配線を混載した従来の光電子混載基板では、上記の光半導体素子と光導波路との光結合構造を有したものが知られている。このような光電子混載基板においては、信号光の入出力方向と実装基板上に形成された光導波路とがおおよそ直交する位置関係にあるため、高い結合光量を得るために様々な提案がなされている。
- [0008] 図10は、光導波路を形成した従来の光伝送基板の代表例を示す断面図であり、特許文献1に開示された光・電気配線基板の例である。図10に示す例によれば、基板100上に光配線層(光導波路)103と電気配線105とが形成されている。送信側において、レーザダイオード101から出射した信号光は、図中に破線で示すように、光配線層103を構成する上部クラッド部103bへ垂直に入射し、コアパターン(コア部)103aを通過して下部クラッド部103cへ入射する。そして、下部クラッド部103c内で光配線層103内に配置されたミラー部材104で伝搬方向を光配線層103の配線方向に変換され、光配線層103のコアパターン103aに入射する構成となっている。
- [0009] 受信側においても同様に、光配線層103のコアパターン103aを伝搬してきた光信号が一旦下部クラッド部103cに至った後にミラー部材104で光配線層103に対して上方へ垂直に方向を変換されて、同様にコアパターン103aおよび上部クラッド部103bを通過した後にフォトダイオード102へ入射する構成となっている。
- [0010] また、特許文献2には、複数積層された誘電体層に貫通孔を設けその貫通孔に光導波路としての短尺光ファイバが埋め込まれた従来の光伝送基板の例が開示されている。
- [0011] また、特許文献3には、貫通孔に光導波路が形成された誘電体層が複数積層された従来の光伝送基板および光電子混載基板の例が開示されている。

特許文献1:特開2003-50329号公報

特許文献2:特開2004-54003号公報

特許文献3:特開2004-279687号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0012] しかしながら、図10に示す特許文献1の構成においては、レーザダイオード101およびフォトダイオード102の面型光半導体デバイスと光配線層103の光導波路との光結合の効率を高くできないという問題点があった。すなわち、レーザダイオード101から出射する信号光は半値全角で数十度程度に広がるため、光配線層103を通過して直下のミラー部材104に至った時点では、信号光のスポットサイズが出射点の数倍以上に拡大している。
- [0013] また、ミラー部材104で光路が変換された後も、その反射面を覆うように形成されている下部クラッド部103cを伝搬する間に信号光は放射状に広がってしまう。そのため、光配線層103のコアパターン103aに至った時点では光信号のスポットサイズは出射点の数倍から数十倍に拡大することになり、断面サイズを数十 μ m角として形成されるコアパターン103aよりもはるかに大きなサイズになってしまう。
- [0014] 従って、信号光はコアパターン103aに効率良く入射せず、光配線層103内の信号光の伝送レベルも自ずと低くなってしまい、信号対雑音比(S/N比)や信号変調のダイナミックレンジが高く取れないという問題点があった。
- [0015] そのような問題点を回避するために信号光の伝送レベルを上げようとする、レーザダイオード101への注入電流を上げて光出力を上げることが必要になり、そのためにレーザダイオード101での消費電力は増すこととなる。そしてその場合には、信号伝送におけるエネルギー効率が低くならざるを得なくなるという問題点があった。
- [0016] また同時に、レーザダイオード101への注入電流を上げるとレーザダイオード101における発熱が増加するため、複雑な放熱構造を追加しなければならなくなったり、信頼性を低下させてしまったりすることとなる。さらには、基板100からの放熱がこの光・電気配線基板を用いたシステムの動作に悪影響を及ぼしてしまうという問題点もあった。

[0017] また、特許文献2に開示されている光伝送基板では、貫通孔に短尺光ファイバを埋め込んでいるが、現実的に多くの光配線を必要とする光伝送基板においては工数が多すぎるために量産性が悪いという問題点があった。また、貫通孔に短尺光ファイバを埋め込む代わりに、貫通孔に光導波路状の光伝送体を直接形成する方法も知られているが、その場合も、光伝送基板の厚さが厚くなると光伝送方向に均一な構造を有した光伝送体を形成することが困難となる。その結果、光伝送損失が大きくなるという問題点があった。

[0018] また、特許文献3に開示されている光伝送基板では、複数積層された誘電体層の貫通孔に光導波路を形成する際、複数の誘電体層を積層した後に各層間から書込みビームを照射することにより積層全体に亘って連続的なコア部を形成していた。このような場合、各層の貫通孔に形成された光導波路の接続部のずれに対する光結合効率のトレランスが一般的に小さいために、その後の製造工程等で隣接する光導波路がずれてしまうと光の伝送損失が大きくなり、また隣接する層の光導波路を意図的にずらした配置とする設計には対応できないという問題点があった。

[0019] 本発明は上記のような従来技術における問題点を考慮してなされたものであり、その目的は、基板の厚さに関わらず、貫通孔に設けられる光伝送体の伝搬特性が良好かつ均一となる光伝送基板およびその製造方法ならびにそれを用いた光電子混載基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0020] 本発明の光伝送基板は、複数の誘電体シートを積層して形成される基板と、前記複数の誘電体シートの各々において前記誘電体シートを貫通する貫通孔内に形成される感光性高分子材料からなる円柱形状の屈折率分布体であって、径方向において屈折率が周囲部よりも高く大径端面と小径端面とをもつ円すい台形状のコア部を具備する前記屈折率分布体とを有し、隣接する2層の前記誘電体シートの各々における前記屈折率分布体において、一方のコア部の大径端面と他方のコア部の小径端面とが対向しかつ光学的に結合されているものである。

[0021] また、上記の光伝送基板は、径方向における前記コア部と前記周囲部の境界において屈折率が階段状に変化しているものである。

- [0022] また、上記の光伝送基板は、前記コア部において屈折率が中心から径方向外方に向かって同心円状に漸次低くなるものである。
- [0023] また、上記の光伝送基板は、前記屈折率分布体の端部において、前記貫通孔の開口周縁から前記貫通孔内に陥没する凹部をさらに有し、前記凹部内に透光性部材が設けられているものである。
- [0024] また、上記の光伝送基板は、前記基板の一方の面上に形成された光導波路をさらに有し、前記一方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体の前記コア部が、前記光導波路に光学的に結合されているものである。
- [0025] 本発明の光伝送基板の製造方法は、貫通孔を設けた誘電体シートの前記貫通孔に感光性高分子材料を充填する工程と、前記感光性高分子材料に、径方向において屈折率が周囲部よりも高い円すい台状のコア部を形成することにより円柱形状の屈折率分布体を形成する工程と、前記屈折率分布体が形成された前記誘電体シートを複数積層する工程とを含むものである。
- [0026] また、上記の光伝送基板の製造方法は、前記貫通孔に充填された前記感光性高分子材料の端部に凹部を設ける工程と、前記屈折率分布体を形成した後に前記凹部内に透光性部材を充填する工程とをさらに含むものである。
- [0027] 本発明の第1の光電子混載基板は、上記いずれかの光伝送基板と、前記光伝送基板の一方の面上に形成された第1の導体パターンと、他方の面上に形成された第2の導体パターンと、前記基板を貫通して前記第1の導体パターンと前記第2の導体パターンとを接続する貫通導体と、前記一方の面上にて前記第1の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、前記他方の面上に形成された光導波路とを有し、前記一方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光半導体素子に光学的に結合し、前記他方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合されるものである。
- [0028] 本発明の第2の光電子混在基板は、上記いずれかの光伝送基板と第2の基板とを重ね合わせた二層基板と、前記二層基板における前記光伝送基板側の面上に形成された第1の導体パターンと、前記第2の基板側の面上に形成された第2の導体パタ

ーンと、前記二層基板を貫通して前記第1の導体パターンと前記第2の導体パターンとを接続する貫通導体と、前記光伝送基板側の面上にて前記第1の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、前記光伝送基板と前記第2の基板の間に形成された光導波路とを有し、前記二層基板における光伝送基板側の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光半導体素子に光学的に結合し、前記光伝送基板の前記光導波路側の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合されるものである。

[0029] 本発明の複合光伝送基板は、上記いずれかの光伝送基板と、前記光伝送基板と平行に配置された第2の基板と、前記第2の基板における前記光伝送基板に対向する面上に形成された光導波路とを有し、前記光伝送基板における前記第2の基板に対向する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合されるものである。

発明の効果

[0030] 本発明の光伝送基板によれば、複数の誘電体シートを積層して形成される基板の各誘電体シートの貫通孔内に円柱形状の屈折率分布体が設けられ、この屈折率分布体のコア部は、屈折率が周囲部よりも高く大径端面と小径端面とをもつ円すい台形状であり、さらに、隣接する2層の各々における屈折率分布体のコア部同士が、一方の大径端面と他方の小径端面とを対向させかつこれらが光学的に結合されている。斯かる構成によれば、信号光がコア部に閉じ込められて伝搬するため、基本的に伝搬損失を極めて小さくすることができる。

[0031] 加えて、隣接するコア部同士がサイズの異なる小径端面と大径端面によって光結合されるため、コア部同士が多少ずれた場合でも、小径端面が大径端面の周縁内側に入る確率が高くなり、屈折率分布体の接続部におけるコア部のずれに対するトレランスが大きくなる。これにより、各接合部における光結合のばらつきも少なくなる。従って、接続部におけるコア部のずれがあっても伝搬損失を抑制することができ、かつ、複数連結された屈折率分布体全体において伝搬特性を均一なものとすることができる。これに対し、同サイズの端面をもつコア部同士を光結合させる場合、わずかなず

れでも双方の端面の接触面積が大きく変わるため光結合にも大きく影響し、各接合部における光結合のばらつきも大きくなる。

- [0032] また、隣接するコア部同士が小径端面と大径端面によって光結合されるため、各誘電体シートの屈折率分布体を基板面内方向に少しずつずらして配置することができる。この結果、基板内部において基板の垂直方向に対し斜め方向にも光配線することが可能となる。そのように斜め方向にも光配線することができる構成を利用すれば、基板への入射方向もしくは基板からの出射方向に応じて、例えばその入射方向もしくは出射方向にできるだけ近い角度で光が伝搬するように各誘電体シートの屈折率分布体を適切にずらして配置できる。これにより、光の入射部もしくは出射部における伝搬損失をさらに低減することができる。
- [0033] このように、本発明によれば、基板の厚さに関わらず、伝搬特性が良好な光伝送基板が得られる。また、多数の光伝送基板を製造した際の、各光伝送基板の伝搬特性が均一となる。
- [0034] また、本発明の光伝送基板の屈折率分布体において径方向における前記コア部と前記周囲部の境界において屈折率が階段状に変化しているときは、信号光は屈折率の境界で反射されて中心部の高屈折率領域に閉じ込められて伝搬するので、屈折率分布体が一樣な屈折率を持つ場合に比べてより高効率な信号光伝搬を実現することができる。
- [0035] また、本発明の光伝送基板の屈折率分布体のコア部において屈折率が中心から径方向外方に向かって同心円状に漸次低くなるときには、信号光は屈折率分布体の中心部分を蛇行しながら閉じ込められて伝搬するので、より広帯域の信号光伝搬を行なうことができる。
- [0036] また、本発明の光伝送基板において、屈折率分布体の端部に凹部が設けられかつ透光性部材が設けられているときは、隣接する屈折率分布体のコア部の端面間の間隔が空くから、これらのコア部のずれに対するトレランスがさらに緩和されるとともに、これらのコア部の端面間が空いていても透光性部材が充填されているから各コア部の端面での信号光の反射が抑制される。これにより、伝搬損失をさらに抑制できるとともに複数連結された屈折率分布体全体間で伝搬特性をさらに均一なものとするこ

ができる。

[0037] また、本発明の光伝送基板において、基板の一方の面上に形成された光導波路をさらに有し、この一方の面を形成する最外層の誘電体シートにおける屈折率分布体のコア部と光学的に結合されているときは、各誘電体シートの屈折率分布体を複数連結した光伝送体により、基板の一方の面と他方の面とを良好かつ均一な伝搬特性で光結合することが可能となる。

[0038] 本発明の光伝送基板の製造方法によれば、誘電体シートの貫通孔に感光性高分子材料を充填する工程とし、感光性高分子材料に対し屈折率が周囲部よりも高い円すい台状のコア部を形成することにより円柱形状の屈折率分布体を形成する工程と、屈折率分布体が形成された誘電体シートを複数積層する工程とを含むことから、所定の厚さの光伝送基板を製造するにあたり、適宜の層数を設定して1枚当たりの誘電体シートの厚さを決定して、各誘電体シートに対して同じ工程を適用して屈折率分布体を形成することができる。これら特性の揃った複数の誘電体シートを積層することにより、基板全体にわたって複数の屈折率分布が連結されて伝搬特性の均一な光伝送体を形成することができる。その際、1つの屈折率分布体のコア部の径が上端と下端で異なるようにするから、隣接する屈折率分布体においてコア部の径が一方に対し他方が広がっていることとなる。これにより、誘電体シートを積層するとき所定の位置からずれて積層されても、隣接するコア部の一方の端面に対し径が広い他方の端面がその位置ずれに対する光結合のトレランスを緩和する働きをするため、信号光の伝搬損失の低下を抑制する。この結果、伝搬損失が小さくて伝搬特性が多数間で均一なものを製造することができる光伝送基板の製造方法となる。

[0039] また、本発明の光伝送基板の製造方法によれば、貫通孔に充填された感光性高分子材料の端部に凹部を設ける工程と、屈折率分布体を形成した後に凹部内に透光性部材を充填する工程とをさらに含むときには、その端部に設けられる凹部の透光性部材が、誘電体シートの積層ずれに対する光結合のトレランスをより緩和し、コア部の端面での信号光の反射を抑制し、かつ凹部形状の不安定性による光学特定の不均一を抑制する働きをするため、信号光の伝搬損失の低下を抑制し、信号光の伝搬特性を安定にすることができる。この結果、伝搬損失がさらに小さくて伝搬特性が

多数間でさらに均一なものを製造することができる光伝送基板の製造方法となる。

[0040] 本発明の光電子混載基板によれば、上記の光伝送基板の両面にそれぞれ形成された導体パターンと、基板を貫通して各基板面上の導体パターン同士を接続する貫通導体と、一方の面上の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、他方の面上に形成された光導波路とを有し、一方の面を形成する最外層の誘電体シートの屈折率分布体のコア部が光半導体素子に光学的に結合し、他方の面を最外層の誘電体シートの屈折率分布体のコア部が光導波路に光学的に結合されるから、両面にそれぞれ配置された光半導体素子と光導波路との間で伝搬損失の小さい良好な光伝送が可能となる。

[0041] さらに本発明の光電子混載基板によれば、上記の光伝送基板と第2の基板とを重ねた二層基板の両面にそれぞれ形成された導体パターンと、基板を貫通して各基板面上の導体パターン同士を接続する貫通導体と、一方の面上の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、層間に形成された光導波路とを有し、二層基板の光伝送基板側の最外層の誘電体シートの屈折率分布体のコア部が光半導体素子に光学的に結合し、光伝送基板の光導波路側の最外層の誘電体シートの屈折率分布体のコア部が光導波路に光学的に結合されるから、光半導体素子と光導波路との間で伝搬損失の小さい良好な光伝送が可能となる。

[0042] さらに上記の構成の光電子混載基板を利用して、発光用の光半導体素子と受光用の光半導体素子との間で光導波路を介して信号光を伝搬させると、受信側の受信レベルが向上するため、光半導体素子間で高速かつ誤り率の小さい良好な情報アクセスをすることができる。あるいは、送信側の送信レベルを抑制できるため、光半導体デバイスの駆動電流を低減して発熱を小さくすることができ、信頼性を向上させることができる。

[0043] 本発明の複合光伝送基板によれば、上記いずれかの光伝送基板と、これに平行に配置された第2の基板と、この第2の基板における光伝送基板に対向する面上に形成された光導波路とを有し、光伝送基板における第2の基板に対向する誘電体シートにおける屈折率分布体のコア部が光導波路に光学的に結合されるから、光伝送基板と別の第2の基板との間における光伝搬の伝送損失を低減し、良好な伝搬特性が

得られる。

発明を実施するための最良の形態

[0044] 以下、本発明の光伝送基板およびその製造方法並びに光電子混載基板について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

図1は本発明の光伝送基板の実施形態の一例を、図2は本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。また、図3(a)～(e)は、図1または図2に示す光伝送基板の製造方法の実施形態の一例を模式的に示す工程ごとの要部断面図である。また、図4(a)、(b)は、図3に示す光伝送基板の製造工程における露光および現像の工程をさらに詳細に示す要部断面図である。また、図5は本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。また、図6は本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。また、図7は本発明の光電子混載基板の実施形態の一例を示す模式的な要部断面図である。また、図8は本発明の光電子混載基板の実施形態の他の例を示す模式的な要部断面図である。

[0045] 図1～図7において、1は光伝送基板であり、2は光伝送基板の基板であり、そして2a、2bは基板の一方の面および他方の面である。10A、10B、10Nは基板を構成する誘電体シートであり、11A、11B、11Nは誘電体シートにおける屈折率分布体であり、12A、12B、12Nは屈折率分布体のコア部であり、そして13A、13Bは屈折率分布体の周囲部である。13A1は第1の感光性高分子材料であり、13A2は第1の感光性高分子材料に形成された貫通孔である。14A1、14A2、14B1、14B2は屈折率分布体の凹部の透光性部材である。3は各屈折率分布体を連結した光伝送体である。4A、4B、4Cは基板の面上の光導波路であり、4A1、4A3、4B1、4B3は光導波路のクラッド部であり、そして4A2、4B2は光導波路のコア部である。5A、5Bは基板の面上の光路変換体であり、5A1、5B1は光路変換体の基体であり、そして5A2、5B2は光路変換体の反射面(光路変換面)である。7a、7b、7cは、基板の面上の導体パターンであり、7dは基板を貫通する貫通導体であり、そして8は光半導体素子である。30はフォトマスク、30aは遮光部、30bは透光部である。

[0046] 図1に示す本発明の光伝送基板の実施の形態の一例は、基板2を有し、基板2は、

誘電体シート10A、10Bを含む複数の誘電体シートを積層して形成されている。複数の誘電体シートの各々は同じ構成を有している。隣接する誘電体シート10Aと誘電体シート10Bを例として説明する。誘電体シート10Aには、両面間を貫通する貫通孔10A1が設けられ、貫通孔10A1内には感光性高分子材料からなる円柱形状の屈折率分布体11Aが形成されている。屈折率分布体11Aは、中心軸近傍領域に設けられたコア部12Aとその周囲に同心状に設けられた周囲部13Aとを具備し、径方向においてコア部12Aは周囲部13Aよりも屈折率が高い。さらに、コア部12Aは、図示のように軸方向断面がテーパ形状となる円すい台形状に形成される。この円すい台の両端面のうち幅(直径)の大きい方を大径端面12A1と、幅の小さい方を小径端面12A2と称することとする。なお、大径端面と小径端面の各幅の間には、本発明の作用効果を奏することが可能な最小限の差があればよい。また、屈折率分布体11A全体が、幾何学的に精確な軸対称の円すい台でなくともよい。

[0047] 屈折率分布体11Aは、その屈折率の分布が同心状に中心部で高く周囲部で低くなっており、そのような屈折率の分布によって信号光をコア部に閉じこめつつ中心軸に沿って伝搬させるものである。このような屈折率分布体の一例として、コア部の屈折率が周囲部に対して例えば数%高く、屈折率がコア部と周囲部との境界で階段状に低くなっている階段状屈折率分布体がある。また、別の例として、コア部における屈折率が中心軸から周囲に向かって漸次低下している傾斜状屈折率分布体とがある。また、誘電体シート10Aとしては、電子工業用のプリント基板に使用されるガラスエポキシ等の周知の材料や、アルミナ等のセラミックスを積層したものをを用いる。

[0048] 隣接する誘電体シート10Bも誘電体シート10Aと同じ構成であり、貫通孔10B1内にコア部12Bと周囲部13Bをもつ屈折率分布体11Bが形成されている。そして、隣接する誘電体シート10Aと10Bの各々の屈折率分布体11Aと11Bにおいて、一方のコア部の大径端面と他方のコア部の小径端面とが対向しかつ光学的に結合されている。図1の例では、誘電体シート10Bにおけるコア部12Bの大径端面12B1と、誘電体シート10Aにおけるコア部12Aの小径端面12A2とが対向しかつ光学的に結合されている。積層された複数の誘電体シートに含まれる隣接する2層の接続部の全てにおいて、軸方向の大径端面と小径端面の位置関係は同じである。すなわち、各屈

折率分布体の円すい台形状のコア部は全て同じ向きに配置される。

[0049] 隣接する屈折率分布体のコア部同士が光学的に結合されることにより、基板2を構成する全ての誘電体シート10A、10B...の屈折率分布体11A、11B...が順次連結されることになる。こうして、基板2の一方の面2aから他方の面2bまで貫通する光伝送体3が形成される。これにより、基板2の厚さに関わらず、適切な層数の誘電体シートを積層することにより、基板2を貫通する光伝送体3を形成することができる。図1の光伝送基板1では、各誘電体シートにおける屈折率分布体のコア部が全て同軸上に配置され(コア部を円すい台形状としたことによるトレランス分のばらつきは含まれる)光結合している。従って、形成される光伝送体3は基板2の面2a、2bに対して垂直となる。

[0050] 図1に示す本発明の光伝送基板は、次のような作用効果を奏する。なお、隣接する誘電体シート10Aと10Bおよび各々の屈折率分布体11Aと11Bを例として説明するが、基板2に含まれる任意の隣接する2層の誘電体シートおよび屈折率分布体についても同様である。屈折率分布体11A(屈折率分布体11Bも同様)では、コア部12Aに光が閉じ込められて伝搬するため基本的に伝搬損失を低くすることができる。このようなコア部12Aを具備する屈折率分布体11Aを良好に形成することができるのは、その製造工程において、誘電体シート10Aを積層する前にコア部12Aを形成することによる(製造方法については、図3において詳述する)。例えば、特許文献3のように、複数の誘電体シート10A等を積層し基板2を形成してから、各誘電体シートのコア部を形成するのでは、基板2が厚くなりすぎてコア部の大径端面と小径端面の幅の差が大きくなりすぎたり、いずれかの端面が形成されなかったりといった不具合が生じるからである。その場合、基板2を貫通する良好な伝搬特性ともつ光伝送体3は得られないこととなる。

[0051] さらに、屈折率分布体11Aのコア部12Aの小径端面12A2と屈折率分布体11Bのコア部12Bの大径端面12B1とが対向しかつ光学的に結合されており、小径端面12A2の幅より大径端面12B1の幅が広いことにより、誘電体シート10Aと誘電体シート10Bとの積層のずれに対するコア部12Aとコア部12Bとの接続部の光結合のトレランス(許容度)を緩和する作用がある。すなわち、接続部においてコア部同士のずれが

あっても伝搬損失を抑制することができるとともに多数間で伝搬特性を均一なものとするすることができる。これは、屈折率分布体のコア部が大径端面と小径端面をもつ円すい台形状であることにより可能となったものである。

[0052] 上記のような伝搬特性の良好なコア部をもつ屈折率分布体を、トレランスの緩和された光結合により複数連結することにより、伝搬特性の良好な光伝送体3を得ることができる。

[0053] ただし、小径端面12A2と大径端面12B1との幅の差が大きくなりすぎると、コア部12Aとコア部12Bとの接続部の損失が急に増大する。従って、一層の誘電体シート10A、10Bの厚さを適切なものとし、さらにコア部12Aを形成する際の露光・現像条件を適切にすることにより大径端面12A1と小径端面12A2の幅の差を適切なものとするのが好ましい。一例として、誘電体シート10Aの厚さが500 μ mのとき、大径端面の径は200 μ m、小径端面の径は150 μ mが好適である。

[0054] 図2は、本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。図2に示す他の例の光伝送基板1は、基板2を構成する各誘電体シート10A、10B. . の構成は、図1の光伝送基板の誘電体シートと同じであるが、各誘電体シートの積層形態が異なる。図1の光伝送基板では、基板2に形成される光伝送体3は基板2の面2a、2bに対して垂直であったが、図2の光伝送基板1では、基板2に形成される光伝送体3が基板2の面2a、2bに垂直な方向に対して傾斜している。例えば、隣接する誘電体シート10Aと10Bは、各々の屈折率分布体11Aと11Bの軸をずらして積層されている。これは、屈折率分布体11Aのコア部12Aと屈折率分布体11Bのコア部12Bとが同軸上になく、ずれていることを意味する。コア部12Aとコア部12Bを適切にずらすことにより、コア部12Aの小径端面12A2の周縁の一部とコア部12Bの大径端面12B1の周縁の一部がほぼ重なることとなる。そして、基板2に含まれる任意の隣接する2層の誘電体シートの全てが、その接続部においてコア部同士を同じ方向に同じ距離だけずらして積層される。これにより、図示のように基板2の面2a、2bに対して所定の角度で傾斜した光伝送体3を形成することができる。これは、屈折率分布体のコア部が大径端面と小径端面をもつ円すい台形状であることにより可能となったものである。

[0055] 図2の形態の光伝送基板1によれば、基板2を貫通する光伝送体3を所望する方向へ傾けて配置する設計が可能となる。これにより基板2内部における光配線の設計自由度が向上する。また、図2に示すように、X1側からX2側に各屈折率分布体を滑らかにずらした配置とすることにより、X1方向からの光を入射させX2方向に光を出射させたり、その逆の経路で光を進行させたりすることができる。これにより、基板2に対する入射方向もしくは出射方向が限定されている光に対しても、できるだけ近い角度で基板2内を伝搬可能なように対応できる。その結果、光の入射部もしくは出射部における伝搬損失を低減し、伝搬損失をさらに低減できる。

[0056] 図3(a)～(e)は、図1または図2に示す光伝送基板の製造方法の実施形態の一例を模式的に示す工程ごとの要部断面図である。なお、図3(a)～(e)は、多層構成である光伝送基板の中の一層の誘電体シートの製造方法を示している。この製造方法により得られた誘電体シートを、公知の接合方法を用いて複数積層することにより本発明の光伝送基板が得られる。

[0057] まず、図3(a)に示すように、誘電体シート10Aを貫通する貫通孔10A1を形成する。貫通孔10A1の形成方法には、例えばドリルによる孔加工や、レーザによる孔加工等を用いればよい。また、金型を用いてもよい。

[0058] 次に、図3(b)に示すように、その貫通孔10Aaに液状の第1の感光性高分子材料13A1を充填する。第1の感光性高分子材料13A1は、完成後の屈折率分布体の周囲部を形成する材料である。この充填方法にはシリンジによる注入法や真空吸引による吸引法を用いればよい。第1の感光性高分子材料13A1を貫通孔10A1に充填する際には、貫通孔10A1から溢れ出たり、逆に不足したりすることがないように、その上下端面が誘電体シート10Aの上下面とそれぞれほぼ同一平面となるように充填する。

次に、それを約100℃で数分間加熱していわゆるプリバークを行なう。それによって第1の感光性高分子材料13A1の反応による硬化が進み、液状から固化する。

[0059] 次に、図3(c)に示すように、フォトマスク30を介して、誘電体シート10Aに垂直な方向から紫外光の照射を行なう。これにより、第1の感光性高分子材料13A1の露光を行う。フォトマスク30には、例えば貫通孔10A1より小さい径の円形の遮光部30aを

マスクパターンとして形成したものをを用いる。なお、30bは透光部である。この遮光部30aは、完成後の屈折率分布体の中心部に対応するマスクパターンとして形成する。

[0060] 紫外光への露光後、現像することにより、図3(d)に示すように、充填した第1の感光性高分子材料13A1のうち紫外光が照射された周囲部13Aのみを残して中央部に貫通孔13A2が形成される。

[0061] 最後に、図3(e)に示すように、コア部12Aとなる第2の感光性高分子材料を充填してから全体を約100°Cで数十分間加熱して、いわゆるポストバークを行なう。第2の感光性高分子材料は、第1の感光性高分子材料より高い屈折率をもつものである。ポストバークにより、コア部12Aおよび周囲部13Aのそれぞれの感光性高分子材料の全体の硬化が進み、十分な硬さを持ち特性が安定した屈折率分布体11Aが完成する。この場合は、階段状の屈折率分布をもつ屈折率分布体である。

[0062] なお、図3に示した製造方法を用いれば、一度の工程で誘電体シート10Aに多数の屈折率分布体を形成することができる。

[0063] 図4(a)、(b)は、図3(c)、(d)に示した露光および現像の時の様子をさらに詳細に示す図であり、第1の感光性高分子材料として、例えばネガ型の感光性アクリル系樹脂を露光および現像したときの例を示している。図4(a)は、図3(c)において貫通孔10A1の中央部をフォトマスク30でマスクして紫外光を露光したときの、貫通孔10A1内の露光強度分布を模式的に示した断面図である。貫通孔10A1の一端側から紫外光を露光すると、遮光部30bの直下領域においては、露光側から反対側に向かって吸収により次第に露光強度が弱くなっていく。従って、露光側の反対側の開口に近いほど露光強度は弱くなり、透光部30bの直下領域であっても現像されやすくなる。その結果、このように露光された感光性アクリル系樹脂を現像すると、図4(b)に示すように、感光性アクリル系樹脂に形成された貫通孔13A1の幅は、露光側より反対側において広がる傾向となる。この貫通孔13A1内に、第1の感光性高分子材料より屈折率の高い材料でコア部12Aを形成すると、コア部12Aは大径端面と小径端面をもつ円すい台形状となり、径方向において周囲部13Aよりも屈折率が高いものとなる。

- [0064] なお、ポジ型の感光性高分子樹脂を用いてもフォトマスク30の遮光部30aと透光部30bを反転させたものを用いて露光することにより、露光側より反対側の幅が狭くなる形状の貫通孔を形成することができる。これによって大径端面と小径端面をもつ円すい台形状のコア部を形成できる。
- [0065] さらに他の例として、屈折率分布体は、光を照射すると屈折率が低下するフォトブリーチング現象を生じるポリシラン系ポリマー樹脂、あるいは光を照射した部分の屈折率が高くなる感光性のアクリル系樹脂やエポキシ樹脂といった感光性高分子材料によっても形成することができる。この際に用いられる光としては波長が紫外領域である紫外光が用いられる。この場合も、貫通孔の一端から照射することにより、遠方になるほど露光強度が弱くなる。これにより、円すい台形状のコア部を形成できる。
- [0066] 図3および図4に示した通り、本発明による光伝送基板の製造方法は、誘電体シート10の貫通孔に感光性高分子材料を充填する工程と、感光性高分子材料に径方向において屈折率が周囲部よりも高い円すい台状のコア部を形成することにより円柱形状の屈折率分布体を形成する工程と、屈折率分布体が形成された誘電体シートを複数積層する工程とを含む構成である。
- [0067] 図3および図4に示した本発明の光伝送基板の製造方法によれば、上記構成とすることから、所定の厚さに設定された基板に対して誘電体シートの層数を適宜設定することにより、誘電体シート一層あたりの厚さを設定して、誘電体シート毎に屈折率分布体のコア部を良好に形成することができる。その際、コア部の端面の径を貫通孔の上下端で異なるようにするから、誘電体シートを積層した際に隣接する屈折率分布体においてコア部の径が一方に対し他方が広くなることとなる。従って、積層の際に誘電体シートが所定の位置からずれて積層されても、狭い方のコア部(小径端面)に対し、広い方のコア部(大径端面)がその位置ずれに対する光結合のトレランスを緩和する働きをするため、信号光の伝搬損失の低下を抑制する。この結果、伝搬損失が小さくて伝搬特性が多数間で均一なものを製造することができる。
- [0068] 図5は本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。図5の光伝送基板の構成では、図1に示す光伝送基板において、例えば、誘電体シート10Aの屈折率分布体11Aの両端部に凹部を設け、その凹部内に透光性部

材14A1、14A2がそれぞれ充填されている。従って、積層された誘電体シート10Aの透光性部材14A2の端面と、誘電体シート10Bの透光性部材14B1の端面とが、接続部において当接することとなる。

[0069] 図5に示す光伝送基板の製造方法の一例は、図3に示した光伝送基板の製造方法において、図3(b)で貫通孔10Aに第1の感光性高分子材料13A1を充填した後にその両端部にそれぞれ凹部を設ける工程と、図3(e)で屈折率分布体11Aを形成した後にその凹部に透光性部材14A1、14A2を充填する工程とをさらに含む構成である。この構成において、第1の感光性高分子材料13A1の端部に凹部を設けるには、図3(b)の工程において、第1の感光性高分子材料13A1を貫通孔10A1の端部になるべく面一に充填してから加熱硬化すればよい。このようにすると、第1の感光性高分子材料13A1が熱収縮するため、端部に凹部を形成することができる。

[0070] 図5に示す光伝送基板1は、次のような作用効果を奏する。なお、隣接する誘電体シート10Aと10Bおよび各々の屈折率分布体11Aと11Bを例として説明するが、基板2に含まれる任意の隣接する2層の誘電体シートおよび屈折率分布体についても同様である。隣接する屈折率分布体11Aのコア部12Aの端部と、屈折率分布体11Bのコア部12Bの間の間隔が空くから、これらのコア部12Aと12Bの積層ずれに対する光結合のトレランスがさらに緩和される。

[0071] 加えて、これらのコア部12Aと12Bの端部の間が空いていても透光性部材14A2、14B1が充填されているから、これらのコア部12Aと12Bの端部での信号光の反射が抑制される。この点で、透光性部材の屈折率は、コア部の屈折率と同じであることが好適である。また、透光性部材14A2、14B1は、凹部の形状不安定性による光学特性の不均一を抑制する働きがあるため、凹部を設けても信号光の伝搬特性の安定性は確保される。これにより、伝搬損失をさらに抑制できるとともに、多数間で伝搬特性をさらに均一なものとすることができる。

[0072] なお、他の例として凹部内を空洞のままとしてもよく、その場合もコア部同士の間隔に対する光結合のトレランスの緩和の効果は得られる。

[0073] 図6は、本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。図6に示す光伝送基板1は、図2に示した光伝送基板において、基板2の両面

2a、2bにそれぞれ光導波路4A、4Bをさらに形成した構成である。なお、図1に示した光伝送基板に対して光導波路4A、4Bをさらに形成してもよい。

[0074] 図6の光伝送基板1では、基板2を貫通する光伝送体3と光導波路4Aとは、光導波路4Aの端部に設けられた光路変換体5Aによって光学的に結合されている。直接的には、基板2の一方の面2aを形成する最外層の誘電体シート10Aに設けられた屈折率分布体11Aのコア部12Aが、光路変換体5Aを介して光導波路4Aと光学的に結合されている。

同様に、光伝送体3と光導波路4Bとは、光導波路4Bの端部に設けられた光路変換体5Bによって光学的に結合されている。直接的には、基板2の他方の面2bを形成する最外層の誘電体シート10Nに設けられた屈折率分布体11Nのコア部12Nが、光路変換体5Bを介して光導波路4Bと光学的に結合されている。

[0075] 光導波路4Aは、コア部4A2と、これを取り囲む上部クラッド部4A1および下部クラッド部4A3とから構成される。光路変換体5Aは、透光性部材からなる基体5A1と、基体5A1に形成された反射面(光路変換面)5A2とを具備する。反射面5A2は、信号光の波長において高い反射率を有する金属膜、例えば600から1500nmの波長では金(Au)、銀(Ag)、アルミニウム(Al)等の金属膜をコーティングする。反射面5A2は、光導波路4Aの光伝送方向(基板に平行な方向)と、光伝送体3の光伝送方向(基板に垂直な方向に対しやや傾斜した方向)との間で光路変換させる適宜の角度で設けられる。

[0076] 図6に示す光伝送基板1は、次のような作用効果を奏する。基板2の一方の面2aに形成された光導波路4Aと、他方の面2bに形成された光導波路4Bとを、基板2を貫通する光伝送体3が良好かつ均一な伝搬特性で光接続するため、それら一方の面2aおよび他方の面2bの光導波路4Aと4Bの間で良好な光伝送をすることができる。

[0077] 図7は、本発明の光伝送基板を用いた複合光電子基板の実施形態の一例を模式的に示す要部断面図である。図7に示す複合光伝送基板100は、図2に示した光伝送基板1における基板2と、基板2に対して平行に配置された第2の基板41とを備えている。一実施例では、基板2をドーターボードとし、第2の基板41をマザーボードとし、双方の基板上に電気配線が設けられる場合は、図示しない適宜の半田接続部を

介して互いに電氣的に接続されている。別の例では、基板2をマザーボードとし、第2の基板41をドーターボードとしてもよい。なお、図2に示した光伝送基板の代わりに図1に示した光伝送基板を用いて図7のように複合光伝送基板を構成してもよい。

[0078] さらに、第2の基板41における基板2に対向する面42a上には、光導波路4Dが形成されている。基板2に形成した光伝送体3と、第2の基板に形成した光導波路4Dとは、光導波路4Dの端部に設けられた光路変換体5Dによって光学的に結合されている。直接的には、基板2の他方の面2bを形成する最外層の誘電体シート10Nに設けられた屈折率分布体のコア部12Nが、光路変換体5Dを介して光導波路4Dと光学的に結合されている。

[0079] 光導波路4Dは、コア部と、これを取り囲む上部クラッド部および下部クラッド部とから構成される。光路変換体5Dは、基体に形成された反射面(光路変換面)5D2を具備する。反射面5D2は、信号光の波長において高い反射率を有する金属膜、例えば600から1500nmの波長では金(Au)、銀(Ag)、アルミニウム(Al)等の金属膜をコーティングする。反射面5D2は、光導波路4Dの光伝送方向(基板に平行な方向)と、光伝送体3の光伝送方向(基板に垂直な方向に対しやや傾斜した方向)との間で光路変換させる適宜の角度で設けられる。

[0080] 図7の複合光伝送基板の作製方法は、例えば次の通りである。

第1工程では、第2の基板42(例えばマザーボード)の一方の面42a上に光導波路4Dを作製する。第2工程では、光伝送基板1の基板2(例えばドーターボード)に屈折率分布体を作製する。なお、第1工程と第2工程は、独立して行えるため順不同である。第3工程では、基板2に適宜の光素子を実装する。最後に、第4工程で、基板2を第2の基板42上に搭載する。

[0081] 図8は本発明の光電子混載基板の実施形態の一例を示す模式的な要部断面図である。図8に示す本発明の光電子混載基板20は、図1～図5に示した本発明の光伝送基板1のいずれかと第2の基板1Aとを重ね合わせた二層基板である。この二層基板20における光伝送基板1側の面上には第1の導体パターン7a、7bが形成され、第2の基板1A側の面上には第2の導体パターン7cが形成されている。さらに、二層基板20を貫通して第1の導体パターン7bと第2の導体パターン7cとを接続する貫通導

体7dが形成されている。さらに、光伝送基板1側の面上にて第1の導体パターン7a、7bに電氣的に接続される光半導体素子8を設け、また、光伝送基板1と第2の基板1Aの間に光導波路4Cとを形成している。そして、二層基板20における光伝送基板1側の面を形成する最外層の誘電体シート10Aにおける屈折率分布体のコア部12Aが光半導体素子8に光学的に結合する。また、光伝送基板1の光導波路4c側の面を形成する誘電体シート10Nにおける屈折率分布体のコア部12Nが光導波路4Cに光学的に結合する。

[0082] 図9は本発明の光電子混載基板の実施形態の他の例を示す模式的な要部断面図である。図9に示す本発明の光電子混載基板20は、図1～図5に示した本発明の光伝送基板1の一方の面上に第1の導体パターン7a、7bが形成され、他方の面上に第2の導体パターン7cが形成されている。さらに、光伝送基板1を貫通して第1の導体パターン7bと第2の導体パターン7cとを接続する貫通導体7dが形成されている。さらに、光伝送基板1の一方の面上には、第1の導体パターン7a、7bに電氣的に接続される光半導体素子8を設け、また、光伝送基板1の他方の面上には光導波路4Cを形成している。そして、光伝送基板1の一方の面を形成する最外層の誘電体シート10Aにおける屈折率分布体のコア部12Aが光半導体素子8に光学的に結合する。また、光伝送基板1の他方の面を形成する誘電体シート10Nにおける屈折率分布体のコア部12Nが光導波路4Cに光学的に結合する。

[0083] 上記図8または図9の構成の光電子混載基板20において、より具体的には、光半導体素子8は、発光デバイスである半導体レーザや発光ダイオード等、あるいは受光デバイスであるフォトダイオード等である(この例においては発光デバイスである。)光半導体素子8は、光伝送基板1上に形成された第1の導体パターン7a、7b上において、活性領域である発光点(図示せず)を光伝送基板1に向けて搭載され、その電極(図示せず)が第1の導体パターン7a、7bに接合される。接合材料にはハンダ合金や導電性接着剤を用いることができる。光半導体素子8を搭載する際は、その電極が第1の導体パターン7a、7bに接合されるとともに、光伝送体3を介して発光点が光路変換面5C2と光学的に結合するよう、画像処理装置等を使って所定の位置に精密に位置決めされる。

- [0084] 光半導体素子8に対しては、導体パターン7a、7bを通して、そのアノード電極からカソード電極への順方向に電流が印加される。それにより、発光デバイスである光半導体素子10の活性領域から光が出射される。
- [0085] 光電子混載基板20を構成する上部の光伝送基板1には、光半導体素子8の発光点が対向する位置に、最外層の誘電体シート10Aの屈折率分布体のコア部12Aが設けられている。屈折率分布体を連結して構成される光伝送体3は、光半導体素子8の発光点と光路変換面5C2との間で光伝送基板1を貫通するように設けられている。各誘電体シートの屈折率分布体は、光半導体素子8の発光点のサイズおよびそこから放射される出射光に対して十分大きな直径をもつ。また、各誘電体シートの屈折率分布体は、光路変換面5C2にも対応する大きさとする。
- [0086] 光半導体素子8が面受光型デバイスの場合は、信号光の光路が逆方向となる。すなわち、光導波路4Cを伝搬してきた信号光はそのコア部から出射し、光路変換面5C2で反射されて光路変換され、光伝送体3に入射する。そして、その信号光は、面受光型フォトダイオード等の面受光型デバイス8の活性領域へと達して受光される。
- [0087] ここで、本発明の光電子混載基板20においては、光半導体素子10が面発光型レーザダイオードまたは面受光型フォトダイオードであるときには、基板上にこれらのデバイスを活性領域を対向させて実装するだけで光結合が容易に構成できるので、特別な部品を用いずとも高効率な光結合構造を容易に実現できる。
- [0088] 図8または図9の光電子混載基板20の応用例として、面発光型デバイスの光半導体素子と面受光型デバイスの光半導体素子とを、光伝送基板1の一方の面上にそれぞれ搭載固定し、それぞれの光半導体素子に対応させて光伝送基板1内に光伝送体3を内在させ、光伝送基板1の他方の面上に設けた光導波路を介して光結合することにより、光伝送基板1内での良好な光信号の伝送が可能となる。
- [0089] 図8または図9に示す本発明の光電子混載基板の実施の形態の一例によれば、光伝送基板1が一方の面2aおよび他方の面2bとの間で損失の小さい良好な光伝送をすることができるものであるから、受信側の受信レベルが向上し、それにより光半導体素子間で高速かつ誤り率の小さい良好な情報アクセスをすることができる。あるいは、送信側の送信レベルの抑制により光半導体素子の駆動電流を低減することができ

るため発熱を小さくすることができ、信頼性を向上させることができるものとなる。

なお、本発明は以上の実施の形態の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることは何ら差し支えない。

図面の簡単な説明

[0090] [図1] (a) 本発明の光伝送基板の実施形態の一例を模式的に示す要部断面図であり、(b) は、光伝送体のみを示す断面図である。

[図2] 本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。

[図3] 図1に示す本発明の光伝送基板における製造方法の実施形態の一例を模式的に示す工程ごとの要部断面図である。

[図4] (a) および (b) は、図3に示す光伝送基板の製造工程における露光および現像の工程の途中の様子をさらに詳細に示す要部断面図である。

[図5] 本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。

[図6] 本発明の光伝送基板の実施形態の他の例を模式的に示す要部断面図である。

[図7] 本発明の複合光伝送基板の実施形態の一例を模式的に示す要部断面図である。

[図8] 本発明の光電子混載基板の実施形態の一例を示す模式的な要部断面図である。

[図9] 本発明の光電子混載基板の実施形態の他の例を示す模式的な要部断面図である。

[図10] 従来の光伝送基板の例を示す図である。

符号の説明

- [0091] 1 光伝送基板
1A (2層基板の) 第2の基板
2 (光伝送基板の) 基板
2a、2b 基板の面

3 光伝送体

4A、4B、4C、4D 光導波路

4A1、4A3、4B1、4B3 クラッド部

4A2、4B2 (光導波路の)コア部

5A、5B、5D 光路変換体

5A1、5B1 基体

5A2、5B2 反射面

7a、7b、7c 導体パターン

7d 貫通導体

8 光半導体素子

10A、10B、10N 誘電体シート

11A、11B 11N 屈折率分布体

12A、12B、12N (屈折率分布体の)コア部

13A、13B 周囲部

14A1、14A2、14B1、14B2 凹部の透光性部材

20 二層基板

30 フォトマスク

41 (複合光伝送基板の)第2の基板

42a、42b 第2基板の面

請求の範囲

- [1] 複数の誘電体シートを積層して形成される基板と、
前記複数の誘電体シートの各々において前記誘電体シートを貫通する貫通孔内に形成される感光性高分子材料からなる円柱形状の屈折率分布体であって、径方向において屈折率が周囲部よりも高く大径端面と小径端面とをもつ円すい台形状のコア部を具備する前記屈折率分布体とを有し、
隣接する2層の前記誘電体シートの各々における前記屈折率分布体において、一方のコア部の大径端面と他方のコア部の小径端面とが対向しかつ光学的に結合されている、光伝送基板。
- [2] 径方向における前記コア部と前記周囲部の境界において屈折率が階段状に変化している、請求項1記載の光伝送基板。
- [3] 前記コア部において屈折率が中心から径方向外方に向かって同心円状に漸次低くなる、請求項1記載の光伝送基板。
- [4] 前記屈折率分布体の端部において、前記貫通孔の開口周縁から前記貫通孔内に陥没する凹部をさらに有し、前記凹部内に透光性部材が設けられている、請求項1～3のいずれか記載の光伝送基板。
- [5] 前記基板の一方の面上に形成された光導波路をさらに有し、前記一方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体の前記コア部が、前記光導波路に光学的に結合されている、請求項1～4のいずれか記載の光伝送基板。
- [6] 貫通孔を設けた誘電体シートの前記貫通孔に感光性高分子材料を充填する工程と、前記感光性高分子材料に、径方向において屈折率が周囲部よりも高い円すい台状のコア部を形成することにより円柱形状の屈折率分布体を形成する工程と、前記屈折率分布体が形成された前記誘電体シートを複数積層する工程とを含む、光伝送基板の製造方法。
- [7] 前記貫通孔に充填された前記感光性高分子材料の端部に凹部を設ける工程と、前記屈折率分布体を形成した後に前記凹部内に透光性部材を充填する工程とをさらに含む、請求項6記載の光伝送基板の製造方法。
- [8] 請求項1～5のいずれか記載の光伝送基板と、前記光伝送基板の一方の面上に形

成された第1の導体パターンと、他方の面上に形成された第2の導体パターンと、前記基板を貫通して前記第1の導体パターンと前記第2の導体パターンとを接続する貫通導体と、前記一方の面上にて前記第1の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、前記他方の面上に形成された光導波路とを有し、

前記一方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光半導体素子に光学的に結合し、

前記他方の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合される、光電子混載基板。

[9] 請求項1～5のいずれか記載の光伝送基板と第2の基板とを重ね合わせた二層基板と、

前記二層基板における前記光伝送基板側の面上に形成された第1の導体パターンと、前記第2の基板側の面上に形成された第2の導体パターンと、前記二層基板を貫通して前記第1の導体パターンと前記第2の導体パターンとを接続する貫通導体と、前記光伝送基板側の面上にて前記第1の導体パターンに電氣的に接続される光半導体素子と、前記光伝送基板と前記第2の基板の間に形成された光導波路とを有し、

前記二層基板における光伝送基板側の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光半導体素子に光学的に結合し、

前記光伝送基板の前記光導波路側の面を形成する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合される、光電子混載基板

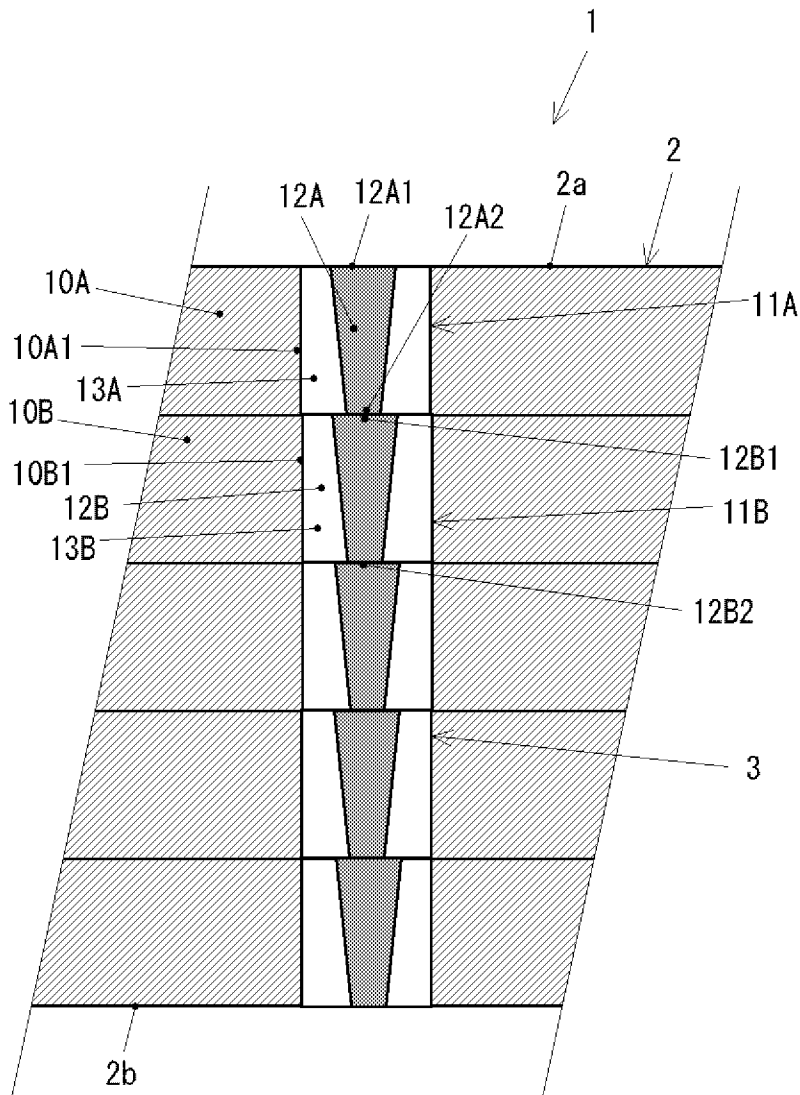
。

[10] 請求項1～5のいずれか記載の光伝送基板と、前記光伝送基板と平行に配置された第2の基板と、前記第2の基板における前記光伝送基板に対向する面上に形成された光導波路とを有し、

前記光伝送基板における前記第2の基板に対向する前記誘電体シートにおける前記屈折率分布体のコア部が前記光導波路に光学的に結合される、複合光伝送基板

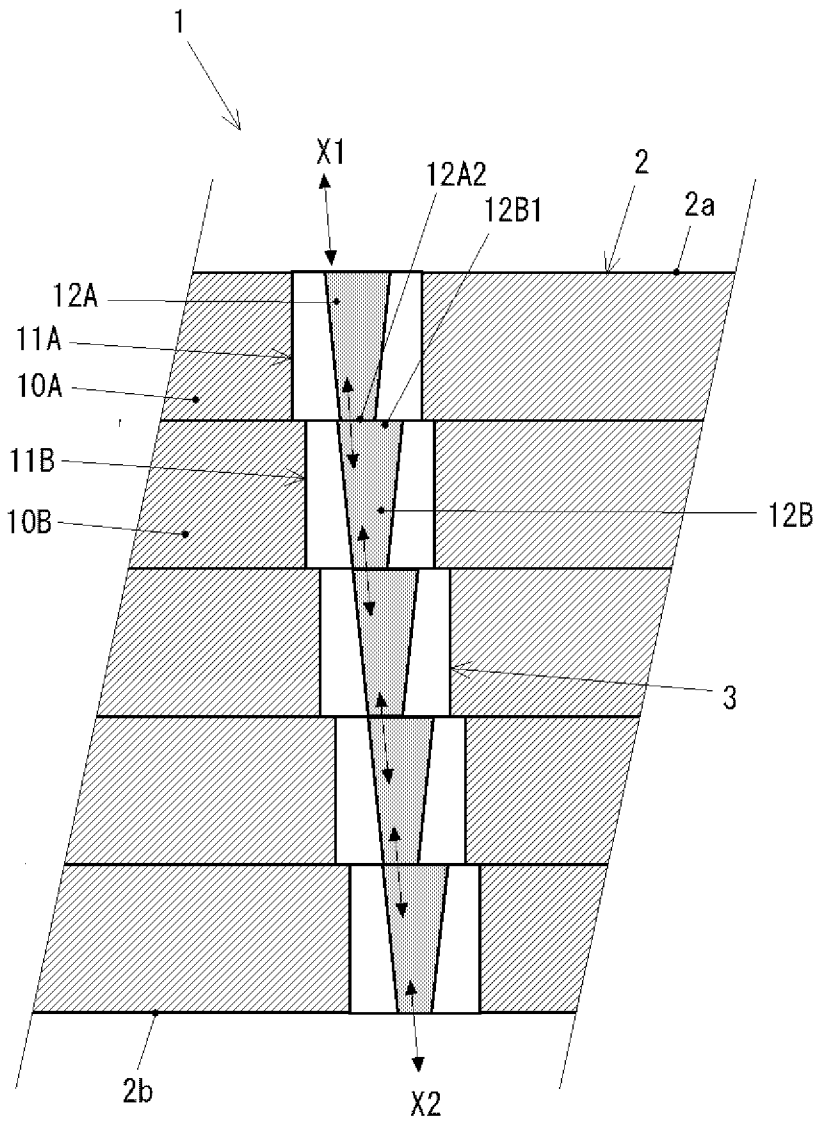
。

[図1]

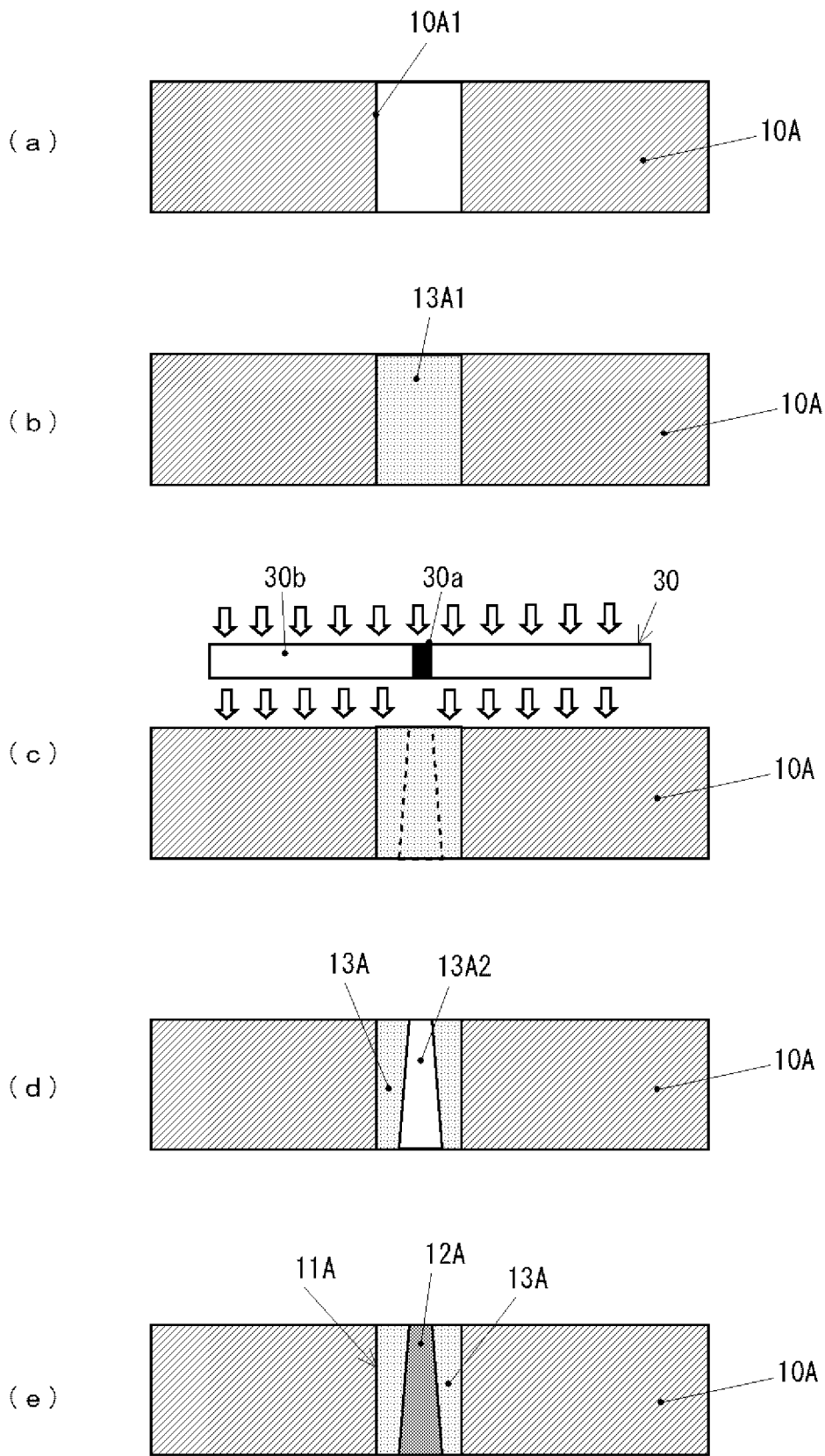


- 1 : 光伝送基板
- 2 : 基板
- 2a、2b : 基板の面
- 3 : 光伝送体
- 10A、10B : 誘電体シート
- 10A1、10B1 : 貫通孔
- 11A、11B : 屈折率分布体
- 12A、12B : コア部
- 12A1、12B1 : 大径端面
- 12A2、12B2 : 小径端面
- 13A、13B : 周囲部

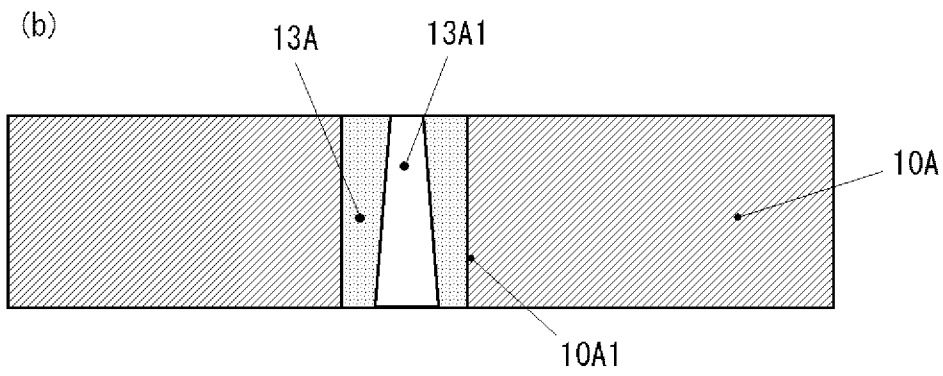
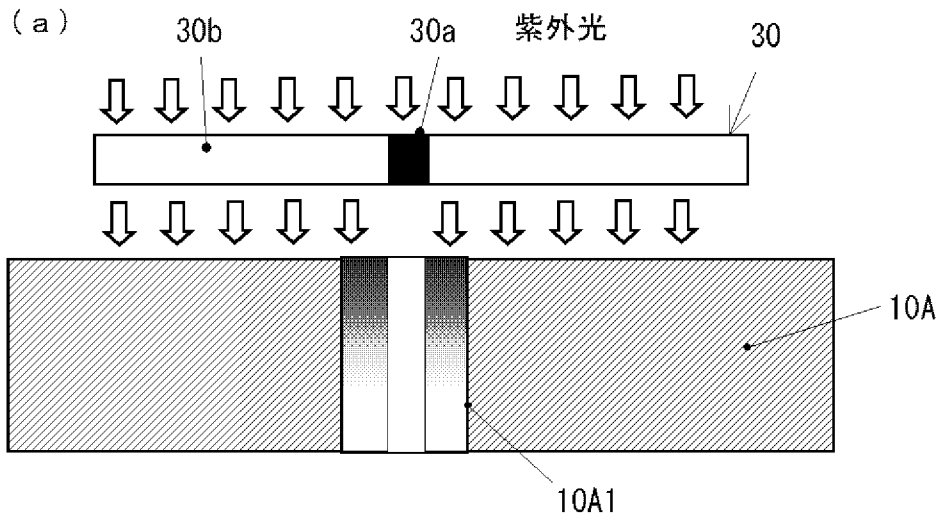
[図2]



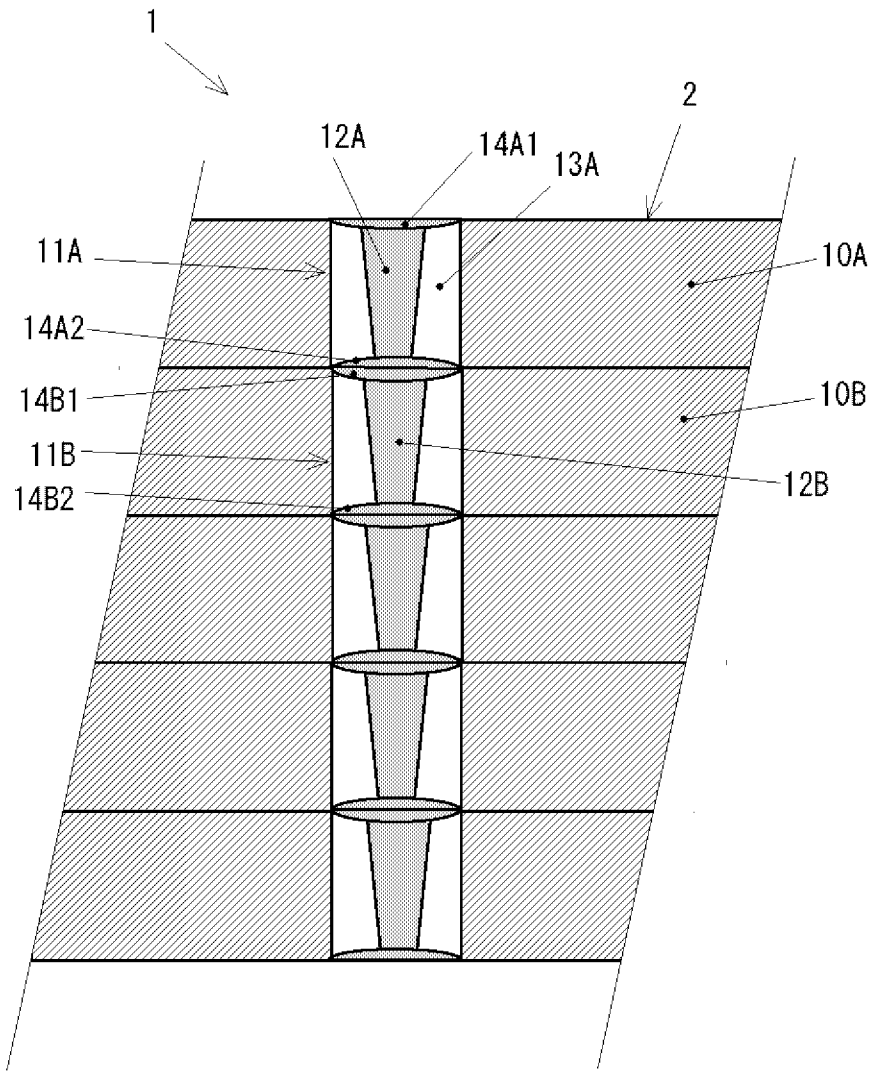
[図3]



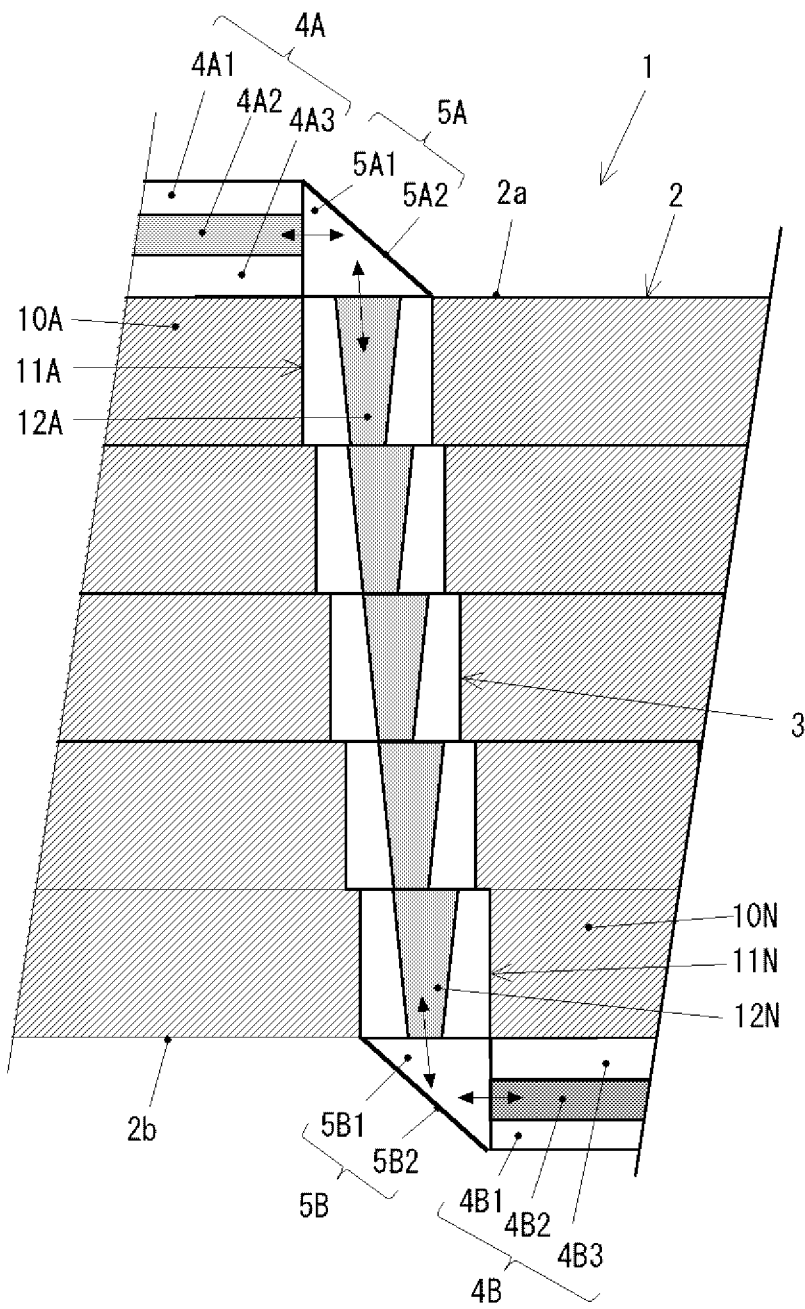
[図4]



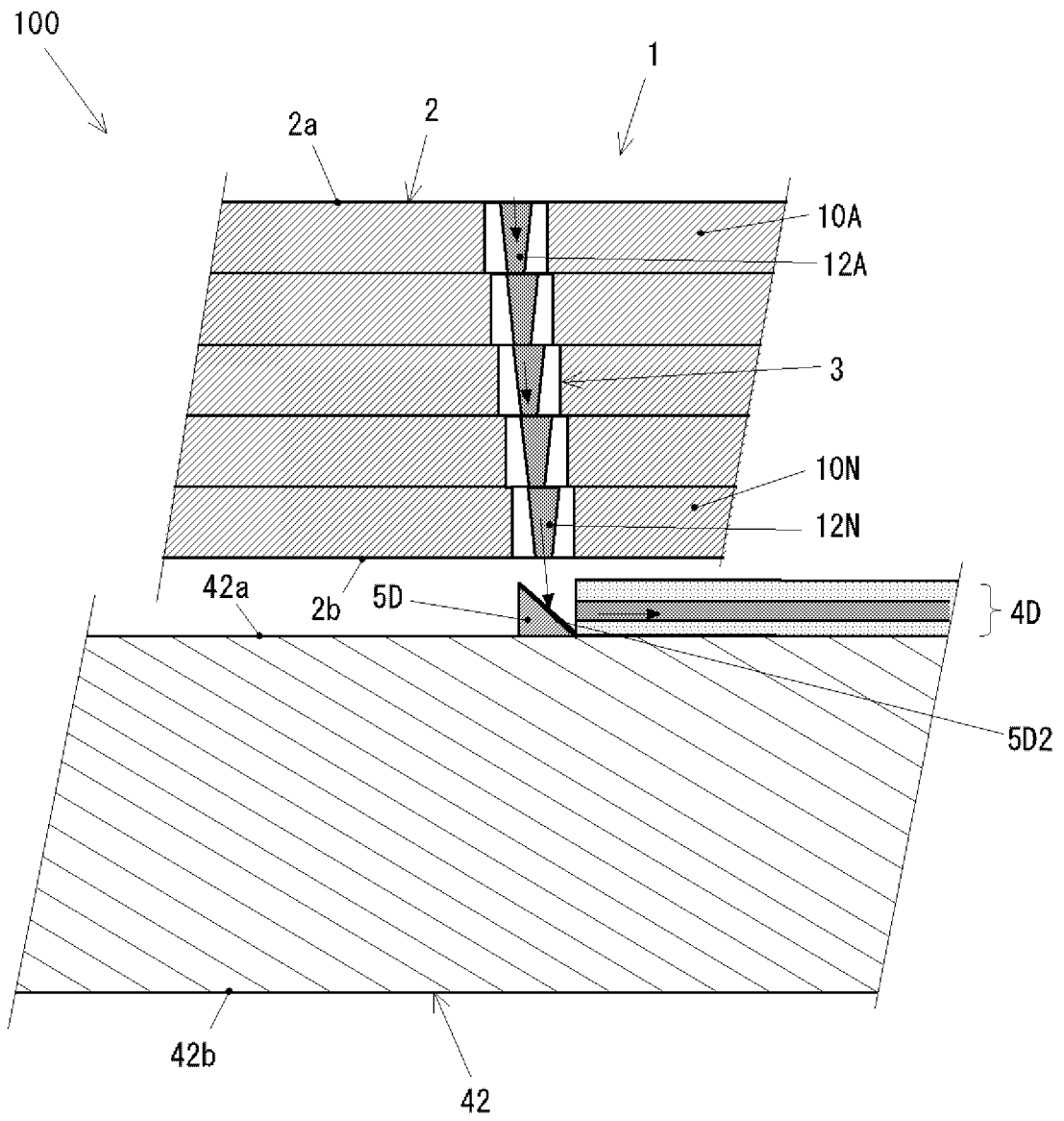
[図5]



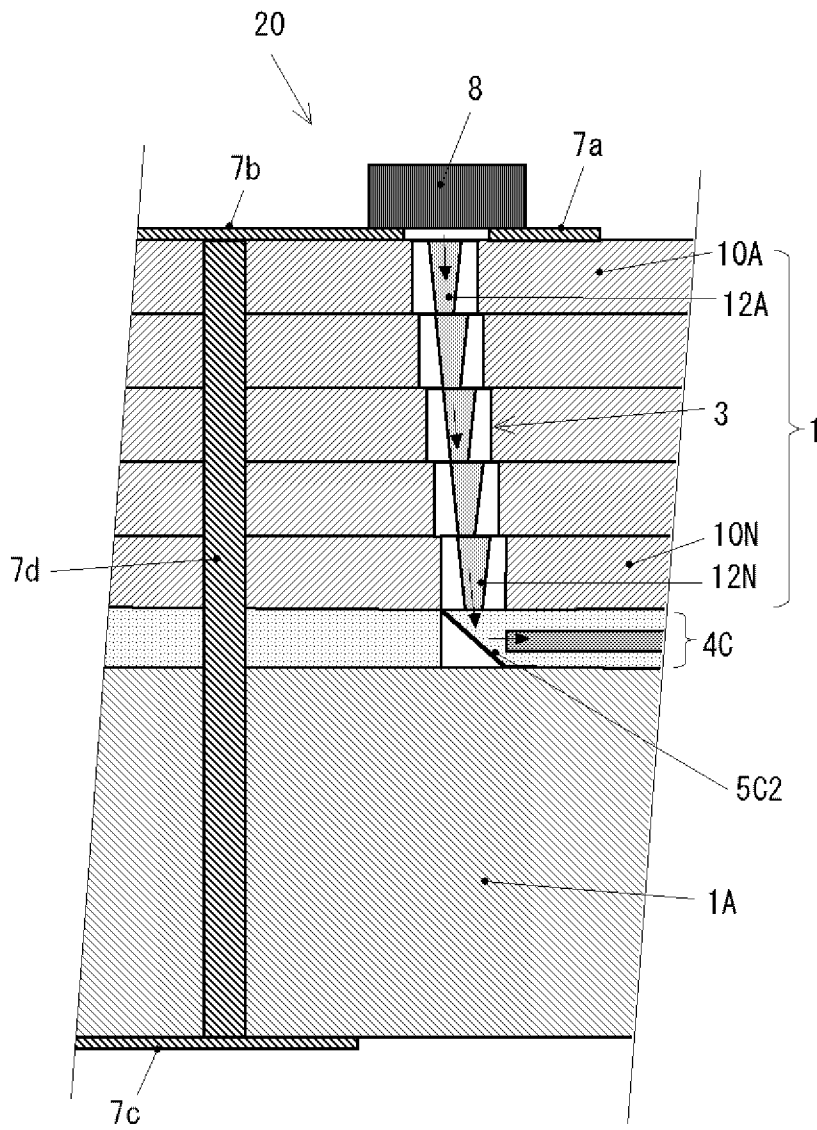
[図6]



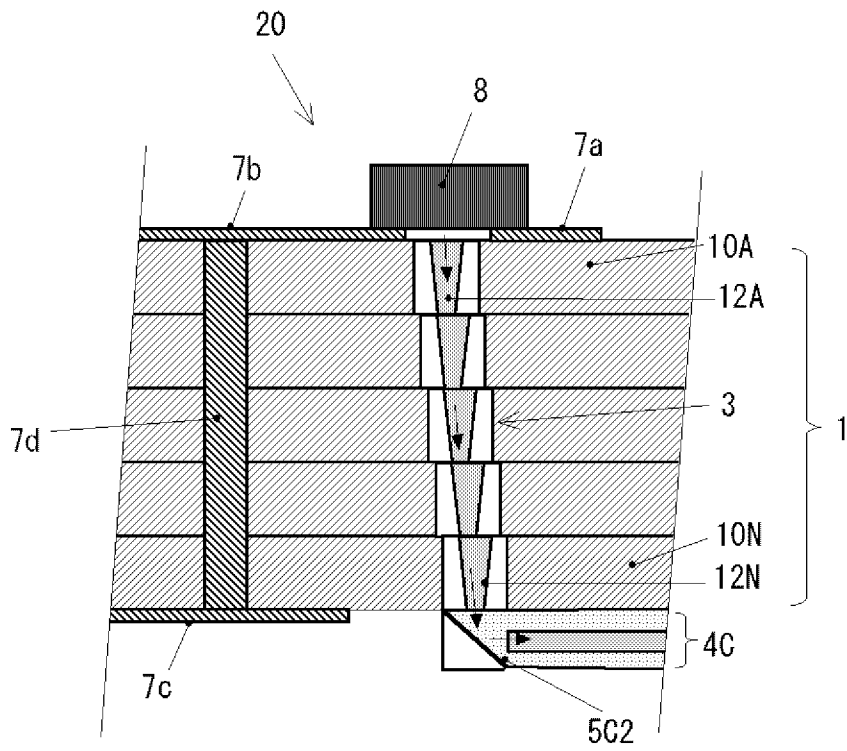
[図7]



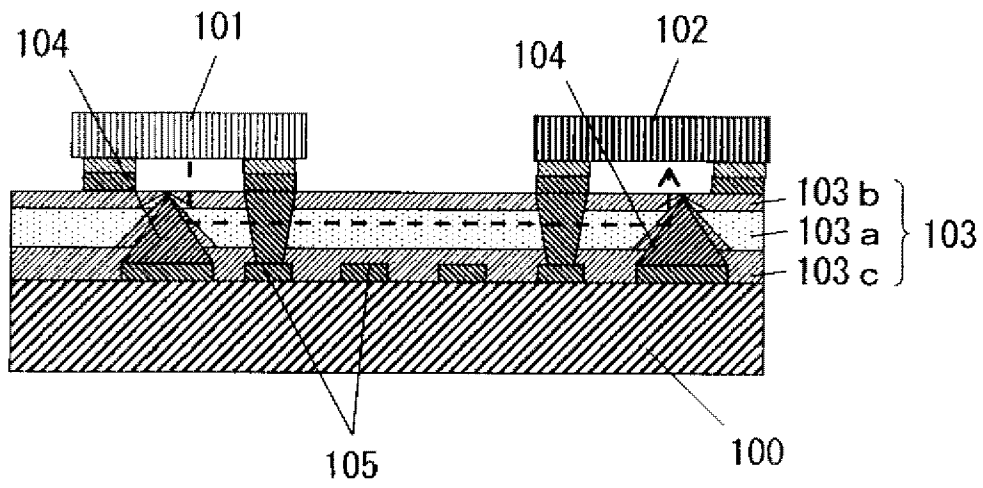
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057033

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G02B6/122(2006.01) i, G02B6/13(2006.01) i, G02B6/42(2006.01) i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>G02B6/122, G02B6/13, G02B6/42</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) <i>JSTPlus (JDream2), IEEE</i></p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Category*</th> <th align="center">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th align="center">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2004-279687 A (Tetsuzo YOSHIMURA, JSR Corp.), 07 October, 2004 (07.10.04), Par. Nos. [0040] to [0044]; Figs. 7, 8 (Family: none)</td> <td align="center">1-10</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 9-127360 A (Omron Corp.), 16 May, 1997 (16.05.97), Par. Nos. [0042] to [0048]; Fig. 4 (Family: none)</td> <td align="center">1-10</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2002-258081 A (Fujitsu Ltd.), 11 September, 2002 (11.09.02), Par. Nos. [0110] to [0122]; Figs. 31 to 35 & US 2002/0118907 A1 & EP 1237019 A2</td> <td align="center">4, 7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2004-279687 A (Tetsuzo YOSHIMURA, JSR Corp.), 07 October, 2004 (07.10.04), Par. Nos. [0040] to [0044]; Figs. 7, 8 (Family: none)	1-10	Y	JP 9-127360 A (Omron Corp.), 16 May, 1997 (16.05.97), Par. Nos. [0042] to [0048]; Fig. 4 (Family: none)	1-10	Y	JP 2002-258081 A (Fujitsu Ltd.), 11 September, 2002 (11.09.02), Par. Nos. [0110] to [0122]; Figs. 31 to 35 & US 2002/0118907 A1 & EP 1237019 A2	4, 7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 2004-279687 A (Tetsuzo YOSHIMURA, JSR Corp.), 07 October, 2004 (07.10.04), Par. Nos. [0040] to [0044]; Figs. 7, 8 (Family: none)	1-10												
Y	JP 9-127360 A (Omron Corp.), 16 May, 1997 (16.05.97), Par. Nos. [0042] to [0048]; Fig. 4 (Family: none)	1-10												
Y	JP 2002-258081 A (Fujitsu Ltd.), 11 September, 2002 (11.09.02), Par. Nos. [0110] to [0122]; Figs. 31 to 35 & US 2002/0118907 A1 & EP 1237019 A2	4, 7												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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													
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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													
“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)	“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													
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family													
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search 11 April, 2007 (11.04.07)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 24 April, 2007 (24.04.07)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057033

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 2004-54003 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 February, 2004 (19.02.04), Par. No. [0015]; Fig. 1 (Family: none)	1-3,5,6,8-10
Y	JP 4-225302 A (Kyocera Corp.), 14 August, 1992 (14.08.92), Par. Nos. [0015] to [0027]; Figs. 1, 2, 5 (Family: none)	1-3,5,6,8-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/122(2006.01)i, G02B6/13(2006.01)i, G02B6/42(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. G02B6/122, G02B6/13, G02B6/42									
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>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>		日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年								
日本国公開実用新案公報	1971-2007年								
日本国実用新案登録公報	1996-2007年								
日本国登録実用新案公報	1994-2007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) JSTPlus(JDream2) IEEE									
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 請求の範囲の番号							
Y	JP 2004-279687 A (吉村徹三, J S R株式会社) 2004. 10. 07, 【0040】 - 【0044】, 【図 7】, 【図 8】 (ファミリーなし)	1-10							
Y	JP 9-127360 A (オムロン株式会社) 1997. 05. 16, 【0042】 - 【0048】, 【図 4】 (ファミリーなし)	1-10							
Y	JP 2002-258081 A (富士通株式会社) 2002. 09. 11, 【0110】 - 【0122】, 【図 31】 - 【図 35】 & US 2002/0118907 A1 & EP 1237019 A2	4, 7							
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input 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 「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 11. 04. 2007	国際調査報告の発送日 24. 04. 2007								
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) 和田 将彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3294	2X 3313							

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-54003 A (三菱電機株式会社) 2004. 02. 19, 【0015】, 【図 1】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6, 8-10
Y	JP 4-225302 A (京セラ株式会社) 1992. 08. 14, 【0015】 - 【0027】, 【図 1】, 【図 2】, 【図 5】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6, 8-10