

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年11月13日 (13.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/136285 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/122 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

G02B 6/13 (2006.01)

H01S 5/022 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2008/057616

(22) 国際出願日:

2008年4月18日 (18.04.2008)

(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2007-119538 2007年4月27日 (27.04.2007) JP

特願2007-204365 2007年8月6日 (06.08.2007) JP

特願2007-233295 2007年9月7日 (07.09.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立化成工業株式会社 (HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1630449 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴田 智章 (SHI-BATA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48日立化成工業株式会社内 Ibaraki (JP). 増田 宏 (MASUDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48日立化成工業株式会社内 Ibaraki (JP). 高橋 敦之 (TAKAHASHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48日立化成工業株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 大谷 保, 外(OHTANI, Tamotsu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門三丁目25番2号 ブリヂストン虎ノ門ビル6階 大谷特許事務所 Tokyo (JP).

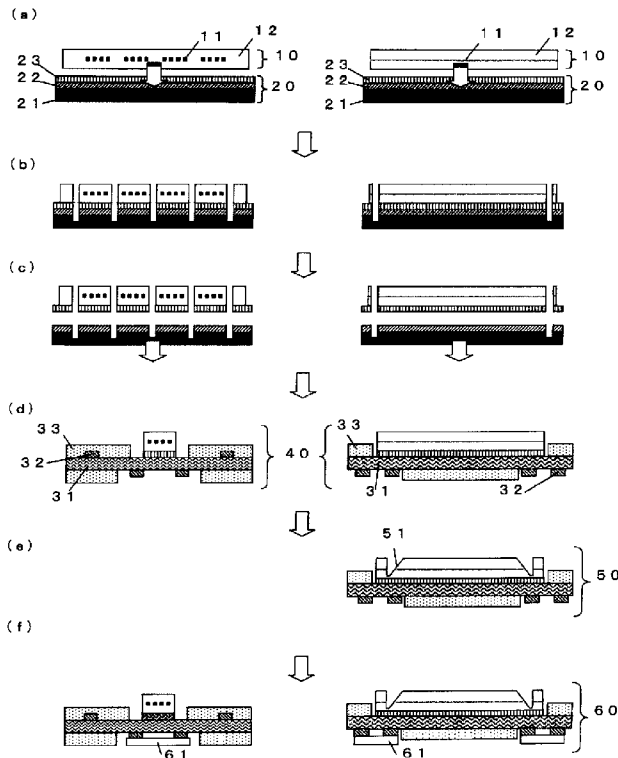
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING PHOTOELECTRIC COMPOSITE SUBSTRATE, PHOTOELECTRIC COMPOSITE SUBSTRATE PRODUCED BY THE METHOD, AND PHOTOELECTRIC COMPOSITE MODULE USING THE SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 光電気複合基板の製造方法、これによって製造される光電気複合基板、及びこれを用いた光電気複合モジュール

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a method for producing a photoelectric composite substrate with excellent productivity, which comprises a step for bonding an optical waveguide with a sheet-like adhesive, a step for forming an optical waveguide with adhesive by removing a supporting base of the sheet-like adhesive, a step for forming an electrical wiring board with optical waveguide by bonding the optical waveguide with adhesive to an electrical wiring board, and a step for forming an optical path conversion mirror on the optical waveguide of the electrical wiring board with optical waveguide. Also disclosed are a photoelectric composite substrate produced by such a method, and a photoelectric composite module using the photoelectric composite substrate.

(57) 要約: 本発明は、光導波路とシート状接着剤を貼り合わせる工程、該シート状接着剤の支持基材を剥離し、接着剤付き光導波路を作製する工程、該接着剤付き光導波路と電気配線基板を接着し、光導波路付き電気配線基板を作製する工程、及び該光導波路付き電気配線基板の光導波路に光路変換ミラーを形成する工程を有する、生産性に優れた光電気複合基板

[続葉有]



GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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.

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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

光電気複合基板の製造方法、これによって製造される光電気複合基板、及びこれを用いた光電気複合モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光電気複合基板の製造方法、これによって製造される光電気複合基板、及びこれを用いた光電気複合基板モジュールに関するものである。

背景技術

[0002] 電子素子間や配線基板間の高速・高密度信号伝送において、従来の電気配線による伝送では、信号の相互干渉や減衰が障壁となり、高速・高密度化の限界が見え始めている。これを打ち破るため電子素子間や配線基板間を光で接続する技術、いわゆる光インタコネクションが提案されており、電気配線と光配線の複合化に関して種々の検討が行われている。特に近年では、携帯電話やノート型パソコンのヒンジ部に光配線を導入する試みがなされており、これらアプリケーションには、可撓性を有するフレキシブル光電気複合基板が使用される。

[0003] 光配線と電気配線の複合化に関し、例えば特許文献1に記載のように接着シートを介して半導体チップと光導波路を接着する方法が提案されている。しかしながら、この方法では光導波路の個片化と接着フィルムの切り出しがそれぞれ別工程であるため、組み立てが煩雑であるという課題があった。

また、上記の光導波路個片化の工程において、光路変換用のミラーを有する形状に光導波路を加工し、ミラー付き光導波路を電気配線板やサブマウントに位置決めして接着することによって、光電気複合基板や光電気複合モジュールが作製できる。例えば、特許文献2には、Si基板のサブマウントに、接着剤を用いてミラー付き光導波路を接着する方法が示されている。しかしながら、この方法では、接着剤加熱硬化時の基板、光導波路及び接着剤の膨張、収縮に伴う寸法変化が原因となりミラー位置が大きく変動し、受発光素子と光導波路との光結合効率が低下することが懸念される。

[0004] 特許文献1:特開2006-39390号公報

特許文献2:特開2006-11210号公報

発明の開示

[0005] 本発明は、上記問題点に鑑み、生産性に優れた光電気複合基板の製造方法、これによって製造される光電気複合基板、及びこれを用いた光電気複合基板モジュールを提供することを目的とする。

[0006] 本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、シート状接着剤と光導波路を貼り合わせ、該接着剤付き光導波路と電気配線基板を接着し、該光導波路付き電気配線基板の光導波路に光路変換ミラーを形成することで、上記課題を解決し得ることを見出した。

すなわち、本発明は、

[1]光導波路とシート状接着剤を貼り合わせる第1の工程と、該シート状接着剤の支持基材を剥離し、接着剤付き光導波路を作製する第2の工程と、該接着剤付き光導波路と電気配線基板を接着し、光導波路付き電気配線板を作製する第3の工程と、該光導波路付き電気配線基板の光導波路に光路変換ミラーを形成する第4の工程を有する光電気複合基板の製造方法、

[2]上記[1]に記載の製造方法を用いて製造される光電気複合基板、及び

[3]上記[2]に記載の光電気複合基板を用いた光電気複合モジュール、
を提供するものである。

[0007] 本発明によれば、光電気複合基板の製造が簡易に行え、かつ得られる光電気複合基板は、受発光素子と光導波路とを高精度に結合することができ、高い光結合効率を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の光電気複合基板の製造方法の一例を示す概念図である。図1中、(a)～(f)は、(a)シート状接着剤貼り合わせ、(b)光導波路個片化、(c)支持基材剥離、(d)電気回路基板への接着、(e)光路変換ミラーの形成、(f)光素子実装の各工程を説明する図であり、(a)～(d)及び(f)の各左図は幅方向断面図であり、(a)～(d)及び(f)の各右図、並びに(e)は長手方向側面図である。

[図2]本発明で用いるシート状接着剤の一例を示す図である。

[図3]本発明で用いるシート状接着剤の他の一例を示す図である。

[図4]光導波路個片化の工程において、ミラーを形成した場合を示す図である。

[図5]本発明の光電気複合基板の製造方法の他の一例を示す概念図である。図5中、(a)～(f)は、(a)シート状接着剤貼り合わせ、(b)光導波路個片化、(c)支持基材剥離、(d)電気回路基板への接着、(e)光路変換ミラーの形成、(f)光素子実装の各工程を説明する図であり、(a)～(d)及び(f)の各左図は幅方向断面図であり、(a)～(d)及び(f)の各右図、並びに(e)は長手方向側面図である。

[図6]本発明の光電気複合基板の別の一例を示す図である。

[図7]本発明の光電気複合基板の他の一例を示す図である。

[図8]本発明で用いる光導波路の製造方法を説明する図である。図8中、(a)～(f)は、(a)下部クラッド層硬化、(b)コア層形成用樹脂フィルムラミネート、(c)露光、(d)現像、(e)上部クラッド層ラミネート、硬化、(f)基材フィルム剥離の各工程を説明する図である。

[図9]光電気複合基板のミラー位置ずれ量を説明する図である。

[図10]光電気複合基板の光損失評価方法を説明する図である。図10中、(a)は、フレキシブル光導波路の光損失の評価方法、(b-I)と(b-II)は、それぞれ光導波路のミラー損失の入射損失と出射損失の評価方法を説明する図である。(c-I)と(c-II)は、それぞれ光電気複合基板の複合化損失の入射損失と出射損失の評価方法を説明する図である。

[図11]光電気複合基板の光信号伝送評価方法を説明する図である。

[図12]光電気複合基板の10Gbps伝送時のアイパターン観測結果である。

[図13]光電気複合基板を曲率半径1.5mmで360°曲げた状態での、10Gbps伝送時のアイパターン観測結果である。

符号の説明

[0009] 10 光導波路

11 コアパターン

12 クラッド層

20、20' シート状接着剤

- 21 支持基材
- 22 粘着剤層
- 23 接着剤層
- 24 粘接着剤層
- 25 保護フィルム
- 30 電気配線基板
- 31 基板
- 32 電気配線
- 32' 光素子搭載用電気配線
- 33 電気絶縁層
- 40 光導波路付き電気配線板
- 50 光電気複合基板
- 51 光路変換ミラー
- 51' 光路変換ミラー(傾斜面)
- 60 光電気複合モジュール
- 61 光素子(面発光レーザーまたはフォトダイオード)
- 62 ミラー位置合わせマーク(電気配線で形成)
- 63 ミラー位置合わせマーク中心線
- 64 光路変換ミラー中心線
- 65 ミラー位置ずれ量
- 70 カバーフィルム
- 81 クラッド層用基材フィルム
- 82 下部クラッド層
- 83 コア層
- 84 コア層用基材フィルム
- 85 フォトマスク
- 86 コアパターン
- 87 上部クラッド層

- 88 クラッド層用基材フィルム
- 91 入射ファイバー (GI-50/125マルチモードファイバー)
- 92 出射ファイバー (GI-62.5/125マルチモードファイバー)
- 93 4ch-VCSELアレイ
- 94 4ch-PDアレイ
- 95 VCSEL
- 96 PD
- 97 パルスパタン発生器
- 98 オシロスコープ

発明を実施するための最良の形態

[0010] 本発明の光電気複合基板の製造方法は、光導波路とシート状接着剤を貼り合わせる第1の工程と、該シート状接着剤の支持基材を剥離し、接着剤付き光導波路を作製する第2の工程と、該接着剤付き光導波路と電気配線基板を接着し、光導波路付き電気配線板を作製する第3の工程と、該光導波路付き電気配線基板の光導波路に光路変換ミラーを形成する第4の工程を有することを特徴とする。以下、図1～図5を参照しつつ、各工程について詳述する。

[0011] 本発明の製造方法における第1の工程は、光導波路10とシート状接着剤20を貼り合わせる工程である(図1(a)参照)。なお、ここで光導波路とは、光の伝搬、分岐、反射、屈折、増幅、減衰などを制御するものであれば特に限定はないが、一般的には屈折率の高いコアとこれを覆う屈折率の低いクラッドから構成される。

本発明では、可撓性を有するフレキシブル光電気複合基板を製造し得るとの観点から、可撓性を有するポリマー光導波路が好適に使用される。

[0012] 本発明で用いるシート状接着剤は、支持基材上に直接接着剤層を有するものであってもよいが、支持基材から接着剤層を容易に剥離するため、図2に示すシート状接着剤20のように、支持基材21上に粘着剤層22と接着剤層23をこの順に有する構成であることが好ましい。ここで用いる支持基材21は、図1(a)に示すように光導波路10の貼り付けのための支持基材であるため、ある程度の強度が必要である。また、後に詳述するように、紫外線等の放射線照射によって、粘着剤層22と接着剤層23との

界面の密着力を低下させる場合には、支持基材21側から放射線照射を行うため、支持基材は使用する放射線に対して透過性を有することが必要である。以上の観点から、支持基材21としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレンフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリメチルペンテンフィルム、ポリイミドフィルムなどのプラスチックフィルム等が挙げられ、中でもポリエチレンテレフタレートフィルムなどが好ましい。

また、基材の厚さについては、上記支持基材としての機能を果たし得る範囲で特に限定されないが、通常10～200 μ m程度である。

また、シート状接着剤20の保管性の観点から、図2に示すように接着剤層23上に保護フィルム25を設けてもよい。

[0013] 次に、上記粘着剤層22は支持基材と接着剤層をつなぐためのものであり、光導波路に貼り合わせた後に、放射線照射などの方法により粘着力が低下し、粘着剤層と接着剤層との界面の密着力が低下する性質を有する材料で構成される。具体的には、放射線硬化性炭素－炭素二重結合を有するアクリル系粘着剤が挙げられる。

また、粘着剤層22の厚さについては、上記粘着剤層としての機能を果たし得る範囲で特に限定されないが、通常1～100 μ m程度である。

[0014] 次に、上記接着剤層23について、該接着剤層を構成する接着剤組成物としては、上述の製造方法を実現可能なものであれば特に限定されないが、接着性、耐熱信頼性、低弾性、応力緩和性、透明性、作業性等の観点から、(a)エポキシ樹脂、(b)エポキシ樹脂硬化剤、及び(c)重量平均分子量が10万以上の高分子化合物を含むことが好ましい。このようなシート状接着剤としては、例えば国際公開第01/060938号パンフレットに記載のものがある。

[0015] (a)エポキシ樹脂は、硬化して接着作用を呈するものであれば特に制限はない。二官能基以上で、好ましくは分子量が5000未満、より好ましくは3000未満のエポキシ樹脂が使用できる。例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂やビスフェノールF型エポキシ樹脂などの二官能エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂やクレゾールノボラック型エポキシ樹脂などのノボラック型エポキシ樹脂などを使用することができる。また、多官能エポキシ樹脂や複素環含有エポキシ樹脂等を適用することも

できる。

[0016] このようなエポキシ樹脂としては、市販のものでは、例えば、エピコート807, エピコート815, エピコート825, エピコート827, エピコート828, エピコート834, エピコート1001, エピコート1002, エピコート1003, エピコート1055, エピコート1004, エピコート1004AF, エピコート1007, エピコート1009, エピコート1003F, エピコート1004F(以上、ジャパンエポキシレジン株式会社製、商品名)、DER-330, DER-301, DER-361, DER-661, DER-662, DER-663U, DER-664, DER-664U, DER-667, DER-642U, DER-672U, DER-673MF, DER-668, DER-669(以上、ダウケミカル社製、商品名)、YD8125, YDF8170(以上、東都化成株式会社製、商品名)等のビスフェノールA型エポキシ樹脂; YDF-2004(東都化成株式会社製、商品名)等のビスフェノールF型エポキシ樹脂; エピコート152, エピコート154(以上、ジャパンエポキシレジン株式会社製、商品名)、EPPN-201(日本化薬株式会社製、商品名)、DEN-438(ダウケミカル社製、商品名)等のフェノールノボラック型エポキシ樹脂; エピコート180S65(ジャパンエポキシレジン株式会社製、商品名)、アラルダイトECN1273, アラルダイトECN1280, アラルダイトECN1299(以上、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名)、YDCN-701, YDCN-702, YDCN-703, YDCN-704(以上、東都化成株式会社製、商品名)、EOCN-102S, EOCN-103S, EOCN-104S, EOCN-1012, EOCN-1020, EOCN-1025, EOCN-1027(以上、日本化薬株式会社製、商品名)、ESCN-195X, ESCN-200L, ESCN-220(以上、住友化学工業株式会社製、商品名)等のクレゾールノボラック型エポキシ樹脂; エボン1031S, エピコート1032H60, エピコート157S70(以上、ジャパンエポキシレジン株式会社製、商品名)、アラルダイト0163(チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名)、デナコールEX-611, デナコールEX-614, デナコールEX-614B, デナコールEX-622, デナコールEX-512, デナコールEX-521, デナコールEX-421, デナコールEX-411, デナコールEX-321(以上、ナガセ化成株式会社製、商品名)、EPPN501H, EPPN502H(以上、日本化薬株式会社製、商品名)等の多官能エポキシ樹脂; エピコート604(ジャパンエポキシレジン株式会社製、商品名)、YH-434(東都化

成株式会社製、商品名)、TETRAD-X, TETRAD-C(以上、三菱ガス化学株式会社製、商品名)、ELM-120(住友化学工業株式会社製、商品名)等のアミン型エポキシ樹脂;アラルダイトPT810(チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名)等の複素環含有エポキシ樹脂;ERL4234, ERL4299, ERL4221, ERL4206(以上、UCC社製、商品名)等の脂環式エポキシ樹脂などを使用することができ、これらの1種又は2種以上を併用することもできる。

[0017] 本発明においては、耐熱性の観点から、室温で固体であり、環球式で測定した軟化点が50℃以上のエポキシ樹脂を、エポキシ樹脂全体の20質量%以上含有することが好ましく、さらには40質量%以上、特に60質量%以上使用されることが好ましい。このようなエポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、脂肪族鎖状エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールAノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールのジグリシジルエーテル化物、ナフタレンジオールのジグリシジルエーテル化物、フェノール類のジグリシジルエーテル化物、アルコール類のジグリシジルエーテル化物、及びこれらのアルキル置換体、ハロゲン化物、水素添加物などが挙げられる。これらは単独で使用しても、2種以上を併用してもよく、エポキシ樹脂以外の成分が不純物として含まれていてもよい。

[0018] (b)硬化剤は、エポキシ樹脂を硬化させることが可能なものであれば、特に限定されことなく使用可能である。このような硬化剤としては、例えば、多官能フェノール類、アミン類、イミダゾール化合物、酸無水物、有機リン化合物およびこれらのハロゲン化物、ポリアミド、ポリスルフィド、三フッ化ほう素などが挙げられる。

多官能フェノール類の例としては、単環二官能フェノールであるヒドロキノン、レゾルシノール、カテコール、多環二官能フェノールであるビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールS、ナフタレンジオール類、ビスフェノール類、及びこれらのハロゲン化物、アルキル基置換体などが挙げられる。また、これらのフェノール類とアルデヒド類との重縮合物であるフェノールノボラック樹脂、レゾール樹脂、ビスフェノールAノボラック樹脂及びクレゾールノボラック樹脂等のフェノール樹脂などが挙げられる。市販

されている好ましい多官能フェノール類としては、例えば、フェノライトLF2882、フェノライトLF2822、フェノライトTD-2090、フェノライトTD-2149、フェノライトVH4150、フェノライトVH4170(以上、大日本インキ化学工業株式会社製、商品名)などが挙げられる。

[0019] 本発明においては、また、水酸基当量150g/eq以上のフェノール樹脂が好ましく使用される。このようなフェノール樹脂としては、上記値を有する限り特に制限は無いが吸湿時の耐電食性に優れることから、ノボラック型あるいはクレゾール型の樹脂を用いることが好ましい。

[0020] これらの硬化剤は、単独、或いは、組み合わせて用いることもできる。これら硬化剤の配合量は、エポキシ基の硬化反応を進行させることができれば、特に限定されることがなく使用できるが、好ましくは、エポキシ基1モルに対して、0.01～5.0当量の範囲であり、特に好ましくは0.8～1.2当量の範囲で使用する。

[0021] (c)重量平均分子量が10万以上である高分子化合物としては、例えば、アクリル系共重合体、特にはアクリルゴム等のゴム；シリコーン樹脂；シリコーン変性ポリアミドイミド等のシリコーン変性樹脂などが挙げられる。

[0022] (c)成分は、反応性基(官能基)を有し、重量平均分子量が10万以上であるものが好ましい。反応性基としては、例えば、カルボン酸基、アミノ基、水酸基及びエポキシ基等が挙げられる。これらの中でも、官能基モノマーが、カルボン酸タイプのアクリル酸であると、橋架け反応が進行しやすく、ワニス状態でのゲル化、Bステージ状態(半硬化状態)での硬化度の上昇により接着力が低下することがある。そのため、これらを生ずることがないか、あるいは生じる場合でも期間が長いエポキシ基を有するグリシジルアクリレート又はグリシジルメタクリレートを使用することがより好ましい。(c)成分としては、重量平均分子量が10万以上であるエポキシ基含有アクリル共重合体を使用することが更に好ましい。(c)成分は、高分子化合物を得る重合反応において、未反応モノマーが残存するように重合して得るか、又は高分子化合物を得た後、反応性基含有モノマーを添加することによっても得ることができる。

なお、重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー法(GPC)で標準ポリスチレンによる検量線を用いたポリスチレン換算値である。

[0023] (c)成分として好ましい態様であるアクリル系共重合体としては、例えば、アクリル酸エステルやメタクリル酸エステル及びアクリロニトリルなどの共重合体であるアクリルゴムが挙げられる。また、接着性及び耐熱性が高いことから、官能基モノマーとしてグリシジルアクリレート又はグリシジルメタクリレートを0.5～6質量%含み、ガラス転移温度(以下、「Tg」と略す)が -50°C 以上 30°C 以下、更には -10°C 以上 30°C 以下でかつ重量平均分子量が10万以上であるアクリル系共重合体が特に好ましい。グリシジルアクリレート又はグリシジルメタクリレートを0.5～6質量%含み、Tgが -10°C 以上でかつ重量平均分子量が10万以上であるアクリル共重合体(以下、「エポキシ基含有アクリル共重合体」ということがある。)としては、例えば、HTR-860P-3(帝国化学産業株式会社製、商品名)が挙げられる。官能基モノマーとして用いるグリシジルアクリレート又はグリシジルメタクリレートの量は、2～6質量%の共重合体比であることがより好ましい。2質量%以上であると、高い接着力を得ることができ、6質量%以下であるとゲル化することがなく好ましい。

[0024] 残部としてはメチルアクリレート、メチルメタクリレートなどの炭素数1～8のアルキル基を有するアルキルアクリレート、アルキルメタクリレート、およびスチレンやアクリロニトリルなどの混合物を用いることができる。これらの中でもエチル(メタ)アクリレート及び／又はブチル(メタ)アクリレートが特に好ましい。

混合比率は、共重合体のTgを考慮して調整することが好ましい。Tgが -10°C 以上であるとBステージ状態での接着剤層のタック性が大きくなり過ぎることがなく、良好な取り扱い性を維持することができる。

重合方法は特に制限が無く、例えば、パール重合、溶液重合等が挙げられ、これらの方法により共重合体を得られる。

[0025] エポキシ基含有アクリル共重合体の重量平均分子量は、30万～300万であることが好ましく、50万～200万であることがより好ましい。重量平均分子量が30万以上であると、シート状、フィルム状での十分な強度、及び十分な可撓性が得られ、タック性が増大することがない。一方、300万以下であると、十分なフロー性が得られ、配線の回路充填性が低下することがない。

[0026] 上記(c)高分子化合物の添加量によって、弾性率低減や成型時のフロー性抑制が

可能なため、(a)エポキシ樹脂と(b)硬化剤との合計質量をAとし、(c)エポキシ樹脂と非相溶性である高分子化合物の質量をBとしたとき、その比率A/Bが0.24～1.0であることが好ましい。A/Bが0.24以上であると、十分な弾性率及び成形時のフロー性抑制効果が得られ、一方、1.0以下であると、高温での取り扱い性が良好である。

[0027] 本発明で用いる接着剤層を構成する接着剤組成物中には、更に、透明性を損ねない範囲で必要に応じてフィラー、硬化促進剤、カップリング剤等を添加することができる。

また、接着剤層の厚さは5～50 μm であることが好ましい。5 μm 以上であると、均一な厚さに塗工することが容易であり、また十分な応力緩和の効果が得られる。一方、50 μm 以下であると、光電気複合基板を十分に薄くすることができ、光素子と光導波路の距離が近いために、光損失を小さくすることができる。さらに透過率確保の観点からも、厚さは50 μm 以下であることが好ましい。これらの観点から、接着剤層の厚さは、7～25 μm であることがより好ましく、10～20 μm であることがさらに好ましい。

[0028] 第1の工程におけるシート状接着剤と光導波路の貼り合わせ方式としては、密着性、気泡巻き込み防止の観点から、ロールラミネータ、または平板型ラミネータを用いる方法が好ましい。

ロールラミネータでのラミネート温度は、室温(25℃)～100℃の範囲とすることが好ましい。室温(25℃)以上であると、光導波路との密着性が向上し、100℃以下であると、接着剤層が流動することなく、必要とする膜厚が得られる。以上の観点から、40～100℃の範囲がより好ましい。圧力は0.2～1.0MPa(1～10kgf/cm²)が好ましく、ラミネート速度は0.1～3m/minが好ましいが、これらの条件には特に制限はない。

また、平板型ラミネータとは、積層材料を一對の平板の間に挟み、平板を加圧することにより圧着させるラミネータのことを指し、例えば、真空加圧式ラミネータを好適に用いることができる。ここでの加熱温度は、50～100℃とすることが好ましく、圧着圧力は、0.1～1.0MPa(1～10kgf/cm²)とすることが好ましいが、これらの条件に

は特に制限はない。

本発明では、シート状の接着剤を用いることを特徴とする。接着剤をシート状とすることで、接着剤の厚さの精度が確保でき、また生産性向上が達成できる。

[0029] 本発明の製造方法においては、第1の工程の後に、図1 (b)に示すように、光回路基板を個片化する工程を有していてもよい。このような個片化は、通常、ダイシング等の切削加工や、パンチング等の打ち抜き加工などを用いて行われる。以下の説明においては、個片化したものを例に説明する。

[0030] 本発明の製造方法における第2の工程は、第1の工程で光導波路と貼り合せたシート状接着剤の支持基材を剥離する工程である(図1 (c) 参照)。シート状接着剤として、上述のような、支持基材21上に粘着剤層22と接着剤層23をこの順に有するものを用いる場合には、粘着剤層22と接着剤層23との界面の密着力を低下させ、支持基材21を該界面で剥離し、接着剤付き光導波路を作製する。その方法としては、放射線照射、加熱硬化などの方法があるが、放射線硬化性の粘着剤層のみを選択的に硬化させるために、一般に活性光線を支持基材側から照射して、粘着剤層を硬化させる方法がとられる。ここで、活性光線の光源としては、例えば、カーボンアーク灯、水銀蒸気アーク灯、超高圧水銀灯、高圧水銀灯、キセノンランプ等の紫外線を有効に放射する公知の光源が好適に挙げられる。

[0031] 本発明においては、上述した支持基材上に接着剤層を有してなるシート状接着剤、または支持基材上に粘着剤層と接着剤層をこの順に有してなるシート状接着剤に代えて、図3に示すような支持基材21上に粘接着剤層24を有してなるシート状接着剤20'を用いることもできる。ここで、粘接着剤層とは、上記粘着剤層と接着剤層の両方の機能を兼ね備える性質を有するものをいう。なお、図3に示すように粘接着剤層24上に保護フィルム25を設けてもよい。

粘接着剤層を用いる場合には、粘接着剤層と支持基材の界面の密着力を低下させ、該界面で剥離させるものである。この粘接着剤層を有するシート状接着剤を用いる場合には、接着剤層と粘着剤層を別に用意する必要がないためシート状接着剤の作製工程が簡易になる。

[0032] 上記粘接着剤層24について、該粘接着剤層を構成する粘接着剤組成物としては

、上述の製造方法を実現可能なものであれば特に限定されないが、粘接着剤層として必要な機能を有し、かつ接着性、耐熱信頼性、低弾性、応力緩和性、透明性、作業性等の観点から、(a)エポキシ樹脂、(b)エポキシ樹脂硬化剤、(c)重量平均分子量が10万以上の高分子化合物、(d)光反応性モノマー、及び(e)紫外線照射により塩基とラジカルを発生する光開始剤を含むことが好ましい。このようなシート状接着剤としては、例えば国際公開第05/112091号パンフレットに記載のものがある。

[0033] ここで(a)～(c)成分は上記したものと同様のものを用いることができる。

(d)光反応性モノマーの具体例としては、例えば、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、イソシアヌル酸EO変性トリアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレートのような多官能アクリレート等を挙げることができ、これらの光反応性モノマーは、単独で又は2種類以上を組み合わせても、使用することができる。紫外線照射後の残存モノマーの観点から、特にジペンタエリスリトールヘキサアクリレートやジペンタエリスリトールペンタアクリレートなどが好ましい。具体的には新中村化学社製:A-DPH(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート)、A-9300(エトキシ化イソシアヌル酸トリアクリレート)等がある。

[0034] (d)成分の使用量は、(c)重量平均分子量が10万以上である高分子化合物100質量部に対して、5～100質量部が好ましい。配合量が5質量部以上であれば、紫外線照射による光反応性モノマーの重合反応が起こりやすくなるために、上記第2の工程において、支持基材から剥がしやすくなる。一方、100質量部以下であると、高分子量成分の十分な低弾性が維持され、フィルムが脆くなることがなく、また、十分な耐湿性や高温の電気特性などが得られる。以上の点から、(d)成分の配合量は、さらに10～70質量部がより好ましく、20～50質量部が特に好ましい。

[0035] (e)紫外線照射により塩基とラジカルを発生する光開始剤(以下、「光塩基発生剤」という。)は、一般的には α -アミノケトン化合物と呼ばれるものであり、例えば、2-メチルー1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン(チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製「イルガキュア907」)、2-ベンジル-2-ジメチルアミ

ノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1-オン(チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製「イルガキュア369」)、ヘキサアリアルビスイミダゾール誘導体(ハロゲン、アルコキシ基、ニトロ基、シアノ基等の置換基がフェニル基に置換されていても良い)、ベンゾイソオキサゾロン誘導体等を用いることができる。

[0036] 前記光塩基発生剤としては、分子量500以下の低分子化合物を用いることが好ましく、また、前記(c)重量平均分子量が10万以上の高分子化合物の主鎖及び側鎖に上記 α -アミノケトン化合物を導入した化合物を用いても良い。この場合の分子量としては、粘接着剤としての粘接着性、流動性の観点から重量平均分子量1000~100000が好ましく、より好ましくは5000~30000である。

[0037] 本発明で用いる粘接着剤層を有してなるシート状接着剤において、好ましくは(e)光塩基発生剤の使用量は、(c)重量平均分子量が10万以上である高分子化合物100質量部に対して、0.1~20質量部である。0.1質量部以上であると、十分な反応性が得られ、残存モノマーが残ることがない。一方、20質量部以下であると、十分に重合反応が進行し、低分子量成分が少なく、良好な耐リフロー性が確保される。従って、(e)光塩基発生剤の使用量は、より好ましくは0.5~15質量部であり、さらに好ましくは1~5質量部である。

[0038] 更に、粘接着剤層を構成する粘接着剤組成物中には、透明性を損ねない範囲で必要に応じてフィラー、硬化促進剤、カップリング剤等を添加することができる。

[0039] 粘接着剤層の厚さは5~50 μm であることが好ましい。5 μm 以上であると、均一な厚さに塗工することが容易であり、また十分な応力緩和の効果が得られる。一方、50 μm 以下であると、光電気複合基板を十分に薄くすることができ、光素子と光導波路の距離が近いために、光損失を小さくすることができる。さらに透過率確保の観点からも、厚さは50 μm 以下であることが好ましい。これらの観点から、粘接着剤層の厚さは7~25 μm であることがより好ましく、10~20 μm であることがさらに好ましい。

[0040] 本発明の製造方法における第3の工程は、第2の工程で得られた接着剤付き光導波路を電気配線基板に接着する工程である(図1(d)参照)。接着剤付き光導波路を電気配線基板の所定の箇所に位置合わせして貼り合わせるが、その貼り合わせ方法及び条件は、第1の工程と同様である。

図1(d)に示す例では、基板31上に電気配線32及び必要に応じて設けられた電気絶縁層33を有する電気配線基板に、第2の工程で得られた接着剤付き光導波路を位置合わせし、次いで、接着剤層を加熱等の方法により硬化させ、電気配線基板と光導波路を接着して、光導波路付き電気配線基板40を得るものである。

なお、図1の製造例では、上述のように、支持基材剥離前に、光導波路を所望の大きさに個片化する例を示しているが(図1(b)参照)、電気配線基板に光導波路を接着した後に、電気配線基板とともに個片化の加工を行ってもよい。

ここで、可撓性を有するフレキシブルタイプの光電気複合基板を作製するため、電気配線基板(図7(a)における30)としてFPC(Flexible Printed Circuit)基板を用いることができる。FPC基板の基板材料(図1(d)における31)として、ポリイミド、ポリアミド、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、液晶ポリマーなどが用いられるが、一般的には耐熱性や入手のしやすさの観点からポリイミドが用いられる。

[0041] 次に、本発明の製造方法における第4の工程は、第3の工程で作製した光導波路付き電気配線基板の光導波路に、光路変換用のミラー51を形成する工程である(図1(e)参照)。ミラーを形成する方法としては、例えば、ダイシング等による切削研磨、レーザー照射によるアブレーションなどの方法が挙げられる。

本発明では、このように、光導波路接着後にミラー形成を行うことを特徴とする。これに対し、上述の光導波路個片化の工程(図1(b)参照)で、図4に示すようにミラーを形成し、これを電気配線基板の所定の位置に接着することによっても、同様な構造の光電気複合基板が作製できるが、接着剤加熱硬化時の電気配線基板、光導波路及び接着剤の膨張、収縮に伴う寸法変化が原因となり、ミラー位置が所定の位置から大きく変動してしまう。一方、本発明の製造方法であれば、このよう問題がなく、受発光素子と光導波路とを高い精度で結合することができ、高い光結合効率を得ることができる。

[0042] 図1では、支持基材上に粘着剤層及び接着剤層を有するシート状接着剤20を用いた場合を例に説明したが、支持基材上に粘接着剤層を有してなるシート状接着剤20'を用いた場合も同様の工程をとる。具体的には、図5に示すように、接着剤付き光導波路を作製する第2の工程(図5(c)参照)において、支持基材と粘接着剤層界

面で剥離すること以外は、支持基材上に粘着剤及び接着剤層を有してなるシート状接着剤を用いた場合と同様である。

- [0043] 本発明の製造方法により製造された光電気複合基板50は、図1(f)及び図5(f)に示すように、面発光レーザー又はフォトダイオードなどの光素子61を実装することによって、光電気複合モジュール60を容易に得ることができる。

このような光電気複合モジュールにおいては、接着剤層又は粘接着剤層の光線透過率が重要であり、光損失を低減するために、硬化後において、光線透過率が80%以上であることが好ましい。また、光損失低減の観点から、該光線透過率は85%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましい。ここで、光線透過率は、分光光度計により所望の波長について測定したものであり、例えば株式会社日立ハイテクノロジーズ製、U-3310分光光度計で測定することができる。

- [0044] また、電気配線板としてフレキシブル配線基板を用い、光電気複合基板を作製する場合、光電気複合基板に可撓性を持たせるため、シート状接着剤には硬化後の柔軟性が必要である。硬化後におけるシート状接着剤の弾性率が700MPa以下であれば、十分な可撓性を発現でき好ましい。この観点から該弾性率は600MPa以下であることがより好ましく、500MPa以下であることがさらに好ましい。

一方、接着剤としての強度の点から、硬化後におけるシート状接着剤の弾性率は1MPa以上であることが好ましく、50MPa以上であることがより好ましい。

- [0045] 本発明によって製造される光電気複合基板は、上述のようにシート状接着剤を用いて製造される。

より具体的には、図1(e)及び図5(e)にその断面図を示すように、基板31に電気配線32及び必要に応じて設けられた電気絶縁層33を有する電気配線基板の基板31の部分に、接着剤付き光回路基板が該接着剤を介して基板31に接着され、電気配線と光配線の複合化が達成される。なお、図1(e)及び図5(e)のように光が基板を透過する形態のとき、基板31の透過率が大きいことが低損失化のためには重要である。すなわち、基板の透過率は80%以上であることが好ましい。光損失低減の観点から、光線透過率は85%以上あることがより好ましく、90%以上あることがさらに好ましい。このような電気配線基板として、例えばカプトン(東レ・デュポン株式会社製)を用

いたFPC基板が挙げられる。

光線透過が高い電気配線基板を用いると、電気配線基板に光透過率向上を目的としたスルーホールを設ける必要がなくなる。これにより、スルーホール加工の省略や、スルーホールに対する光導波路コアや電気配線のアライメントが不要となるため、作製工程が大幅に簡略化できる。また、必要に応じて、基板には、光路となる箇所に光透過用のスルーホールを設けても良く、例えば、ドリル、パンチング、ウェットエッチング、ドライエッチングなどの方法により光透過用のスルーホールを加工することができる。さらに、このスルーホールには、屈折率の整合及び光結合損失の低減を目的として、樹脂材料を充填してもよい。

[0046] また、図1及び図5には、電気配線基板の片面に光導波路を接着した例を示したが、図6に示すように、電気配線基板の両面に光導波路10を有していてもよい。このような構成にすることで、光電気複合基板の光配線数を増やすことができ、光伝送容量の増加が可能となる。また上下対称の構造になるため、光電気複合基板の反りの抑制も可能となる。

また、図7(a)に示すように光導波路の両側に接着剤層23を有し、電気配線基板30を両面に有する構造であってもよい。このような構成とすることで上下対称の構造になるため、光電気複合基板の反りの抑制や屈曲耐性の向上も可能となる。なお、反りの抑制や屈曲耐性向上の観点からは、必ずしも電気配線基板が両面になくてもよく、図7(b)に示すように電気配線基板30と同等な物性を持ったもの、例えば電気配線基板の基材や電気絶縁層などをカバーフィルム70として電気配線基板30の反対側に設けてもよい。

さらに、光導波路や光電気複合基板が多層化された構造であってもよく、このような構成とすることで、信号伝送容量のさらなる増加が可能となる。

実施例

[0047] 以下に、本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明は、これらの実施例によってなんら限定されるものではない。

[0048] 実施例1

(1-1) 光導波路の作製

〔クラッド層形成用樹脂フィルムの作製〕

(A) バインダポリマとして、フェノキシ樹脂(商品名:フェノートYP-70、東都化成株式会社製)48質量部、(B) 光重合性化合物として、アリサイクリックジエポキシカルボキシレート(商品名:KRM-2110、分子量:252、旭電化工業株式会社製)49.6質量部、(C) 光重合開始剤として、トリフェニルスルホニウムヘキサフロロアンチモネート塩(商品名:SP-170、旭電化工業株式会社製)2質量部、増感剤として、SP-100(商品名、旭電化工業株式会社製)0.4質量部、有機溶剤としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート40質量部を広口のポリ瓶に秤量し、メカニカルスターラ、シャフト及びプロペラを用いて、温度25℃、回転数400rpmの条件で、6時間攪拌し、クラッド層形成用樹脂ワニスAを調合した。その後、孔径2 μ mのポリフロンフィルタ(商品名:PF020、アドバンテック東洋株式会社製)を用いて、温度25℃、圧力0.4MPaの条件で加圧濾過し、さらに真空ポンプ及びベルジャーを用いて減圧度50mmHgの条件で15分間減圧脱泡した。

上記で得られたクラッド層形成用樹脂ワニスAを、ポリアミドフィルム(商品名:ミクロン、東レ株式会社製、厚さ:12 μ m)のコロナ処理面上に塗工機(マルチコーターTM-MC、株式会社ヒラノテクシード製)を用いて塗布し、80℃、10分、その後100℃、10分乾燥し、次いで保護フィルムとして離型PETフィルム(商品名:ピューレックスA31、帝人デュポンフィルム株式会社、厚さ:25 μ m)を離型面が樹脂側になるように貼り付け、クラッド層形成用樹脂フィルムを得た。このとき樹脂層の厚さは、塗工機のギャップを調節することで、任意に調整可能であり、本実施例では硬化後の膜厚が、下部クラッド層25 μ m、上部クラッド層70 μ mとなるように調節した。

[0049] 〔コア層形成用樹脂フィルムの作製〕

(A) バインダポリマとして、フェノキシ樹脂(商品名:フェノートYP-70、東都化成株式会社製)26質量部、(B) 光重合性化合物として、9,9-ビス[4-(2-アクリロイルオキシエトキシ)フェニル]フルオレン(商品名:A-BPEF、新中村化学工業株式会社製)36質量部、およびビスフェノールA型エポキシアクリレート(商品名:EA-1020、新中村化学工業株式会社製)36質量部、(C) 光重合開始剤として、ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルフォスフィンオキサイド(商品名:イルガキュア819

、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製)1質量部、及び1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン(商品名:イルガキュア2959、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ社製)1質量部、有機溶剤としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート40質量部を用いたこと以外は上記製造例と同様の方法および条件でコア層形成用樹脂ワニスBを調合した。その後、上記製造例と同様の方法および条件で加圧濾過さらに減圧脱泡した。

上記で得られたコア層形成用樹脂ワニスBを、PETフィルム(商品名:コスモシャインA1517、東洋紡績株式会社製、厚さ:16 μm)の非処理面上に、上記製造例と同様な方法で塗布乾燥し、次いで保護フィルムとして離型PETフィルム(商品名:ピューレックスA31、帝人デュボンフィルム株式会社、厚さ:25 μm)を離型面が樹脂側になるように貼り付け、コア層形成用樹脂フィルムを得た。本実施例では硬化後の膜厚が50 μm となるよう、塗工機のギャップを調整した。

[0050] [光導波路の作製]

光導波路の作製方法について、以下、図8を参照しつつ説明する。

上記で得られた下部クラッド層形成用樹脂フィルムの保護フィルムである離型PETフィルム(ピューレックスA31)を剥離し、紫外線露光機(株式会社オーク製作所製、EXM-1172)にて樹脂側(基材フィルムの反対側)から紫外線(波長365nm)を1J/ cm^2 照射し、次いで80°Cで10分間加熱処理することにより、下部クラッド層82を形成した(図8(a)参照)。

[0051] 次に、該下部クラッド層82上に、ロールラミネータ(日立化成テクノプラント株式会社製、HLM-1500)を用い圧力0.4MPa、温度50°C、ラミネート速度0.2m/minの条件で、上記コア層形成用樹脂フィルムをラミネートし、次いで平板型ラミネータとして真空加圧式ラミネータ(株式会社名機製作所製、MVLP-500)を用い、500Pa以下に真空引きした後、圧力0.4MPa、温度50°C、加圧時間30秒の条件にて加熱圧着して、コア層83を形成した(図8(b)参照)。

[0052] 次に、幅50 μm のネガ型フォトマスクを介し、上記紫外線露光機にて紫外線(波長365nm)を0.6J/ cm^2 照射し(図8(c)参照)、次いで80°Cで5分間露光後加熱を行った。その後、支持フィルムであるPETフィルムを剥離し、現像液(プロピレングリコー

ルモノメチルエーテルアセテート／N，N－ジメチルアセトアミド＝8／2、質量比)を用いて、コアパターンを現像した(図8(d)参照)。続いて、洗浄液(イソプロパノール)を用いて洗浄し、100℃で10分間加熱乾燥した。

[0053] 次いで、上記と同様なラミネート条件にて、上部クラッド層として上記クラッド層形成用樹脂フィルムをラミネートした。さらに、紫外線(波長365nm)を両面に合計で25J/cm²照射後、160℃で1時間加熱処理することによって、上部クラッド層87を形成し基材フィルムが外側に配置されたフレキシブル光導波路を作製した(図8(e)参照)。さらにポリアミドフィルム剥離のため、該フレキシブル光導波路を85℃／85%の高温高湿条件で24時間処理し、基材フィルムを除去したフレキシブル光導波路を作製した(図8(f)参照)。

[0054] なお、コア層及びクラッド層の屈折率をMetricon社製プリズムカプラー(Model2010)で測定したところ、波長830nmにて、コア層が1.584、クラッド層が1.550であった。また、作製した光導波路の伝搬損失を、光源に850nmの面発光レーザー((EXFO社製、FLS-300-01-VCL)を、受光センサに株式会社アドバンテスト製、Q82214を用い、カットバック法(測定導波路長10、5、3、2cm、入射ファイバー;GI-50/125マルチモードファイバー(NA=0.20)、出射ファイバー;SI-114/125(NA=0.22))により測定したところ、0.05dB/cmであった。

[0055] (1-2)シート状接着剤の作製

HTR-860P-3(帝国化学産業株式会社製、商品名、グリシジル基含有アクリルゴム、分子量100万、Tg-7℃)100質量部、YDCN-703(東都化成株式会社製、商品名、o-クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、エポキシ当量210)5.4質量部、YDCN-8170C(東都化成株式会社製、商品名、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、エポキシ当量157)16.2質量部、プライオーフェンLF2882(大日本インキ化学工業株式会社製、商品名、ビスフェノールAノボラック樹脂)15.3質量部、NUCA-189(日本ユニカー株式会社製、商品名、γ-メルカプトプロピルトリメトキシシラン)0.1質量部、NUCA-1160(日本ユニカー株式会社製、商品名、γ-ウレイドプロピルトリエトキシシラン)0.3質量部、A-DPH(新中村化学工業株式会社製、商品名、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート)30質量部、イルガキュア369(チバ・スペ

シャリティ・ケミカルズ社製、商品名、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1-オン:I-369)1.5質量部、シクロヘキサノンを加えて攪拌混合し、真空脱気した。この接着剤ワニスを、厚さ $75\mu\text{m}$ の表面離型処理ポリエチレンテレフタレート(帝人株式会社製、テイジンテトロンフィルム:A-31)上に塗布し、 80°C で30分間加熱乾燥し粘接着シートを得た。この粘接着シートに、厚さ $80\mu\text{m}$ の光透過性の支持基材(サーモ株式会社製、低密度ポリエチレンテレフタレート/酢酸ビニル/低密度ポリエチレンテレフタレート三層フィルム:FHF-100)をあわせてラミネートすることにより保護フィルム(表面離型処理ポリエチレンテレフタレート)、粘接着剤層、及び光透過性の支持基材からなるシート状接着剤を作製した。粘接着剤層の厚みは $10\mu\text{m}$ とした。

[0056] このように作製したシート状接着剤の粘接着剤層を 160°C で1時間硬化し、光線透過率を株式会社日立ハイテクノロジーズ製、U-3310紫外可視分光光度計にて測定したところ、波長 850nm において95%以上の高い透過率を有していた。

なお、屈折率をMetricon社製プリズムカプラー(Model2010)で測定したところ、波長 830nm にて1.505であった。

また、Rheometrics社製、動的粘弾性測定装置Solids Analyzer RSAIIを用いて、貯蔵弾性率を測定(サンプルサイズ:長さ 35mm 、幅 5mm 、厚さ $80\mu\text{m}$ 、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、周波数 10Hz)したところ、 25°C で 350MPa であった。

[0057] (光電気複合基板の製造)

フレキシブル光導波路10に、ロールラミネータ(日立化成テクノプラント株式会社製、HLM-1500)を用い圧力 0.4MPa 、温度 50°C 、ラミネート速度 $0.2\text{m}/\text{min}$ の条件で、保護フィルムを剥がしたシート状接着剤20'をラミネートした(図5(a)参照)。続いてダイシングソー(株式会社ディスコ製、DAD-341)を用いて、導波路を短冊状(長さ 47.5mm 、幅 2mm)に加工し(図5(b)参照)、支持基材側から紫外線(365nm)を $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 照射し、粘接着剤層と支持基材界面の密着力を低下させ支持基材を剥がして接着剤層付き光導波路を得た(図5(c)参照)。

次に、光素子搭載用電気配線を有するフレキシブル電気配線基板30(長さ 48mm 、幅 4mm 、基材:カプトンEN、 $25\mu\text{m}$ 、銅回路厚さ: $12\mu\text{m}$)の所定の箇所に接着

剤層付き光導波路を、紫外線露光機(株式会社大日本スクリーン製、MAP-1200-L)付随のマスクアライナー機構を利用して位置決めし、同ロールラミネータを用い圧力0.4MPa、温度80℃、ラミネート速度0.2m/minの条件で仮圧着した後、クリンオープン中で160℃、1時間加熱しフレキシブル光導波路10と電気配線基板30を接着して、光導波路付き電気配線基板40を得た(図5(d)参照)。

ここでフレキシブル電気配線板30の基材であるカプトンENの光線透過率を株式会社日立ハイテクノロジーズ製、U-3310分光光度計にて測定したところ、波長850nmにおいて85%であった。電気配線板を透過する際の光損失は1dB未満と低損失であり、本実施例では、光透過用スルーホールを設けない構造とした。

次に、ダイシングソー(株式会社ディスコ製、DAD-341)を用いて、所定の位置に光路変換用の45度ミラー51を形成し、フレキシブルタイプの光電気複合基板50を作製した(図5(e)参照)。ここで、両端のミラー間距離は46mmとした。本実施例におけるミラー位置ずれ量(図9参照)は、ミラー位置合わせマークに対して5 μ m以内であり、高精度に位置決め可能であった。

[0058] [光電気複合基板の評価]

(光損失評価)

上記で作製した光電気複合基板50の光損失を以下の方法により測定し、(1)フレキシブル光導波路の光損失、(2)ミラー損失、(3)複合化による過剰損失を評価した。さらに、これら(1)～(3)を合計し全体損失を求めた。なお、光損失測定は、光源に850nmの面発光レーザー((EXFO社製、FLS-300-01-VCL)を、受光センサに株式会社アドバンテスト製、Q82214を、入射ファイバーにGI-50/125マルチモードファイバー(NA=0.20)、出射ファイバーにGI-62.5/125マルチモードファイバー(NA=0.20)を用いた。

(1)フレキシブル光導波路の光損失

光電気複合基板のミラー間と同じ46mmの導波路長にフレキシブル光導波路をダイシングし、光導波路長両端を90°カットした。この光導波路の光損失(挿入損失)を、図10(a)に示すような方法で評価した。すなわち、VCSELからGI-50/125マルチモードファイバー91を通して、フレキシブル光導波路10に光を入射させ、GI-

62. 5/125マルチモードファイバー92を通して、PDで受光した際の光損失を測定した。その結果、該光導波路の光損失(挿入損失)は0. 3dBであった。

(2)ミラー損失

導波路長が46mmとなるように光導波路の片端に、45° の光路変換ミラー51を形成し、図10(b-I)に示す構成にて入射損失を測定し、図10(b-II)に示す構成にて出射損失を測定した。この結果、入射損失は0. 9dB、出射損失は1. 0dBであった。この値から、上記(1)の光導波路の光損失を差し引き、ミラー損失を求めると、ミラー入射損失は0. 6dB、ミラー出射損失は0. 7dBと計算される。

(3)複合化損失

図10(c-I)及び(c-II)に示すようにフレキシブル光電気複合配線板50の片方のミラーを垂直に切り落とした導波路長46mmのサンプルを用意し、光電気複合基板の光損失を測定した。この結果、図10(c-I)に示す入射損失及び図10(c-II)に示す出射損失のいずれもが2. 0dBであった。この値から、上記(2)で測定した入射損失および出射損失を差し引き、複合化による過剰損失を求めると、入射側が1. 1dB、出射側が1. 0dBと計算された。

上記(2)のミラー損失と、上記(3)の複合化における過剰損失とを合計すると、入射側光結合損失および出射側光結合損失は、いずれも1. 7dBであった。また、上記(1)から(3)の光損失の合計、すなわち、光導波路損失0. 3dB、ミラー入射損失0. 6dB、ミラー出射損失0. 7dB、入射側複合化損失1. 1dBおよび出射側複合化損失1. 0dBの合計により、光電気複合基板の全体損失を算出すると、3. 7dBであり、十分に低損失な値と言える。

[0059] (光信号伝送評価)

上記で作製した光電気複合基板50に、図11に示すように、4ch-VCSELアレイ93(AVALON製、AP-A41-0104-0000)及び4ch-PDアレイ94(Albis製、PDC A04-65)(光素子61)を実装し(図5(f)参照)、パルスパターン発生器(Anritsu製、MP 1758A)及びオシロスコープ(Hewlett Packard製、HP83480A)を用いて、光信号伝送評価を行った。具体的には、速度10Gbpsにて、VCSLEを駆動させ、PDでの受信信号波形(アイパターン)を観測した。図12に示すような観測結果が

得られ、光信号伝送が可能なのが確認できた。

また、この光素子搭載フレキシブル光電気複合基板(光電気複合モジュール60)を曲率半径1.5mmで360° 曲げ、同様に光信号伝送評価を行った結果、図13に示すようなアイパターンが観測され、10Gbpsの光信号伝送が可能なのが確認できた。

[0060] 比較例1

実施例1において、光導波路個片化の工程(図5(b)参照)で光導波路両端に45度ミラーを形成し(図4参照)、これをフレキシブル配線基板に接着したこと以外は、実施例1と同様に光電気複合基板を製造した。本比較例におけるミラー位置ずれ量(図9参照)は、ミラー位置合わせマークに対して50 μ m以上であり、接着剤硬化後のミラー位置ずれが大きかった。

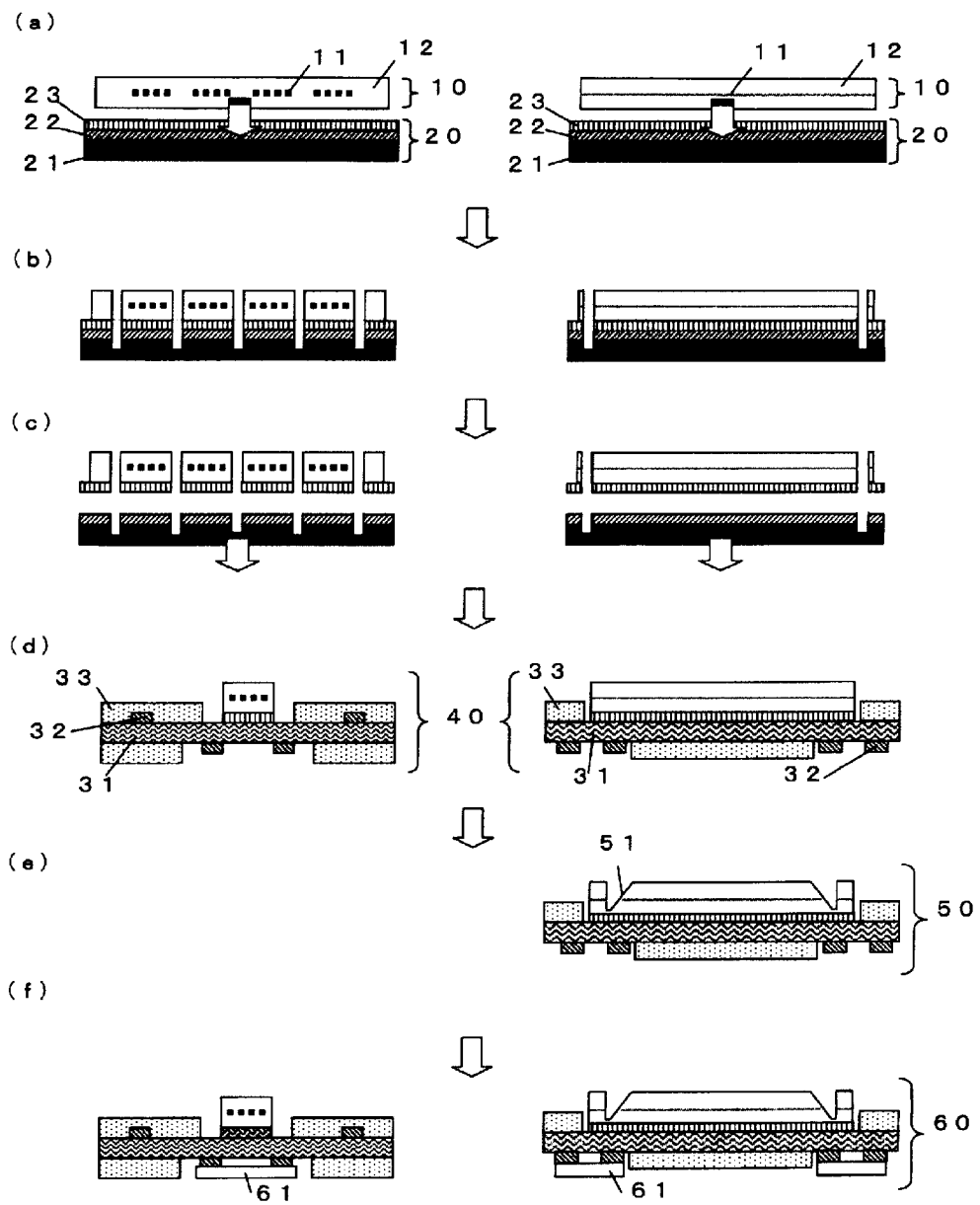
産業上の利用可能性

[0061] 本発明によれば、光電気複合基板の製造が簡易に行え、かつ得られる光電気複合基板は、受発光素子と光導波路とを高精度に結合することができ、高い光結合効率を得ることができる。従って、電子素子間や配線基板間の高速・高密度信号伝送において、電子素子間や配線基板間を光で接続する技術、いわゆる光インタコネクションに際して、電気配線と光配線の複合化を簡便かつ高精度に行うことができる。

請求の範囲

- [1] 光導波路とシート状接着剤を貼り合わせる第1の工程と、該シート状接着剤の支持基材を剥離し、接着剤付き光導波路を作製する第2の工程と、該接着剤付き光導波路と電気配線基板を接着し、光導波路付き電気配線板を作製する第3の工程と、該光導波路付き電気配線基板の光導波路に光路変換ミラーを形成する第4の工程を有する光電気複合基板の製造方法。
- [2] 請求項1に記載の製造方法を用いて製造される光電気複合基板。
- [3] 請求項2に記載の光電気複合基板を用いた光電気複合モジュール。

[図1]



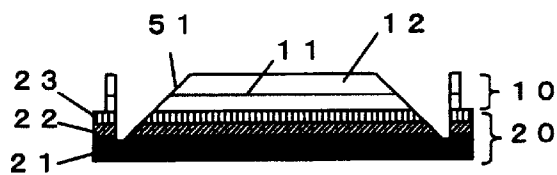
[図2]



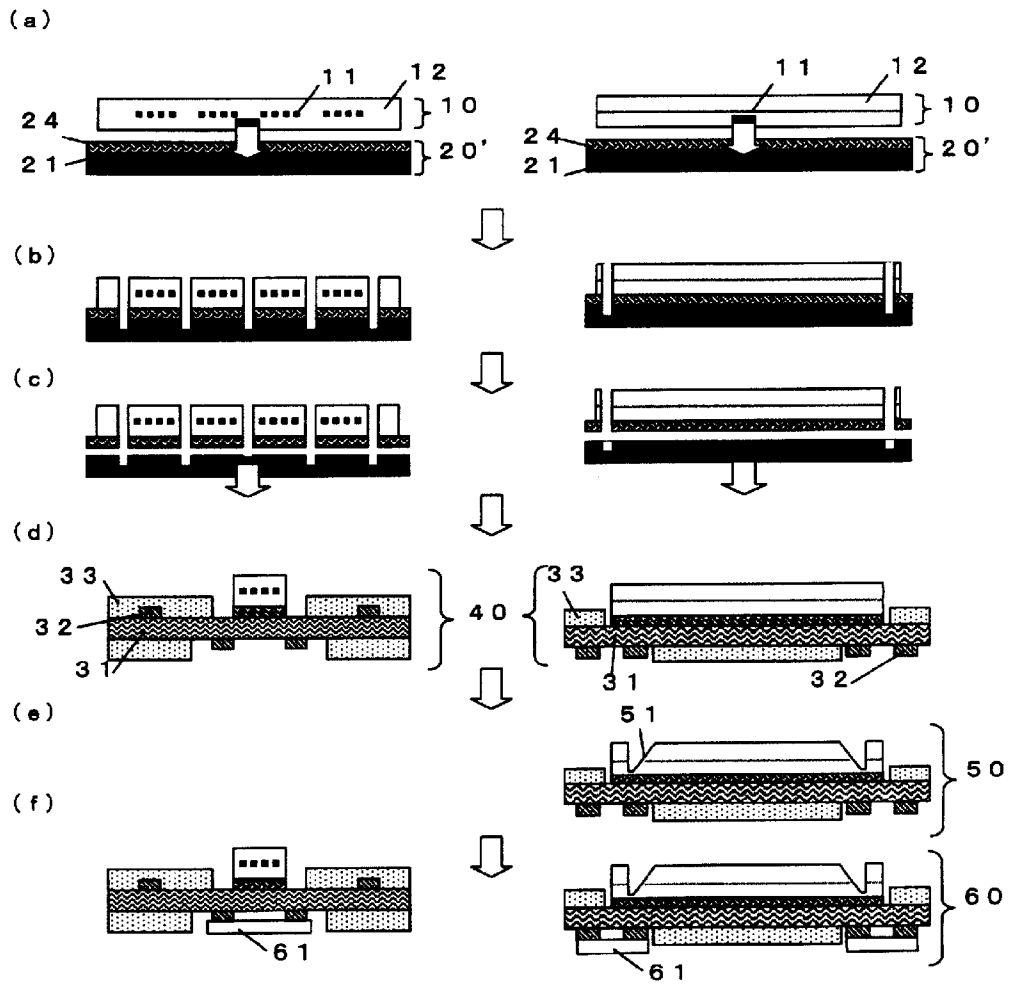
[図3]



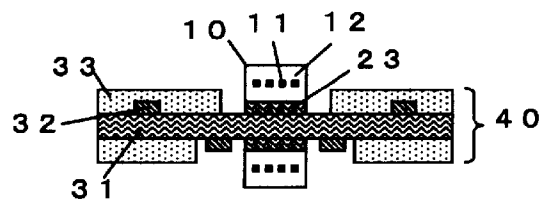
[図4]



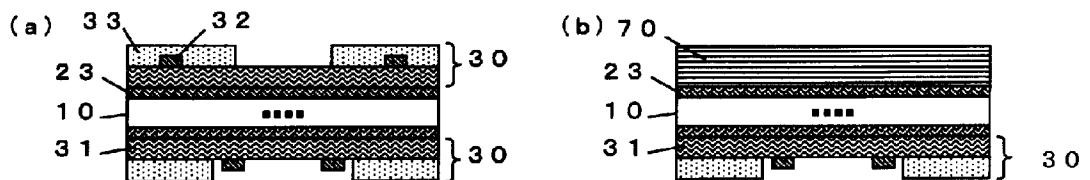
[図5]



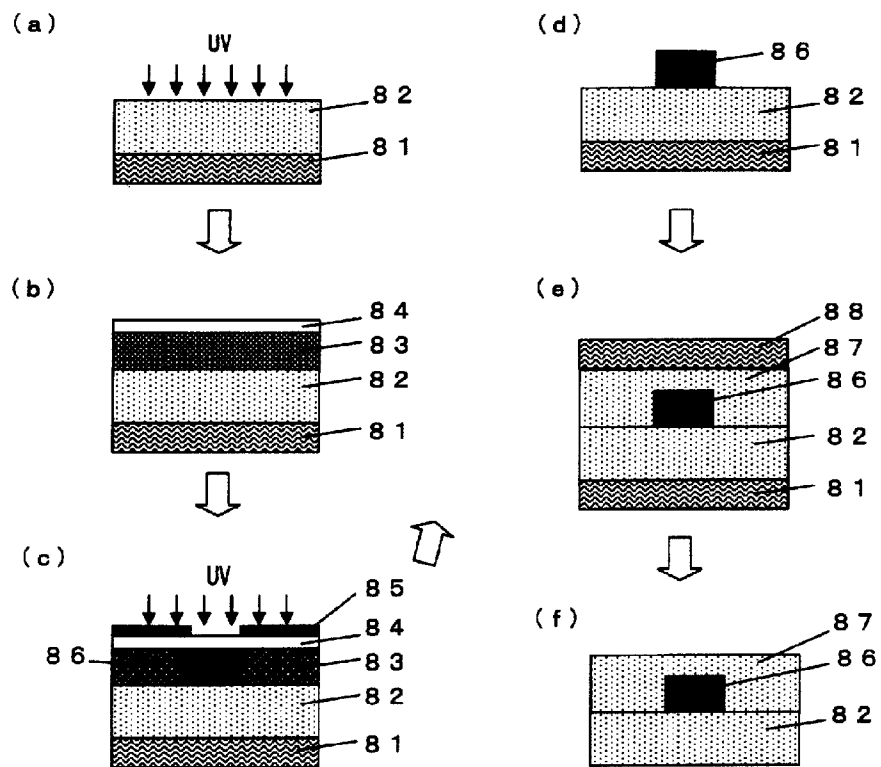
[図6]



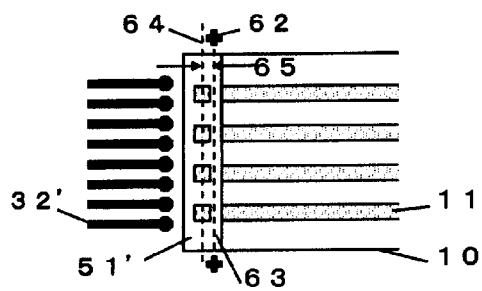
[図7]



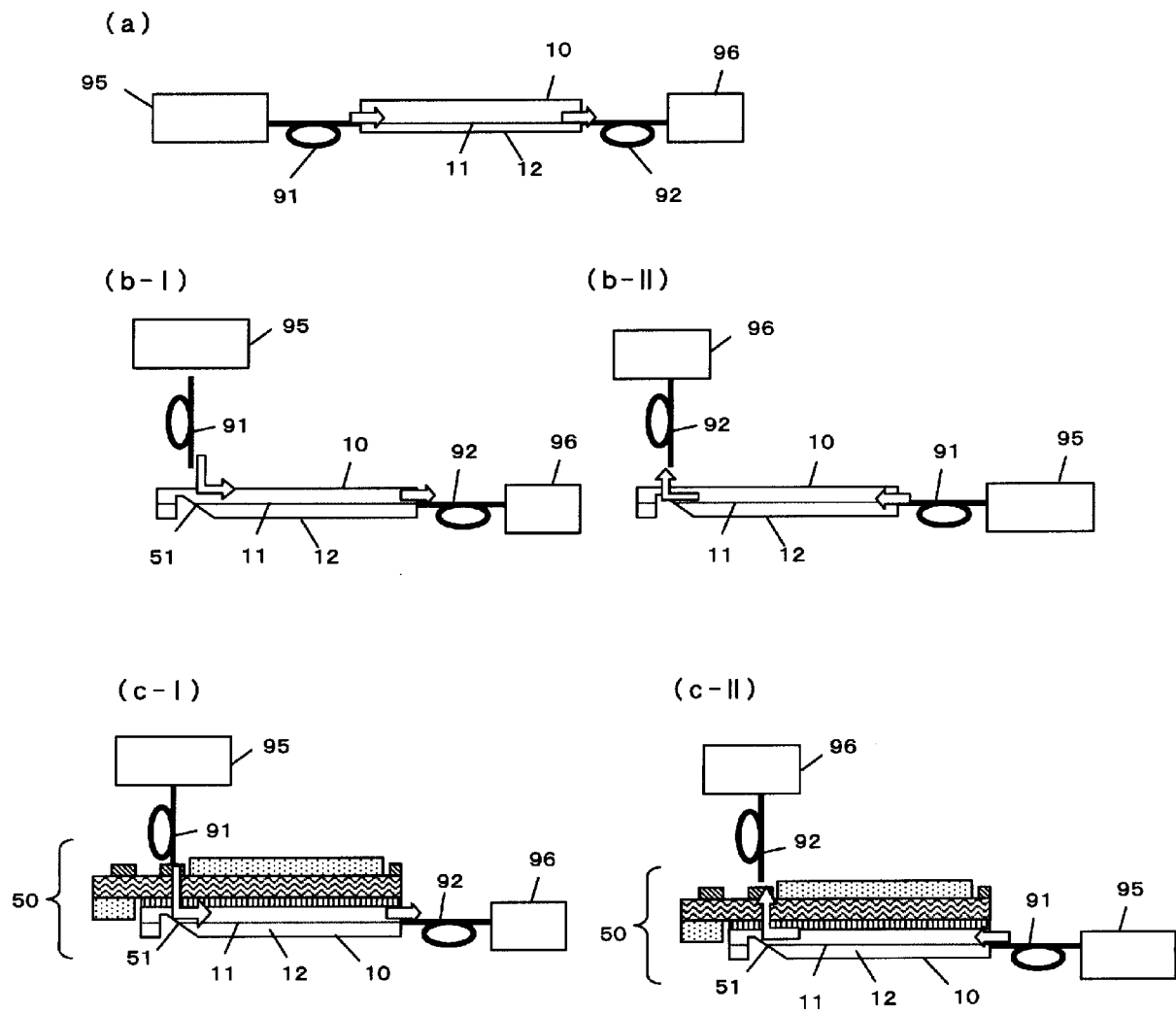
[図8]



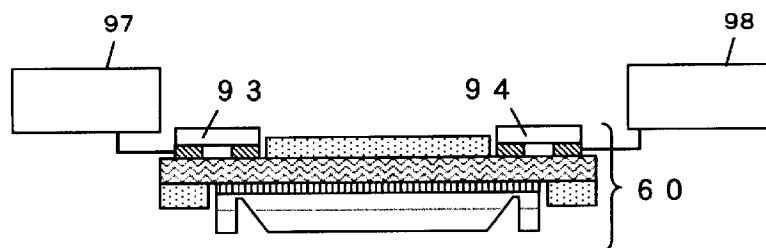
[図9]



[図10]



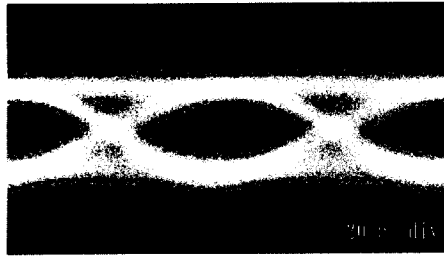
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/057616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/122(2006.01)i, G02B6/13(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/12-G02B6/14, G02B6/42, H01S5/022

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-166165 A (Hitachi Cable, Ltd.), 22 June, 2001 (22.06.01), Par. Nos. [0020] to [0035]; Figs. 1 to 3, 7 (Family: none)	1-3
Y	JP 2006-84488 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 30 March, 2006 (30.03.06), Par. Nos. [0025] to [0050]; Figs. 3 to 5 (Family: none)	1-3
Y	JP 2006-22317 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 26 January, 2006 (26.01.06), Par. Nos. [0109] to [0112]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-3

☒ 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
13 May, 2008 (13.05.08)

Date of mailing of the international search report
27 May, 2008 (27.05.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/057616

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 2007-108228 A (Nitto Denko Corp.), 26 April, 2007 (26.04.07), Par. Nos. [0019] to [0033]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-3
A	JP 2006-39390 A (Sony Corp.), 09 February, 2006 (09.02.06), Par. Nos. [0022] to [0031]; Figs. 2 to 5 (Family: none)	1-3
A	JP 2006-91500 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 06 April, 2006 (06.04.06), Par. Nos. [0020] to [0026] (Family: none)	1-3
A	JP 2001-7461 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 12 January, 2001 (12.01.01), Par. Nos. [0021] to [0023]; Figs. 4, 5 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B6/122 (2006.01) i, G02B6/13 (2006.01) i, G02B6/42 (2006.01) i, H01S5/022 (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 (I P C))

Int.Cl. G02B6/12 - G02B6/14, G02B6/42, H01S5/022

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

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 2001-166165 A (日立電線株式会社) 2001.06.22, 段落【0020】 - 【0035】, 第1-3, 7図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2006-84488 A (三井化学株式会社) 2006.03.30, 段落【0025】 - 【0050】, 第3-5図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2006-22317 A (松下電工株式会社) 2006.01.26, 段落【0109】 - 【0112】, 第3, 4図 (ファミリーなし)	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山本 元彦

2 X

3 9 1 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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 2007-108228 A (日東電工株式会社) 2007. 04. 26, 段落【0019】 - 【0033】, 第 1 - 6 図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2006-39390 A (ソニー株式会社) 2006. 02. 09, 段落【0022】 - 【0031】, 第 2 - 5 図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2006-91500 A (三井化学株式会社) 2006. 04. 06, 段落【0020】 - 【0026】 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2001-7461 A (凸版印刷株式会社) 2001. 01. 12, 段落【0021】 - 【0023】, 第 4, 5 図 (ファミリーなし)	1-3