

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 4 月 28 日(28.04.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/063751 A1

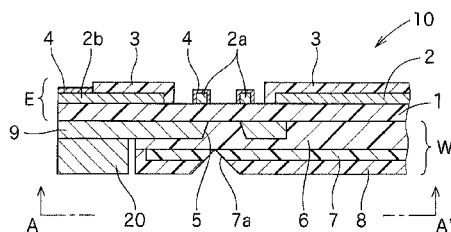
- (51) 国際特許分類:
G02B 6/122 (2006.01) **H05K 1/02** (2006.01)
G02B 6/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/078819
- (22) 国際出願日: 2015 年 10 月 9 日(09.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-217132 2014 年 10 月 24 日(24.10.2014) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社(NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 辻田 雄一(TSUJITA Yuichi); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 田中 直幸(TANAKA Naoyuki); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 西藤 征彦, 外(SAITOH Yukihiko et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 2 番 7 号 シティ・コーポ南森町 802 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

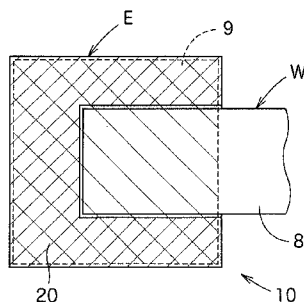
(54) Title: OPTICAL/ELECTRIC HYBRID SUBSTRATE, AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 光電気混載基板およびその製法

[図1]



(a)



(b)

(57) Abstract: This optical/electric hybrid substrate (10) is provided with: an electric circuit substrate (E) in which electric wiring (2) is formed on the surface of an insulation layer (1); a metal reinforcement layer (9) which is partially formed on the rear surface side of the electric circuit substrate (E); and an optical waveguide (W) similarly arranged so as to partially overlap the rear surface side of the electric circuit substrate (E). A second reinforcement layer (20) is formed on the rear surface side of the electric circuit substrate (E). In this optical/electric hybrid substrate (10), as a result of the second reinforcement layer (20), rigidity in a specific region is increased without causing optical loss during optical coupling, and excellent handling properties are achieved.

(57) 要約: 絶縁層 1 の表面に電気配線 2 が形成された電気回路基板 E と、上記電気回路基板 E の裏面側に部分的に形成された金属補強層 9 と、同じく上記電気回路基板 E の裏面側と部分的に重なる配置で設けられた光導波路 W とを備え、上記電気回路基板 E の裏面側に、第 2 の補強層 20 が形成されている光電気混載基板 10 である。この光電気混載基板 10 は、上記第 2 の補強層 20 によって、光結合時に光損失を招くことなく、特定領域における剛性が高められており、取り扱い作業性に優れている。

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：光電気混載基板およびその製法

技術分野

[0001] 本発明は、電気回路基板と光導波路とが積層された光電気混載基板およびその製法に関するものである。

背景技術

[0002] 最近の電子機器等では、伝送情報量の増加に伴い、電気配線に加えて光配線が採用されており、電気信号と光信号を同時に伝送することのできる光電気混載基板が多く用いられている。このような光電気混載基板としては、例えば、図 1 1 に示すように、ポリイミド等からなる絶縁層 1 を基板とし、その表面に、導電パターンからなる電気配線 2 を設けて電気回路基板 E とし、その裏面側に、補強用の金属補強層 M を介して光導波路 W を設けた構造のものが知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。なお、上記電気回路基板 E の表面はカバーレイ 3 によって絶縁保護されている。また、上記金属補強層 M には、電気回路基板 E の表面側に実装される光素子（図示せず）と光導波路 W とを光結合するための貫通孔 5、5' が設けられている。そして、上記光導波路 W は、アンダークラッド層 6 と、光の行路となるコア 7 と、オーバークラッド層 8 の三層によって構成されている。

[0003] 上記金属補強層 M は、絶縁層 1 と裏面側の光導波路 W との線膨張係数が異なるため、両者を直接積層すると、周囲の温度によって、光導波路 W に応力や微小な曲がりが発生して光伝播損失が大きくなることを回避するために設けられるものである。しかし、近年、電子機器等の小形化、高集積化の流れを受けて、上記光電気混載基板も、小スペースでの使用やヒンジ部等の可動部での使用ができるように、フレキシブル性が求められることが多くなっている。そこで、上記のように金属補強層 M を介して光導波路 W を設けた光電気混載基板においても、そのフレキシブル性を高めるために、金属補強層 M 自体を部分的に除去してその除去部分に光導波路 W のクラッド層を入り込ま

せることによって、フレキシブル性を高めることが提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-265342号公報

特許文献2：特開2013-195532号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、同じ光電気混載基板でも、配線が延びる部分には、高いフレキシブル性が要求される一方、光素子を実装した光結合部分やコネクタ部材を取り付けて他の部材と接続する部分には、取り扱い作業性の点から、できるだけ剛性を持たせることが要求される。現状では、これらの部分において剛性が不足している傾向がみられることから、反りや熱変形によって、取り扱い作業時や繰り返し使用時に影響を受けないよう、さらに剛性を高めることが強く望まれている。

[0006] すなわち、光電気混載基板のフレキシブル性を高めるには、フレキシブル性が求められる領域における金属補強層Mを、できる限り除去することで対応することができる。一方、所定の部位において剛性を高めるには、金属補強層M自身の厚みを厚くすれば対応できるようにも考えられるが、金属補強層Mの厚みを厚くすればするほど、光結合のための光の行路（図11に示す貫通孔5、5'内の移動距離）が長くなるため、光結合時の光損失が大きくなって好ましくない。このため、どうしても他の部材との接続に用いる部分等において、十分な剛性を確保することが難しいのである。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、光結合時に光損失を招くことなく、特定領域における剛性が高められた、取り扱い作業性に優れた光電気混載基板およびその製法の提供を、その目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するため、本発明は、絶縁層の表面に電気配線が形成された電気回路基板と、上記電気回路基板の裏面側に部分的に形成された金属補強層と、同じく上記電気回路基板の裏面側と部分的に重なる配置で設けられた光導波路とを備えた光電気混載基板であって、上記電気回路基板の裏面側に、第2の補強層が形成されている光電気混載基板を第1の要旨とし、そのなかでも、特に、上記第2の補強層が、上記電気回路基板裏面側の、光導波路が形成されていない部分を利用して形成されている光電気混載基板を第2の要旨とする。

[0009] また、本発明は、それらのなかでも、特に、上記第2の補強層が、光導波路のクラッド層と同一材料で形成されている光電気混載基板を第3の要旨とし、上記第2の補強層が、金属板もしくは繊維強化樹脂板で形成されている光電気混載基板を第4の要旨とする。

[0010] そして、本発明は、第1の要旨である光電気混載基板の製法であって、金属補強層の表面に絶縁層を形成し、この絶縁層の表面に電気配線を形成して電気回路基板を得る工程と、上記金属補強層の不要な部分を除去し、その除去部から電気回路基板の裏面を部分的に露呈させる工程と、上記電気回路基板の裏面側と部分的に重なる配置で光導波路を形成する工程と、上記電気回路基板裏面側に第2の補強層を形成する工程とを備えた光電気混載基板の製法を第5の要旨とし、そのなかでも、特に、上記第2の補強層を、上記電気回路基板裏面側の、光導波路が形成されていない部分を利用して形成するようにした光電気混載基板の製法を第6の要旨とする。

[0011] また、本発明は、そのなかでも、特に、上記光導波路を形成する工程が、アンダークラッド層とコア層とオーバークラッド層とをこの順で積層する工程であり、上記アンダークラッド層形成時に、上記電気回路基板裏面側に、アンダークラッド層と同一材料を用いて第2の補強層の下部を形成し、オーバークラッド層形成時に、上記第2の補強層の下部の上に、オーバークラッド層と同一材料を用いて第2の補強層の上部を形成することにより、第2の補強層を得るようにした光電気混載基板の製法を第7の要旨とする。

[0012] さらに、本発明は、それらのなかでも、特に、上記光導波路を形成する工程終了後、上記電気回路基板裏面側に、金属板もしくは繊維強化樹脂板を貼付することにより、第2の補強層を得るようにした光電気混載基板の製法を第8の要旨とする。

発明の効果

[0013] すなわち、本発明の光電気混載基板は、従来用いられてきた金属補強層とは別に、電気回路基板裏面側の、剛性を高めたい所定領域に、新たな第2の補強層を設けるようにしたものである。

[0014] この構成によれば、要求されるフレキシブル性と剛性のバランスを考慮し、かつ光結合時の光損失が問題とされない範囲内で、金属補強層の厚みを設定し、この金属補強層では剛性が不十分と思われる部分には、さらに第2の補強層を設けて、その部分の剛性を高めることができるようになっている。したがって、金属補強層の厚みを厚くして剛性を高める必要がなく、光結合時の光損失が大きくなることがない。そして、高い剛性が必要な特定の部分に、第2の補強層が設けられているため、全体としてフレキシブル性を有しているにもかかわらず、光結合部分やコネクタ接続部分の剛性が高く、安心して電子機器への組み込みやコネクタ接続作業を行うことができる。また、チップ等の実装部分やコネクタ接続部分の剛性が高いため、長期にわたって、荷重や温度の負担がかかるような環境で使用しても、反りや熱変形の影響を受けにくく、安定した品質を維持することができる。

[0015] また、本発明のなかでも、特に、上記第2の補強層が、上記電気回路基板裏面側の、光導波路が形成されていない部分を利用して形成されているものは、光導波路に対し影響を及ぼすことなく光導波路周辺部の剛性を高めることができ、好適である。

[0016] そして、本発明のなかでも、特に、上記第2の補強層が、光導波路のクラッド層と同一材料で形成されているものは、別途第2の補強層を用意してこれを取り付ける必要がなく、電気回路基板の裏面側に光導波路を形成する過程で同時に第2の補強層を得ることができるため、繊細な形状であっても簡

単に形成することができ、製造効率がよいという利点を有する。

[0017] さらに、本発明のなかでも、特に、上記第2の補強層が、金属板もしくは繊維強化樹脂板で形成されているものは、要求される剛性に応じて、適宜の材質のもの、適宜の厚みのものを選択して用いることができ、剛性の程度を設計しやすいという利点を有する。

[0018] そして、本発明の光電気混載基板の製法によれば、本発明の光電気混載基板を、効率よく製造することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1] (a) は本発明の光電気混載基板の一実施の形態を模式的に示す部分的な縦断面図、(b) はそのA-A' 矢視図である。

[図2] (a) ~ (d) は、いずれも上記光電気混載基板の製法における電気回路基板の作製工程を示す説明図である。

[図3] (a) ~ (d) は、いずれも上記光電気混載基板の製法における光導波路の作製工程を示す説明図である。

[図4] 本発明の光電気混載基板の他の例の説明図である。

[図5] (a)、(b) は、ともに上記光電気混載基板における第2の補強層の変形例の説明図である。

[図6] (a) ~ (c) は、いずれも上記第2の補強層の変形例の説明図である。

[図7] (a)、(b) は、ともに上記第2の補強層の変形例の説明図である。

[図8] (a) ~ (c) は、いずれも上記第2の補強層の変形例の説明図である。

[図9] 上記光電気混載基板における第2の補強層のさらなる変形例の説明図である。

[図10] (a) ~ (c) は、いずれも上記第2の補強層の変形例の説明図である。

[図11] 従来の光電気混載基板の一例を示す模式的な縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] つぎに、本発明の実施の形態を図面にもとづいて詳しく説明する。ただし、本発明は、この実施の形態に限るものではない。

[0021] 図1(a)は、本発明の光電気混載基板の一実施の形態を模式的に示す部分的な縦断面図であり、図1(b)は、そのA-A'矢視図である。すなわち、この光電気混載基板10は、絶縁層1の表面に電気配線2が設けられた電気回路基板Eと、上記絶縁層1の裏面側に設けられた光導波路Wとを備えている。

[0022] 上記電気回路基板Eは、ポリイミド等からなる絶縁層1の表面に、光素子実装用のパッド2aや、コネクタ実装用のパッド2b、その他各種の素子実装用のパッド、アース用電極等（図示せず）を含む電気配線2が形成され、これらのうち、上記パッド2a等を除く電気配線2が、ポリイミド等からなるカバーレイ3によって絶縁保護された構成になっている。なお、カバーレイ3によって保護されていないパッド2a等の表面は、金やニッケル等からなる電解めっき層4で被覆されている。

[0023] 一方、上記絶縁層1の裏面側に設けられた光導波路Wは、アンダークラッド層6と、その表面（図1においては下面）に所定パターンで形成されたコア7と、このコア7を被覆した状態で上記アンダークラッド層6の表面と一体化するオーバークラッド層8とで構成されている。

[0024] そして、上記電気回路基板Eの光素子実装用のパッド2aに対応するコア7の部分が、コア7の延びる方向に対して45°の傾斜面に形成されている。この傾斜面は、光の反射面7aになっており、コア7内を伝播されてきた光の向きを90°変えて光素子の受光部に入射させたり、逆に光素子の発光部から出射された光の向きを90°変えてコア7内に入射させたりする役割を果たす。

[0025] また、上記電気回路基板Eと光導波路Wの間には、この光電気混載基板10を補強するための金属補強層9が設けられており、フレキシブル性が要求される部分を除くところに、パターン形成されている。そして、この金属補強層9には、コア7と光素子との間の光路を確保するための貫通孔5が形成

されており、この貫通孔5内にも、上記アンダークラッド層6が入り込んでいる。なお、図1(b)においては、上記貫通孔5の図示を省略し、金属補強層9が形成されている部分を、間隔の大きい右下がり斜線で示している（以下の図においても同じ）。

[0026] そして、この金属補強層9の裏面側の、光導波路Wが形成されていない部分に、図1(b)に示すように、光導波路Wを三方向から囲う形で、第2の補強層20が形成されている。この第2の補強層20の形成部分を、間隔の小さい右上がり斜線で示している（以下の図においても同じ）。この、第2の補強層20によって、光電気混載基板10の光導波路Wが形成されていない部分の剛性が、金属補強層9のみが形成されている部分に比べて大幅に高められており、この部分において、反りや熱による変形の発生がとりわけ抑制されるようになっている。これが本発明の大きな特徴である。

[0027] 上記第2の補強層20の材質は、この第2の補強層20が形成された部分の剛性を高めるものであれば、樹脂、金属等、どのようなものであっても差し支えないが、この例では、光導波路Wのアンダークラッド層6およびオーバークラッド層8と同一の形成材料によって形成されており、以下に述べるように、光導波路Wの形成と同時に形成されている。

[0028] つぎに、上記光電気混載基板の製法について説明する（図2、図3を参照）。

[0029] まず、平板状の金属補強層9を準備し、その表面に、ポリイミド等からなる感光性絶縁樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ法により、所定パターンの絶縁層1を形成する〔図2(a)を参照〕。上記絶縁層1の厚みは、例えば3～50 μm の範囲内に設定される。また、上記金属補強層9の形成材料としては、ステンレス、銅、銀、アルミニウム、ニッケル、クロム、チタン、白金、金等があげられ、なかでも、剛性等の観点から、ステンレスが好ましい。また、上記金属補強層9の厚みは、その材質にもよるが、ステンレスを用いた場合、例えば10～70 μm の範囲内に設定される。すなわち、10 μm 未満では補強効果が十分に得られないおそれがあり、逆に70 μm を超

えると、金属補強層 9 の貫通孔 5 [図 1 (a) を参照] 内を移動する光の距離が長くなって、光損失が大きくなるおそれがあるからである。

[0030] つぎに、図 2 (b) に示すように、上記絶縁層 1 の表面に、電気配線 2 (光素子実装用のパッド 2 a やコネクタ用パッド 2 b、他のパッド、アース用電極等を含む、以下同じ) を、例えばセミアディティブ法により形成する。この方法は、まず、上記絶縁層 1 の表面に、スパッタリングまたは無電解めっき等により、銅やクロム等からなる金属膜 (図示せず) を形成する。この金属膜は、後の電解めっきを行う際のシード層 (電解めっき層形成の素地となる層) となる。そして、上記金属補強層 9、絶縁層 1 およびシード層からなる積層体の両面に、感光性レジスト (図示せず) をラミネートした後、上記シード層が形成されている側の感光性レジストに、フォトリソグラフィ法により、上記電気配線 2 のパターンの孔部を形成し、その孔部の底に上記シード層の表面部分を露呈させる。つぎに、電解めっきにより、上記孔部の底に露呈した上記シード層の表面部分に、銅等からなる電解めっき層を積層形成する。そして、上記感光性レジストを水酸化ナトリウム水溶液等により剥離する。その後、上記電解めっき層が形成されていないシード層の部分をソフトエッチングにより除去する。残存したシード層と電解めっき層とからなる積層部分が上記電気配線 2 となる。

[0031] つぎに、図 2 (c) に示すように、光素子実装用のパッド 2 a やコネクタ用パッド 2 b 等を除く電気配線 2 の部分に、ポリイミド等からなる感光性絶縁樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ法により、カバーレイ 3 を形成する。

[0032] そして、図 2 (d) に示すように、カバーレイ 3 によって被覆されていない光素子実装用のパッド 2 a やコネクタ用パッド 2 b 等の表面に電解めっき層 4 を形成する。このようにして、電気回路基板 E が形成される。

[0033] つぎに、上記金属補強層 9 と電気回路基板 E とからなる積層体の両面に、感光性レジストをラミネートした後、上記金属補強層 9 の裏面側 (電気回路基板 E が形成された面と反対側の面側) の感光性レジストのうち、金属補強層 9 が不要な部分と光路用の貫通孔形成予定部に対応する部分に、フォトリ

ソグラフィ法により、孔部を形成し、上記金属補強層 9 の裏面を部分的に露呈させる。

[0034] そして、上記金属補強層 9 の露呈部分を、その金属補強層 9 の金属材料に応じたエッチング用水溶液（例えば、金属補強層 9 がステンレス層である場合のエッチング用水溶液は、塩化第 2 鉄水溶液）を用いてエッチングすることにより除去し、その除去跡から絶縁層 1 を露呈させた後、上記感光性レジストを水酸化ナトリウム水溶液等により剥離する。これにより、図 3（a）に示すように、補強が必要な領域のみに金属補強層 9 が形成され、光路用の貫通孔 5 も同時に形成される。

[0035] つぎに、上記絶縁層 1 の裏面（金属補強層 9 が形成されている部分にあっては金属補強層 9 の裏面）に光導波路 W [図 1（a）参照] を形成するために、まず、図 3（b）に示すように、上記絶縁層 1 および金属補強層 9 の裏面（図において下面）に、アンダークラッド層 6 の形成材料である感光性樹脂を塗布した後、その塗布層を照射線により露光し硬化させて、アンダークラッド層 6 を形成する。また、このとき、上記アンダークラッド層 6 の形成材料を用いて、同時に、第 2 の補強層 20（図 1 を参照）の下部となる部分 20a（以下、「下部 20a」という）を形成する。上記アンダークラッド層 6 と第 2 の補強層 20 の下部 20a とは、フォトリソグラフィ法によって、所定パターン状に形成することができる。そして、アンダークラッド層 6 は、上記金属補強層 9 の光路用の貫通孔 5 に入り込んでこれを埋めた状態で形成される。上記アンダークラッド層 6 の厚み（絶縁層 1 の裏面からの厚み）は、通常、金属補強層 9 の厚みよりも厚く設定される。また、当然ながら、第 2 の補強層 20 の下部 20a も、アンダークラッド層 6 の厚みと同一の厚みに形成される。なお、光導波路 W を形成するための一連の作業は、上記金属補強層 9 が形成された絶縁層 1 の裏面を上に向けた状態で行われるが、図面では、そのままの状態を示している。

[0036] つぎに、図 3（c）に示すように、上記アンダークラッド層 6 の表面（図では下面）に、フォトリソグラフィ法により、所定パターンのコア 7 を形成

する。コア 7 の厚みは、例えば $3 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内に設定され、幅は、例えば $3 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内に設定される。上記コア 7 の形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層 6 と同様の感光性樹脂があげられ、上記アンダークラッド層 6 および後述するオーバークラッド層 8 の形成材料よりも屈折率の大きい材料が用いられる。この屈折率の調整は、例えば、アンダークラッド層 6、コア 7、オーバークラッド層 8 の各形成材料の種類の選択や組成比率を調整して行うことができる。

[0037] つぎに、図 3 (d) に示すように、上記コア 7 を被覆するように、アンダークラッド層 6 の表面（図では下面）に重ねて、フォトリソグラフィ法により、オーバークラッド層 8 を形成する。このとき、オーバークラッド層 8 の形成材料を用いて、同時に、第 2 の補強層 20 の下部 20 a の上に、その上部となる部分 20 b（以下、「上部 20 b」という）を形成する。このようにして、光導波路 W が形成されるとともに、第 2 の補強層 20 が形成される。なお、上記オーバークラッド層 8 の厚み（アンダークラッド層 6 の表面からの厚み）は、例えば、上記コア 7 の厚み以上で、 $300 \mu\text{m}$ 以下に設定される。また、当然ながら、第 2 の補強層 20 の上部 20 b も、オーバークラッド層 8 の厚みと同一の厚みに形成される。上記オーバークラッド層 8 および第 2 の補強層 20 の上部 20 b の形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層 6 と同様の感光性樹脂があげられる。

[0038] ちなみに、上記光導波路 W の形成材料の具体的な組成例を以下に示す。

<アンダークラッド層 6、オーバークラッド層 8、第 2 の補強層 20（下部 20 a + 上部 20 b）の形成材料>

脂環骨格を含むエポキシ樹脂（ダイセル化学工業社製、EHPE3150）

20 重量部 液状長鎖二官能半脂肪族エポキシ樹脂（DIC 社製、EXA-4816） 80 重量部

光酸発生剤（ADEKA 社製、SP170） 2 重量部

乳酸エチル（武蔵野化学研究所社製） 40 重量部

<コア 7 の形成材料>

○ークレゾールノボラックグリシジルエーテル（新日鐵住金化学社製、YDCN-700-10） 50重量部

ビスフェノキシエタノールフルオレンジグリシジルエーテル（大阪ガスケミカル社製、オグゾールEG） 50重量部

光酸発生剤（ADEKA社製、SP170） 1重量部

乳酸エチル（武蔵野化学研究所社製） 50重量部

[0039] このようにして形成された光導波路Wの所定部分に、レーザ加工や切削加工等により、コア7の延びる方向に対して45°傾斜した傾斜面を形成し、電気回路基板Eの表面側に実装される光素子との光結合のための反射面7a [図1(a)を参照]とする。そして、電気回路基板Eの表面側に設けられた電気配線2のパッド2aに光素子を実装する等、必要な部材の取り付けを行う。

[0040] このようにして、電気回路基板Eの裏面側に第2の補強層20が形成された、図1に示す光電気混載基板10を得ることができる。この光電気混載基板10は、金属補強層9の厚みが、光電気混載基板10のフレキシブル性と剛性のバランスを勘案し、しかも光結合時の光損失が問題とされない範囲で設定されている。そして、上記金属補強層9の形成だけでは不十分な、さらに高い剛性の必要な部分に、第2の補強層20が設けられている。したがって、このものは、全体としてフレキシブル性を有しているにもかかわらず、光結合部分やコネクタ接続部分の剛性が高く、安心して電子機器への組み込みやコネクタ接続作業を行うことができる。また、チップ等の実装部分やコネクタ接続部分の剛性が高いため、長期にわたって、荷重や温度の負担がかかるような環境で使用しても、反りや熱変形の影響を受けにくく、安定した品質を維持することができる。

[0041] しかも、上記第2の補強層20が、光導波路Wのクラッド層と同一材料で形成されているため、この平面視形状が複雑で繊細な形状であっても、アンダークラッド層6とオーバークラッド層8のパターンを形成する際に同時に形成することができるため、製造効率がよいという利点を有する。

[0042] なお、上記の例では、第2の補強層20を、光導波路Wのアンダークラッド層6とオーバークラッド層8の形成と同時に行っているが、第2の補強層20の形成方法は、これに限るものではない。例えば、第2の補強層20を形成することなく光電気混載基板10を形成した後、図4に示すように、別途用意した第2の補強層20用の板材を、接着剤層21を介して、電気回路基板Eの裏面に貼付するようにしてもよい。なお、上記第2の補強層20の貼付は、電気回路基板Eの表面側に光素子を実装する前であっても後であっても差し支えない。

[0043] 上記の方法によれば、第2の補強層20の形成材料として、光導波路Wのクラッド用材料と同一のものをを用いる必要はなく、各種の樹脂材料や金属材料を用いることができる。なかでも、薄い厚みで板状に成形することが可能で、高い剛性を発揮するものが好ましく、例えば、ステンレス、銅、銀、アルミニウム、ニッケル、クロム、チタン、白金、金等の金属材料や、ガラス繊維強化樹脂、炭素繊維強化樹脂等の繊維強化樹脂があげられる。これらのなかでも、特に、ステンレス板、ガラスエポキシ板等を用いることが最適である。なお、上記第2の補強層20を電気回路基板Eの裏面側に貼付する接着剤層21の材料は、第2の補強層20の材質に応じて、適宜のものが選択される。

[0044] 上記第2の補強層20の厚みは、要求される剛性と、その材料の種類によって決まるのであり、ステンレス板の場合、例えば20～2000 μm に設定することができる。また、ガラスエポキシ板の場合、例えば100～3000 μm に設定することができる。そして、上記第2の補強層20の電気回路基板Eへの貼付は、例えば、剥離シート上に接着剤層21を形成し、その上に、金属層や繊維強化樹脂層等を積層し、これを所定形状に打ち抜いたものを、剥離シートを除去して電気回路基板Eの裏面の所定位置に貼付することによって行うことが好適である。

[0045] なお、本発明において、電気回路基板Eの裏面側に設ける第2の補強層20の形成領域は、上記の例に限らず、剛性が要求される領域に応じて、いろ

いゝな配置で設けることができる。すなわち、上記の例では、図 1（b）に示すように、電気回路基板 E の裏面側に設けられた金属補強層 9 と第 2 の補強層 20 の外形が一致する形で、光導波路 W の周囲に第 2 の補強層 20 を形成したが、例えば、図 5（a）に示すように、電気回路基板 E の裏面側において、金属補強層 9 よりも一回り小さく第 2 の補強層 20 を形成して、光導波路 W の周囲の、中心側における剛性を高めることができる。

[0046] また、光導波路 W の三方を囲うのではなく、図 5（b）に示すように、光導波路 W の長手方向先端縁と電気回路基板 E の端縁との間の部分にのみ、第 2 の補強層 20 を形成して、この部分の剛性を高めるようにしてもよい。

[0047] さらに、図 6（a）に示すように、電気回路基板 E の先端縁に沿って帯状に第 2 の補強層 20 を形成することができる。あるいは、図 6（b）に示すように、電気回路基板 E の、光導波路 W の長手方向に沿う両側縁に沿って、それぞれ帯状に第 2 の補強層 20 を形成したり、図 6（c）に示すように、その一方側の側縁に沿って、帯状に第 2 の補強層 20 を形成したりして、要求される方向の側縁部の剛性を高めることにより、そのハンドリング性を向上させることができる。

[0048] また、電気回路基板 E の裏面側において、金属補強層 9 の外形が電気回路基板 E の外形より小さく形成されている場合、第 2 の補強層 20 は、図 7（a）に示すように、金属補強層 9 と電気回路基板 E の絶縁層 1 にまたがって形成したり、図 7（b）に示すように、金属補強層 9 とは全く重ならない配置で、絶縁層 1 の裏面に直接形成したりすることができる。

[0049] そして、上記のように、第 2 の補強層 20 を絶縁層 1 の裏面に直接形成する場合も、図 6（a）～（c）に示す例と同様、電気回路基板 E の端縁や側縁に沿って帯状に第 2 の補強層 20 を形成することができる〔図 8（a）～（c）を参照〕。

[0050] また、図 1 の例と同様、光導波路 W の周囲を囲うようにして形成された第 2 の補強層 20 において、図 9 に示すように、その光導波路 W と対峙する面の上部から側方（光導波路 W と重なる方）に向かって延びるカバー部 22 を

延設してもよい。カバー部22が延設された第2の補強層20は、その平面図である図10(a)に示すように、光導波路Wの周囲を囲うだけでなく、袋状にすっぽりと光導波路Wの光結合部周辺を覆うため、光結合部周辺の剛性を、さらに高めることができる。なお、図10において、第2の補強層20が金属補強層9もしくは絶縁層1と接合している部分（カバー部22以外の部分）を、左右方向に延びる間隔の狭い平行線で示す。したがって、この光電気混載基板10は、ハンドリング性がさらに向上するとともに、より優れた品質安定性を有するものとなる。しかも、上記カバー部22によって、光導波路W側の反射面7a（図9を参照）とその周辺部を清浄に保つことができるため、光損失を、より一層抑制することができる。

[0051] なお、上記カバー部22は、図10(b)に示すように、光導波路Wの先端側の一個所に設けられた第2の補強層20から片持ち状態で延設したものであっても、図10(c)に示すように、光導波路Wを挟んで両側に設けられた第2の補強層20に跨がる配置で延設したものであってもよい。

[0052] そして、上記カバー部22付きの第2の補強層20を得るには、例えば図9において一点鎖線Pで示すところより下の根元側の部分（図では上）を、前述のように、光導波路W形成時に同じクラッド材料で同時に形成するか、接着剤層21を介して板状の補強層材を貼付する方法によって形成した後、その上（図では下）に、カバー部22となる板材を貼付することによって、目的とするカバー部22付きの第2の補強層20を得ることができる。

[0053] もちろん、レーザ加工等によって、カバー部22が延設された第2の補助層20の形状に成形された板材を準備し、これをそのまま電気回路基板Eの裏側に、接着剤層21を介して貼付するようにしてもよい。

[0054] なお、上記カバー部22の厚みは、第2の補強層20全体の厚みとのバランスと、形状保持性能を考慮して、適宜の厚みに設定することができる。例えば、第2の補強層20全体の厚みを100～3000 μm とし、カバー部22の厚みを50～2950 μm とすることができる。

[0055] また、上記一連の例において、第2の補強層20（カバー部22付きのも

のにあつてはカバー部２２以外の部分）は、電気回路基板Ｅの裏面側において光導波路Ｗが形成されていない部分を利用して形成されているが、第２の補強層２０の配置は、必ずしも光導波路Ｗが形成されていない部分に限るものではない。例えば、電気回路基板Ｅの裏面側において、光導波路Ｗが形成されていない部分と、光導波路Ｗの形成面とに跨がって、第２の補強層２０を設けてもよいし、あるいは光導波路Ｗの形成面の上に、重ねて第２の補強層２０を形成することができる。ただし、光導波路Ｗに第２の補強層２０を重ねて形成する場合は、光導波路Ｗのコア７の配置と、第２の補強層２０の配置とが、平面視において重ならない配置にすることが望ましい。

[0056] さらに、図１に示す例では、光導波路Ｗの外形がアンダークラッド層６とオーバークラッド層８の両方で形成されたものであるが、光導波路Ｗの外形は、オーバークラッド層８のみで形成されたものであっても、コア７のみで形成されたものであっても差し支えない。そして、光導波路Ｗと同時に第２の補強層２０を形成する場合、第２の補強層２０は、オーバークラッド層８と同時、もしくはコア７と同時に形成することができる。

[0057] なお、上記実施の形態においては、本発明における具体的な形態について示したが、上記実施の形態は単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるものではない。当業者に明らかな様々な変形は、全て本発明の範囲内であることが企図されている。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明は、電気回路基板部分が反りや熱変形の影響を受けにくく、取り扱い性に優れ、安定した品質を備えた光電気混載基板の提供に利用することができる。

符号の説明

[0059] Ｅ 電気回路基板
 Ｗ 光導波路
 １ 絶縁層
 ２ 電気配線

9 金属補強層

10 光電気混載基板

20 第2の補強層

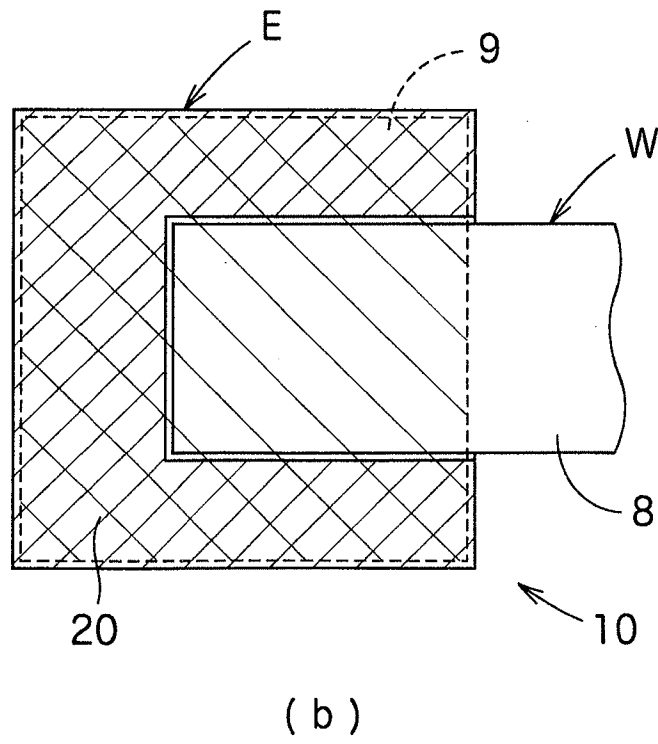
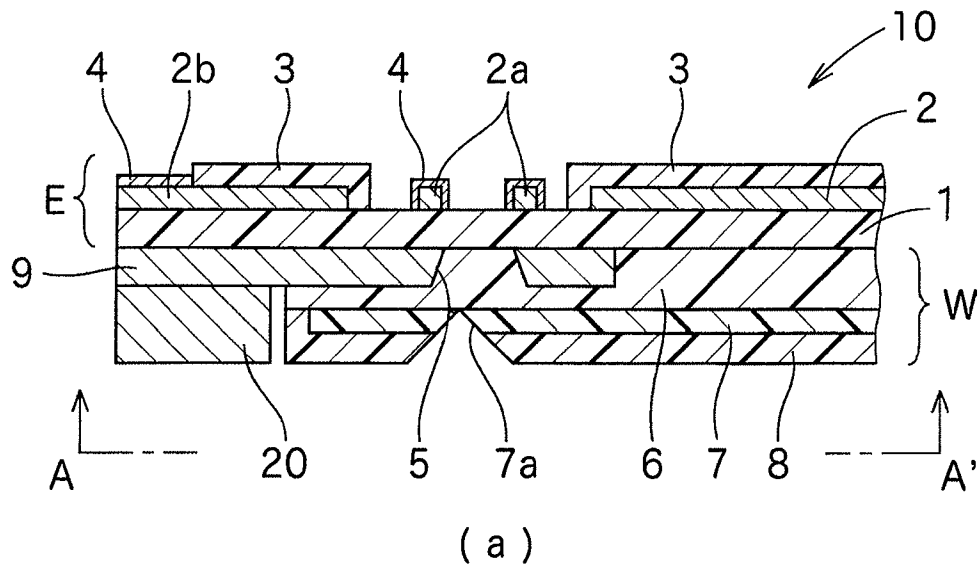
請求の範囲

- [請求項1] 絶縁層の表面に電気配線が形成された電気回路基板と、上記電気回路基板の裏面側に部分的に形成された金属補強層と、同じく上記電気回路基板の裏面側と部分的に重なる配置で設けられた光導波路とを備えた光電気混載基板であって、上記電気回路基板の裏面側に、第2の補強層が形成されていることを特徴とする光電気混載基板。
- [請求項2] 上記第2の補強層が、上記電気回路基板裏面側の、光導波路が形成されていない部分を利用して形成されている請求項1記載の光電気混載基板。
- [請求項3] 上記第2の補強層が、光導波路のクラッド層と同一材料で形成されている請求項1または2記載の光電気混載基板。
- [請求項4] 上記第2の補強層が、金属板もしくは繊維強化樹脂板で形成されている請求項1または2記載の光電気混載基板。
- [請求項5] 請求項1記載の光電気混載基板の製法であって、金属補強層の表面に絶縁層を形成し、この絶縁層の表面に電気配線を形成して電気回路基板を得る工程と、上記金属補強層の不要な部分を除去し、その除去部から電気回路基板の裏面を部分的に露呈させる工程と、上記電気回路基板の裏面側と部分的に重なる配置で光導波路を形成する工程と、上記電気回路基板裏面側に第2の補強層を形成する工程とを備えたことを特徴とする光電気混載基板の製法。
- [請求項6] 上記第2の補強層を、上記電気回路基板裏面側の、光導波路が形成されていない部分を利用して形成するようにした請求項5記載の光電気混載基板の製法。
- [請求項7] 上記光導波路を形成する工程が、アンダークラッド層とコア層とオーバークラッド層とをこの順で積層する工程であり、上記アンダークラッド層形成時に、上記電気回路基板裏面側に、アンダークラッド層と同一材料を用いて第2の補強層の下部を形成し、オーバークラッド層形成時に、上記第2の補強層の下部の上に、オーバークラッド層と

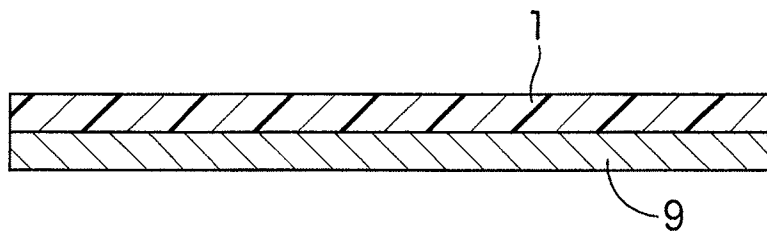
同一材料を用いて第2の補強層の上部を形成することにより、第2の補強層を得るようにした請求項6記載の光電気混載基板の製法。

[請求項8] 上記光導波路を形成する工程終了後、上記電気回路基板裏面側に、金属板もしくは繊維強化樹脂板を貼付することにより、第2の補強層を得るようにした請求項5または6記載の光電気混載基板の製法。

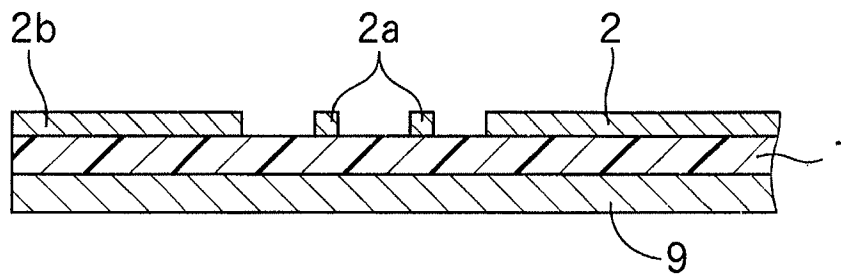
[図1]



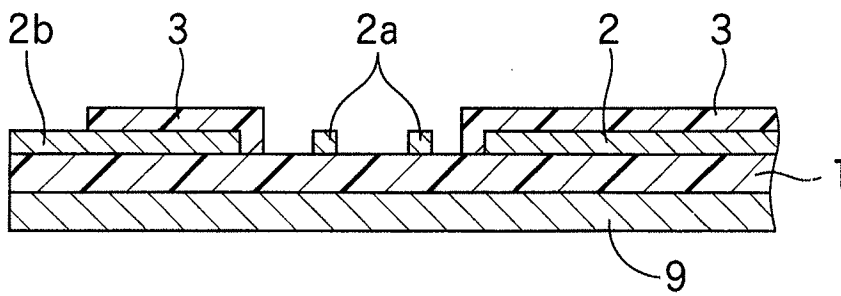
[図2]



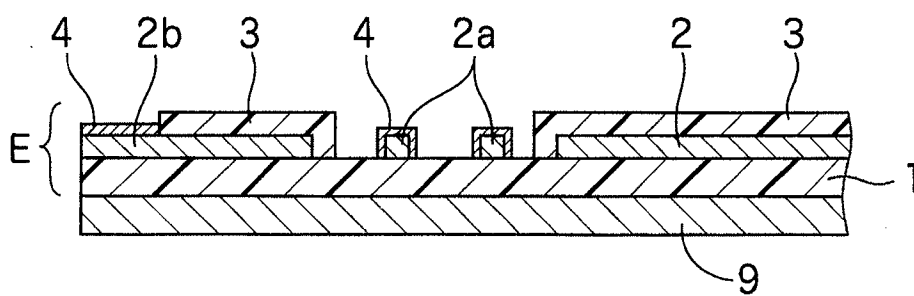
(a)



(b)

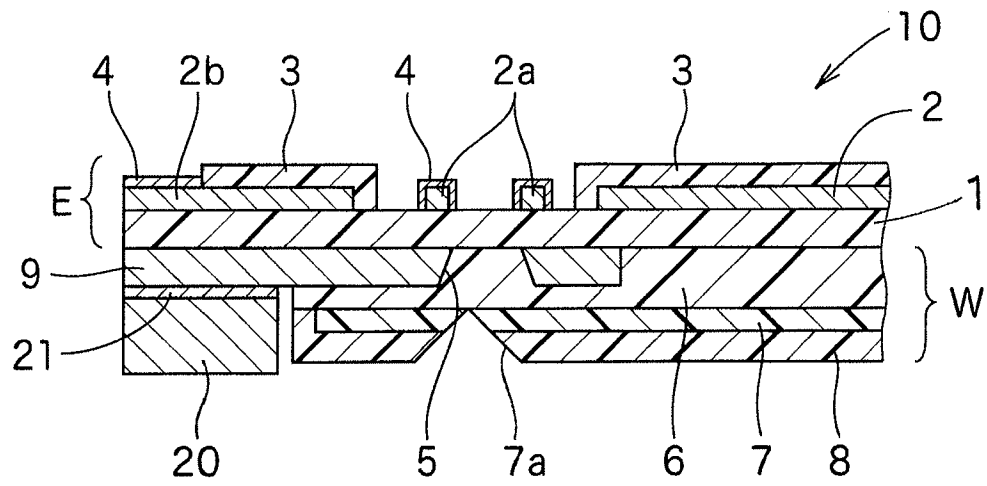


(c)

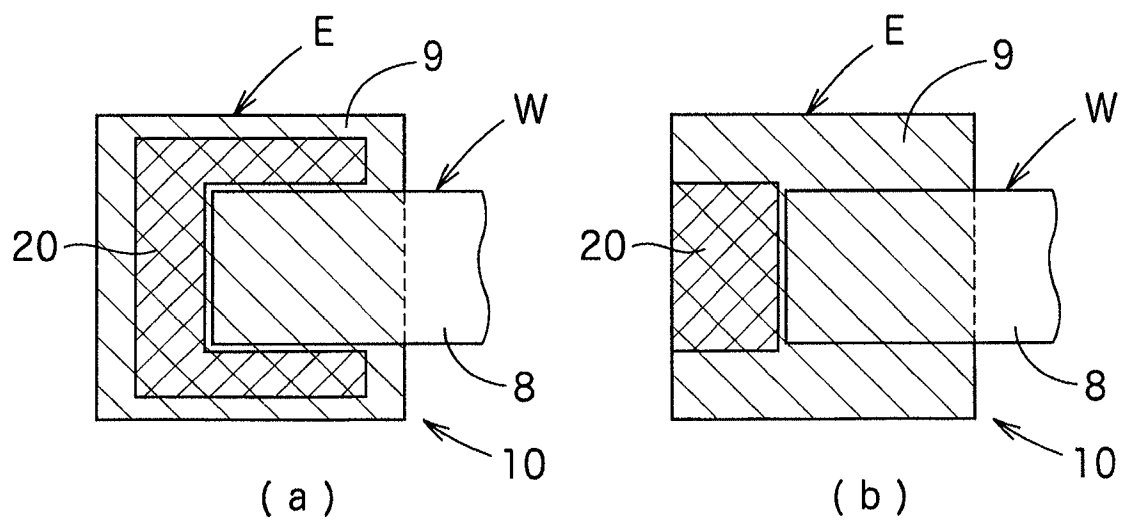


(d)

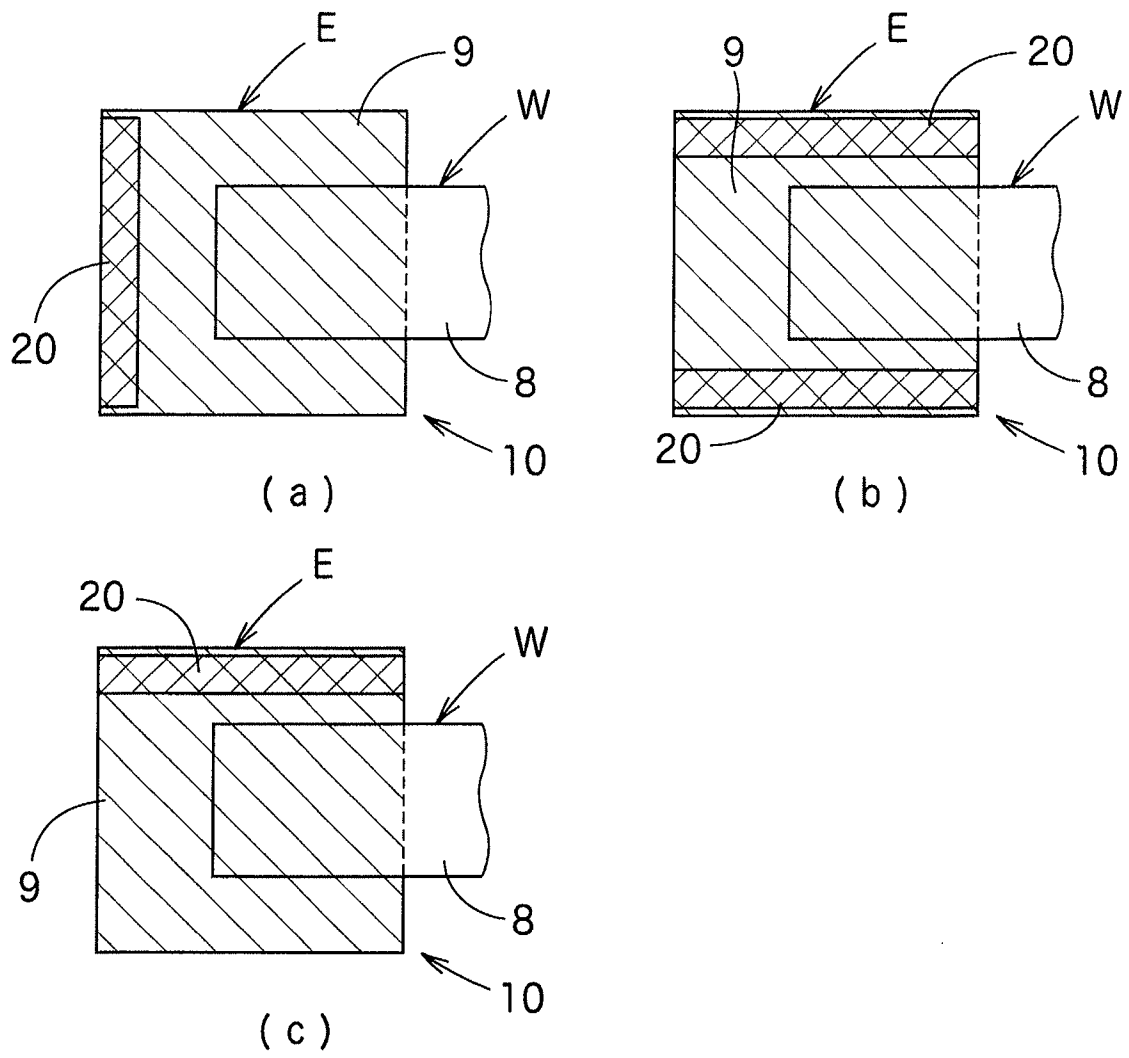
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

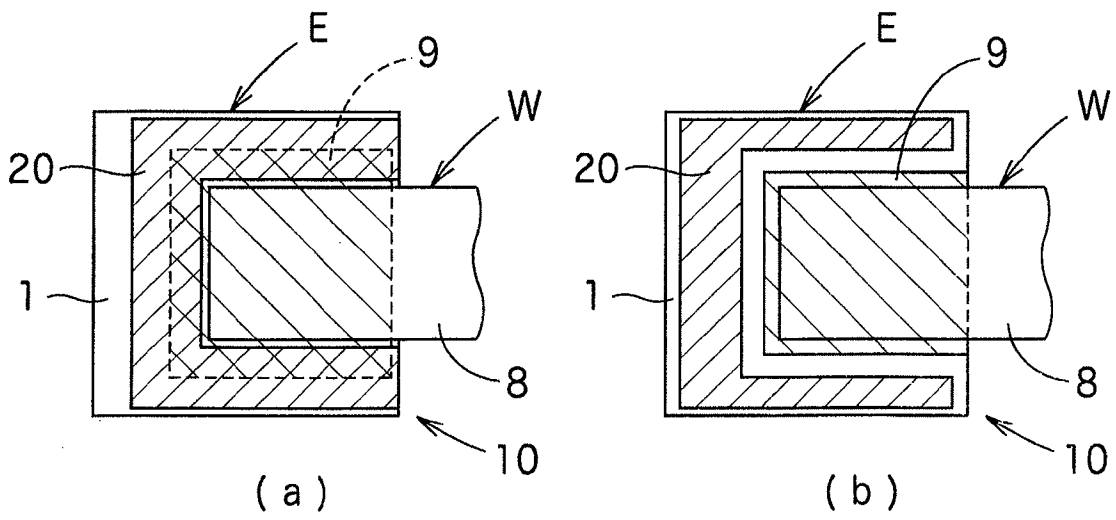
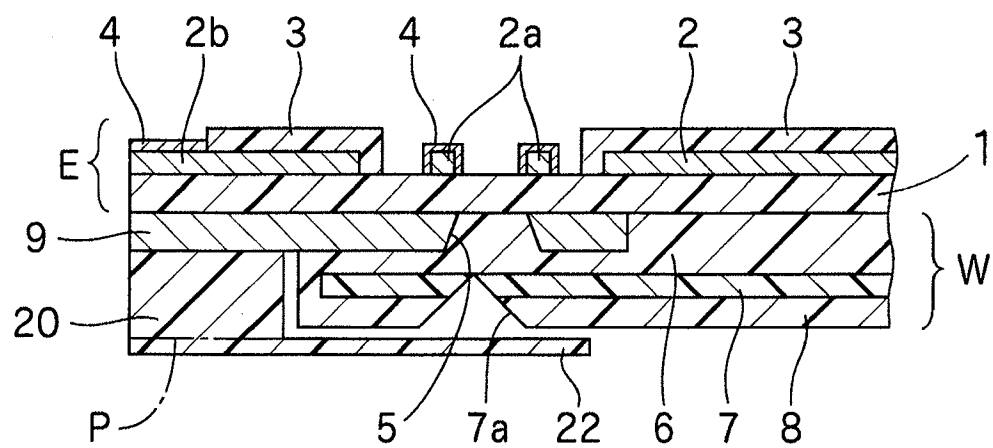
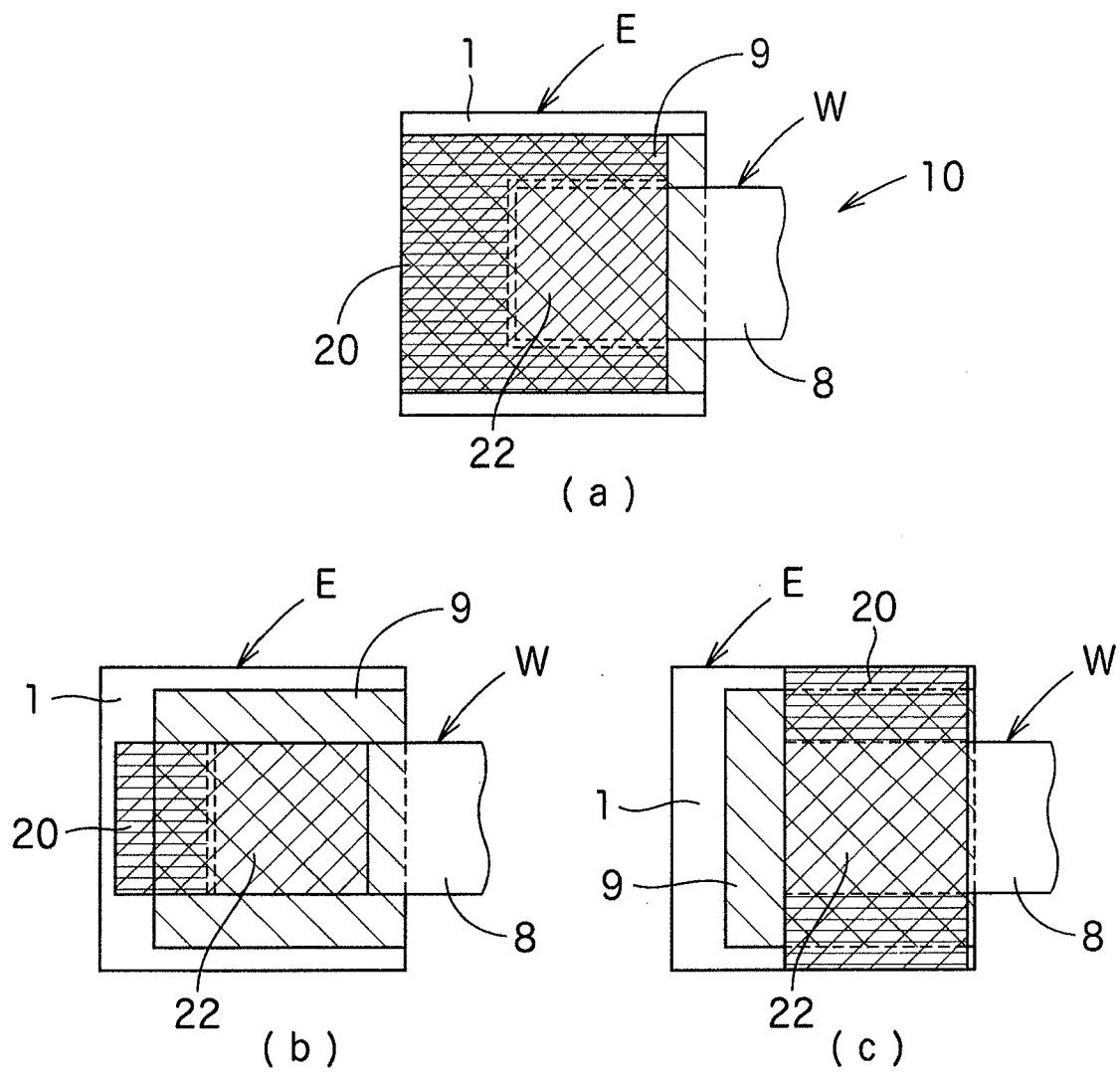


Figure 1(b) is a cross-sectional view of the second embodiment of the semiconductor device. It shows a substrate 1 with a central region 9. This region is surrounded by a first insulating layer 8. The entire structure is covered by a second insulating layer 10. A conductive layer 20 is formed on the top and bottom surfaces of the substrate 1, extending over the central region 9 and the first insulating layer 8. A dashed line indicates the boundary between the central region 9 and the first insulating layer 8.

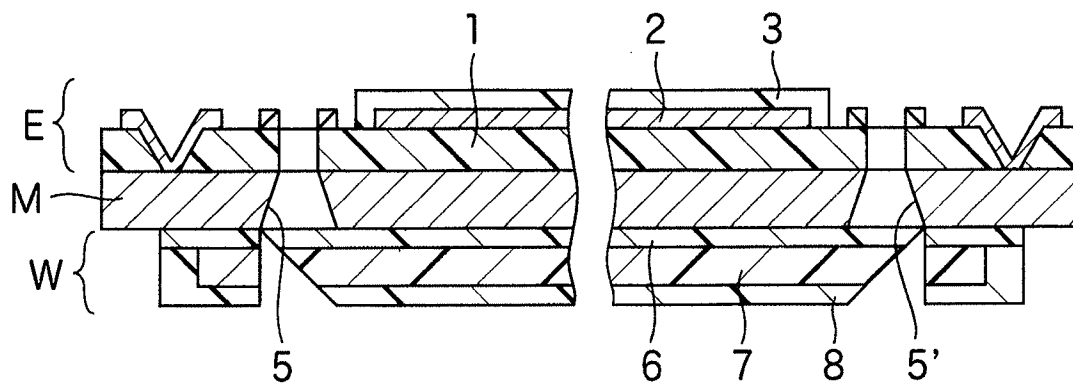
【図9】



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/122(2006.01)i, G02B6/13(2006.01)i, H05K1/02(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)

G02B6/12-6/14, H05K1/00-1/02

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2014-106355 A (Nitto Denko Corp.), 09 June 2014 (09.06.2014), paragraphs [0020] to [0071]; fig. 1 to 17 & US 2014/0147076 A1 paragraphs [0056] to [0109] & EP 2736309 A1 & CN 103837932 A & KR 10-2014-0068756 A	1-3, 5-7 4, 8
X	JP 2012-163649 A (Hitachi Cable Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraphs [0015] to [0046]; fig. 5 to 13 (Family: none)	1-8

☒ 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
18 December 2015 (18.12.15)

Date of mailing of the international search report
28 December 2015 (28.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078819

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 2012-042731 A (Toshiba Corp.), 01 March 2012 (01.03.2012), paragraphs [0012] to [0013]; fig. 1 to 5 & US 2012/0045168 A1 paragraphs [0016] to [0017]	2, 4, 6, 8
Y	JP 2012-194401 A (Nitto Denko Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0029] to [0038]; fig. 1 to 5 & US 2012/0237158 A1 paragraphs [0035] to [0044] & CN 102681106 A	2, 4, 6, 8
Y	JP 2010-266598 A (Hitachi Cable Ltd.), 25 November 2010 (25.11.2010), paragraphs [0017] to [0034]; fig. 1 to 3, 5 (Family: none)	4, 8
Y	JP 05-281428 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 29 October 1993 (29.10.1993), paragraph [0012]; fig. 1, 7 to 8 (Family: none)	4, 8
A	JP 2010-286777 A (Toshiba Corp.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0016] to [0030], [0061] to [0068]; fig. 7 & US 2010/0316335 A1 paragraphs [0019] to [0035], [0066] to [0073]	1-8
A	JP 2012-150223 A (Hitachi Cable Ltd.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0020] to [0031]; fig. 7 to 8 & US 2012/0183253 A1 paragraphs [0038] to [0058] & CN 202585521 U	1-8
A	JP 2010-276676 A (Hitachi Cable Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0018] to [0034]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-8

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, H05K1/02(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. G02B6/12-6/14, H05K1/00-1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2014-106355 A（日東電工株式会社）2014.06.09, [0020]-[0071], 図 1-17 & US 2014/0147076 A1, [0056]-[0109] & EP 2736309 A1 & CN 103837932 A & KR 10-2014-0068756 A	1-3, 5-7 4, 8
X	JP 2012-163649 A（日立電線株式会社）2012.08.30, [0015]-[0046], 図 5-13（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2012-042731 A（株式会社東芝）2012.03.01, [0012]-[0013], 図 1-5 & US 2012/0045168 A1, [0016]-[0017]	2, 4, 6, 8

☒ 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

18.12.2015

国際調査報告の発送日

28.12.2015

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）

奥村 政人

2 X

4 7 5 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-194401 A (日東電工株式会社) 2012. 10. 11, [0029]-[0038], 図 1-5 & US 2012/0237158 A1, [0035]-[0044] & CN 102681106 A	2, 4, 6, 8
Y	JP 2010-266598 A (日立電線株式会社) 2010. 11. 25, [0017]-[0034], 図 1-3, 5 (ファミリーなし)	4, 8
Y	JP 05-281428 A (日本電信電話株式会社) 1993. 10. 29, [0012], 図 1, 7-8 (ファミリーなし)	4, 8
A	JP 2010-286777 A (株式会社東芝) 2010. 12. 24, [0016]-[0030], [0061]-[0068], 図 7 & US 2010/0316335 A1, [0019]-[0035], [0066]-[0073]	1-8
A	JP 2012-150223 A (日立電線株式会社) 2012. 08. 09, [0020]-[0031], 図 7-8 & US 2012/0183253 A1, [0038]-[0058] & CN 202585521 U	1-8
A	JP 2010-276676 A (日立電線株式会社) 2010. 12. 09, [0018]-[0034], 図 2-3 (ファミリーなし)	1-8