

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4855397号
(P4855397)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 6/122 (2006.01)

G02B 6/12

G02B 6/42 (2006.01)

G02B 6/42

G02B 6/13 (2006.01)

G02B 6/12

B

M

請求項の数 22 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-520526 (P2007-520526)
 (86) (22) 出願日 平成17年7月8日 (2005.7.8)
 (65) 公表番号 特表2008-506158 (P2008-506158A)
 (43) 公表日 平成20年2月28日 (2008.2.28)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2005/024231
 (87) 國際公開番号 WO2006/014582
 (87) 國際公開日 平成18年2月9日 (2006.2.9)
 審査請求日 平成20年5月16日 (2008.5.16)
 (31) 優先権主張番号 60/586,257
 (32) 優先日 平成16年7月8日 (2004.7.8)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 596012272
 ダウ・コーニング・コーポレイション
 アメリカ合衆国48686ミシガン州ミド
 ランド、ウェスト・サルツバーグ・ロード
 2200
 (73) 特許権者 507007979
 ジェムファイヤー・コーポレーション
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9453
 8,フレモント,ページ・アベニュー1
 220
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】短距離光相互接続装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学接続装置であって、
 光学素子および電子素子、および回路を支持可能なプリント配線板と、
重合体導波路と、を有し、
 前記重合体導波路は、
 上部クラッド層、コア重合体層、下部クラッド層、および、外部磁場発生源および接
 触による損傷から前記重合体導波路を保護するための、前記重合体導波路の底部表面上に
 形成される保護重合体コーティングを有し、

前記コア重合体層、または、前記上部クラッド層および前記下部クラッド層、あるいは前記3つの層の全ては、1/秒の周波数で測定した場合に、1未満のタンデルタを有す
 るシロキサン重合体-ナノ粒子充填材混成材料であり、

前記シロキサン重合体の屈折率は、前記ナノ粒子充填材の屈折率の0.03以内であ
 り、

前記ナノ粒子充填材は、前記光学接続装置の最小関心波長の10分の1より小さい平
 均粒子寸法を備えるナノ粒子を有し、

前記重合体導波路は、プリント工程を用いて形成され、
 更に前記光学接続装置は、前記重合体導波路から導かれる光を、前記光学素子および前
 記電子素子あるいは別の重合体導波路に導くための、前記重合体導波路の両端部において
 前記重合体導波路と一体的に形成される平面外ミラーと、

10

20

前記プリント配線板、前記コア重合体層、または、前記上部クラッド層および前記下部クラッド層を通じて光伝播を可能にする通路とを有することを特徴とする光学接続装置。

【請求項 2】

前記シロキサンは、エポキシ基、ビニルエーテル基、ビニルエステル基、ビニル基、及びアクリレート基からなる群から選択される官能基を備えるシロキサン重合体を有することを特徴とする請求項₁に記載の光学接続装置。

【請求項 3】

前記シロキサン重合体はUV硬化性であることを特徴とする請求項₂に記載の光学接続装置。

【請求項 4】

前記シロキサン重合体は、光カチオン硬化性重合体を含むことを特徴とする請求項₃に記載の光学接続装置。

10

【請求項 5】

前記シロキサン重合体は、光分解性酸を含むシロキサン共重合体を有することを特徴とする請求項₄に記載の光学接続装置。

【請求項 6】

前記シロキサン重合体は、自由ラディカル光硬化性重合体を含むことを特徴とする請求項₃に記載の光学接続装置。

【請求項 7】

前記自由ラディカル光硬化性重合体は、アクリル基、メタアクリル基、硫化物基、ビニルケトン基、ビニルアセテート基及びポリアミド系不飽和重合体からなる群から選択されることを特徴とする請求項₆に記載の光学接続装置。

20

【請求項 8】

前記シロキサン重合体は、熱硬化性重合体を含むことを特徴とする請求項₂に記載の光学接続装置。

【請求項 9】

前記シロキサン重合体は、少なくとも1つのオルガノポリシロキサンを含み、前記オルガノポリシロキサンは、平均して分子毎に少なくとも2つの反応性官能基を備え、分子量の平均値は80000以下であり、分子毎に平均0乃至90mol%のシリコン結合フェニル基を備えることを特徴とする請求項₈に記載の光学接続装置。

30

【請求項 10】

前記ナノ粒子充填材は、溶融シリカ、ヒュームドシリカ、コロイドシリカ、チタニア、及びケイ素からなる群から選択されることを特徴とする請求項₁に記載の光学接続装置。

【請求項 11】

前記ナノ粒子充填材はシリカを有することを特徴とする請求項₁₀に記載の光学接続装置。

【請求項 12】

前記平面外ミラーは全反射表面を有することを特徴とする請求項₁に記載の光学接続装置。

【請求項 13】

複数の重合体導波路を有することを特徴とする請求項₁に記載の光学接続装置。

40

【請求項 14】

複数の重合体導波路を備える複数層構造を有することを特徴とする請求項₁₃に記載の光学接続装置。

【請求項 15】

光学接続装置を形成する方法であって、前記方法は、

上部クラッド層、コア重合体層、下部クラッド層、及び平面外ミラーを有する重合体導波路を形成する工程を有し、前記重合体導波路を形成する工程は、

1) プリント配線板に、コネクタ、素子、通路のための穴を形成する工程と、

2) 予備形成コネクタピンを前記プリント配線板の電気側面に接着する工程と、

50

3) 前記プリント配線板を適当な薬剤で洗浄し、前記プリント配線板の電気表面および光学表面に、接着促進材を付与する工程と、

4) 前記光学表面に保護層を適用する工程と、

5) 前記プリント配線板の前記電気表面上の開口通路の中に、重合体クラッド層を適用する工程と、

6) 前記プリント配線板の前記電気表面上に、窓、通路又は小型レンズアレイを、微細鋳造及び重合化する工程と、

7) 前記電気表面を後続の工程から保護するために、前記プリント配線板に接着フィルム又は半田マスクを適用する工程と、

8) 前記プリント配線板の前記光学表面から前記保護層を取り除く工程と、

10

9) 前記光学表面上に下部クラッド層を適用する工程と、

10) 前記下部クラッド層に接着促進処理を施す工程と、

11) 所望のフィルム高さを得るために、コア重合体層を適用する工程と、

12) コア重合体パターンを前記通路の位置に対して整列させ、その後前記コア重合体をUV硬化させる工程と、

13) 機械的補助溶剤を用いて、前記コア重合体層から硬化していない重合体を取り除く工程と、

14) 残存するコア重合体材料を完全に重合化させるために、前記プリント配線板をUV光にさらす工程と、

15) 前記下部クラッド層及び前記コア重合体層に、接着促進処理を施す工程と、

20

16) 前記コア重合体層及び前記下部クラッド層の上に充填材を含む上部クラッド層を適用する工程と、

17) 前記平面外ミラー位置付近であるが前記平面外ミラーの位置を含まない領域を硬化させる工程と、

18) 低接着スタイラス又はファイバーチップを用いて、硬化していない上部クラッド層に平面外ミラーを鋳造する工程と、

19) 残存する重合体材料を硬化させるために、UVフラッド露光により前記プリント配線板を硬化させる工程と、

20) 前記平面外ミラー表面を金属被覆する工程と、

21) 下にある層を環境損傷から保護するために、後続の硬化工程で前記プリント配線板の前記光学表面を被覆する工程と、を有し、

30

前記コア重合体層を適用する工程11；または、前記上部クラッド層および下部クラッド層を適用する工程9、16；または、前記コア重合体層、下部クラッド層および上部クラッド層を適用する工程9、11，16は、1/秒の周波数で測定して1より小さいタンデルタを備えるシロキサン重合体-ナノ粒子充填材混成材料をスクリーンプリントする工程を有し、前記ナノ粒子充填材は、前記光学接続装置の最小関心波長の10分の1より小さいナノ粒子サイズのナノ粒子を有する、ことを特徴とする方法。

【請求項16】

前記上部クラッド層を、後続のコア重合体層の下部クラッド層として用い、その後工程9から工程20までを繰り返すことを特徴とする請求項15に記載の方法。

40

【請求項17】

前記上部クラッド層を適用する前に平面外ミラーを鋳造する追加の工程であって、

a) 45°に磨かれたファイバーチップに前記コア重合体材料を少量適用する工程と、

b) 前記平面外ミラーが成形される位置に前記ファイバーチップを配置し、前記コア重合体層に対して前記コア重合体材料を積層させる工程と、

c) 前記コア重合体層と一体的に平面外ミラーを成形するために、積層させた前記コア重合体材料を硬化させる工程と、

d) 前記ファイバーチップを取り除く工程とを有することを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項18】

50

硬化していない上部クラッド層に平面外ミラーを鋳造する工程 18 は、さらに、

a) 前記コア重合体層の上に堆積された前記上部クラッド層の硬化していない領域に前記ファイバーチップを適用する工程と、

b) 前記上部クラッド層と前記コア重合体層との両方において前記平面外ミラーを形成するように硬化させる工程と、

c) 前記ファイバーチップを取り除く工程と、

を有することを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

前記ミラー面を重合化する工程は、透過 UV 光の送達により局在化され、また、全反射又は反射内表面を用いる鋳造スタイルスにより閉じ込められることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

10

【請求項 20】

前記ミラー面を重合化する工程は、透過 UV 光の送達により局在化され、また、全反射又は反射内表面を用いる鋳造スタイルスにより閉じ込められることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

1 つ又はそれ以上の軸に沿って整列される端部を持つ重合体導波路アレイは、同時に单一又は複数の鋳造表面を備える幅広のスタイルスを用いて、ミラー面が成形されることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】

20

1 つ又はそれ以上の軸に沿って整列される端部を持つ重合体導波路アレイは、同時に单一又は複数の鋳造表面を備える幅広のスタイルスを用いて、ミラー面が成形されることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光相互接続構造を製造する方法及び材料に関する。

【背景技術】

【0002】

光相互接続装置を含むシステムは、しばしば高速で情報を伝達するのに用いられる。例えば、このようなシステムは、基板 - 基板、バックプレーン、ローカルエリアネットワーク (LAN)、ワイドエリアネットワーク (WAN) 及びそれらに類似の応用に用いられる。光システムは電気的な相互接続システムと比べて有利である。一般的に、光システムは電磁的な干渉に影響されにくく、結果として伝送効率が高くなる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

チップ - チップ及び基板 - 基板光通信のための短距離 (2 メートル未満) 光相互接続装置が、主に米国国防総省により資金提供されて 10 年以上にわたって開発してきた。次世代 (及び未来の) コンピュータ及び遠距離通信システムに求められる、バンド幅、安全性、信頼性、及び寸法により、これらの光相互接続装置への要望が高まっている。内部クロック速度は今日においては 3 GHz に達し、次の数年で 5 GHz になると予想されており、将来のコンピュータシステムの速度を制限するボトルネックは、ソースコンピュータプロセッサチップから他のコンピュータプロセッサ、DSP 及びデータ格納装置に、クロック速度と同等又はより高い速度でデータを伝達及び中継する工程である。

40

【0004】

この相互接続システムのボトルネックを解決するために、光相互接続装置を含む多くの技術が開発してきた。典型的な光相互接続システムは一般的に、導波路材料に連結されたレーザー発信器のような発光装置、及びフォトダイオードのような受光装置を含む。使用する製造方法が複雑であるために、光相互接続システムの製造コストは高い。それゆえ

50

、本技術分野においては、光導波路あるいは光学接続装置をコスト効率よく製造する方法が望まれる。このような方法においては、光導波路あるいは光学接続装置は光を発信器から受信器に案内し、発信器および受信器は標準的なプリント配線板（PWB）組立工程に組み込まれ、あるいはフレックス回路に組み込まれる。

【0005】

基板、好ましくはプリント配線板（PWB）の表面上の任意の2点を接続できる多モード光接続装置への需要がある。このような光学接続装置は、グラスファイバー樹脂（FR4）やポリアミドのような、ガラス及び多様な堅固及び可撓性のPWB基板構成を含む大きな領域の基板に対して、コスト効率よく調整できる多波長重合体導波路の製造工程を必要とする。そこで光学接続装置を生成するために、多波長導波路が平面外ミラーと結合される。重合体導波路中に平面外ミラーを成形するために、レーザーアブレーション、反応性イオンエッティング（RIE）、微細加工、鋳造及びガラス挿入装置を含むいくつかの異なる技術が過去に用いられてきた。これらの従来技術は全て、実装工程に高価な装置を必要とするか、あるいは、損失の高いミラーを製造するものであり、このような技術は商用に実行可能な方法に適用できなかった。平面外ミラーは、PWBの製造工程に要求される温度、圧力及び化学的雰囲気に耐え得る程度に十分な強度を備えていなければならない。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

光学接続装置は、PWB又は他の支持基盤上に、上部クラッド層、コア重合体層及び下部クラッド層を備える重合体導波路を有する。光学接続装置は、重合体導波路の一方の端部又は両端部が、基板を光が通過するのを促進する平面外ミラー及び通路により終端している。光学接続装置は单一あるいは複数層ネットワーク中に、個別、複数あるいは大規模並列のチャネルを有する。コア層、クラッド層又はその両方の重合体層は、ナノ粒子充填材を有するシロキサン重合体材料を含むことが好ましく、充填材の粒子サイズは、光学接続装置の最小関心波長の10分の1より小さい寸法であることが好ましい。

20

【0007】

また、以下の工程を有する光学接続装置を製造する方法を開示する。本方法は、上部クラッド層、コア重合体層及び下部クラッド層を有する重合体導波路を形成する工程を有し、コア重合体、あるいは上部クラッド層および下部クラッド層、若しくはその両方はナノ粒子充填材を備える重合体材料を含み、ナノ粒子充填材の粒子の寸法は、プリント工程に用いる光学接続装置の最小関心波長の10分の1より小さい寸法であることを特徴としている。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図1に、本発明による光学接続装置5が示されている。電気層15及び光学層20を備えるプリント配線板（PWB）10が示されている。光源25及び受光装置30は、PWB10の上部の電気表面15に結合されている。光源25及び受光装置30は、PWB10の上部の電気層15上で、高速電子機器に接続されている。光学接続装置5は、光源25及び受光装置30に接続されているので、データを光源から受信装置に転送できる。

40

【0009】

光学接続装置5は、上部クラッド層40、コア重合体層45及びクラッド層50を含む重合体導波路35を有する。本発明の好ましい側面として、コア重合体層45の屈折率は、上部クラッド層40及び下部クラッド層50よりも0.5乃至5%大きい。導波路35は、PWB10内に形成された通路あるいは内部層の伝導路55を介して、光源25を受光装置30に連結する。図1から分かるように、光源25及び受光装置30は、導波路35と連絡する通路55の上で、PWB10の上部の電気層15に取り付けられる。

【0010】

図示されているように、導波路35は、導波路の光信号をPWBの電気層上の電気素子に連結するための平面外ミラー60を有する。好ましい側面として、ミラー60は、約45°又は導波路35と比べてより小さい角度を備える全反射（TIR）ミラーを含む。ミ

50

ラー 6 0 は導波路 3 5 の対向する両端部に一体的に形成され、上述した通路 5 5 に連結されている。導波路 3 5 は 1 0 0 ミクロン以下の厚さであることが好ましく、四角形の断面を備えることが好ましい。しかし、本発明において、他の断面形状及び厚さの導波路 3 5 を用いてもよい。また、導波路 3 5 を接触による損傷とともに外部の磁場発生源から保護するために、導波路 3 5 は、導波路 3 5 の下部表面 7 0 上に形成される重合体保護コーティング層 6 5 を任意的に備えてもよい。

【 0 0 1 1 】

図 4 を参照すると、複数の光学層 2 0 を備える光学接続装置 5 の他の実施形態が示されている。本実施形態では、ミラー 6 0 及び通路 5 5 を備える複数の光学層 (O L 1 、 O L 2 、 O L 3) 2 0 が、2 つのプリント配線板 (P W B 1 、 P W B 2) 1 0 に挟まれている。矢印は、基板の両側面に結合された変調光エミッタから光感応性装置に、層の間および層の内部を横切って、光が移動可能な通路を示している。

【 0 0 1 2 】

図 5 に、本発明による光学接続装置 5 の更なる実施形態を示す。同図の最前面には、最上位の層上に、 X 方向に沿って配列された 4 つの光学接続装置 5 が示されている。この 3 次元アレイの断面は、4 番目の光学接続装置のところで切断されており、その下に 6 つの導波路 3 5 の層が示されている。このアレイの平面外ミラー 6 0 は、 Z 方向に見たときに 2 4 個の導波路 3 5 の 2 次元アレイを作成するために、 Y 方向に沿って互い違いに配列されている。互い違いに配列されたミラー 6 0 及び個別の通路 5 5 を備える他の 1 2 個の導波路 3 5 の束が左上に示されている。同図の右側には、開口通路 5 5 上の平面外ミラーで終端する 2 4 個の導波路 3 5 の高密度直線状アレイが示されている。正確に位置合わせするための穴またはピン 8 0 により、光電子素子を受動的に位置合わせすることができる。本発明によれば、各接続装置は、基板 1 0 あるいは隣接する層に支持されており、導波路 3 5 、通路 5 5 及びミラー 6 0 を備える。

【 0 0 1 3 】

本発明の導波路 3 5 のコア重合体層 4 5 は、有機及び無機重合体を含み、高い熱分解温度及び腐食性溶剤に対する抵抗性を備えている。特に好ましい重合体は、シロキサンを有する無機合成物を含む。さらに好ましい重合体は、シロキサン重合体ナノ粒子混成材料システムである。このような重合体は、 P W B 製造工程に必要とされる温度、圧力及び化学的雰囲気に耐え得る程度に十分な強度を備え、必要な損失削減を提供する。

【 0 0 1 4 】

重合体ナノ粒子混成物は、好ましくは、硬化性であり、またエポキシ基、ビニルエーテル基、ビニルエステル基、ビニル基、オレフィン基及びアクリレート基のような官能基を備えるシロキサン重合体を有する。また、本発明のコア重合体は、本技術分野において一般的に知られている適当な触媒及び架橋剤を含む材料を、追加的に含んでもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明のコア重合体は光硬化性であることが好ましい。特に米国特許第 5 , 8 6 1 , 4 6 7 号に開示されている光カチオン硬化性重合体であることが好ましい。米国特許第 5 , 8 6 1 , 4 6 7 号は参考されることで、これは本明細書に統合される。この光カチオン硬化性重合体は、(A) シロキサン共重合体及び(B) 光解離性酸、を有する硬化性被膜混合物を形成する。本発明のこの混合物のための適当な光解離性酸は、オニオム塩及び特定のニトロベンゼンスルホン酸エステルを含む。この発明のこの混合物は、式 $R_2 I^+ MX_n^-$ 、 $R_3 S^+ MX_n^-$ 、 $R_3 Se^+ MX_n^-$ 、 $R_4 P^+ MX_n^-$ 及び $R_4 N^+ MX_n^-$ で表されるオニオム塩が好ましい。ここで、 R は、1 乃至 3 0 個の炭素原子の同じ又は異なる有機ラディカルを示しており、6 乃至 2 0 個の炭素原子を有する芳香族系の炭素環式のラディカルを含む。この芳香族系の炭素環式のラディカルは、1 乃至 8 個の炭素原子を有するアルコキシル基、1 乃至 8 個の炭素原子を有するアルキル基、ニトロ基、塩素基、臭素基、シアノ基、カルボキシル基、メルカプタン基、及びピリジン、チオフェン、ピラノ等の芳香族系複素環式のラディカルから選択される 1 乃至 4 個の一価の炭化水素ラディカルで代替可能である。上記式中の記号 M は、金属又はメタロイドであり、これらは S b 50

、Fe、Sn、Bi、Al、Ga、In、Ti、Zr、Sc、V、Cr、Mn、Csのような遷移金属、例えばCd、Pr、Nd等のランタニドのような希土類金属、及び、B、P、As等のようなメタロイドを含む。MX_n⁻は非塩基性の非求核性のアニオンであり、BF₄⁻、PF₆⁻、AsF₆⁻、SbF₆⁻、SbCl₆⁻、HSO₄⁻、ClO₄⁻、FeCl₄⁻、SnCl₆⁻、BiCl₅⁻などである。

【0016】

ビス(ドデシルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロ硫酸塩及びビス(ドデシルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロアンチモン酸塩のようなビス-ジアリールヨードニウム塩、ジアルキルフェニルヨードニウムヘキサフルオロアンチモン酸塩及びヨードニウムフッ素置換フェニルホウ酸塩が好ましい。

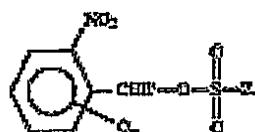
10

【0017】

本発明の混合物中の光解離性酸として有用なニトロベンジルスルホン酸エステルは以下の一般式で与えられる。

【式1】

【0018】



【0019】

20

ここで、Zは、アルキル基、アリール基、アルキルアリール基、ハロゲン置換アルキ基、ハロゲン置換アリール基、ハロゲン置換アルキルアリール基、窒素置換アリール基、窒素置換アルキルアリール基、窒素及びハロゲン置換基を持つアリール基、窒素及びハロゲン置換基を持つアルキルアリール基、およびC₆H₄SO₃CHR'C₆H₄-_mQ_m(NO)₂の式で表される基からなる群から選択される。ここで、R'は水素、メチル基及び窒素置換アリール基からなる群から選択され、各Qは炭化水素基、炭化水素水酸基、NO₂、ハロゲン原子、及びオルガノシリコン混合物からなる群から独立に選択され、mはQが酸性の基でない場合に0、1又は2の値である。

【0020】

上述の光カチオン硬化性重合体に加えて、米国特許第2,892,716号に開示されているような自由ラディカル光硬化性重合体を本発明に用いることもできる。米国特許第2,892,716号は引用されることで本明細書に統合される。本発明の自由ラディカル重合体は、アクリル、メタクリル、硫化物、ビニルケトン、ビニルアセテート及び不飽和ポリアミド系の重合体を含む。

30

【0021】

上述の光硬化性重合体に加えて、熱硬化性重合体も本発明に用いることができる。熱硬化システムは、白金触媒を、シリコン水素化物成分、またはシリコン水素化物を含むあるいは含まない過酸化物触媒システムとともに用いる。好ましい熱硬化性重合体は、少なくとも1つのオルガノポリシロキサンを有し、このオルガノポリシロキサンは、分子毎に平均的に少なくとも2つの反応性官能基を備え、分子量の平均は8000以下であり、分子毎に0乃至90モル%のシリコン結合フェニル基を備える。オルガノポリシロキサンは、直線あるいは分岐構造を備えることができる。オルガノポリシロキサンは単重合体あるいは共重合体とすることができる。反応性官能基は、典型的には2乃至10個の炭素原子、代替的には2乃至6個の炭素原子からなるアルケニル基を備える。オルガノポリシロキサン中のアルケニル基は、端部、中間部、あるいはその両方に配位させることができる。アルケニル基の例として、ビニル基、アリル基、ブチニル基及びヘキセニル基が含まれるが、これらに限定されない。代替的に、反応性官能基は、エポキシ基、カルビノール基又はシラノール基を含んでもよい。

40

【0022】

オルガノポリシロキサン中の残りのシリコン結合有機基(他の反応性基)は、不飽和脂

50

肪族基を有さないヒドロカルビル基及びハロゲン置換ヒドロカルビル基から独立的に選択される。これらの1価の基は典型的には1乃至20個の炭素原子、代替的に1乃至10個の炭素原子、代替的に1乃至6個の炭素原子を持つ。ヒドロカルビル基の例は、メチル基、エチル基、プロピル基、1-メチルエチル基、ブチル基、1-メチルブロピル基、2-メチルブロピル基、1,1-ジメチルエチル基、ペンチル基、1-メチルブチル基、1-エチルブロピル基、2-メチルブチル基、3-メチルブチル基、1,2-ジメチルブロピル基、2,2-ジメチルブロピル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基及びオクタデシル基のようなアルキル基；シクロペニル基、シクロヘキシル基及びメチルシクロヘキシル基のようなシクロアルキル基；フェニル基及びナフチル基のようなアリール基；トリル基及びキシリル基のようなアルカリール基；ベンジル基及びフェネチル基のようなアラルキル基を含むがこれらに限定されない。ハロゲン置換ヒドロカルビル基の例は、3,3,3-トリフルオロブロピル基、3-クロロブロピル基、クロロフェニル基及びジクロロフェニル基を含むがこれらに限定されない。側基の配置及びモル量は、生成される重合体の屈折率が、最小の光散乱損失を備えるナノ粒子／重合体合成物を生成できるように選択される。

【0023】

混成材料のナノ粒子部分は、平均粒子サイズが生成する光学装置の最小関心波長の10分の1より小さい任意の分散性ナノ粒子で構成することができる。例えば、800乃至1000nm波長を転送するためには、粒子は80nmより小さな分散サイズを備えなければならない。好ましくは、ナノ粒子は、溶融シリカ、ヒュームドシリカ、コロイドシリカ、チタニア、シリコンあるいは他のナノサイズの材料を含むシリカからなり、これら全ては表面処理が施されていてもよいし、表面処理が施されていなくてもよい。表面処理の例は、重合体／ナノ粒子システムの分散性及び安定性を改善するための、有機及びシリコン系の材料を含む。好ましい側面として、本発明では80ナノメートルより小さいサイズの熔融シリカを用いる。

【0024】

上述したように、ナノ粒子と重合体とは、両者が混合されたときに光の散乱を避けるのに適合的でなければならない。重合体とナノ粒子とは、互いに近接した屈折率を備えることが好ましい。重合体の屈折率はナノ粒子の屈折率の0.03以内であることが好ましい。例えば、熔融シリカのナノ粒子を用いた場合、850ナノメートルにおける屈折率は1.45である。それゆえ、重合体の屈折率は1.48と1.42との間の範囲であることが好ましい。

【0025】

重合体／ナノ粒子混成材料は、以下により詳細に記載する工程で導波路を形成できるよう、変形性を備えることが好ましい。特に、重合体／ナノ粒子合成材料は、1/秒の周波数で測定して、1より小さいタンデルタスなわちG''/G'を有する。これにより、重合体層を硬化させる前に、導波路間の分離性を保ちつつ隣接する導波路を成形することができる。

【0026】

本発明の好ましい側面によれば、導波路構造の作成は、プリント配線板業界においてありふれた、大きな領域の応用に容易に縮尺を変更できる。好ましくは、プリント配線板応用に必要なスケーラビリティを満たす製造技術は、重合体材料のスクリーンプリントあるいはテンシルプリントである。スクリーンプリントは、電子部品及びディスプレイ応用において、重合体材料を同時に積層及びパターニングするための成熟した技術である。しかし、この技術は、導波路製造工程で用いるようには発展していない。

【0027】

図3を参照すると、本発明による好ましい工程の手順が列挙されたブロック図が示されている。手順1において、コネクタ及び通路のための穴をプリント配線板(PWB)に形成する。手順2において、予備形成コネクタピンをPWBの電気側に結合することによって

10

20

30

40

50

、コネクタ穴位置を画定する。手順 3 は、後続の重合体層の適用を補助するために、PWB を適当な薬剤で洗浄し、電気表面及び光学表面に対して接着促進材を付与する工程を含む。手順 4 は、光学表面に保護層を適用する工程を含む。手順 5 は、PWB の電気表面上の開口通路内にクラッド層を適用する工程を含む。手順 6 は、手順 2 で結合されたコネクタピンを参照位置として、窓、通路又は小型レンズアレイを PWB の電気表面上にミクロ铸造及び重合化する工程を含む。手順 7 は、PWB の電気表面を後続の工程手順から保護するために、PWB に接着フィルム又は半田マスクを適用する工程を含む。手順 8 は、PWB の光学表面から保護フィルムを取り除く工程を含む。手順 9 は、光学表面上に下部クラッド層を適用する工程を含む。下部クラッド層は、スピンドル法、メニスカスコート法、浸漬コート法、カーテンコート法、スクリーンプリント法で形成される。下部クラッド層は、下部クラッド層の適用の後に平面化され、その後硬化される。下部クラッド層は、裏面接着フィルム上に被覆され、その後、板に積層される。下部クラッド層は、有機材料及び無機材料のような重合体からなり、好ましい材料は、上述した性質を備える重合体由来の無機シリコンを含む。手順 10 は、PWB 上の導波路の位置に対応する下部クラッド層への接着促進処理の随意的な適用工程を含む。手順 11 は、所望のフィルム高さを得るために、コア重合体層を積層させる工程を含む。コア重合体層を、スピンドル法、メニスカスコート法、カーテンコート法又は好ましくはスクリーンプリント法により適用することができる。追加的に、コア重合体層を、スペーサーを備えるパターンマスクの直接的な接触により積層してもよい。手順 12 は、コアパターンを通路の位置に整合させることで導波路を側方に画定し、その後、好ましくは UV 硬化法により、コア重合体を硬化させる工程を含む。手順 13 は、フォトリソグラフィーあるいはスクリーンプリント又はステンシルプリントのための他の代替手段に必要であれば、機械的に補助された溶剤を用いて、コア層から硬化していない重合体を洗い落とす工程を含む。手順 14 は、残りのコア重合体材料を完全に硬化させるために、PWB を UV 光にさらす工程を含む。手順 15 は、下部クラッド層及び導波路に接着促進処理を施す工程を含む。手順 16 は、導波路及び下部クラッド層上に充填材を含む上部クラッド層を適用する工程を含む。上部クラッド層は、メニスカスコート法、カーテンコート法、あるいはキャスティングのようなプランケットコート法により適用することができるが、上部クラッド層は選択的に、スクリーンプリントされることが好ましい。上部クラッド層は有機材料及び無機材料のような重合体を有し、好ましい材料は、上述した特性を備える重合体由来の無機シリコンを含む。手順 17 において、平面外ミラー位置を含まないがその付近の領域は、UV 光の投光露光、マスクを用いたあるいは直接のスポット露光を適用することで UV 硬化法により硬化及び重合化される。手順 18 は、低接着スタイラスあるいはファイバーチップを用いて、硬化していない上部クラッド層において、平面外ミラーを成形する工程を含む。図 2 を参照すると、平面外ミラーを成形する手順を図解する線図が記載されている。好ましくは、ミラーは、重合体システムの紫外光硬化法と組み合わせて、マイクロ铸造工程により成形される。図 2 から分かるように、平面外ミラーの成形工程は 4 つの基本手順を含む。手順 A において、45° に磨かれたファイバーチップに少量のコア重合体材料が適用される。ファイバーチップは典型的には 100 ミクロンか又はそれ以上である。ファイバーチップは、45° の向きの平面表面を備えることが好ましく、これにより本発明の平面外ミラーを形成する重合体にこの角度を転写することができる。また、ファイバーチップは、UV 硬化光を、平面外ミラーが配置される基板表面上の位置に案内する。好ましい側面として、ファイバーチップは、形成される平面外ミラーの重合体を数ミクロンだけ硬化させ、これにより他の成形される平面外ミラーが手順および繰返し工程で連続的に成形できる。第 1 の手順 A において、重合体をスクリーンプリント又はステンシルプリントにより積層し、重合体を手順 A のファイバーチップ上に運搬する必要を取り除くことができる。手順 B において、ファイバーは、平面外ミラーが成形される位置の上に移送され、重合体がコア重合体層に対して堆積される。手順 C 及び D において、重合体は、平面外ミラーをコア重合体層と一体的に成形するために硬化され、その後手順 D において、ファイバーは取り除かれ、あるいは引っ込められる。この工程により、ミラー表面において 0 10 20 30 40 50

. 1 dB 未満の損失を備える平面外ミラーが製造できることが実証されている。

【0028】

図6に示されている代替実施形態において、手順Aの搬送手順は省略可能であり、この場合平面外ミラーはコア重合体層と同様に上部クラッド層に形成される。特に、上部クラッド層が適用された後、ファイバーチップを上部クラッド層及びコア層に適用し、手順C及びDで上述したように、後にこれを硬化させることができる。

【0029】

手順19において、重合体材料の残部を硬化させるために、PWBはUV光で露光される。手順20は、平面外ミラーを金属コーティングする工程を含む。金属は、シャドウマスクを用いて適用され、あるいはスパッタコーティングアルミニウムや非電着性金属析出により適用される。手順21において、下にある層を環境的な損傷から保護するために、後続の硬化工程と共に、PWBの光学表面にオーバーコートが適用される。PWBに複数の光相互接続層を備えるならば、後続の硬化工程とともに、オーバーコート層は、上部クラッド層及び金属被覆平面外ミラーに適用される。この詳細は手順22に記載される。硬化させる前に追加的にオーバーコートを平面化してもよい。代替的に、複数層の第1の上部クラッド層は、次のコア層の下部クラッド層として用いることができる。手順9乃至20は、次の光相互接続層を生成するために繰り返される。

【0030】

本発明を例示した手法の中で説明してきたが、用いられている用語は、限定するためのものではなく、説明のためのものであることを理解されたい。

【0031】

本発明の多くの変更例や変形例は、上述の教示から可能である。従って、添付した特許請求の範囲の射程内で、本発明を特に説明した形態以外でも、実施可能であることが理解せきるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明による導波路及びプリント配線板を示す図である。

【図2】本発明に係る導波路の平面外ミラーを成形する工程を示す図である。

【図3】本発明に係る導波路及びプリント配線板を製造する工程を示すブロック図である。

【図4】本発明による、平面内及び隣接平面導波路が交差し、複数の高さにいくつかの光導波路接続装置(1-4)を備える複数層構成の断面を示す図である。

【図5】複数の接続装置が、3次元配列で、高密度に、様々な寸法で、互い違いに配列された、いくつかの光導波路アレイを3次元で示す図である。

【図6】本発明における、基板スタイルスを用いて、12個の導波路アレイ上に形成された平面外ミラーを示す図である。

【図1】

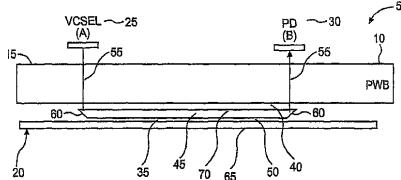
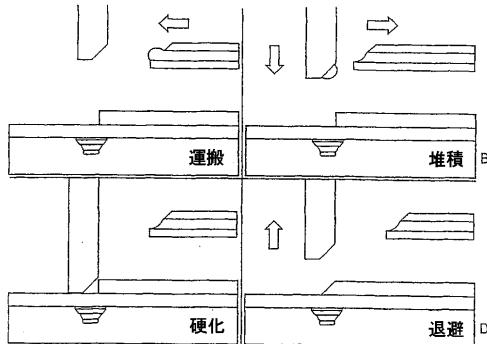


FIG.1

【図2】



【図3】



【図4】

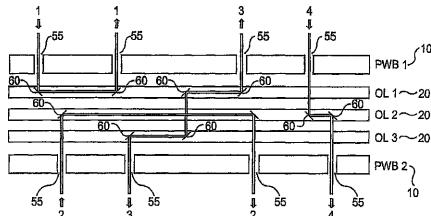


FIG.4

【図5】

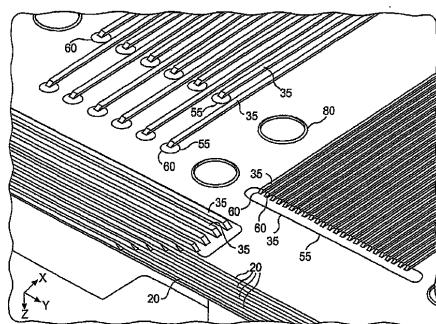


FIG.5

【図6】

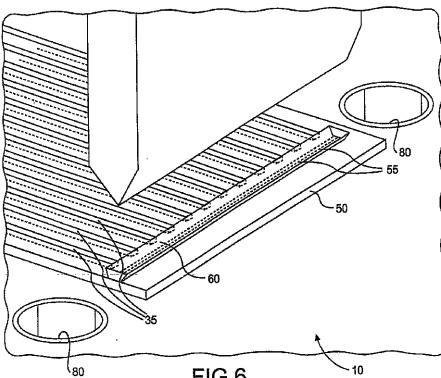


FIG.6

フロントページの続き

(74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
(74)代理人 100118083
弁理士 伊藤 孝美
(72)発明者 デグルート, ジョン, ジュニアー
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 4 2, ミッドランド, フラー・ドライブ 3 4 1 9
(72)発明者 グローヴァー, シェドリック
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 4 0, ミッドランド, フォックスボロ・コート 6 0 0 1
(72)発明者 ビスチェル, ウィリアム・ケイ
アメリカ合衆国カリフォルニア州9 4 0 2 5, メンロ・パーク, オリーブ・ストリート 7 4 0
(72)発明者 ダイヤー, マーク・ジェイ
アメリカ合衆国カリフォルニア州9 5 1 2 3, サンノゼ, ブラックフット・コート 7 0 5

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開2003-177260 (JP, A)
特開2000-081524 (JP, A)
特開2002-134926 (JP, A)
特開2004-069798 (JP, A)
特開平09-270751 (JP, A)
特開2002-329891 (JP, A)
特開2004-318081 (JP, A)
特開2003-172836 (JP, A)
国際公開第03/083543 (WO, A1)
特開2004-126152 (JP, A)
特開2001-311846 (JP, A)
特開2004-085646 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/122
G02B 6/13
G02B 6/42