

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-181958

(P2005-181958A)

(43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02B 6/12	G02B 6/12 N	2H047
G02B 6/122	H05K 1/02 T	5E338
H05K 1/02	G02B 6/12 C	
	G02B 6/12 A	
	G02B 6/12 B	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2004-96538 (P2004-96538)
 (22) 出願日 平成16年3月29日 (2004.3.29)
 (31) 優先権主張番号 60/532145
 (32) 優先日 平成15年12月22日 (2003.12.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596156668
 ローム・アンド・ハース・エレクトロニッ
 ク・マテリアルズ, エル. エル. シー,
 アメリカ合衆国01752 マサチューセッ
 ツ州マルボロ フォレスト・ストリート4
 55
 455 Forest Street, M
 arlborough, MA 01752
 U. S. A
 (74) 代理人 100073139
 弁理士 千田 稔
 (74) 代理人 100112586
 弁理士 橋本 幸治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザーアブレーションを用いる電子部品および光学部品の形成方法

(57) 【要約】

電子部品および/または光学部品の形成方法がもたらされている。この方法は、(a) ポリマー層を有している電子基板であって、そのポリマー層が、式 $(R^1 SiO_{1.5})$ の単位を有するポリマーを含み、ここで R^1 は置換または非置換の有機基である電子基板を用意し、その後、(b) このポリマー層の特定部分をレーザーアブレーションによって除去することを含むものである。これらの方法には、電子部品産業および光学部品産業における特別な適応性がある。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) ポリマー層を含む電子基板であって、該ポリマー層が、式 $(R^1 SiO_{1.5})$ の単位を含むポリマーを含み、ここで R^1 は置換または非置換の有機基である前記電子基板を提供し、さらに

(b) 該ポリマー層の特定部分をレーザーアブレーションによって除去することを含む、電子部品および/または光学部品の形成方法。

【請求項 2】

レーザーによって除去された (b) のポリマー層が、光学部品の少なくとも一部を形成する請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

光学部品が、複数の光導波路を含み、ここで (b) が、これらの光導波路の端面をレーザーアブレーションによって研磨することを含む請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

光導波路が、積層配置中の埋め込み型の光導波路である請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

光学部品が、前記の層を通して形成された光バイアである請求項 2 記載の方法。

【請求項 6】

光学部品が、レンズ、反射鏡、または回折格子の 1 つ以上である請求項 2 記載の方法。

【請求項 7】

レーザーによって除去された (b) のポリマー層が、中間層誘電体を形成する請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

電子基板が、金属層とその表面上の複数の導波路コア構造体とをさらに含むプリント配線板基板であり、ここでレーザーアブレーションが、レーザーを導波路コア構造体に整合基準として整合させた後に行われる請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

電子基板が、金属層をさらに含むプリント配線板基板であり、ここでレーザーアブレーションが、前記ポリマー層の中に、光コネクタを受け入れるためのトレンチを形成する請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

電子基板が、金属層をさらに含むプリント配線板基板であり、レーザーアブレーションが、前記ポリマー層の中にバイアを形成するとともに、さらに、そのバイアを銅またはその合金で充填することを含む請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願は、2003 年 12 月 22 日に提出された米国仮出願第 60/532,145 号の米国特許法第 119 条 (e) 項における利益を主張するものであり、その仮出願の内容はすべて、引用によってこの明細書に組み入れられる。

【0002】

この発明は、一般に電子部品および/または光学部品に関するものである。この発明は、より詳しくは、レーザーアブレーションを用いて、電子部品および/または光学部品を形成するための方法に関するものである。

【背景技術】

【0003】

光のパルスシーケンスを利用する信号伝送は、高速通信において、ますます重要なものになってきている。例えば、光集積回路 (OIC) は、高帯域幅の光学相互接続器に対して重要なものになっている。その結果、導波路、フィルター、光学相互接続器、レンズ、回折格子、光バイアなどのような光学部品を集積化することは、ますます重要になってき

10

20

30

40

50

ている。

【 0 0 0 4 】

この技術が直面している課題は、そのような光学部品を形成するために、レーザーアブレーションを用いてパターン化することのできる望ましい諸性質を有している光学材料の開発にある。国際特許出願の国際公開番号 W O 0 3 / 0 0 5 6 1 6 の明細書には、光信号を発生するように設計された多層プリント配線板 (P W B) と組み合わせて用いられるレーザーアブレーションパターン化法が開示されている。その P W B の上面全体は、第 1 ポリマー系光伝導層で被覆されている。この上面全体区域の上には、第 1 層と同じ諸性質を有しており屈折率がより大きい第 2 のポリマーが被覆されている。この P W B の縁部に整合目標を用いることで、これらの層は、レーザーアブレーションによって、その下にある銅層にまで溝が形成されている。この P W B の上面を覆って、第 1 層のポリマー材料からなる追加の層が被覆され、その結果、光導波路が形成されている。このような 3 層構造体の別の部分には、レーザーアブレーションによって、その下にある銅層にまで溝が形成されているが、そこには貫通孔が設けられる。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

国際特許出願の国際公開番号 W O 0 3 / 0 0 5 6 1 6 の明細書には、このようなポリマー材料として、ポリガイド (P o l y g u i d e) (商標) が開示されている。しかしながら、光学部品を形成する際のアクリル酸塩の使用に関連したさまざまな短所が存在している。例えば、アクリル酸塩は、高温の用途、例えばチップ対チップの用途には、一般に適していない。200 に近い温度では、アクリル酸塩物質の大部分は、分解および解重合が始まり、形態における信頼性の問題、例えば、光学性能の劣化の問題が生じる。そして、レーザービームの近傍における同材料の区域は、局部的加熱のために、光学的にかつ/または電氣的に劣化するおそれがある。さらにまた、アクリル酸塩は、構造的にも光学的にもガラスに似ていないという不利益をこうむる。ガラスは、光ファイバーおよびピグテール構造体のための現在の選択材料であるが、有利な構造的性質および光学的性質をもたらしている。光学的損失に関連した諸問題を減らすためには、アクリル酸塩の性質よりもガラスの性質によりいっそう合致している性質を有している、光学部品のための材料を用いることが望ましい。加えて、説明されたようなポリマー材料は被覆しなければならない。被覆は、チップ対チップの用途に代表的に用いられる方法ではなく、あるいは、チップ対チップの用途のためのウエハー処理法に適合する方法ではない。

20

30

【 0 0 0 6 】

したがって、先に説明された諸問題の 1 つ以上を克服するかまたは顕著に改善する、電子デバイスおよび/または光学デバイスの改善された形成方法についての要望が存在している。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

この発明における 1 つの観点によれば、電子部品および/または光学部品の形成方法がもたらされる。この方法は、(a) ポリマー層を有している電子基板であって、そのポリマー層が、式 ($R^1 SiO_{1.5}$) の単位を有するポリマーを含み、ここで R^1 は置換または非置換の有機基である電子基板を用意し、その後、(b) このポリマー層の特定部分をレーザーアブレーションによって除去することを含むものである。

40

【 0 0 0 8 】

この発明における別の観点によれば、電子部品の形成方法がもたらされる。この方法は、(a) 金属層およびポリマー層を有しているプリント配線板であって、そのポリマー層が、式 ($R^1 SiO_{1.5}$) の単位を有するポリマーを含み、ここで R^1 は置換または非置換の有機基であるプリント配線板を用意し、その後、(b) このポリマー層の特定部分をレーザーアブレーションによって除去することを含むものである。

【 0 0 0 9 】

50

この発明の他の特徴および利点は、以下の説明、特許請求の範囲、およびこの明細書に添付された図面を精査することで、当業者に明らかになるであろう。

【0010】

この発明は、いくつかの図面を参照して考察されるが、それらの図面において、類似した参照符号は類似した形状構成を表示している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

簡単に言えば、この発明によって電子部品および/または光学部品の形成方法が提供される。これらの方法には、ポリマー層を含んでいる電子基板を提供することが含まれている。このポリマー層は、式($R^1 SiO_{1.5}$)の単位を有するポリマーを含み、ここで、 R^1 は置換または非置換の有機基である。このポリマー層の特定部分は、レーザーアブレーションによって除去される。

10

【0012】

この明細書で使われる用語「a」および「an」は、特に指定しない限り、1つ以上を意味する。また、この明細書で使われる用語「電子部品」は、光学的機能および電子的機能を含む光電子デバイス、並びに非光電子デバイスの両方を含んでいる。この電子部品は例えば、光学的機能を有しているかまたは有していないプリント配線板(PWB)、光学的機能を有しているかまたは有していない集積回路(IC)などであろう。光学部品は例えば、光導波路、光パイア、方向転換要素、レンズ、反射鏡、回折格子などであろう。これらの光学部品は、普通は光電子デバイスに使われるが、電子部品の一部品として現場で形成することができ、あるいは電子部品の中へ後に組み入れられる別部品として形成することもできる。

20

【0013】

用語「電子基板(electronic substrate)」は、PWBおよびICのような電子部品の製造に有用である基板を意味する。特に適切な基板には、銅被覆板および銅箔の被覆表面および銅表面、プリント配線板の内側層ならびに外側層、集積回路の製造に用いられる、ケイ素、ガリウムヒ素ならびにリン化インジウムウエハーのようなウエハー、液晶ディスプレイ(「LCD」)ガラス基板を含むがこれに限定されないガラス基板、および、誘電性コーティング、被覆層などを含む基板が含まれる。

【0014】

基板には、その表面に、レーザーアブレーションによってパターン化することのできるポリマー層が含まれている。

30

【0015】

このポリマー層は、式($R^1 SiO_{1.5}$)の単位を有するポリマーを含み、ここで、 R^1 は置換または非置換の有機基である。特に指定しない限り、ポリマー層の形成に用いられる組成物の成分量は、溶媒のない組成物を基準とした重量%(wt%)で表される。この明細書で使われる用語「ポリマー」には、オリゴマー、ダイマー、トリマー、テトラマーなどが含まれており、また、ホモポリマーならびに高次ポリマー、すなわち、2つ以上の相異なるモノマー単位から形成されたポリマー、およびヘテロポリマーが包含されている。用語「アルキル」には、鎖状アルキル基、分岐状アルキル基および環状アルキル基が含まれているが、これらは、置換または非置換のものであり、また、その鎖の中あるいは上にヘテロ原子を含むことができる。用語「芳香族」は芳香族群を指すが、これらの芳香族群は、置換または非置換のものであり、また、複素環を含むことができる。

40

【0016】

この発明に有用であるポリマーには、例えば、シロキサン、シルセスキオキサン、ケージ化シロキサン、およびこれらの組み合わせが含まれる。適切なシルセスキオキサンポリマーには、例えば、POSS(多面オリゴマー型シルセスキオキサン)ベースのポリマー、同時係属中の米国特許出願第10/307,904号(代理人事件整理番号DN51203)に記載されたポリマー、および公開された米国特許出願第20020172492A1号に記載されたポリマーが含まれるが、これら2つの出願の内容は、引用によってこ

50

の明細書にすべて組み入れられる。このポリマーは、組成物の中に、1 ~ 99.5 重量%の量で、例えば60 ~ 98.5 重量%の量で存在することができる。代表的なRの有機基には、置換または非置換のアルキル基、アリール基および複素環基が含まれる。アルキル基は、例えば1から20までの炭素原子が備わっている、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、*t*-ブチル、*t*-アミル、オクチル、デシル、ドデシル、セチル、ステアリル、シクロヘキシル、および2-エチルヘキシルのような直鎖状、分岐状または環状のものであってよい。アルキル基は、例えば、アルキル鎖の中および/または上においてヘテロ原子で置換することができ、例えば、すなわち、シクロペンチル、シクロヘキシル、ノルボニル、アダマンチル、ピペリジニル、テトラヒドロフラニルおよびテトラヒドロチオフェニルのような非芳香族環状基であってよい。代表的なアリール基には、6から20までの、例えば6から15までの炭素原子が備わっている、例えば、フェニル、トリル、ベンジル、1-ナフチル、2-ナフチルおよび2-フェナントリルのようなものが含まれるが、これらはヘテロ原子で置換することができる。複素環式基は、芳香族、例えば、チオフェン、ピリジン、ピリミジン、ピロール、ホスホール、アルソールおよびフランであってよい。

10

【0017】

R¹ についての代表的な基は、置換または非置換のメチル、エチル、プロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル、ベンジル、フェニル、アダマンチルおよびこれらの組み合わせであってよい。

【0018】

このポリマーは、ホモポリマー、コポリマー、またはランダム型もしくはブロック型の高次ポリマーの形態を採ることができる。このポリマーは、例えば、1つ以上の、追加のケイ素含有単位を含むことができるが、それぞれの単位の割合は、1 ~ 85 重量%、例えば15 ~ 80 重量%、または25 ~ 60 重量%、または25 ~ 50 重量%の範囲にある。これらの追加の単位は、例えば、シロキサン、シルセスキオキサン、ケージ化シロキサン、および/またはこれらの組み合わせとして表すことができる。例えば、このポリマーは、式(R²SiO_{1.5})の重合単位が含まれていてもよく、ここで、R²は、R¹に関して先に説明されたような、置換または非置換の有機基である。R¹ および R² のうちの一方は、例えば、置換または非置換のアルキル基から選択することができ、また、R¹ および R² のうちの他方は、置換または非置換のアリール基から選択することができる。

20

30

【0019】

このポリマーは、例えば、メチルシルセスキオキサン単位およびブチルシルセスキオキサン単位を含有しているコポリマーのようなアルキルケイ素ポリマー；フェニルシルセスキオキサン単位およびトリフルオロメチルフェニル-シルセスキオキサン単位を含有しているコポリマーのようなアリールケイ素ポリマー；または、メチルシルセスキオキサン単位およびフェニルシルセスキオキサン単位を含有しているコポリマーのようなアルアルキルケイ素コポリマーであってよい。

【0020】

先に説明されたように、このポリマーの側鎖基は、場合によっては置換することができる。「置換された」とは、側鎖基における1つ以上の水素原子が、別の置換基、例えば、重水素、フッ素、臭素および塩素のようなハロゲン、(C₁ - C₆) アルキル、(C₁ - C₆) ハロアルキル、(C₁ - C₁₀) アルコキシ、(C₁ - C₁₀) アルキルカルボニル、(C₁ - C₁₀) アルコキシカルボニル、(C₁ - C₁₀) アルキルカルボニルオキシ、アルキルアミン、アルキルサルファ含有物質などによって置き換えられていることを意味する。これらのポリマーは、ランダム型かまたはブロック型のいずれかの、広範囲の反復単位を含有することができる。この発明に有用であるこれらのポリマー単位は、例えば5 ~ 150の反復単位、普通は約10 ~ 35の反復単位を有することができ、また、この発明に有用であるこれらのシロキサン単位は、例えば5 ~ 150の反復単位、普通は約7 ~ 25の反復単位を有することができる。このように、このポリマーは、分子量が大きく変化することができる。これらのポリマーは、典型的には約500 ~ 15,000の

40

50

、いっそう典型的には約 1 0 0 0 ~ 1 0 , 0 0 0 の、そしてよりいっそう典型的には約 1 0 0 0 ~ 5 0 0 0 の重量平均分子量 (M_w) を有する。水性現像液の中における、この発明による組成物の溶解速度は、分子量 (M_w) と数平均分子量 (M_n) とが増大するにつれて減少する、ということがわかった。

【0021】

これらのポリマーにはさらに、縮合重合を生じることのできる 2 つ以上の官能性末端基が含まれていてもよい。このような末端基は例えば、ヒドロキシ、エトキシ・プロポキシ・イソプロポキシのようなアルコキシ、カルボキシエステル、アミノ、アミド、エポキシ、イミノ、カルボキシ酸、無水物、オレフィン系、アクリル系、アセタール、オルトエステル、ビニルエーテルおよびこれらの組み合わせであってよい。これらの基のうち、ヒドロキシ基が代表的である。これらの官能性末端の含有量は、例えば、このポリマーを基準として約 0.5 ~ 35 重量%、例えば、約 1 ~ 10 重量% または約 2 ~ 5 重量% であってよい。

10

【0022】

このポリマーには、場合によっては、1 つ以上のシロキサン単位、例えば、式 (R^3_2SiO) の単位がさらに含まれていてもよく、ここで、 R^3 は、置換または非置換のアルキル基またはアリール基である。このようなシロキサンの代表的なものには、フェニル置換シロキサンおよびメチル置換シロキサンが含まれる。

【0023】

説明されたポリマー材料は、容易に入手することのできる出発物質で公知の方法によって作成することができる。例えば、50 : 50 メチル・フェニルケイ素含有コポリマーは、50 重量% のメチル・トリエトキシ・シランと 50 重量% のフェニル・トリエトキシ・シランとの縮合反応によって、合成することができる。

20

【0024】

これらの組成物には、その層がフォトイメージャブルであるのが好ましいときに、場合によっては、組成物の溶解度を変えるための活性成分が含まれていてもよい。この活性成分は、活性化されると、酸または塩基を発生させるのが普通である。この発明には、フォト酸発生剤、フォト塩基発生剤、熱酸発生剤および熱塩基発生剤を含むがこれらに限定されない多種多様な活性成分を用いることができる。

【0025】

この発明に有用なフォト酸発生剤は、光にさらされたときに酸を発生する任意の 1 成分または複数成分であってよい。適切なフォト酸発生剤には、ハロゲン化トリアジン、オニウム塩、スルホン化エステル、置換されたヒドロキシイミド、置換されたヒドロキシイミン、アジド、ジアゾナフトキノンのようなナフトキノンのような化合物およびこれらの組み合わせが知られており、これらが含まれるが、適切なフォト酸発生剤はこれらに限定されるものではない。

30

【0026】

この発明に有用なフォト塩基発生剤は、光にさらされたときに塩基を遊離する任意の 1 成分または複数成分であってよい。適切なフォト塩基発生剤には、ベンジルカルバミン酸塩、ベンゾインカルバミン酸塩、O - カルバモイルヒドロキシアミン、O - カルバモイルオキシム、芳香族スルホンアミド、 β - ラクタム、N - (2 - アリルエテニル) アミド、アリールアジド化合物、N - アリールホルムアミド、4 - (オルト - ニトロフェニル) ジヒドロピリジン、およびこれらの組み合わせが含まれるが、適切なフォト塩基発生剤はこれらに限定されない。

40

【0027】

この発明に有用な熱酸発生剤は、熱活性化されたときに酸を発生する任意の 1 成分または複数成分であってよい。熱は、対流加熱法のような間接法によって、または、レーザー加熱法のような直接加熱法によって、供給することができる。

【0028】

適切な熱酸発生剤には、ハロゲン化トリアジン、酸のアンモニウム塩、オニウム塩、ス

50

ルホン化エステル、置換されたヒドロキシミド、置換されたヒドロキシルイミン、アジド、ジアゾナフトキノンのようなナフトキノン、ジアゾ化合物およびこれらの組み合わせが知られており、これらが含まれるが、適切な熱酸発生剤はこれらに限定されるものではない。

【0029】

この発明に有用な、溶解度を変えるための成分の量は、ネガ型材料の場合には、化学線または熱にさらされたときにケイ素含有ポリマーの結合を触媒して、その結合部分を水性現像液の中で不溶性にするのに足りる任意の量である。この活性成分は、用いられるとき、組成物の中において、0.1～25重量%の量、例えば0.1～12重量%の量で存在するのが普通である。

10

【0030】

この組成物には他の添加剤が、任意に存在していてもよく、これらの添加剤には、表面レベリング剤、湿潤剤、消泡剤、粘着促進剤、チキソトロップ剤などが含まれるが、これらの添加剤は、これらに限定されることはない。このような添加剤は、組成物を被覆する業界において周知である。この組成物に、表面レベリング剤、例えば、ダウ ケミカルカンパニー (Dow Chemical Company) 社から入手することのできるシルウェット エル (SILWET L) - 7604 シリコンベース油のようなシリコンベース油を用いることは、可能である。この発明の組成物の中で2種以上の添加剤が組み合わせられていてもよい、ということはわかるであろう。例えば、湿潤剤はチキソトロップ剤と組み合わせることができる。このような任意の添加剤は、さまざまな供給元から商業的に入手することができる。用いられるこのような任意の添加剤の量は、特定の添加剤と所望の効果とに左右され、また、当業者の能力の範囲内である。このような他の添加剤は典型的には、その組成物の中に、5重量%未満の量、例えば2.5重量%未満の量で存在している。

20

【0031】

この組成物には、場合によっては1種以上の有機架橋剤が含まれていてもよい。これらの架橋剤には、例えば、組成物の諸成分を3次元状に架橋する物質が含まれる。この発明に用いるには、ケイ素含有ポリマーと反応する芳香族架橋剤または脂肪族架橋剤が適している。このような有機架橋剤は、ケイ素含有ポリマーとの間で重合化ネットワークを形成して硬化するとともに、現像液における溶解度を減少させる。このような有機架橋剤はモノマーであってもポリマーであってもよい。当業者にとって、架橋剤の組み合わせはこの発明において首尾よく行うことができる、ということはわかるであろう。この発明に有用である適切な有機架橋剤には、アミン含有化合物、エポキシ含有物質、少なくとも2つのビニルエーテル基が含有された化合物、アリル置換芳香族化合物、およびこれらの組み合わせが含まれるが、適切な有機架橋剤はこれらに限定されることはない。

30

【0032】

典型的な架橋剤には、アミン含有化合物およびエポキシ含有物質が含まれる。この発明における架橋剤として有用なアミン含有化合物には、メラミンモノマー、メラミンポリマー、アルキロールメチルメラミン、ベンゾグアナミン樹脂、ベンゾグアナミン - ホルムアルデヒド樹脂、尿素 - ホルムアルデヒド樹脂、グリコウリル - ホルムアルデヒド樹脂、およびこれらの組み合わせが含まれるが、このアミン含有化合物はこれらに限定されることはない。適切な有機架橋剤の濃度はその組成物の架橋剤反応度および特定用途のような因子によって変わるであろうということは、当業者にとってわかるであろう。用いられるときには、その架橋剤は、その組成物の中に、0.1～50重量%の量で、例えば、0.5～25重量%の量または1～20重量%の量で存在しているのが普通である。

40

【0033】

この組成物には、必要に応じて、1種以上の溶媒が含まれていてもよい。このような溶媒は、本発明の組成物を配合すること、および本発明の組成物を基板の上に被覆することを助ける。広範囲の溶媒を用いることができる。適切な溶媒には、エチレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルならびにジプロピレングリ

50

コールモノメチルエーテルのようなグリコールエーテル、メチルセロソルブアセテート、エチルセロソルブアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートならびに二塩基エステルのようなエステル、プロピレンカーボネートならびに - ブチロラクトンのような炭酸塩、乳酸エチル、*n* - アミルアセテートならびに *n* - ブチルアセテートのようなエステル、*n* - プロパノールならびにイソ - プロパノールのようなアルコール、シクロヘキサノン、メチルイソブチルケトン、ジイソブチルケトンならびに 2 - ヘプタノンのようなケトン、 - ブチロラクトンならびに - カプロラクTONのようなラクTON、ジフェニルエーテルならびにアニソールのようなエーテル、メシチレン、トルエンならびにキシレンのような炭化水素、および *N* - メチル - 2 - ピロリドンならびに *N*, *N'* - ジメチルプロピレン尿素のような複素環式化合物、またはこれらの混合物が含まれるが、適切な溶媒はこれらに限定されるものではない。

10

【0034】

これらの組成物は、ケイ素含有ポリマーと他の任意成分とを、任意の順序で、混合物として組合わせることによって、作成することができる。

【0035】

このポリマー層は、スクリーン印刷、カーテンコーティング、ローラーコーティング、スロットコーティング、スピンコーティング、フラッドコーティング、静電塗装、吹付コーティング、または浸漬コーティングが含まれるが、これらに限定されないさまざまな技術によって、先に説明された組成物から、基板の表面上に形成することができる。この組成物を吹付コーティングするときには、加熱された吹付ガンを必要に応じて使うことができる。この組成物の粘度は、それぞれの施工方法についての要件に合致させるために、粘度調整剤、チキソトロップ剤、充填剤などによって調整することができる。その層の厚さは、特定の用途によって左右される。しかしながら、乾燥状態における典型的な厚さは、1 ~ 100 μm 、例えば約 10 ~ 50 μm である。

20

【0036】

被覆された基板は、そのコーティングから溶媒を実質的に除去するために、その後に乾燥されるのが普通である。この乾燥は、例えば、赤外線オーブン、対流式オーブン、対流 / 伝導式オーブン、真空オーブンのようなオーブンの中で、あるいはホットプレートの上で行うことができる。このような乾燥は、選択された溶媒と乾燥技術とによって左右されるが、さまざまな温度および時間で行うことができる。適切な温度は、存在する溶媒が実質的に除去されるに足りる任意の温度である。普通は、この乾燥は、室温 (25) から 170 までの温度および 5 秒から 120 分までの時間で行われるであろう。この時間は、オーブンを使うときには 10 ~ 120 分が普通であり、ホットプレートを使うときには 10 秒 ~ 10 分が普通である。

30

【0037】

このポリマー層の選択された特定部分は、レーザーアブレーションによって除去される。レーザーアブレーションシステムには、従来のレーザー光源、例えば、焦点合わせされた平行ビームを作り出すエキシマレーザーまたは YAG レーザーが含まれている。このレーザーアブレーションシステムには、焦点合わせ用レンズ、マスク、および必要であれば他の光学要素、例えば、反射鏡および追加レンズがさらに含まれていてもよい。ポリマー材料の中におけるビームの焦点の相対位置は、基板に対するビームの入射角とともに、その物質の所定体積部分を除去することができるように、除去工程の際に選択することができるとともに変化させることができる。このことは、レーザーを静止状態に保持するとともに基板を自動化ステージの上で移動させることによって達成されるのが普通であるが、例えば、基板を静止状態に保持するとともにレーザーを移動させることによって、またはこれらを組み合わせることによってもまた、達成することができる。

40

【0038】

レーザービームは、普通はパルス状形態にあり、そのパルスの持続時間およびフルエンスは、そのポリマー材料の一部分を所望速度で除去するように、特定のポリマー材料を基

50

準にして選択される。これらの値は、例えば、材料とレーザーシステムとによって左右されるが、広範囲に変化するであろう。このパルスは、典型的には1フェムト秒～100ナノ秒、例えば5～30ナノ秒の持続時間がある。このレーザービームのフルエンスは、典型的には $0.001 \text{ mJ/cm}^2 \sim 10 \text{ J/cm}^2$ 、例えば、 $0.1 \sim 5 \text{ J/cm}^2$ である。この材料は、所定箇所において、除去される材料の量によって決定された1以上のレーザービームのパルスを受ける。レーザー除去速度は、例えば、特定のポリマー材料、フルエンスおよびパルス持続時間に左右されるであろう。典型的には、このレーザー除去速度は1～100nm/パルスである。ポリマー層が配置される表面は、その表面で除去を停止することを望むときには、ポリマー層に比べて低い除去速度を有するべきである。レーザーからの出力のためにさまざまな波長、例えば、193nm、248nm、355nm、および10、200nmの1つ以上を用いることができる。

10

【0039】

さて、この発明は、代表的ないくつかの観点を示している図面を参照して説明される。図1には、この発明のレーザーアブレーション技術によって一部に形成することのできる代表的な埋め込み型光導波路が示されている。図1(a)に示されたように、電子基板2が設けられており、この基板には、その表面に形成された埋め込み型導波路構造体4がある。この電子基板2は、前記の電子基板の任意のものであってもよいが、普通はPWB基板である。埋め込み型導波路4は、先に説明されたポリマー組成物の複数の層から形成されている。これらの層には、第1クラッド層6、この第1クラッド層の上に形成されたコアであって、その後コア構造体8にパターン化されるコア層、およびこの第1クラッド層ならびにコア構造体を覆って形成された第2クラッド層10が含まれている。この埋め込み型導波路には1つ以上(示されたように)のコア構造体が含まれていてもよい。この埋め込み型導波路4を作り上げている第1クラッド層6、コア層、第2クラッド層10の1つ以上は、フォトリソグラフィ技術のものであってもよく、また、これらの材料は、最終のコア構造体の屈折率が被覆材のそれよりも大きくなるべきであるということを理解したうえで、独立して選択することができる。これらの層の厚さは大きく変化するが、5～500μmの厚さ、例えば8～50μmの厚さが普通である。コア構造体8は、例えば、標準的なフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、または、フォトリソグラフィ材料の場合にはフォトリソグラフィ的な露光および現像によって、パターン化することができる。図1(c)に示されるような、積層構成にある複数の埋め込み型光導波路構造体4を、同様の方法でさらにレーザー除去することができる。

20

30

【0040】

基板2には、その表面の中または上に形成された複数の整合基準12がさらに含まれていてもよい。これらの整合基準12は、引き続く形状構成の整合のために、かつ/または、基板2へのレーザー14の整合のために、使うことができる。これらの整合基準12は、基板2の表面上に、例えば標準的なフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて層をパターン化することにより、形成することができる。この層のための材料は、このレーザーシステムが整合目的のために認識することのできる任意のものである。

【0041】

いったん、レーザー14および基板2が互いに整合すると、レーザー14は、レーザービーム16が、破線矢印によって示されたように、埋め込み型導波路構造体4を横断する経路を進行するように、基板2に対して動かされる。この経路には、いくつかのレーザービームパルスがそれぞれのエッチストップで用いられて埋め込み型導波路構造体4の面から材料を除去する一連の漸増移動が含まれているのが普通である。このようにして、レーザー4は、図1(b)に示されたように、埋め込み型導波路構造体4の薄片を除去して、光学的に平滑な端面16を残す。このような構造体によって、埋め込み型導波路は、光学的損失および挿入損失をより少なくして光ファイバーに接続することができる。複数の埋め込み型導波路構造体が積層構成にあるときには、この積層体についての除去プロセスは、都合よく一度に行うことができる。

40

【0042】

50

図 2 (a) ~ (d) には、この発明の別の観点による光パイアの形成方法が示されている。図 2 (a) に示されたように、その表面上に 1 つ以上の層が含まれていてもよい電子基板 2 が設けられている。図 1 について先に示されたように、基板 2 を覆って埋め込み型導波路構造体 4 が形成されており、この導波路には、第 1 コア層 6、1 つ以上のコア構造体 8、および第 2 コア層 10 が含まれている。埋め込み型導波路構造体 4 を覆って、1 つ以上の追加の層 18 を形成することができるが、これらの追加の層には例えば、光電子デバイス 20 を電氣的に接続するための金属化構造体を含んでいる上側層がある。図 2 (b) に示されたように、次に、レーザーアブレーションまたはウェットエッチング法によって層 18 を貫通するパイア 22 が形成され、また、レーザーアブレーションによって埋め込み型導波路構造体 4 を貫通して、光パイア 22 が形成されている。層 18 および埋め込み型導波路 4 の中に前記パイアを形成するために、同じレーザーアブレーションを用いることができる。パイア 22 は、断面が円形であるのが普通であるが、他の幾何学的形状も可能である。光パイア 22 の直径は、典型的には 25 ~ 1000 μm 、例えば 75 ~ 500 μm である。

10

【0043】

光パイア 22 によって、光信号が、埋め込み型導波路 4 と、他の要素、例えば、フォトダイオードのような光検出器、例えば VCSEL チップなどのレーザー発生デバイスのような光源、または、光ファイバーのような光伝播要素との間を通過することを可能にする。図 2 (c) に示されたように、光が埋め込み型導波路 4 と他の要素との間を通過することができるようにするために、この光パイアの中に反射鏡 24 のような方向転換要素を配置することができる。この反射鏡 24 は、光パイア 22 の中に配置された別個の部品であってもよく、以下で説明されるように、現場で形成されてもよい。必要に応じて、光パイア 22 は、コアの屈折率に適合する屈折率を有しているポリマー材料で充填することができる。この代表的実施形態では、そのような充填材は用いられていない。図 2 (d) には、レーザー発生デバイス 20 が光パイア 22 を覆って層 18 に接合されている状況が示されている。矢印によって示されたように、光が、レーザー発生デバイス 20 によって、光パイア 22 を通って下方へ伝達される。この光は、反射鏡 24 の表面で反射されて、埋め込み型導波路 4 のコア構造体 8 を通過する。このレーザー発生デバイスの定位置に置かれた光検出器のような受光デバイスとともに、反対側の光経路を使うことができる。

20

【0044】

図 3 (a) ~ (e) には、代表的なブラインドパイアが、その形成のさまざまな段階で示されている。ブラインドパイアは、互いに間隔を置いて配置された 2 つの金属化層を電氣的に接続するために PWB 製造において用いられるのが普通である。図 3 (a) には、電子基板 2 の上に形成された第 1 金属層 26 が示されている。この金属層 26 のための典型的な材料には、例えば銅および銅合金が含まれる。金属層 26 を覆って 1 つ以上の追加の層 28 が形成されている。この材料は、破線で示されたように、ブラインドパイアが形成される箇所から除去される。これによって、図 3 (b) に示されたように、金属層 26 の上面の一部が露出されて、ブラインドパイア構造体 30 の一部が形成される。この材料は、公知の技術、例えばドライエッチング法またはレーザーアブレーションを用いて、層 28 から除去することができる。図 3 (c) に示されたように、このブラインドパイア部分には、電解メッキ法のような公知技術を用いて、金属、例えば銅または銅合金で充填されて、金属柱 32 が形成されている。

30

40

【0045】

図 3 (d) に示されたように、先に説明されたような 1 つ以上のポリマー層が、第 1 金属層 26 および追加の層 28 を覆って形成されている。例示された実施形態では、これらのポリマー層によって、先に説明されたような埋め込み型導波路 4 が形成されるが、この導波路には、第 1 クラッド層 6、コア層から形成されたコア構造体 8、および第 2 クラッド層 10 が含まれている。この 1 つ以上のポリマー層には、追加の的にまたは代わりに、非光学誘電層が含まれていてもよい。次に、レーザーアブレーションにより、ポリマー層を貫通してパイア 34 が金属柱 32 と一列に形成され、その後、そのパイアは金属で充填

50

されて、金属柱 3 2 が組み立てられる。図 3 (e) に示されたように、必要であれば、1 つ以上の追加の層 3 6 が、ポリマー層の上に形成されることができ、そして図 3 (b) を参照して先に説明されたように、パイアが形成され、金属が充填されうる。ポリマー層と追加の層 3 6 とを覆って、第 2 金属層 3 8 が形成されている。このように、金属柱 3 2 があるブラインドパイアによって、第 1 金属層 2 6 と第 2 金属層 3 8 との間に電氣的接触がもたらされている。

【 0 0 4 6 】

図 4 (a) ~ (d) には、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階での光反射鏡が示されている。図 4 (a) に示されたように、基板 2 の上には、ポリマー材料の 1 つ以上の層が形成されている。この代表的実施形態では、これらのポリマー層によって、先に説明されたような埋め込み型導波路 4 が形成されている。図 4 (b) に示されたように、ポリマー材料の一部は、レーザーアブレーションによって埋め込み型導波路 4 から除去されて、図 4 (c) に示されたように、角度付き端面 4 0 が形成されている。例示されたこの実施形態では、その端面と基板表面との間の角度は、埋め込み型導波路を通過する光を最終構造体を実質的に垂直な平面へ上方に反射させるか、またはその逆に反射させるように、選択されている。この角度は、典型的には約 45° である。図 4 (d) に示されたように、次いで、例えばアルミニウム、金、銅、銀のような金属または他の反射性材料から形成された反射層 4 2 が、埋め込み型導波路 4 の端面 4 0 に形成される。この反射層 4 2 は、さまざまな技術、例えば、スパッタリング法、蒸着法、無電解メッキ法および/または電解メッキ法によって、形成することができる。この反射層 4 2 は、典型的には $0.05 \sim 1 \mu\text{m}$ の厚さがある。埋め込み型導波路 4 からの光を矢印によって示されたように反射させるために、または、反射鏡の上方における光源からの光を埋め込み型導波路の中へ反射させるために、反射鏡を、このように方向転換要素として使用することができる。

【 0 0 4 7 】

図 5 には、この発明の別の観点により形成された光反射鏡が示されている。図 4 (a) ~ (d) に関する先の考察は、この発明におけるこの観点に一般に適用することができる。しかしながら、この反射鏡は、レーザーアブレーションによって除去された埋め込み型導波路 4 の一部によって角度付き端面 4 0 が形成されて、この端面がその端面と基板表面との間に角度を有するように、また、埋め込み型導波路を通過する光を最終構造体を実質的に垂直な平面へ下方に反射させるか、またはその逆に反射させるように、形成されている。この角度は、典型的には約 135° である。

【 0 0 4 8 】

図 6 (a) ~ (c) には、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階での凹レンズが示されている。これらのレンズは、電子基板 2 を覆ってポリマー組成物の層 4 4 を被覆することによって、形成することができる。このポリマー表面の上面における一部分 4 6 は、レーザーアブレーションによって、除去がその表面にわたって調節されて凹状表面が作られる程度まで、除去される。基板表面に複数の反射鏡が形成されるときには、これらの反射鏡は、それぞれの反射鏡の周りにおけるレーザー除去区域によって、離すことができる。これらの反射鏡は、電子基板が使用される箇所において、現場でその基板の上に形成することができる。この代わりに、この方法は、光学デバイスまたは光電子デバイスに使用することのできる別個のレンズ部品を形成するために、用いることができる。図 7 (a) ~ (b) に示されたように、同様な方法で、ポリマーフィルム的一部分 4 6 を除去してポリマー層 4 4 の中に凸状表面を残すことによって、凸レンズを形成することができる。

【 0 0 4 9 】

図 8 (a) ~ (b) には、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階での回折格子カブラーが示されている。この代表的な回折格子は、1 つ以上の埋め込み型導波路 4 における長さの一部に沿って形成することができる。このポリマー組成物の第 1 クラッド層 6 およびコア層 8 は、先に説明されたように、電子基板 2 を覆って設けることができ

る。このコア層を形成する前かまたは後に、コア層 8 の中に、この回折格子カプラーの
および連結効率を決定する所定のピッチおよび角度で、スロット 4 8 が除去される。この
コア層は、すでに行われていないときにはコア構造体の中にパターン形成されており、ま
た、第 1 クラッド層 6 およびコア構造体を覆って第 2 クラッド層が形成される。

【0050】

この発明のポリマー材料に形成された他のレーザー除去構造体もまた予想され、さらに
、それらの代表的実施形態が限定的なものであるとみなされることはない。例えば、この
ポリマー材料の中における水平開口もしくは垂直開口またはトレンチのレーザー除去は、
光コネクタを受け入れるいくつかの目的、例えば、光ファイバーを 1 つ以上の埋め込み
型導波路に接続するために、予想されている。

10

【0051】

この発明はその特定の実施形態について詳しく説明されてきたが、特許請求の範囲の適
用範囲から逸脱することなく、さまざまな変更および修正を行うことができ、また、均等
物を用いることができる、ということは当業者に明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】図 1 (a) ~ (c) は、この発明の 1 つの観点による形成方法のさまざまな段階
での埋め込み型光導波路を示している。

【図 2】図 2 (a) ~ (d) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
の光バイアを示している。

20

【図 3】図 3 (a) ~ (e) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
のブラインドバイアを示している。

【図 4】図 4 (a) ~ (d) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
の光反射鏡を示している。

【図 5】図 5 は、この発明の別の観点により形成された別の光反射鏡を示している。

【図 6】図 6 (a) ~ (c) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
の凹レンズを示している。

【図 7】図 7 (a) ~ (b) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
の凸レンズを示している。

【図 8】図 8 (a) ~ (b) は、この発明の別の観点による形成方法のさまざまな段階で
の回折格子カプラーを示している。

30

【符号の説明】

【0053】

- 2 電子基板
- 4 埋め込み型導波路
- 6 第 1 クラッド層
- 8 コア構造体
- 10 第 2 クラッド層
- 12 整合基準
- 14 レーザー
- 16 レーザービーム
- 18 追加の層
- 20 光電子デバイス
- 22 光バイア
- 24 反射鏡
- 26 第 1 金属層
- 28 追加の層
- 30 ブラインドバイア構造体
- 32 金属柱
- 34 バイア

40

50

- 3 6 追加の層
- 3 8 第2金属層
- 4 0 角度付き端面
- 4 2 反射層
- 4 4 ポリマー組成物の層
- 4 6 ポリマーフィルム的一部分
- 4 8 スロット

【図1】

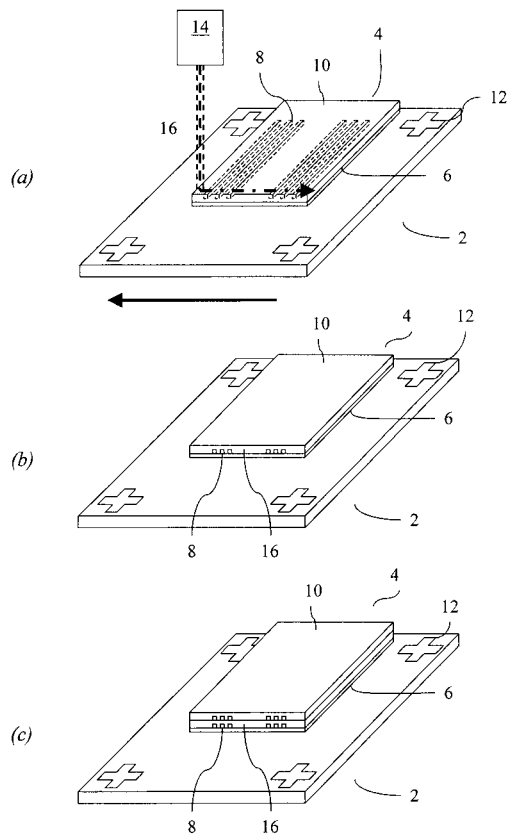


図1

【図2】

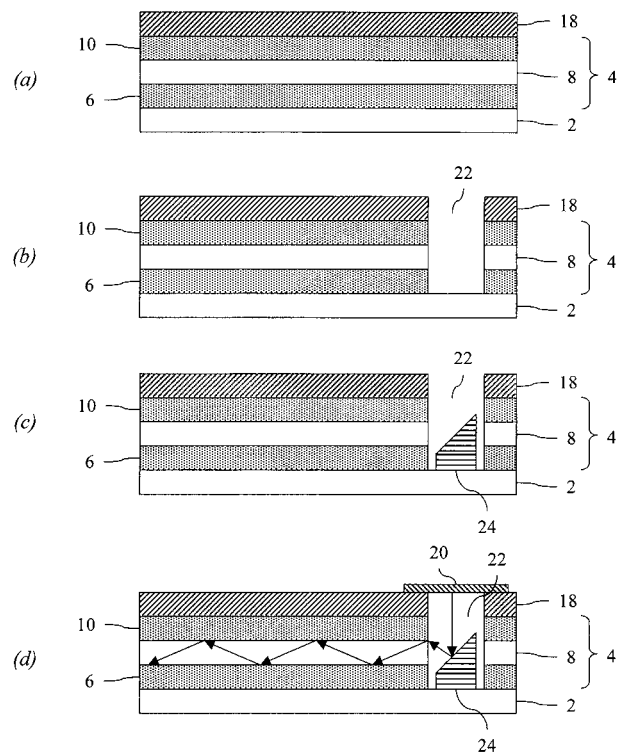


図2

【 図 3 】

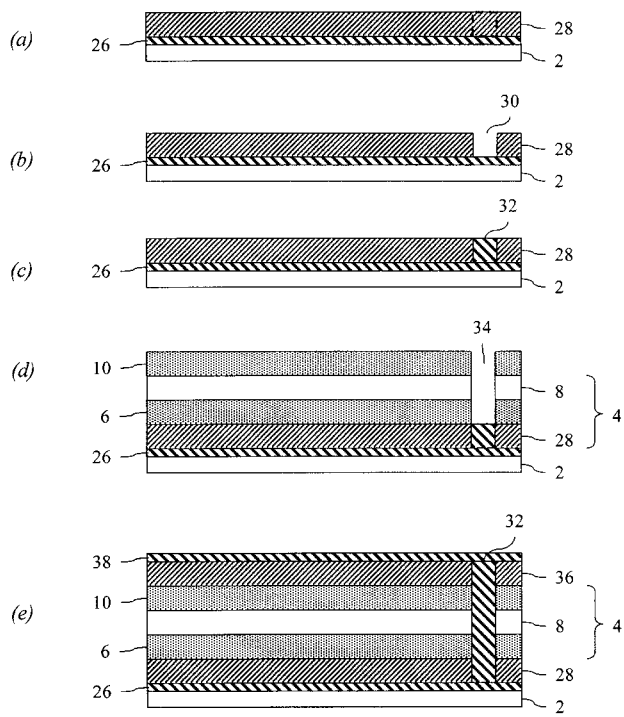


図3

【 図 5 】

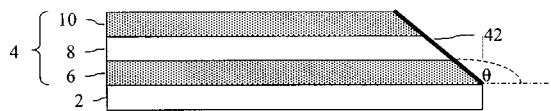


図5

【 図 4 】

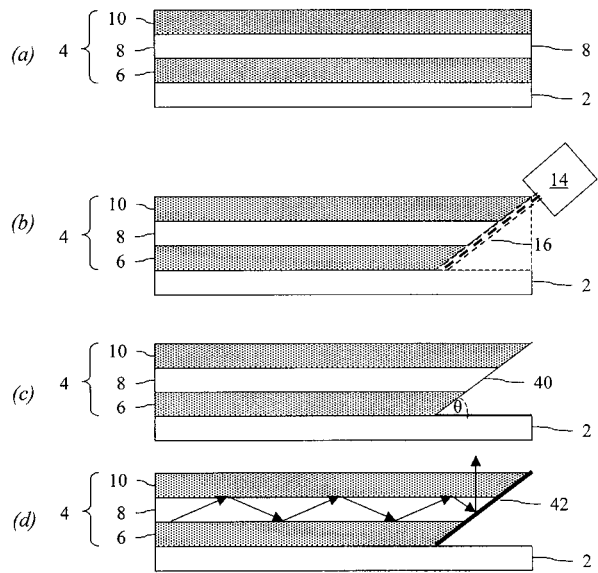


図4

【 図 6 】

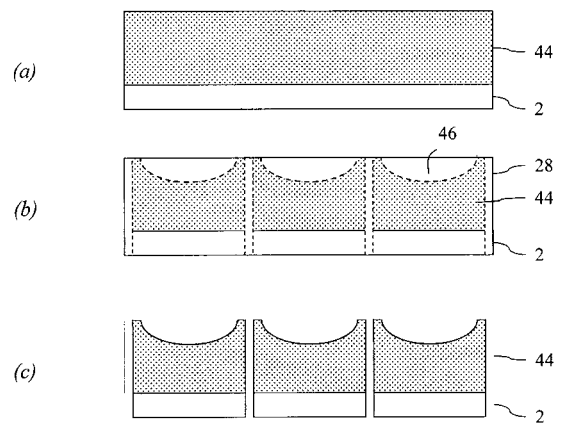


図6

【 図 7 】

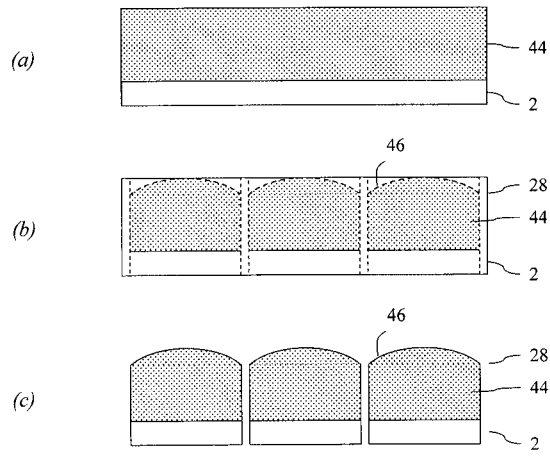


図 7

【 図 8 】

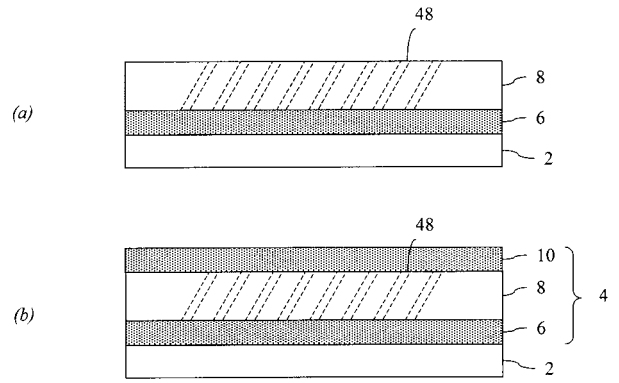


図 8

フロントページの続き

- (72)発明者 マシュー・エル・モイナイハン
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 5 6 4 , ステアリング, ブルーベリー・レーン・3
- (72)発明者 カール・ジェイ・コランジェロ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 7 4 5 , ニュー・ベッドフォード, メリーランド・ストリート・1 4 6
- (72)発明者 ジェームズ・ジー・シェルナット
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 5 3 2 , ノースボロ, バブコック・ドライブ・5
- (72)発明者 ブルーノ・エム・シカール
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 7 0 3 , アトルパロ, パーク・ストリート・1 5 3
- (72)発明者 ニコラ・プーリアノ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 5 1 9 , グラフトン, ダニエル・ドライブ・2 1
- F ターム(参考) 2H047 KA04 KB08 KB09 LA03 LA09 MA05 MA07 PA02 PA21 PA24
PA30 QA05
5E338 AA16 BB02 BB13 BB19

【外国語明細書】

[2005181958000001.pdf](#)

[2005181958000002.pdf](#)

[2005181958000003.pdf](#)

[2005181958000004.pdf](#)