(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3745653号
(P3745653)

(45)発行日　平成18年2月15日(2006.2.15)　(24)登録日　平成17年12月2日(2005.12.2)

(51)Int.Cl.		F I		
H05K 3/46	(2006.01)	H05K	3/46	T
B32B 18/00	(2006.01)	B32B	18/00	C
H05K 1/03	(2006.01)	H05K	1/03	610D
G02B 6/12	(2006.01)	H05K	1/03	610H
H01L 23/14	(2006.01)	H05K	1/03	610R

請求項の数 42　(全 25 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2001-193284(P2001-193284)
(22)出願日　平成13年6月26日(2001.6.26)
(65)公開番号　特開2002-134926(P2002-134926A)
(43)公開日　平成14年5月10日(2002.5.10)
審査請求日　平成13年6月26日(2001.6.26)
(31)優先権主張番号　09/606359
(32)優先日　平成12年6月29日(2000.6.29)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　390009531
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSINESS MASCHINES CORPORATION
アメリカ合衆国10504　ニューヨーク州　アーモンク　ニュー　オーチャード　ロード
(74)代理人　100086243
弁理士　坂口　博
(74)代理人　100091568
弁理士　市位　嘉宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ポリマー／セラミック複合電子基板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ポリマー充てん材入りセラミック材料をそれぞれが含む複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満であり、光または電子基板として使用するように適合された複合基板であって、

前記セラミック材料が、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択され、

前記セラミック材料に充てんされた前記ポリマー材料が、低ＣＴＥポリイミド、フッ化ポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、ＳＩＬＫ、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド（ＢＭＩ）樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、

複合基板。

【請求項２】

１００重量％のポリマー材料を含み、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した表面層をさらに含む、請求項１に記載の複合基板。

【請求項３】

前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項２に記載の複合基板。

【請求項４】
前記複数の層の１層が、少なくとも１つの光導波路を支持し、さらに、前記複数の層の前記１層に隣接し、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を含む、請求項１に記載の複合基板。
【請求項５】
前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、請求項４に記載の複合基板。
【請求項６】
前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項５に記載の複合基板。
【請求項７】
前記複数の層がそれぞれ、少なくとも１つのバイアを有する、請求項１に記載の複合基板。
【請求項８】
前記複数の層は隣接しており、それぞれの層対間に導線をさらに備える、請求項１に記載の複合基板。
【請求項９】
３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を有するセラミック充てん材入りポリマー材料をそれぞれが含む隣接する複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満であり、光または電子基板として使用するように適合された複合基板であって、
前記セラミック材料が、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択され、
前記ポリマー材料が、ＬＣポリエステル、フッ化ポリイミド、低熱膨張ポリイミド、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、ポリ（アリーレンエーテル）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、
複合基板。
【請求項１０】
１００重量％のポリマー材料を含み、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した表面層をさらに含む、請求項９に記載の複合基板。
【請求項１１】
前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項１０に記載の複合基板。
【請求項１２】
前記隣接する複数の層の１層が、少なくとも１つの光導波路を支持し、さらに、前記隣接する複数の層の前記１層に隣接し、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を含む、請求項９に記載の複合基板。
【請求項１３】
前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、請求項１２に記載の複合基板。
【請求項１４】
前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項１３に記載の複合基板。
【請求項１５】
前記複数の層がそれぞれ、少なくとも１つのバイアを有する、請求項９に記載の複合基板。

【請求項１６】
前記複数の層は隣接しており、それぞれの層対間に導線をさらに備える、請求項９に記載の複合基板。
【請求項１７】
ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、
前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、
それぞれの前記複合グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、
前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、隣接する複合材料層から成り、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満で、光または電子基板として使用するように適合された複合基板を形成する段階
を含む、複合基板の製造方法であって、
前記分散物が、３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を含み、
前記セラミック材料が、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択され、
前記ポリマー材料が、ＬＣポリエステル、フッ化ポリイミド、低熱膨張ポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド樹脂、およびこれらの混合物から成るグループから選択される、
複合基板の製造方法。
【請求項１８】
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項２０】
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体が固体金属元素を含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項２１】
それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体が金属デカルを含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項２２】
前記積重ね／積層段階の前に、少なくとも２枚の前記グリーン・シートをサブユニットに形成する段階をさらに含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項２３】
光導波路として使用するのに適した表面層を形成する段階と、前記積重ね／積層段階の後に、前記表面層を前記複合基板に接合する段階をさらに含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項２４】
前記表面層が１００重量％のポリマー材料を含む、請求項２３に記載の方法。
【請求項２５】
前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項２４に記載の方法。
【請求項２６】
前記複数のグリーン・シートの１枚が、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適し

、さらに、前記積重ね／積層段階の後に、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を前記複数のグリーン・シートの前記１枚に隣接して接合する段階を含む、請求項１７に記載の方法。

【請求項２７】

前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、請求項２６に記載の方法。

【請求項２８】

前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項２７に記載の方法。

【請求項２９】

ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、

前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、

それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、

それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、

それぞれの前記グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、

前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、複合基板積層板を形成する段階と、

前記複合基板を加熱して、前記ポリマー材料および炭素質残留物を熱的に除去する段階と、

前記セラミック材料を部分的に高密度化して、堅い骨格状構造を生成する段階と、

前記堅い骨格状構造にポリマー材料を少なくとも部分的に充てんして、熱膨張率が８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満で、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板を生成する段階

を含む、複合電子基板の製造方法であって、

前記分散物が、３０～７０重量％のポリマー材料および３０～７０重量％のセラミック材料を含み、

前記セラミック材料が、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択され、

前記堅い骨格状セラミック構造に少なくとも部分的に充てんされる前記ポリマー材料が、フッ化ポリイミド、低ＣＴＥポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、ＳＩＬＫ、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド（ＢＭＩ）樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、複合電子基板の製造方法。

【請求項３０】

前記セラミック材料を部分的に高密度化する前記段階において、それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３１】

前記セラミック材料を部分的に高密度化する前記段階において、それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３２】

それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体が固体金属元素を含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３３】

それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体が金属デカルを含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３４】

光導波路として使用するのに適した表面層を形成する段階と、少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、前記表面層を前記複合基板に接合する段階をさらに含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３５】

前記表面層が１００重量％のポリマー材料を含む、請求項３４に記載の方法。

【請求項３６】

前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項３５に記載の方法。

【請求項３７】

前記複数のグリーン・シートの１枚が、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適し、さらに、少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を前記複数のグリーン・シートの前記１枚に隣接して接合する段階を含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項３８】

前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、請求項３７に記載の方法。

【請求項３９】

前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項３８に記載の方法。

【請求項４０】

少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した少なくとも１層の追加の層を形成する段階と、

１００重量％のポリマー材料を含む表面層を形成する段階と、

少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、前記少なくとも１層の追加の層および前記表面層を前記複合基板に接合する段階

をさらに含む、請求項２９に記載の方法。

【請求項４１】

前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、請求項４０に記載の方法。

【請求項４２】

前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、請求項４１に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高性能電子および光パッケージング・ソリューション向けのポリマー／セラミック複合相互接続基板に関する。詳細には本発明は、セラミック充てん材入りポリマーおよびポリマー充てん材入りセラミックを使用して、比誘電率が低く、シリコン・デバイス／基板または基板／プリント回路板のそれに近い熱膨張率（ＣＴＥ）を有するパッケージング基板とすることによって、チップ－基板間および基板－カード間相互接続の信頼性を向上させた高熱伝導電気絶縁基板に関する。

【０００２】

【従来の技術】

多層相互接続基板は、半導体デバイスのパッケージングまたはマウンティングに使用される。この基板は、電気絶縁体の働きをする誘電層の間に挟み込まれた導電体の働きをするパターニングされた金属層を備えることができる。この基板に、半導体デバイス、コネクタ・リード、キャパシタ、抵抗、カバーなどを取り付ける端子パッドを設計することがで

きる。埋め込まれた導体レベル間の相互接続は、金属を充てんしたバイアを通して実施することができる。この基板は、さまざまなセラミックおよびポリマー材料から製造することができる。

【０００３】

高密度半導体デバイスを有するセラミック基板がピンまたははんだバンプでプリント回路板（ＰＣＢ）に接続された多層相互接続パッケージング基板には、セラミック製のチップ担体またはセラミック基板とＰＣＢ材料との間で熱膨張率（ＣＴＥ）が大きく異なることに起因するコンタクト材料間の熱的なミスマッチの問題があり、このことは、第２のレベルの接合の信頼性に影響を与える。さらに、このようなセラミック基板の製造コストは一般に高い。

【０００４】

プリント回路板材料は一般に、一般にＦＲ－４難燃性エポキシ－ガラス積層板またはプリプレグであるガラス充てん材入りエポキシ樹脂、ポリイミド－ガラス、ＢＴ／Ｅｐｏｘｙ（ビス－マレイミドトリアジン樹脂）、およびシアン酸エステル樹脂含浸ガラス布から成る。エポキシ樹脂ベースの従来の回路板材料よりも熱および電気特性を高めるのに使用可能な、相対的にガラス転移温度（T_g）が高く、ＣＴＥが低いその他のＰＣＢベース材料には、一般に繊維強化ポリエステル、ガラス・マイクロスフェア充てん材入りポリエステルである強化熱可塑性樹脂；ＧＥＴＥＫ積層板およびプリプレグなどのＰＰＯ［ポリ（フェニレンオキシド）］／エポキシ樹脂ブレンド；マトリックス樹脂としてポリエステル－イミド、アミド－イミド－エステルまたはアミド－イミドを含むポリイミド－ガラス充てん材複合材料などがある。比誘電率の低いポリマー－充てん材複合材料を求めて、一般にペルフルオロアルキレンから誘導された、ポリ（テトラフルオロエチレン）（ＰＴＦＥ）、テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンの共重合体などのフルオロポリマー・ベースの積層材料および関連材料が広く検討された。ロジャーズ（Rogers）社からＲＯ２８００、ＲＯ２５００などの商品名で販売されているものなど、ガラス繊維微粒子で補強されたフルオロポリマーは市販されている。フルオロポリマー・ベースの複合材料は、比誘電率が低いことが特徴だが、これらの材料には、寸法安定性がよくない、ガラス転移温度（T_g）が低い、ＣＴＥが高い、金属に対する接着性が不十分で複雑な接合方式が必要である、熱流動性が高くレーザ・エッチングを使用したバイア形成プロセスで熱によるバイアの変形が生じるなどの問題がある。さらに、フルオロカーボン・ポリマー・ベースの複合マトリックスは、エポキシおよびポリイミド・ベースの絶縁材料では使用可能なイメージング・オプションであるフォトイメージングと両立しない。いくつかの材料はさらに、熱安定性が不十分であるという欠点を有する（すなわち約２５０℃以上に加熱すると劣化しはじめる）。

【０００５】

ポリマー材料とセラミック材料から成る複合基板の製造およびその特性の改善の努力は数多い。

【０００６】

米国特許第５０６１５４８号明細書には、シラン・カップリング剤で予めコーティングされたセラミック充てん材を含み、多層回路板中でボンド・プライとして使用される熱流動性のフルオロポリマー複合材料が記載されている。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。米国特許第５２８７６１９号明細書には、シラン・コーティングされたシリカ充てん材を含むフルオロポリマー（ＰＴＦＥ）複合材、および、この複合材の、高密度相互接続デバイスの製造における、銅と熱可塑性フルオロポリマー複合誘電体から成る複数の層を使用したアディティブ・プロセスによる多層ＭＣＭ基板としての使用が記載されている。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。ＭＣＭ基板の層間の相互接続、またはモジュール中にパッケージングされる半導体デバイスへの相互接続には固体Ｃｕバイアが使用される。米国特許第５３８４１８１号明細書には、フェニルシランとフルオロシランのブレンドであるシラン・コーティング材料でコーティングされた溶融アモルファス・シリカ充てん材を含むフルオロポリマー複合材が記載されている

。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。以上の特許は、金属への接着性が不十分で、ガラス転移温度が低く、ＣＴＥが高い（例えば、前記５０６１５４８号明細書の開示によれば７０ｐｐｍ／℃）フルオロポリマーに関する。

【０００７】

米国特許第５３５８７７５号明細書は、キャパシタに対して低い誘電損、高い比誘電率（Ｋ’＞４）、高い比誘電率熱係数（ＴＣＫ’）を示すセラミック粒子充てん材入りフルオロポリマーを含む、比誘電率が高く（ｋ＞４）、ＣＴＥが比較的に高い（＜３５ｐｐｍ／℃）マイクロ波応用向けの電気基板材料に関する。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。

【０００８】

米国特許第５５４１２４９号明細書には、有機シリコーン・ポリマーで処理した無機または金属充てん材を、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリカーボネートおよびポリアセタールを含む有機マトリックス樹脂中に含む、射出成形可能なポリマー－充てん材複合組成物が開示されている。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。使用されるさまざまな無機充てん材には、窒化シリコン、カーバイド、アルミナ、窒化アルミニウム、チタニア、ジルコニア、およびこれらの混合物が含まれ、金属充てん材には、鉄、ステンレス鋼、クロム合金、ニッケル合金および青銅が含まれる。この特許は、これらの材料を単に論じているだけであって、これらの材料の応用、またはＣＴＥ、比誘電率などのそれらの物理性については言及していない。

【０００９】

米国特許第５５７１６０９号明細書には、ブタジエンおよびイソプレンを含むポリブタジエンおよびポリイソプレンから成る熱硬化性マトリックス、ガラス織布、セラミック充てん材、難燃剤ならびに過酸化物硬化開始剤を含む基板材料が開示されている。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。この複合材料は、ｚ方向のＣＴＥが低く、電気性能が改良されているとされる。しかし、このクラスの材料は、引裂き強度が不十分である、T_gが低い、熱安定性が低い、硬化時間が長い、熱膨張が大きい、使用上限温度が低い、耐溶剤性が不十分である、光酸化されやすいことなどの理由から満足のゆくものではない。

【００１０】

米国特許第４８１０５６３号明細書には、上部および下部金属層、ならびにセラミック充てん材入りポリアミド－ポリイミド・マトリックス樹脂の絶縁層を含む多層基板製品が開示されている。この明細書の開示は参照によって本明細書に組み込まれる。ポリアミド－ポリイミド層は、エポキシ接合層を用いて相互に接着される。開示の製品には、ポリ（アミド－イミド）マトリックスに起因する吸湿性の高さ、熱安定性が低いことに関するエポキシ接着層の性能の低さ、パッケージ全体の特性を不満足なものとする複合材の低いT_gおよび比較的に高い比誘電率という制約がある。

【００１１】

プラスチック・パッケージング構造では、集積回路（ＩＣ）デバイスが、無機充てん材で補強されたポリエポキシド、シアン酸エステル／エポキシ樹脂ブレンドなどの熱硬化性結合剤を含む硬化性組成物を使用して製造された有機基板に接続される。微粒子を充てんしたフルオロポリマー複合積層板など、相互接続構造向けの低比誘電率熱可塑性複合誘電材料は、ロジャー社（Roger Corp.）によって販売されている。記載した有機基板構造向けのその他の低比誘電率積層材料は、フルオロポリマー積層板に熱硬化性樹脂、一般にシアン酸エステル樹脂を含浸させることによって製造される。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】

したがって本発明の目的は、経済的に製造できる有機無機複合電子基板を提供することにある。

【００１３】

本発明の他の目的は、比誘電率、インピーダンス、ＣＴＥ、複屈折性および相互接続応力

が低く、パッケージーカード信頼性が高い複合電子基板を提供することにある。
【００１４】
本発明の他の目的は、T_gが高く、熱安定性が良好な複合電子基板を提供することにある。
【００１５】
本発明の他の目的は、吸湿性の低い複合電子基板を提供することにある。
【００１６】
本発明のこれらの目的およびその他の目的は、以下の本発明の説明を参照することによっていっそう明白となろう。
【００１７】
【課題を解決するための手段】
本発明の目的は、本発明の第１の態様に基づき、ポリマー材料とセラミック材料の混合物をそれぞれが含む隣接する複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満である、複合電子および／または光基板を提供することによって達成される。
【００１８】
本発明の第２の態様によれば、ポリマー充てん材入りセラミック材料をそれぞれが含む複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満である、複合電子および／または光基板が提供される。
【００１９】
本発明の第３の態様によれば、３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を有するセラミック充てん材入りポリマー材料をそれぞれが含む隣接する複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満である、複合電子または光基板が提供される。
【００２０】
本発明の第４の態様によれば、複合電子および／または光基板を製造する方法であって、
ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、
前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、
それぞれの前記複合グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、
前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、隣接する複合材料層から成り、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満である複合電子基板を形成する段階
を含む方法が提供される。
【００２１】
本発明の第５の態様によれば、複合電子または光基板を製造する方法であって、
ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、
前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、
前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、複合電子基板積層板を形成する段階と、
前記複合電子基板を加熱して、前記ポリマー材料および炭素質残留物を熱的に除去する段階と、
前記セラミック材料を部分的に高密度化して、堅い骨格状構造を生成する段階と、
前記堅い骨格状構造にポリマー材料を少なくとも部分的に充てんして、熱膨張率が８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満である、複合電子基板を生成する段階
を含む方法が提供される。

【００２２】
【発明の実施の形態】
本発明は、ポリマーおよびセラミック材料を含む低比誘電率、低ＣＴＥの複合電子および／または光基板に関する。具体的には、基板の機能的要件として、低いＣＴＥ、好ましくは、１００℃でＦＲ－４　ＰＣＢ（ＣＴＥ　１５～１７ｐｐｍ（ｘ、ｙ方向）、６０ｐｐｍ（ｚ方向））と半導体デバイス（ＣＴＥ　３ｐｐｍ）の中間の８～１４ｐｐｍ／℃のＣＴＥ；狭い間隔で配置された高密度かつ微細なライン／バイアを可能にする＜４、好ましくは＜３．５の比誘電率；熱応力条件下での良好な寸法安定性；改善された第２レベル相互接続信頼性；および大きなダイ・サイズでのパッケージ完全性が含まれる。
【００２３】
同様に、本発明において有用なポリマー材料の機能的要件には、低い平面内ＣＴＥ；低い複屈折性ならびに光学的および機械的等方性；３．５以下の低い比誘電率；＞３００℃の温度での高い機械的強度および高い熱安定性；積層板／シート、プリプレグまたは溶液注型フィルムを形成するオプション；射出成形に適した低い溶融体粘度；層－層および層－金属接着の信頼性；ポリマー充てん材複合材料の処理条件下での化学的安定性；熱－酸性安定性；およびフォトイメージング技法との両立性が含まれる。
【００２４】
本発明の複合基板中で有用な代表的ポリマー材料には、ポリブチレンテレフタラート（ＰＢＴＰ）、ポリエチレンナフタラート（ＰＥＮ）、ポリアリーレンエーテル、ポリカーボナート／ポリブチレンテレフタラート・ブレンドなどの熱可塑性ポリエステル；液晶ポリマー（ＬＣＰ）ポリエステル、例えばｐ－ヒドロキシ安息香酸（ＨＢＡ）／ｐ－ヒドロキシナフトエ酸（ＨＮＡ）；ＰＢＴＰ－ＬＣＰおよびＰＥＮ－ＬＣＰブレンド；ポリメチルメタクリラート（ＰＭＭＡ）；ポリ（α－メチルスチレン）；ポリビニルブチラール；ＬＣＰとポリエーテルイミド（ＰＥＩ）、およびＬＣＰとポリエーテルサルホンのブレンド；たわみ性平面鎖状ポリイミド；棒状構造の低ＣＴＥポリイミド；フッ化ポリイミドおよびシロキサンポリイミド；熱伝導性ＫＡＰＴＯＮ（デュポン（Dupont）社商品名）、ＵＰＩＬＥＸ（宇部興産商品名）などのポリイミド／ポリエステルのフィルム／積層板；ポリイミドとＬＣポリエステルのブレンド、Ｂステージ・ガラス強化ポリエステル・シート；ポリフェニレンオキシド－エポキシ（ＰＰＯ－エポキシ）ブレンド（例えばジェネラル・エレクトリック（General Electric）社のＧＥＴＥＫ積層板）；ポリシクロ－オレフィン／ポリノルボルネン（例えばＡＶＡＴＲＥＬ樹脂（商品名。Ｂ．Ｆ．グッドリッチ社（B. F. Goodrich Company））；ＳＩＬＫポリマー（ダウ・ケミカル社（Dow Chemical, Inc.）の商品名）；ビス－ベンゾシクロブテン・ポリマー、例えばＢＣＢ－ＤＶＳ（ＣＹＣＬＯＴＥＮＥ樹脂（商品名。ダウ・ケミカル社）；ポリシルセスキオキサン；およびシアン酸エステル樹脂、シアン酸／エポキシおよびＢＴ／エポキシ樹脂、ＢＭＩ樹脂（ビスマレイミド）などがある。
【００２５】
本発明に基づく複合基板に適したポリマー材料の１つとして先に挙げたポリイミド材料のうち、特に好ましいカテゴリーは低ＣＴＥポリイミドであり、これには、ＢＰＤＡ－ＰＤＡ、ＢＰＤＡ－ＯＤＡ、ＰＭＤＡ－ＰＤＡ、および酸無水物またはアミン・セグメント、あるいは酸無水物とアミンの両方にペルフルオロイソプロピリデン官能基を担持する部分フッ化ポリイミド（例えば、デュポン社のＰｙｒａｌｉｎ　ＲＣ２５６６、ＦＰＩフッ化ポリイミド）、ならびに、それぞれ２，２－ビス［４－（４－アミノフェノキシ）フェニル］－ヘキサフルオロプロパン（ＢＤＡＦ）と１，２，３，４－テトラカルボン酸二無水物ないしピロメリト酸二無水物（ＰＭＤＡ）、ＢＤＡＦとｓｙｍ－ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、ＢＤＡＦと３，３’，４，４’－ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物から誘導されたＰＭＤＡ－ＢＤＡＦ、ＢＰＤＡ－ＢＤＡＦ、ＢＴＤＡ－ＢＤＡＦなどの部分フッ化ポリイミドが含まれる。使用することができる非フッ化半たわみ性鎖状ポリイミドの例には、ＰＭＤＡ－ＯＤＡ、例えばデュポン社のＰｙｒａｌｉｎ　ＲＣ５８７８ポリアミド酸前駆体またはＫＡＰＴＯＮフィルム、およびＢＰＤＡ－ＯＤＡポリアミド酸

前駆体溶液または前もってイミド化した対応するフィルム、例えば宇部興産のＵｐｉｌｅｘ　Ｒから誘導されたものが含まれる。３５０～４００℃での硬化後の未充てんポリイミド・フィルムの代表的特性の一般的な範囲は、T_g２６０℃超；比誘電率２．９～３．５；Ｅｂ％（破壊時の伸び率）５０～９０％；弾性率２．５～１０ＧＰａ；ＣＴＥ３～５０ｐｐｍ／℃（１００℃）である。本発明の部分フッ化ポリイミドは、自体、その他のポリマーおよび金属に対する優れた接着性を有し、したがって、積層板間に接合層の必要なしに積層板間の接合および自己接合複合積層板に使用することができる。

【００２６】

本発明に用いる低ＣＴＥポリイミドは、線状平面または半たわみ性前駆体から誘導されたポリイミドである。このうち好ましいのは、宇部興産からＵＰＩＬＥＸの商品名で販売されているＢＰＤＡ－ＰＤＡ（ｓｙｍ－ビフェニルテトラカルボン酸ジアンヒドリド（ＢＰＤＡ）－ｐ-フェニレンジアミン（ＰＤＡ））ポリイミドの溶液注型フィルムならびに化学的または熱的に硬化させた機械延伸積層板である。堅い棒状または半たわみ性平面分子構造のため、このクラスのポリイミドは、低平面内ＣＴＥ（１００℃で約５、３００℃で約８ｐｐｍ）、低比誘電率（２．９～３．１）、高弾性率（８～１１ＧＰａ）、高引張強さ（４００～４５０ＭＰａ）、低吸湿性（１％未満）、および高T_g（＞４００℃）という特別な特性を有する。

【００２７】

複合基板用の好ましいセラミック材料は、低い熱膨張率（好ましくは室温から４００℃までで８ｐｐｍ未満／℃）および低い比誘電率（好ましくは６未満）を有する。これらのセラミック材料のいくつかは、電子グレードSiO_2、シリル化シリカ、石英、溶融シリカ、Al_2O_3－SiO_2、$3Al_2O_3$・$2SiO_2$（ムライト）、ＢｅＯ、$5SiO_2$－$2Al_2O_3$－２ＭｇＯ（コージエライト）などのＡｌ、ＦｅまたはＭｇのケイ酸塩、ホウケイ酸ガラスなどのその他のガラス、およびこれらの混合物を含むことができる。これらのセラミック材料の形状は、粉体、繊維、球体、マイクロスフェア、中空球体、フレーク、ウィスカーなどとする。ポリマー－充てん材複合材料の等方性、具体的にはｘ、ｙおよびｚ方向のＣＴＥのためには、粒子形状の充てん材を使用することが好ましい。

【００２８】

本発明の複合基板は、複数のポリマー－セラミック複合グリーン・シート層を製造し、それらを積層して複合基板を形成することによって製作することができる。複合基板の組立ては並行して、または逐次的に実施することができる。複合基板は、電子および／または光子を伝送する高密度電子金属導体および／または高密度光導波路を支持するように特に適合された少なくとも１層の表面層を有することができる。以下に詳細に説明するとおり、複合基板は、セラミック充てん材入りポリマー材料またはポリマー充てん材入りセラミック材料から製作することができる。まず、前者の構造から説明する。

【００２９】

Ｉ．セラミック充てん材入りポリマー基板

標準技法を使用して金属被覆されたセラミック充てん材入り有機ポリマー複合材料の層および層間相互接続用の金属バイアとから成る複合基板は、高性能半導体応用向けの優れたパッケージ構造を提供する。ポリマー－充てん材複合材料を、成形可能なまたはシート注型可能な調合物および積層板／Ｂステージ・プリプレグとして形成する方法は、当技術分野でよく知られている。本発明の一実施形態として、セラミック強化ポリイミド複合材を形成する。これは、ポリアミド酸前駆体溶液中にセラミック充てん材を分散させ、次いで溶剤を除去し、その後イミド化してポリイミドを形成することにより成形材料に転化させることによって実施する。適当な温度および圧力条件下でこの成形粉体を圧縮成形して、複合シートを形成することができる。あるいは、カーテン・コーティング、ロール・コーティングなどの従来のコーティング・プロセスによってポリアミド酸－セラミック充てん材分散物またはスラリを担体シート上で注型し、次いで溶剤を除去し、任意選択で部分的または完全に硬化させ、担体から取り外して複合プリプレグを得ることもできる。セラミック充てん材の含量は、セラミック充てん材入りポリマー複合材料の１０～７０重量％で

あることが好ましい。

【００３０】

このような複合多層基板には、半導体デバイス（１００℃で約３ｐｐｍ／℃）と従来のプリント回路板（１００℃で約１７～１８ｐｐｍ／℃）の中間の熱膨張率を有するという利点がある。この複合基板は、層間相互接続を提供するために導電性ペーストが充てんされたバイア・ホールを有するセラミック充てん材入りポリマー材料の複数の誘電層から成る。代替としてバイアに、固体金属を充てんすることもできる。

【００３１】

この複合基板は、並行処理した層または逐次処理した層から製造すること、あるいはこれらの組合せによって製造することができる。例えば、この複合基板は、両面に信号層を有する電力コアなどのスタックト・トライプレート（stacked triplate）およびコア間の個々の電力層と並行して構築することができる。次いでこの複合基板に、少なくとも１つの適当な表面層を追加することができる。あるいは、誘電層および金属導体層を順番に追加することによってコア構造を形成することもできる。次いでこのコアに、少なくとも１つの適当な表面層を追加する。

【００３２】

層間接続用の導電性ペーストに使用する金属充てん材は例えば、ＣｕまたはＮｉに対する共晶Ｂｉ／Ｓｎ、Ｉｎ／Ｓｎ、Ｐｂ／Ｓｎ／Ａｇ、Ｉｎ／Ｓｎ、Ｃｕに対するＰｂ／Ｓｎ、Ｃｕに対するＢｉ／Ｓｎ／Ｐｂ、ＳｎをめっきしたＣｕ、ＢｉをコーティングしたＣｕなど、低融点２元または３元合金を含むＣｕ、Ｎｉ、ＰｄまたはＡｇ粉である。導電性ペーストは、有機結合剤、導電性粒子、添加剤を含み、さらにガラス粉などの無機成分を含むことができるペースト固体総量の６０～９０重量％の金属充てん材を含むことができる。表面フィーチャは、高導電率金属（例えばＣｕ）から成り、この層は、Ｎｉ層、続いて半導体デバイスおよびＰＣＢとはんだ接続するための薄いＡｕめっき層または表面処理メタラジを有することができる。

【００３３】

次に図面、特にセラミック充てん材入りポリマー複合基板を形成する図４を参照する。可塑剤、表面活性剤／分散剤、酸化防止剤、着色剤などの適当な添加剤を含む溶剤担体中でセラミック充てん材とポリマー・マトリックスとを混合して、分散物を形成する５２。上記原料成分を、遊星ミキサ、ボール・ミルまたはロール・ミルを使用した高せん断力混合プロセスで混合して、注型用の均一スラリを得る。充てん材のぬれ性および分散安定性のため、一般に、ポリマー結合剤系とブレンドする前に、有機シランまたは有機チタンなどのカップリング剤を用いて充てん材粉体を表面改質することが望ましい。あるいは、充てん材の表面改質剤を、ポリマー－溶剤ビヒクルおよびその他の添加剤を担持した結合剤系と混合してから、セラミック充てん材にブレンドする。

【００３４】

マトリックス樹脂との相互作用を改善するための充てん材粒子の表面改質の一般的な方法は、セラミック粉を、メタノールまたはエタノールに溶解した０．１～１．０％（重量％）γ－アミノプロピルトリエトキシシランないしＡ－１１００（ユニオン・カーバイド（Union Carbide）社）溶液と混合し、これを室温で数時間ロール・ミルに掛け、液体を減圧除去し、処理した固体を約１００℃で乾燥させることを含む。セラミック粉を表面改質するその他のシラン・カップリング剤には、脂肪族アミン、例えばｎ-プロピルアミンの存在下での、ビニルジメチルエトキシシラン、ビニルトリアルコキシシラン、ヘキサメチルジシラザン（ＨＭＤＳ）、ジビニルテトラメチルジシロキサン（ＤＶＳ）および関連材料が含まれる。希望に応じて接着促進剤をペースト成分に追加することができる。選択するポリマー・マトリックスが、アルコキシシラン、ビニルアルコキシシランなどの、セラミック粒子表面に対して親和性を有し、したがって原位置での表面改質を提供するペンダント官能基を含むことが好ましい。同様に、有機チタン・カップリング剤を使用して、結合剤系とブレンドする前に充てん材を表面改質すること、または有機チタン・カップリング剤を、セラミック充てん材にブレンドする前の結合剤系に追加することもできる。シリ

カ充てん材の改質に使用される一般的なチタン酸塩には、イソプロピルトリ（ジオクチルピロホスファート）チタナート、イソプロピルトリ（エチルアミノ－エチルアミノ）チタナート、および関連材料が含まれる。

【００３５】

このように形成した複合スラリを、一般に実施されるシート注型プロセスを使用して、一般にＰＥＴ、ポリエチレンまたはポリプロピレンの裏当て材料である担体上で注型して（グリーン・シートと呼ばれる）シートまたはプリプレグとする（図４の５４）。あるいは、複合ポリマー・プリプレグ／シートを、当技術分野で周知の溶融押出成形または射出成形技法によって形成してもよい。後者のプロセスでは、容易に到達できる温度での射出成形に適した溶融体粘度を有する成形粉としての熱可塑性ポリマーと無機充てん材の無溶剤ブレンドを圧縮成形して積層板とする。スラリ注型シートの場合には一般に、その後に乾燥操作を実施して、注型シート中の溶剤を除去する。同様に、溶剤を含むたわみ性鎖状ポリ（アミド酸）またはポリ（アミド酸エステル）前駆体溶液にセラミック粒子を充てんし、次いで、溶剤除去、１００～２００℃でのイミド化によって成形材料に転化させ、圧縮成形してＢステージ積層板とする。

【００３６】

ブランキング操作によって、所望のサイズの個々の複合基板層を生成し、位置合せに必要な位置決め穴をあける。次いで裏当てシートを取り外し、機械パンチング、レーザ・ドリリング、機械ドリリング、ｅビーム加工または化学エッチングによってそれぞれの層にバイアを形成し（図４の５６）、次いで、導電性金属を充てんする（図４の５８）。

【００３７】

金属ペーストは、従来の方法で、例えば複合積層板に接触させた金属マスクを通してペーストをスクリーン印刷するか、またはペーストをスキージングすることによってバイアに充てんすることができる。あるいは、めっき、サブトラクティブ・エッチングなどの周知の技法で付着させた固体金属を充てんすることによって、または導電性金属球を機械的に配置することによってバイア・メタラジを形成することもできる。導電性ペーストを使用してバイアを埋めた場合には、金属被覆したグリーン・シートを乾燥させる。次いで、従来の多層セラミック製造技法を使用して、低融点金属充てん材を用いて調合された導電性ペーストをスクリーン印刷または押出成形スクリーニングすることによって、グリーン・シート層の表面に信号および配線金属被覆パターンを形成する（図４の６０）。あるいは、信号および配線金属被覆を、固体金属から（デカル（decal）プロセスなどによって）形成し、次いで層の表面に移すこともできる。

【００３８】

金属被覆した層を１００～２５０℃の加熱サイクルにかけて、残留溶剤を除去し、かつ樹脂マトリックスを部分的に（Ｂステージ）または完全に硬化させる。

【００３９】

個々の層は検査、すなわち電気的に試験し、次いで、所望の数の層を位置を合わせて積み重ね（図４の６２）、このスタックの最上層および最下層の上に非粘着性の薄いポリマー・シートを置き、油圧単軸プレスを使用し温度１５０～３５０℃、圧力２００～２０００ｐｓｉで積層して、多層複合相互接続構造を形成する。続いて、積層した構造をめっきプロセスにかけ、一般にＮｉ／Ａｕである表面処理金属を無電解プロセスによって付着させる。

【００４０】

表面処理の前に、それぞれ電子および／または光子を伝送する高密度電子金属導体および／または高密度光導波路を支持するように特に適合された少なくとも１層の表面層を追加することができる。このような表面層を、導波路８２（例えば光ファイバ）および／または８４（例えばオープン・チャネル）を有する表面層８０として図６に示す。表面層８０の組成は、ポリマー材料３０～１００重量％、セラミック７０～０重量％である。

【００４１】

あるいは、図９に示すように、導波路８２および／またはチャネル８４を支持するセラミ

ック充てん材入りポリマー層９２を形成することもできる。この実施形態では、チャネル８４が、ポリマー材料層９４で内張りされなければならない。チャネル８４は未充てんのままであることに留意されたい。最後に、ポリマー表面層９６を形成する。

【００４２】

高密度光導波路およびチャネル用の表面層８０、１０２およびライナ９４を使用する場合には、表面層にセラミック充てん材があってはならない。このポリマー材料は、光学的に透明な低（光）損失材料でなければならない。表面層に適した材料の例には、フッ化および過フッ化ポリイミドなどのフッ化ポリマー；フルオロアルキル（メタクリラート）、ペルフルオロ（メタクリラート）、ＰＭＭＡ、ＰＭＭＡ／ポリスチレン共重合体などのアルキルメタクリラートの単独重合体／共重合体などのアクリル・ポリマー；ポリエーテルケトン；ポリエステル；およびウレタン－アクリル・ポリマーなどがある。導波路は、光ファイバ、光伝送用のオープン・チャネルまたは光導波路とすることができる。光を屈折させ、導波路の内部に閉じ込めるために誘電材料は、異なる屈折率を有することが好ましい。

【００４３】

層間接着の完全性が不十分である場合、さまざまな処理および使用条件下での層間接着および接合の完全性のために薄い接着性ポリマー層を使用することができる。ポリイミド・ベースの複合金属被覆層の接合に使用できる接着剤には例えば、アクリル樹脂、シロキサンポリイミド、アセチレン末端ポリイミド、例えばＢＴＤＡ－ＡＰＢ（３，３’，４，４’－テトラカルボン酸ベンゾフェノンジアンヒドリド／３，３″－ビス－アミノフェノキシベンゼン）ポリイソイミド・オリゴマーから誘導されたＩＰ－６１０またはＩＰ-６１５　Ｔｈｅｒｍｉｄ－Ｉｓｏｉｍｉｄｅシリーズおよび関連する６ＦＤＡ－ＡＰＢ誘導体ポリマー（ナショナル・スターチ（National Starch）社）、ビスベンゾシクロブテン、ジビニルシロキサン－ビスベンゾシクロブテン・ポリマー、例えばＤＶＳ－ビス－ＢＣＢポリマー（ＣＹＣＬＯＴＥＮＥ樹脂、ダウ・ケミカル社の商品名）、６ＦＤＡ－ＯＤＡおよびＢＴＤＡ－ＯＤＡポリアミド酸（デュポン社）、ポリエステル、ポリアルキルアクリラート、低分子量芳香族コポリエステルまたはホモポリエステルなどがある。ただしこれらに限定されるわけではない。複合層間に挿入されたポリマー接着層は、積層化段階の温度および圧力条件下で層－層接合を形成する。完全に硬化させた複合シートの場合には、スプレー・コーティング、ロール・コーティングまたは一般に使用されるその他の表面コーティング技法による接着層の適用前に、O_2プラズマへの暴露または化学的な手段、例えば化学エッチングによって表面を活性化することが好ましい。次いでこの接着コートをベークして、溶剤またはその他の揮発性物質を除去し、かつ部分的に乾燥／硬化させて、Ｂステージに硬化させた非粘着性の表面を形成する。次いで先に述べた後続の処理に進み、バイア・パターンの形成、層の組上げ、積層化および表面処理メタラジの付着を実施して、セラミック充てん材入りポリマー複合材を含む相互接続構造を形成する。あるいは、この接着層を、標準技法を市販のアクリル接着剤と同様の標準技法を使用してバイアのパンチングまたはレーザ・ドリリングの前に積層によってセラミック充てん材入りポリマー複合材層に接合することができる、完全に硬化した熱可塑性溶融流動性ポリマー・フィルム、またはＴＥＦＬＯＮ（デュポン社商品名）接合ＫＡＰＴＯＮ（デュポン社商品名）、ボンド－プライ積層板、ＰＹＲＡＬＵＸ（デュポン社商品名）熱可塑性積層板および関連材料とすることもできる。

【００４４】

完成した複合基板１０を図１に示す。複数のセラミック充てん材入りポリマー材料層１２が互いに隣接するように積み重ねられ、積層されている。図１には示されていないが、層－層接合を提供するため、必要に応じ任意選択で、これらの層の間に粘着性材料をはさみ込んでもよい。この粘着性材料は、複合基板に関して先に述べた特性（ＣＴＥ、比誘電率、T_g、熱安定性など）を低下させず、好ましくは特性を補うものを選択しなければならない。複合基板１０がさらに、バイア１４および配線１６を備えるとより好ましい。

【００４５】

この複合基板はこの時点で、半導体デバイスをＰＣＢに結合および相互接続するのに使用することができる。アンダーフィルの有無にかかわらず半導体の結合には、従来のエリア・アレイ相互接続を使用することができる。ＰＣＢへの接続は、ボール・グリッド・アレイ（ＢＧＡ）、ランド・グリッド・アレイ（ＬＧＡ）、プラジャブル・インターコネクションなど、従来の表面実装技術を使用して実施することができる。開示の構造およびプロセスの利点としては、低コスト；寸法制御性；低比誘電率；低インピーダンス；より薄い高周波誘電層に対するフィーチャ・サイズの均一性；小さなフィーチャ・サイズを処理する能力；ならびにＣＴＥ、比誘電率、タフネス、熱および熱酸化安定性、望ましい電気的および機械的特性などの製品属性を調節する能力などが挙げられる。

【００４６】

ＩＩ．ポリマー充てん材入りセラミック基板

本発明に基づく第２の実施形態は、低比誘電率、低ＣＴＥ、低吸湿性の有機または有機金属ポリマー絶縁体で表面シールまたはバルク充てんされた部分高密度化セラミック・マトリックスと金属導体とを備える。この構造は、溶剤ビヒクル中にセラミック充てん材およびポリマー結合剤系を含むグリーン・シート・スラリを調製し、担体上でシート注型し、溶剤を揮発させてグリーン・シートを形成することを含む、多層セラミック（ＭＬＣ）タイプのプロセスを使用して製造することができる。溶剤を除去するための乾燥操作およびブランキング操作の後、機械パンチング、レーザ・ドリリング、機械ドリリング、ｅビーム機械加工または化学エッチングによって個々の層をパターニングして、バイアを画定する。バイア・パンチング以降の段階には、スクリーンオン金属ペーストを使用した個別化、乾燥、スクリーニングした個々のシートの検査、スタッキングおよび位置合せ、積層化、結合剤のバーンオフ、金属の高密度化、および高温にかけることによるセラミックの部分的焼結が含まれ、これによってビスク焼成された（bisque fired）堅い「ネックド（necked）」骨格状網目構造または多孔質セラミック体を得る。次いでこの構造を、有機または有機金属ポリマー溶液あるいは無溶剤重合可能反応性モノマー／オリゴマー組成物で処理して、これらが、スキン状表面シールを形成するか、またはバルク・マトリックス孔隙を埋めるようにする。溶剤を除去するための次の熱処理および硬化または重合によって、ポリマーでカプセル化された構造を得る。その後の処理は、パッド・メタラジの付着、電気試験、半導体デバイスの接合、モジュールの電気試験およびＰＣＢの接続である。

【００４７】

金属被覆セラミック複合体に対するポリマー充てん材の割合は、セラミック中の孔隙の量、バルク孔隙を埋めるのか、または表面領域だけをシールしてカプセル化するかの選択、および金属パターンの密度によって決まる。

【００４８】

ポリマー充てん材入りセラミック構造用のグリーン・シート・スラリを形成する好ましいポリマーは、結合剤バーンオフ加熱サイクルで従来どおりに３００～４００℃に加熱したときに揮発するモノマー化学種に実質上完全に解重合するポリマー、あるいはモノマー／オリゴマー化学種に熱分解するポリマーである。この目的に適したさまざまなポリマーには、ポリ（アルキルメタクリラート）、好ましくはＰＭＭＡ［ポリ（メチルメタクリラート）］、ＰＭＭＡ－ポリ－ｎ－ブチルメタクリラート共重合体、ポリ（ｔ－ブチルメタクリラート）、ＰαＭＳ［ポリ（α－メチルスチレン）］、ポリビニルブチラール、ポリ（プロピレンオキシド）、ＰＩＢ［ポリ（イソブチレン）］、ＰＭＭＡ－ＰＩＢブレンドなどがある。これらは４００℃未満の温度で容易に解重合する。

【００４９】

バイア充てん用の導電性金属ペーストは、Ａｕ、Ａｕ－Ｃｕ、Ａｕ－Ｓｎ、Ｃｕ－Ｓｎ金属間化合物、Ａｇをめっきしたｃｕ、Ａｕをめっきしたｎｉなどの金属粉および任意選択でガラス・フリットなどの無機微粒子を、３５０～４５０℃未満の温度で容易に除去することができるポリマー結合剤系中に含むことができる。この混合物をロール・ミル中で粉砕して、均一なペーストを形成する。

【００５０】

表面層上にポリマー・シールを提供する、すなわち表面層をカプセル化するため、あるいは基板のバルク中の孔隙領域を埋めるために、この構造を、無溶剤または溶剤担持ポリマーまたはプレポリマー溶液、好ましくは無溶剤反応性オリゴマー組成物で処理して、セラミックの網目構造中の多孔領域間に流入させる。例えば、ＢＣＢ樹脂溶液またはジビニルシロキサン－ビス－ベンゾシクロブテン（ＤＶＳ－ＢＣＢ）プリポリマー溶液（ＣＹＣＬＯＴＥＮＥ樹脂、ダウ・ケミカル社）を基板の上に複数回塗布し、塗布と塗布の間に１００～１５０℃に加熱して、それぞれの塗布の後に溶剤または低分子量化学種をゆっくりと除去し、最後に３５０℃のプログラムド・オーブンまたは炉中で硬化させ、セラミック・バルク孔隙を内部に封入した熱に安定な耐溶剤性ポリマー・マトリックスを形成する。溶剤中で部分的に重合した（Ｂステージ）樹脂としてＢＣＢポリマーが使用可能である。この硬化した橋かけポリマーはいくつかの利点を有する。具体的には、比誘電率が低く（１ｋＨｚ～１ＭＨｚで２．６５）、誘電正接が低く（１ｋＨｚで＜０．０００８）、完全に橋かけしたときに耐溶剤性であり、高い熱安定性が高く、吸湿性が低い。高固形分溶液として得ることができ、ＢＣＢ溶液と同様に塗布することができ、４００℃までの温度でベークして、セラミック骨格状網目構造中に橋かけされた絶縁マトリックスを形成することができるその他の低粘性材料、例えばＳＩＬＫポリマー、ポリアリーレンエーテル、ポリ（メチルシルセスキオキサン）などの橋かけ可能な低分子量ポリオルガノシランも、セラミック孔隙を充てんするのに使用することができる。

【００５１】

焼結後の表面シールまたはネックド・セラミック・バルク中へのバルク含浸に使用することができる熱硬化性ポリマー系のその他の例には、Ｔｈｅｒｍｉｄ－Ｉｓｏｉｍｉｄｅシリーズの材料、例えばＩＰ－６１０または６１５オリゴマーなどのアセチレン末端ポリイミド；低ＣＴＥポリイミド、例えばＢＰＤＡ－ＰＤＡ、ＢＰＤＡ－ＯＤＡ）；ビス－マレイミド－トリアジン樹脂（ＢＴ樹脂）、シアン酸エステル－エポキシ・ブレンド、ＰＮＤＡ－ＯＤＡアミドエチルエステル、ＢＰＤＡ－ＰＤＡアミドエチルエステルなどのポリ（アミドエチルエステル）、および関連材料などがある。

【００５２】

「ネックド」セラミック構造の表面シールは、高粘度ポリマーを塗布し、高温で硬化させることによっても実施することができる。例えば、基板を、ＮＭＰに約２０％の固体を溶かしたＢＴＤＡ－ＯＤＡ、ＢＰＤＡ－ＯＤＡ、ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸無水物（６ＦＤＡ）－オキシジアニリン（ＯＤＡ）（６ＦＤＡ-ＯＤＡ）（ＲＣ２５６６、デュポン社商品名）などの部分フッ化ポリアミド酸またはポリ（アミド酸エステル）などのポリイミド組成物を用いたスプレー、浸漬またはその他の液体塗布法によって処理し、N_2パージしたプログラムド・オーブンまたは炉を使用してベークし／硬化させる。一般的な温度プロファイルは以下のようなものである。約７０～８０℃から開始し、その後、２～４℃／分の温度勾配を使用して、１５０℃、２１０～２４０℃、３００℃まで加温し、それぞれの温度で約２０分間その温度を維持し、最後に３５０～３７５℃で４５～６０分間硬化させ、少なくとも７０～８０℃までゆっくりと冷却してから、部品を取り出す。表面層だけでなくバルク中への浸透を増大させるためにポリイミド溶液を複数回塗布することもできる。この場合には、各回の塗布後にポリマーを１５０℃の中間ベークにかけ、室温まで冷却してから、次のコーティングを塗布することが好ましい。最後の塗布の後、３５０～３７５℃の完全硬化温度プロファイルにかける。

【００５３】

次に図２を参照すると、本発明の第２の実施形態が開示されている。複合基板２０は、ポリマー材料３０が充てんされた孔隙２８を有する複数のセラミック層２２を含む。孔隙２８は複合基板２０を通して連続しており、そのため、ポリマー材料３０は、全ての孔隙２８中に浸透することができる。複合基板２０がさらに、バイア２４および配線２６を備えることが好ましい。

【００５４】

本発明の第２の実施形態の変形を図３に示す。ここでは、複合基板２０’が、孔隙２８を

含むセラミック層２２を有する。しかし、複合基板２０’の場合には、ポリマー材料３２が複合基板２０’の外側をシールし、複合基板２０’中には部分的にしか浸透しない。これにより、大部分の孔隙２８はポリマー材料３２を含まない。ポリマー材料３２は領域３４から除去されるか、または領域３４に付着しないように塗布され、そのため、半導体デバイス（図示せず）またはＰＣＢ（図示せず）への電気接続を実施することができる。

【００５５】

次に図５を参照して、本発明の第２の実施形態を実施する方法について論じる。可塑剤、界面活性剤／分散剤、酸化防止剤、着色剤などの適当な添加剤を含む溶剤担体中でセラミック材料をポリマー結合剤材料と混合して、グリーン・シート・スラリとしても知られる分散物６３を形成する。上記原料成分を、遊星ミキサ、ボール・ミルまたはロール・ミルを使用した高せん断力混合プロセスで混合して、注型用の均一スラリを得る。ポリマー結合剤系に対する充てん材のぬれ性および分散安定性のため、一般に、ポリマーとブレンドする前に、有機シランまたは有機チタンなどのカップリング剤を用いてセラミック材料を表面改質することが望ましい。あるいは、粒子表面改質剤を有機結合剤系と混合し、次いでセラミック材料をブレンドして、複合材スラリを形成してもよい。ポリマー結合剤は、先に述べたように解重合するものを選択する。

【００５６】

このように形成した複合スラリを、シート注型法を使用して、一般にＰＥＴ、ポリエチレンまたはポリプロピレンである担体上で注型し、（グリーン・シートと呼ばれる）シートとする（図５の６４）。注型したシート中の溶剤を除去する乾燥操作の後、ブランキング操作によって、所望のサイズの個々の複合基板層を生成し、次いで位置合せに必要な位置決め穴をあける。

【００５７】

次に裏当てシート材料を取り外し、機械パンチング、レーザ・ドリリングまたは化学エッチングによってそれぞれの層にバイアを形成し（図５の６６）、次いでバイアに導電性金属を充てんする（図５の６８）。バイアには、従来どおり金属ペーストを充てんすることができる。あるいは、バイア・メタラジを、めっき、サブトラクティブ・エッチングなどの周知の技法で付着させた固体金属を充てんすることによって、あるいは例えば金属球を加圧成形することによって成形または挿入した導電性金属元素を機械的に配置することによって形成することもできる。導電性ペーストを使用してバイアに充てんを実施する場合には、揮発性物質を除去するためにグリーン・シートを乾燥させる。次いで、従来の多層セラミック製造技法を使用して、金属充てん材を用いて調合された導電性ペーストをスクリーン印刷または押出成形スクリーニングすることによって、グリーン・シート層の表面に信号および配線金属被覆パターンを形成する（図５の７０）。あるいは、信号および配線金属被覆を、固体金属から（デカル・プロセスなどによって）形成し、次いでグリーン・シート層の表面に移すこともできる。

【００５８】

個々の層を検査し、次いで、所望の数の層を位置を合わせて積み重ね（図５の７２）、このスタックの最上層および最下層の上に非粘着性の薄いポリマー・シートを置き、油圧単軸プレスを使用し温度１５０～３５０℃、圧力２００～２０００ｐｓｉで積層して、多層複合相互接続構造を形成する。

【００５９】

その後、このセラミック体を、ポリマー結合剤を解重合させ、従来から結合剤バーンオフとして知られ実施されているプロセスで炭素質残留物を除去するのに十分な温度にまで加熱する（図５の７４）。次いで焼結温度を、セラミックを部分的に高密度化させるのに十分な温度にまで高める（７６）。セラミックの部分的な高密度化または「ビスク」焼成によって、セラミック技術分野で周知の多孔質または骨格状セラミック体が生成される。多孔質セラミック体を室温まで冷却し、炉から取り出した後、先に示したポリマー材料を多孔質セラミック体中に部分的にまたは完全に浸透させる（図５の７８）。続いて、この積層板構造をめっきプロセスにかけ、一般にＮｉ／Ａｕである金属付着を無電解プロセスに

よって表面処理する。

【００６０】

表面処理の前に、それぞれ電子および／または光子を伝送する高密度電子金属導体および／または高密度光導波路を支持するように特に適合された少なくとも１層の表面層を追加することができる。このよう表面層を、導波路８８（例えば光ファイバ）および／または９０（例えばオープン・チャネル）を有する表面層８６として図７および８に示す。図７は、表面層８６を有する以外、全体に図２と一致する。同様に図８は、表面層８６を有する以外、全体に図３と一致する。表面層の組成は、ポリマー材料３０～１００重量％、セラミック７０～０重量％である。

【００６１】

あるいは、図１０および１１に示すように、導波路８８および／またはチャネル９０を支持するセラミック充てん材入りポリマー層９８を形成することもできる。この実施形態では、チャネル９０が、ポリマー材料層１００で内張りされなければならない。チャネル９０は未充てんのままであることに留意されたい。最後に、ポリマー表面層１０２を形成する。

【００６２】

他の実施形態として図１２に示すように、図１１に示したシール層３２を省くことができる。次いで層１０４を、基板の残り部分と同様のセラミック充てん材入りポリマー材料または未充てんセラミック材料とすることができる。基板のシールは、ポリマー表面層１０２によって提供される。

【００６３】

高密度光導波路用の表面層８６、１０２およびライナ１００を使用する場合には、表面層にセラミック充てん材があってはならない。このポリマー材料は、光学的に透明な低（光）損失材料でなければならない。表面層に適した材料の例には、フッ化および過フッ化ポリイミドなどのフッ化ポリマー；フルオロアルキル（メタクリラート）、ペルフルオロ（メタクリラート）、ＰＭＭＡ、ＰＭＭＡ／ポリスチレン共重合体などのアルキルメタクリラートの単独重合体／共重合体などのアクリル・ポリマー；ポリエーテルケトン；ポリエステル；およびウレタン－アクリル・ポリマーなどがある。導波路は、光ファイバ、光伝送用のオープン・チャネルまたは光導波路とすることができる。光を屈折させ、導波路の内部に閉じ込めるために誘電材料は、異なる屈折率を有することが好ましい。

【００６４】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【００６５】

（１）ポリマー材料とセラミック材料の混合物をそれぞれが含む隣接する複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満であり、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板。

（２）前記層がそれぞれ、３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を含む、上記（１）に記載の複合基板。

（３）前記層がそれぞれ、４０～６０重量％のポリマー材料および４０～６０重量％のセラミック材料を含む、上記（１）に記載の複合基板。

（４）１００重量％のポリマー材料を含み、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した表面層をさらに含む、上記（１）に記載の複合基板。

（５）前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（４）に記載の複合基板。

（６）前記隣接する複数の層の１層が、少なくとも１つの光導波路を支持し、さらに、前記複数の層の前記１層に隣接し、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を含む、上記（１）に記載の複合基板。

（７）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（６）に記載の複合基板。

（８）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（７）に記載の複合基板。
（９）前記セラミック材料が、シリカ、溶融シリカ、石英、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（１）に記載の複合基板。
（１０）前記ポリマー材料が、熱可塑性ポリエステル、ＬＣポリエステル、ＬＣＰ－熱可塑性ポリマー・ブレンド、ポリイミド、フッ化ポリイミド、棒状構造の低熱膨張ポリイミド、熱可塑性ポリマー、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド樹脂、ポリビニルブチラール、ポリ（アルキルメタクリラート）、ポリ（α－メチルスチレン）およびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（１）に記載の複合基板。
（１１）前記複数の層がそれぞれ、少なくとも１つのバイアを有する、上記（１）に記載の複合基板。
（１２）それぞれの層対間に導線をさらに備える、上記（１）に記載の複合基板。
（１３）ポリマー充てん材入りセラミック材料をそれぞれが含む複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満であり、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板。
（１４）１００重量％のポリマー材料を含み、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した表面層をさらに含む、上記（１３）に記載の複合基板。
（１５）前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（１４）に記載の複合基板。
（１６）前記複数の層の１層が、少なくとも１つの光導波路を支持し、さらに、前記複数の層の前記１層に隣接し、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を含む、上記（１３）に記載の複合基板。
（１７）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（１６）に記載の複合基板。
（１８）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（１７）に記載の複合基板。
（１９）前記セラミック材料が、シリカ、溶融シリカ、石英、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（１３）に記載の複合基板。
（２０）前記セラミック材料に充てんされた前記ポリマー材料が、ポリイミド、低ＣＴＥポリイミド、フッ化ポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、ＳＩＬＫ、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド（ＢＭＩ）樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（１３）に記載の複合基板。
（２１）前記複数の層がそれぞれ、少なくとも１つのバイアを有する、上記（１３）に記載の複合基板。
（２２）それぞれの層対間に導線をさらに備える、上記（１３）に記載の複合基板。
（２３）３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を有するセラミック充てん材入りポリマー材料をそれぞれが含む隣接する複数の層を含み、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満であり、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板。
（２４）１００重量％のポリマー材料を含み、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した表面層をさらに含む、上記（２３）に記載の複合基板。
（２５）前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択され

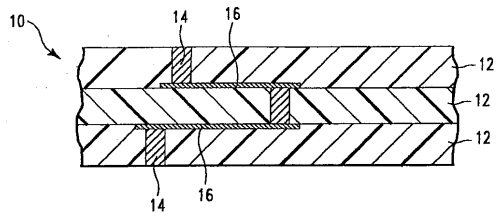
る、上記（２４）に記載の複合基板。
（２６）前記隣接する複数の層の１層が、少なくとも１つの光導波路を支持し、さらに、前記隣接する複数の層の前記１層に隣接し、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を含む、上記（２３）に記載の複合基板。
（２７）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（２６）に記載の複合基板。
（２８）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（２７）に記載の複合基板。
（２９）前記セラミック材料が、シリカ、溶融シリカ、石英、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（２３）に記載の複合基板。
（３０）前記ポリマー材料が、ＬＣポリエステル、ポリイミド、フッ化ポリイミド、低熱膨張ポリイミド、ポリ（ベンゾシクロブテン）、ポリ（アリーレンエーテル）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（２３）に記載の複合基板。
（３１）前記複数の層がそれぞれ、少なくとも１つのバイアを有する、上記（２３）に記載の複合基板。
（３２）それぞれの層対間に導線をさらに備える、上記（２３）に記載の複合基板。
（３３）ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、
前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、
それぞれの前記複合グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、
前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、隣接する複合材料層から成り、熱膨張率が１００℃で８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満で、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板を形成する段階
を含む、複合基板の製造方法。
（３４）それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、上記（３３）に記載の方法。
（３５）それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、上記（３３）に記載の方法。
（３６）それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体が固体金属元素を含む、上記（３３）に記載の方法。
（３７）それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体が金属デカルを含む、上記（３３）に記載の方法。
（３８）前記分散物が、３０～９０重量％のポリマー材料および１０～７０重量％のセラミック材料を含む、上記（３３）に記載の方法。
（３９）前記セラミック材料が、シリカ、溶融シリカ、石英、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（３３）に記載の方法。
（４０）前記ポリマー材料が、熱可塑性ポリエステル、ＬＣポリエステル、ポリイミド、フッ化ポリイミド、低熱膨張ポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、熱可塑性ポリマー、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド樹脂、ポリ（アルキルメタクリラート）、ポリ（α－メチルスチレン）およびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（３３）に記載の方法。
（４１）前記積重ね／積層段階の前に、少なくとも２枚の前記グリーン・シートをサブユニットに形成する段階をさらに含む、上記（３３）に記載の方法。
（４２）光導波路として使用するのに適した表面層を形成する段階と、前記積重ね／積層

段階の後に、前記表面層を前記複合基板に接合する段階をさらに含む、上記（３３）に記載の方法。
（４３）前記表面層が１００重量％のポリマー材料を含む、上記（４２）に記載の方法。
（４４）前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（４３）に記載の方法。
（４５）前記複数のグリーン・シートの１枚が、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適し、さらに、前記積重ね／積層段階の後に、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を前記複数のグリーン・シートの前記１枚に隣接して接合する段階を含む、上記（３３）に記載の方法。
（４６）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（４５）に記載の方法。
（４７）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（４６）に記載の方法。
（４８）ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する段階と、
前記分散物を用いて複数の複合グリーン・シートを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートにバイア・ホールを形成する段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホールに金属導体を充てんする段階と、
それぞれの前記グリーン・シートの表面に金属導体を形成する段階と、
前記複数のグリーン・シートを積み重ね、積層して、複合基板積層板を形成する段階と、
前記複合基板を加熱して、前記ポリマー材料および炭素質残留物を熱的に除去する段階と、
前記セラミック材料を部分的に高密度化して、堅い骨格状構造を生成する段階と、
前記堅い骨格状構造にポリマー材料を少なくとも部分的に充てんして、熱膨張率が８～１４ｐｐｍ／℃、比誘電率が４未満で、光および／または電子基板として使用するように適合された複合基板を生成する段階
を含む、複合電子基板の製造方法。
（４９）前記セラミック材料を部分的に高密度化する前記段階において、それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、上記（４８）に記載の方法。
（５０）前記セラミック材料を部分的に高密度化する前記段階において、それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体を高密度化する段階をさらに含む、上記（４８）に記載の方法。
（５１）それぞれの前記グリーン・シートの前記バイア・ホール中の前記金属導体が固体金属元素を含む、上記（４８）に記載の方法。
（５２）それぞれの前記グリーン・シートの表面の前記金属導体が金属デカルを含む、上記（４８）に記載の方法。
（５３）前記分散物が、３０～７０重量％のポリマー材料および３０～７０重量％のセラミック材料を含む、上記（４８）に記載の方法。
（５４）前記セラミック材料が、シリカ、溶融シリカ、石英、ケイ酸アルミナ、ケイ酸マグネシア、ケイ酸ボリアおよびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（４８）に記載の方法。
（５５）ポリマー材料とセラミック材料から成る分散物を形成する前記ポリマー材料が、ＰＭＭＡ［ポリ（メチルメタクリラート）］、ＰＭＭＡ－ポリ－ｎ－ブチルメタクリラート共重合体、ポリ（ｔ－ブチルメタクリラート）、ＰαＭＳ［ポリ（α－メチルスチレン）］、ポリビニルブチラール、ポリ（プロピレンオキシド）、ＰＩＢ［ポリ（イソブチレン）］、ＰＭＭＡ－ＰＩＢブレンドから成るグループから選択される、上記（４８）に記載の方法。
（５６）前記堅い骨格状セラミック構造に少なくとも部分的に充てんされる前記ポリマー

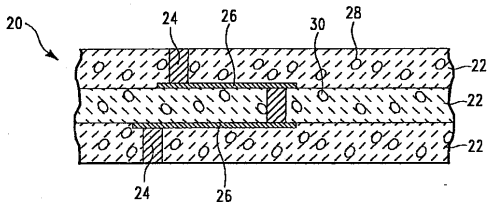
材料が、ポリイミド、フッ化ポリイミド、低ＣＴＥポリイミド、ポリ（アリーレンエーテル）、ＳＩＬＫ、ポリ（シクロオレフィン）、ポリ（ベンゾシクロブテン）、シアン酸エステル樹脂、シアン酸エステル／エポキシ・ブレンド、ビス－マレイミド（ＢＭＩ）樹脂およびこれらの混合物から成るグループから選択される、上記（４８）に記載の方法。
（５７）光導波路として使用するのに適した表面層を形成する段階と、少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、前記表面層を前記複合基板に接合する段階をさらに含む、上記（４８）に記載の方法。
（５８）前記表面層が１００重量％のポリマー材料を含む、上記（５７）に記載の方法。
（５９）前記ポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（５８）に記載の方法。
（６０）前記複数のグリーン・シートの１枚が、少なくとも１つの光導波路を支持するのに適し、さらに、少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、１００重量％のポリマー材料を含む表面層を前記複数のグリーン・シートの前記１枚に隣接して接合する段階を含む、上記（４８）に記載の方法。
（６１）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（６０）に記載の方法。
（６２）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（６１）に記載の方法。
（６３）少なくとも１つの光導波路を支持するのに適した少なくとも１層の追加の層を形成する段階と、
１００重量％のポリマー材料を含む表面層を形成する段階と、
少なくとも部分的に充てんする前記段階の後に、前記少なくとも１層の追加の層および前記表面層を前記複合基板に接合する段階
をさらに含む、上記（４８）に記載の方法。
（６４）前記少なくとも１つの光導波路が、１００重量％のポリマー材料から成るライナを備えたチャネルである、上記（６３）に記載の方法。
（６５）前記ライナおよび前記表面層のポリマー材料が、フッ化ポリマー、アクリル・ポリマー、ポリエーテルケトン、ポリエステル、およびウレタン－アクリル・ポリマーから成るグループから選択される、上記（６４）に記載の方法。
【図面の簡単な説明】
【図１】セラミック充てん材入り複合ポリマー基板を示す本発明の第１の実施形態の断面図である。
【図２】ポリマー充てん材入り複合セラミック基板を示す本発明の第２の実施形態の断面図である。
【図３】ポリマーが複合基板の表面領域および周縁部だけにあって、したがって構造全体がカプセル化された、ポリマー充てん材入りセラミック基板を示す本発明の第２の実施形態の一変形の断面図である。
【図４】本発明の第１の実施形態を形成する方法を示す流れ図である。
【図５】本発明の第２の実施形態を形成する方法を示す流れ図である。
【図６】信号の光伝送のための表面層が所定の位置に配置された図１と類似の断面図である。
【図７】信号光伝送用の表面層が所定の位置に配置された図２と同様の断面図である。
【図８】信号光伝送用の表面層が所定の位置に配置された図３と同様の断面図である。
【図９】信号の光伝送をサポートする層およびカバー表面層が所定の位置に配置された図１と同様の断面図である。
【図１０】信号の光伝送をサポートする層およびカバー表面層が所定の位置に配置された図２と同様の断面図である。
【図１１】信号の光伝送をサポートする層が所定の位置に配置された図３と同様の断面図

である。
【図１２】信号の光伝送をサポートする層が所定の位置に配置された図３と同様の断面図である。
【符号の説明】
１０　複合基板
１２　セラミック充てん材入りポリマー材料層
１４　バイア
１６　配線
２０　複合基板
２０’　複合基板
２２　セラミック層
２４　バイア
２６　配線
２８　孔隙２８
３０　ポリマー材料
３２　ポリマー材料
８０　表面層
８２　導波路
８４　チャネル
８６　表面層
８８　導波路
９０　チャネル
９２　セラミック充てん材入りポリマー層
９４　ポリマー・ライナ
９６　ポリマー表面層
９８　セラミック充てん材入りポリマー層
１００　ポリマー・ライナ
１０２　ポリマー表面層

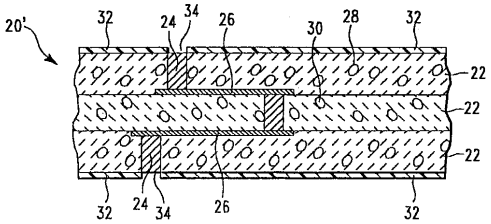
【図１】



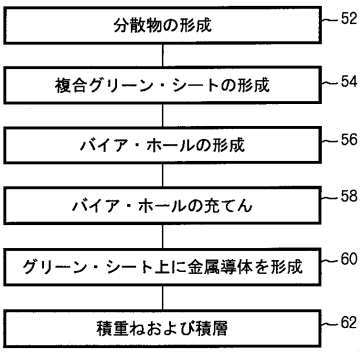
【図２】



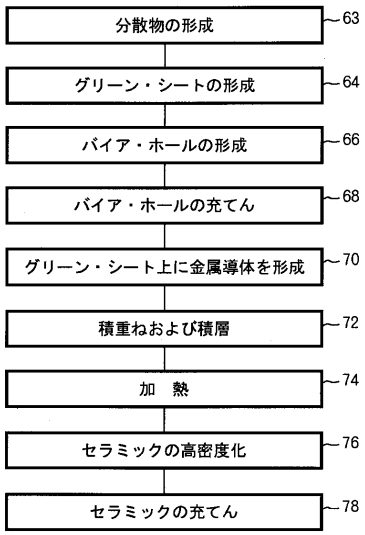
【図３】



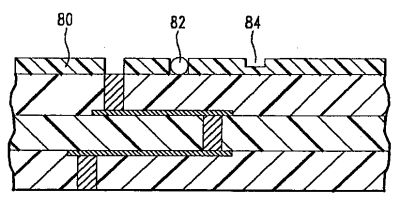
【図４】



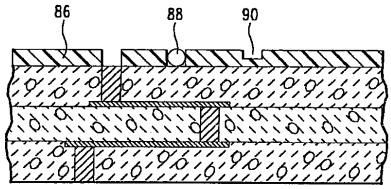
【図５】



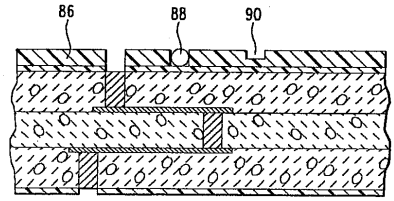
【図６】



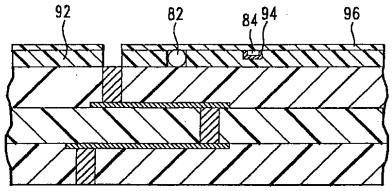
【図７】



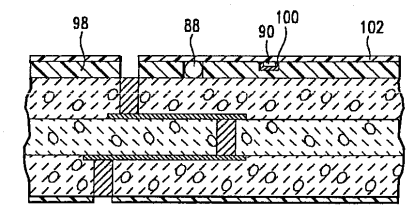
【図８】



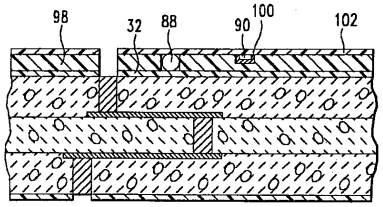
【図９】



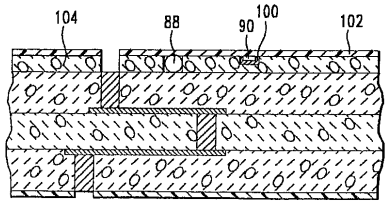
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI	
H05K 1/03	610S	
G02B 6/12	N	
H01L 23/14	R	

(72)発明者 ダニエル・ジョージ・バーガー
アメリカ合衆国１２５９０ ニューヨーク州ワッピンガーズ・フォールズ トップ・オー・ヒル・ロード ５０
(72)発明者 シャジ・ファルーク
アメリカ合衆国１２５３３ ニューヨーク州ホープウェル・ジャンクション ダータントラ・ドライブ ６
(72)発明者 レスター・ワイン・ヘロン
アメリカ合衆国１２５６１ ニューヨーク州ニュー・パルツ デュボワ・ロード ２２３
(72)発明者 ジェームズ・エヌ・ハメニク
アメリカ合衆国１２５４０ ニューヨーク州ラグランジュヴィル プリング・ロード ７
(72)発明者 ジョン・ウルリッチ・ニッカーボッカー
アメリカ合衆国１２５３３ ニューヨーク州ホープウェル・ジャンクション クリーメリー・ロード ５３
(72)発明者 ロバート・ウィリアム・パスコ
アメリカ合衆国１２５９０ ニューヨーク州ワッピンガーズ・フォールズ アルパート・ドライブ １
(72)発明者 チャールズ・エイチ・ペリー
アメリカ合衆国１２６０３ ニューヨーク州ポキプシースパイ・ヒル・ロード １４
(72)発明者 クリシュナ・ジー・サチデフ
アメリカ合衆国１２５３３ ニューヨーク州ホープウェル・ジャンクション ファービュー・ドライブ ２３

審査官 黒石 孝志

(56)参考文献 特開昭６２－１２６６９４（ＪＰ，Ａ）
特開平３－１７７３７６（ＪＰ，Ａ）
特開平４－１０３３４９（ＪＰ，Ａ）
特開平５－２９１７０６（ＪＰ，Ａ）
特開平４－９１４９７（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１３０３７７（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１８６３７６（ＪＰ，Ａ）
特開平５－２８１４２６（ＪＰ，Ａ）
特開平６－２８１８３１（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１２５３３９（ＪＰ，Ａ）
特開平１－１１２７９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H05K 3/46
H05K 1/03
B32B 18/00
G02B 6/12
H01L 23/14