

(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2004-136671
(P2004-136671A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int. Cl.⁷
B32B 7/04

F I
B32B 7/04

テマコード (参考)
4F100

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2003-334370 (P2003-334370)
(22) 出願日 平成15年9月25日 (2003.9.25)
(31) 優先権主張番号 10/263851
(32) 優先日 平成14年10月3日 (2002.10.3)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531
インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION
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
(74) 代理人 100108501
弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

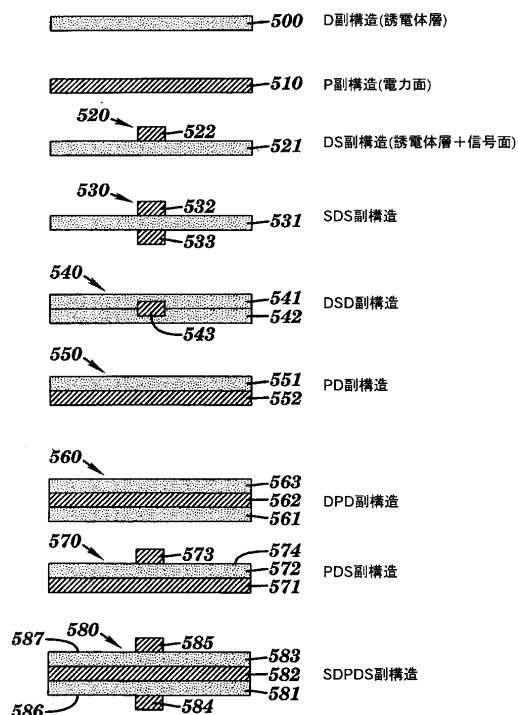
(54) 【発明の名称】 液晶ポリマー誘電体被膜の積層

(57) 【要約】

【課題】 L C P 誘電体による多層構造およびその形成方法を提供する。

【解決手段】 ページは、ある配列順序で $N(N-2)$ 個の副構造をスタックすることによって生成する。1対の隣接する副構造のそれぞれの第1副構造は、1対の隣接する副構造の第2副構造に結合される L C P (液晶ポリマー) 誘電体材料を含む。このページを、ページ中の L C P 誘電体材料のネマチック - アイソトロピック転移温度のうち最低のものよりも低い温度にかける。保持時間および高圧は、ページ中のすべての L C P 誘電体材料を塑性変形させ、1対の隣接する副構造のそれぞれの第1および第2副構造の間に配設される外因性接着層を用いずに1対の隣接する副構造をそれぞれ積層するのに十分なものである。

【選択図】 図 1 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 層と、
第 2 層とを備え、

前記第 1 層が第 1 L C P (液晶ポリマー)誘電体材料を含み、前記第 1 L C P 材料を前記第 2 層に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 L C P 材料が前記第 2 層に直接結合されるように前記第 1 層が前記第 2 層に結合される、多層構造。

【請求項 2】

前記第 1 L C P 誘電体材料が、前記第 1 層を前記第 2 層に結合する前に前記第 1 L C P 誘電体材料中に存在したポリマー鎖構造およびそれに関連した方向と本質的に同じポリマー鎖構造およびそれに関連した方向を有する、請求項 1 に記載の多層構造。

10

【請求項 3】

前記第 1 L C P 誘電体材料が、前記第 1 層を前記第 2 層に結合する前に前記第 1 L C P 誘電体材料中に存在した C T E (熱膨張係数)と本質的に同じ C T E を有する、請求項 1 に記載の多層構造。

【請求項 4】

前記第 2 層が L C P 誘電体材料を含まない誘電体層である、請求項 1 に記載の多層構造

【請求項 5】

前記第 2 層が第 2 L C P 誘電体材料を含み、前記第 1 L C P 材料を前記第 2 L C P 材料に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 および第 2 L C P 材料が互いに直接結合される、請求項 1 に記載の多層構造。

20

【請求項 6】

前記第 2 層が誘電体材料を含み、信号面が前記第 1 および第 2 層に接触するように前記多層構造内部の一部分中に埋め込まれた信号面をさらに備える、請求項 1 に記載の多層構造。

【請求項 7】

前記第 2 層が、前記第 1 L C P 材料を電力面に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 層の前記第 1 L C P 誘電体材料に結合される電力面を備える、請求項 1 に記載の多層構造。

30

【請求項 8】

前記電力面が、前記第 1 L C P 誘電体材料で充填される貫通孔を備える、請求項 7 に記載の多層構造。

【請求項 9】

第 2 L C P 誘電体材料を含み、前記第 2 層が前記第 1 および第 3 層にはさまれるように前記第 2 層に結合される第 3 層をさらに備え、前記第 2 L C P 材料が、前記第 2 L C P 材料を前記電力面に結合する外因性接着材料を用いずに前記電力面に直接結合される、請求項 7 に記載の多層構造。

【請求項 10】

前記電力面が、前記第 1 L C P 誘電体材料、前記第 2 L C P 誘電体材料およびその組合せからなる群から選択される材料で充填される貫通孔を備える、請求項 9 に記載の多層構造。

40

【請求項 11】

N が少なくとも 2 である N 個の副構造をある配列順序でスタックすることを含むページを生成するステップであって、1 対の隣接する副構造のそれぞれの第 1 副構造が、前記 1 対の隣接する副構造の第 2 副構造に結合される L C P (液晶ポリマー)誘電体材料を含むステップと、

前記ページ中のすべての L C P 誘電体材料を塑性変形させ、1 対の隣接する副構造のそれぞれの前記第 1 および第 2 副構造の間に配設される外因性接着層なしで、1 対の隣接する副構造をそれぞれ積層させるのに十分な保持時間かつ高圧で、前記ページ中の前記 L C

50

P誘電体材料のネマチック - アイソトロピック転移温度のうち最低のものよりも低い温度を前記ページに加えるステップとを含む、多層構造を製作する方法。

【請求項 1 2】

前記保持時間全体にわたって、前記ページ中のすべての L C P 誘電体材料のポリマー鎖構造およびそれに関連した方向が本質的に変化しないままである、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記保持時間全体にわたって、前記ページ中のすべての L C P 誘電体材料の C T E (熱膨張係数) が本質的に変化しないままである、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記高圧が、約 1 0 0 0 p s i (0 . 7 k g / m m ²) ~ 約 3 0 0 0 p s i (2 . 1 k g / m m ²) の範囲の値をとる、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記 N 個の副構造の第 1 の 1 対の副構造の第 1 副構造が第 1 L C P 誘電体材料を有する D 副構造を備え、前記第 1 の 1 対の副構造の第 2 副構造が誘電体層を備える、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記 N 個の副構造の第 1 の 1 対の副構造の第 1 副構造が第 1 L C P 誘電体材料を有する D 副構造を備え、前記第 1 の 1 対の副構造の第 2 副構造が P 副構造を備える、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記 P 副構造が貫通孔を備え、前記温度をかけるステップが前記第 1 L C P 誘電体材料で前記孔を充填することを含む、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記 N 個の副構造の第 1 の 1 対の副構造の第 1 副構造が第 1 L C P 誘電体材料を有する D 副構造を備え、前記第 1 の 1 対の副構造の第 2 副構造が D S 副構造を備え、前記温度をかけるステップで、前記 D 副構造と前記 D S 副構造の信号面の間に介在する外因性接着材料を用いずに、前記 D 副構造が前記 D S 副構造の信号面に積層されるような順序で前記第 1 および第 2 副構造が配列される、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記 N 個の副構造の第 1 副構造が第 1 L C P 誘電体材料を有する D 副構造を備え、前記 N 個の副構造の第 2 副構造が P 副構造を備え、前記 N 個の副構造の第 3 副構造が第 2 L C P 誘電体材料を有する D 副構造を備え、前記温度をかけるステップで、前記第 1 および第 3 副構造がそれぞれ前記第 2 副構造の対向面に積層されるような順序で前記第 1、第 2 および第 3 副構造が配列される、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記 P 副構造が貫通孔を備え、前記温度をかけるステップが、前記第 1 L C P 誘電体材料、前記第 2 L C P 誘電体材料およびその組合せからなる群から選択される材料で前記孔を充填することを含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、多層積層構造を形成するための L C P (液晶ポリマー) 誘電体被膜の積層に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

多くの応用例向けに多層積層物を備える有機基板の開発が行われ、また継続中である。しかし、現在、多層積層物の製作を特徴づけているコストおよび非効率性を低減することが望ましいはずである。

【特許文献 1】米国特許第 6 , 2 7 4 , 2 4 2 号

10

20

30

40

50

【特許文献2】米国特許第5,900,292号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、LCP誘電体被膜による多層積層構造及びその形成方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

第1実施形態では、本発明は、

第1層と、

第2層とを備え、

前記第1層が第1LCP(液晶ポリマー)誘電体材料を含み、前記第1LCP材料を前記第2層に結合する外因性接着材料を用いずに前記第1LCP材料が前記第2層に直接結合されるように、前記第1層が前記第2層に結合される多層構造を提供する。

【0005】

第2実施形態では、本発明は、

Nが少なくとも2であるN個の副構造をある配列順序でスタックすることを含むページを生成するステップであって、1対の隣接する副構造のそれぞれの第1副構造が、前記1対の隣接する副構造の第2副構造に結合されるLCP(液晶ポリマー)誘電体材料を含むステップと、

前記ページ中のすべてのLCP誘電体材料を塑性変形させ、1対の隣接する副構造のそれぞれの前記第1および第2副構造の間に配設される外因性接着層なしで、1対の隣接する副構造をそれぞれ積層させるのに十分な保持時間かつ高圧で、前記ページ中の前記LCP誘電体材料のネマチック-アイソトロピック転移温度のうち最低のものよりも低い温度を前記ページに加えるステップとを含む、多層構造を製作する方法を提供する。

【0006】

有利には、本発明により、多層積層物の製作において、加工時間および加工コストが減少し、誘電体層の厚さが減少する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

LCP(液晶ポリマー)誘電体材料は、良好な誘電特性、低コスト、および良好な機械的特性を含めて、誘電体層を形成するための多くのプラスの属性を有する。LCP誘電体材料は、良好な引裂き抵抗および良好な引張り抵抗などポリイミドの特性に類似のいくつかの特性を有し、それによってLCP誘電体材料は、極めて薄い層の加工(たとえば、回路形成、メッキ処理など)に適したものになっている。LCP被膜は、ポリイミド被膜に比べて、より良好な電気特性、より良好な水分耐性、より良好な寸法安定性、およびより低いコストなどの利点をもたらす。しかし、一般に、LCP被膜またはポリイミド被膜で多層構造を形成するには、接着性誘電体被膜を使用する必要がある。本発明は、外因性の介在接着層を必要とせずに、LCP誘電体材料を(金属層または誘電体層などの)材料層に接着する方法を開示する。それによって、層の厚さ、加工コスト、および材料コストが減少する。さらに、このタイプのLCP誘電体被膜は、ハロゲン・ベースの添加物を使用しない難燃剤である。これらの誘電体でできている多層複合物もハロゲンを使用しない難燃剤となり得る。

【0008】

本発明とともに使用することができる市販のLCP誘電体材料は、熱可塑性の挙動を示すBIACサーモトロピック液晶ポリマーである。これは、W. L. Gore & Associates社でシートまたはロールの形で製造されている。BIAC液晶ポリマーに関する情報は、<http://www.gore.com/electronics>のウェブ・サイトから得られる。本発明とともに使用することができる別の市販のLCP誘電体材料は、熱可塑性の挙動を示すZYVEXサーモトロピック液晶ポリマーである。これは、Rogers社でロールの形で製造されている。一般に、所与の応用例において所望の材料特性に応じて、任意のLCP誘電体材料が本発明で

10

20

30

40

50

潜在的に使用可能である。

【0009】

(2001年発行のOnoderaらの)米国特許第6,274,242号(「Onodera'242」)は、周知のサーモトロピック液晶ポリエステルおよびサーモトロピック液晶ポリエステルアミドを含むLCP被膜を製作する方法を開示している。参照によりその全体を本明細書に合体する。前記LCP被膜は、Onodera'242の表1~4に明らかにされている4種類の化合物から用意する。この4種類の化合物から得られる合成LCP構造単位の例が、Onodera'242の表5に示されている。Onodera'242に開示されているLCP誘電体は単なる例であり、他の多くのLCP誘電体が本発明の範囲に含まれる。一般に、当業者に周知の任意の方法を使用して、LCP誘電体材料を製作することができる。

10

【0010】

LCP誘電体は、3つの相のうちの1つの状態で存在し得る。3つの相とは、液晶相(たとえば、ネマチック、スメクチック、コレステリック)、アイソトロピック相、および化学的に不安定な相であり、これらはそれぞれ3つの温度ドメイン、すなわち、液晶温度ドメイン、アイソトロピック温度ドメイン、および化学的に不安定な温度ドメインに対応する。

【0011】

液晶相すなわち液晶温度ドメインでは、局在分子領域すなわちLCP誘電体ドメインは、たとえば加工によって配向される(すなわち、異方性をもって分布する)ポリマー鎖を備える。液晶相では、異なる局在分子ドメインが異なる配向性を有し得、多くの局在分子ドメインが配向性をわずかしかもたないか、あるいはまったくもたないことがある。一般に、これらのポリマー鎖は完全には剛直ではない。配向性を有するこうした局在分子ドメインは、分子ドメインまたは隣接分子群あるいはその両方を含み得、それによって、局在分子ドメインの空間的な範囲は、千または数百オングストロームあるいはそれ未満という程度になる。LCP誘電体の巨視的な材料特性(たとえば、CTE(熱膨張係数)、誘電率、熱伝導度など)は、局在分子領域中の配向の影響を受け、LCP誘電体材料の材料特性は、配向に応じた異方性を示す。LCP誘電体の巨視的な材料特性は、局在分子領域の形状、サイズ、形状分布、およびサイズ分布にも依存する。

20

【0012】

LCP誘電体材料は、液晶相で所望の材料特性をもたらす配向性を作り出すような当業者に周知の技術で製造される。このような技術には、とりわけ、LCP誘電体材料を所定の温度および速度でロールから解く際に、被膜の押出し、あるいはロール方向かつロール方向に直交する方向への引張りによってLCP誘電体材料に2次元せん断を与えることが含まれる。あるいは、強力な分極電場によってもこのせん断を与えることができる。

30

【0013】

温度が液晶温度範囲内、すなわち、ネマチック-アイソトロピック転移温度(T_{NI})と呼ぶ温度よりも低い場合、LCP誘電体材料は液晶相のままである。すなわち、 T_{NI} は、LCP誘電体材料が液晶相からアイソトロピック相に転移する温度を表わす。 T_{NI} の数値は、使用する個々のLCP誘電体材料によって決まる。さらに、LCP誘電体材料の配向性および得られる巨視的な材料特性は、温度が液晶温度範囲内にとどまり、液晶温度範囲からはずれないならば、本質的に、温度変化に対して不変である。温度が液晶温度ドメイン内で変化しても、液晶相における熱エネルギーが、LCP誘電体材料のポリマー鎖の方向性を再配向させる(すなわち、分子間引力に打ち勝つ)には不十分なので、巨視的な材料特性は保存される。

40

【0014】

液晶相で高圧を受けると、LCP誘電体材料は塑性変形する。たとえば、チップ・キャリアの製造において、加えられる規定圧力と、局所的な幾何形状の不規則性、たとえば、表面粗さ、信号ライン、ビアなどから生じる応力集中との組合せから高圧が生じることがある。したがって、高圧かつ液晶相範囲内の高温で(誘電体、金属などを含む)材料層にLCP誘電体材料を積層する場合、LCP誘電体材料は塑性変形し、その材料層の表面

50

の巨視的な幾何形状および表面フィーチャ（たとえばバイア）にならうことになる。保持時間中、液晶相を保ちながら十分な加圧状態のもとで、ＬＣＰ誘電体材料がそれに接する層の表面および表面フィーチャに塑性的にならうことができるというこのような能力は、本発明の発明者による実験によってわかった予期せぬ結果であり、本発明の原理的な基礎として働くものである。本発明では、ＬＣＰ誘電体材料を、その巨視的な材料特性を保存しながら、塑性変形させその結果隣接面に接着させるのに十分な加圧状態のもとで、液晶温度ドメインの範囲内で温度を上げることにより、ある材料層の隣接面に積層することができる。この塑性接着プロセスでは、ＬＣＰ誘電体材料をそれに接する層に結合する外因性接着層の存在を必要としない。

【 0 0 1 5 】

図 1 に、本発明の実施形態による、ポリマー鎖が配向された状態のネマチック・タイプ液晶相の局在分子ドメイン 200 を示す。ドメイン 200 は、ポリマー鎖 201 ~ 208 の方向全体にわたって角度的に総和平均したものである平均方向がほぼ 210 の方向であるように配向されたポリマー鎖 201 ~ 208 を含む。こうした角度の総和平均は、（所与のポリマー鎖の異なる成分は角度の総和平均において異なる重み付けすることができるなど）当業者に周知の様々な方法で行うことができる。しかし、角度平均を定義するのに使用する特定の定義にかかわらず、図の方向の角度分布ははっきりと異方性を示しており、方向 210 またはそれに近い好ましい方向が存在する。

【 0 0 1 6 】

図に、ポリマー鎖 201 ~ 208 をそれぞれ、剛直成分および半可撓性成分を交互に配置した直鎖として示す。たとえば、ポリマー鎖 204 は、成分 221、223 および 225 が剛直成分であり、成分 222、224 および 226 が半可撓性成分である順序のポリマー成分 221 ~ 226 を含む。剛直成分の例は、たとえば（Onoderaらの）米国特許第 6, 274, 242 号（表 1、2、3、4 および 5 参照）および（Moriyaの）米国特許第 5, 900, 292 号（式 1、2、3 および 4 参照）に開示されている置換芳香環（たとえば、ベンゼン、ビフェニル、ナフタレンなど）の繰返し単位を含むポリマー骨格を有するポリマーである。この剛直成分は、反応性官能基（たとえば、ヒドロキシ、アミン、シアナート、カルボン酸、およびそれらの組合せなど）を有し得る。半可撓性成分の例は、脂肪族セグメントなどの繰返し単位（たとえば、オキシメチレン単位、オキシエチレン単位、ビニルエーテル単位、シロキサン単位など）を含むポリマー骨格を有するポリマーである。この半可撓性成分は、化学的官能基（たとえば、ヒドロキシ、アミン、シアナート、カルボン酸、およびそれらの組合せなど）を有し得る。こうしたポリマーは、2 種類の方法で用意することができる。第 1 に、隣接する剛直成分および半可撓性成分の端部を互いに化学的に結合して、ポリマー鎖中にエステル結合、エーテル結合、アミド結合などを形成することができる。第 2 に、隣接する剛直成分の端部を互いに化学的に結合して、ポリマー鎖中にエステル結合、エーテル結合、アミド結合（など）を形成することができる。第 2 の場合、結合部または結合セグメント（エステル、エーテル、アミドなど）は、半可撓性成分だけのはずである。

【 0 0 1 7 】

図 1 に、それぞれ剛直成分および半可撓性成分を交互に配置した直鎖であるポリマー鎖 201 ~ 208 を示すが、（たとえば、剛直成分および半可撓性成分を交互に配置しないような順序の）任意の剛直成分および半可撓性成分の直鎖も、局在分子ドメインの範囲に含まれる。図 1 には、それぞれ複数の成分からなる直鎖であるポリマー鎖 201 ~ 208 を示すが、任意のポリマー鎖構造が局在分子ドメインの範囲に含まれる。たとえば、局在分子ドメインは、直鎖に結合した 1 つまたは複数の側鎖を備える鎖構造を代わりに含むこともできるし、あるいはそれをさらに含むこともできる。図 1 には、2 次元で表現した直鎖を示すが、一般に、局在分子ドメインは、3 次元空間で配向された鎖構造を有する。たとえば、ポリマー鎖 201 ~ 208 の一部は、図 1 に示す紙面の上下に延びてもよい。したがって、図 1 は、3 次元的な局在分子ドメインを 2 次元表面上に投影したものとみなすことができ、描かれた鎖は紙面の上下に延びることもできる。

10

20

30

40

50

【0018】

ネマチック - アイソトロピック転移温度 (T_{NI}) またはそれよりも高い温度で存在するアイソトロピック相すなわちアイソトロピック温度ドメインでは、LCP誘電体中で分子の拡散および移動を可能にして配向性を変えるのに十分な利用可能な熱エネルギーが存在する。したがって、温度が T_{NI} 未満から T_{NI} を超えて変化すると、配向性の低下があり、方向はよりランダムになる。その結果、一般に、巨視的な材料特性は、上記で述べたようにLCP誘電体材料中のポリマー鎖の方向の影響を受けるので、 T_{NI} 未満の温度から T_{NI} を超える温度への温度転移において、変化することになる。アイソトロピック温度範囲内のある温度で、ある材料層にLCP誘電体材料を積層すると、LCP誘電体材料は軟化し液化して、その材料層の表面および表面フィーチャの巨視的な幾何形状中に流れ込む。その後冷却すると、その熱履歴および加工された配向性は変化する。対照的に、液晶温度範囲内のある温度で、十分に加圧して、ある材料層にLCP誘電体材料を積層すると、LCP誘電体材料は流動化せず、そうではなく上記で説明したように、塑性変形して、その材料層の表面および表面フィーチャの巨視的な幾何形状になる。本発明は、液晶温度範囲内の温度でのみ、ある材料層にLCP誘電体材料を積層することを教示し、したがって、積層プロセス中、巨視的な材料特性を保存する発明を教示する。液晶温度範囲内で温度をより低くすると、材料の融解の危険性や大きな領域のドメイン再配向の危険性が防止される。追加の利点は、ある材料層にLCP誘電体材料を結合するための外因性接着層の必要がないことである。

10

【0019】

図2に、本発明の実施形態による、ポリマー鎖の配向性がほとんどないか、あるいは全くないアイソトロピック相の局在分子ドメイン250を示す。ドメイン250は、ポリマー鎖251~261の方向全体にわたって角度的に総和平均したものである平均方向がほぼ「ゼロ」である、すなわち、本質的に、好ましい角度の向きまたはドメイン250に関連する方向がないように配向されたポリマー鎖251~261を含む。

20

【0020】

図に、ポリマー鎖251~261をそれぞれ、剛直成分および半可撓性成分を交互に配置した直鎖として示す。たとえば、ポリマー鎖259は、成分271、273、275および277が半可撓性成分であり、成分272、274および276が剛直成分である順序のポリマー成分271~277を含む。図2のポリマー鎖中の剛直成分および半可撓性成分はそれぞれ、図1のポリマー鎖中の剛直成分および半可撓性成分に類似しており、図1に関連して上記で論じた剛直および半可撓性のポリマー成分の例が、図2の剛直成分および半可撓性成分にも同様に当てはまる。

30

【0021】

図2に、それぞれ剛直成分および半可撓性成分を交互に配置した直鎖であるポリマー鎖251~261を示すが、(たとえば、剛直成分および半可撓性成分を交互に配置しないような順序の)任意の剛直成分および半可撓性成分の直鎖も、局在分子ドメインの範囲に含まれる。図2には、それぞれ複数の成分からなる直鎖であるポリマー鎖251~261を示すが、任意のポリマー鎖構造が局在分子ドメインの範囲に含まれる。たとえば、局在分子ドメインは、直鎖に結合した1つまたは複数の側鎖を備える鎖構造を代わりに含むこともできるし、あるいはそれをさらに含むこともできる。図2には、2次元で表現した直鎖を示すが、一般に、局在分子ドメインは、3次元空間で配向された鎖構造を有する。たとえば、ポリマー鎖251~261の一部は、図2に示す紙面の上下に延びてもよい。したがって、図2は、3次元的な局在分子ドメインを2次元表面上に投影したものとみなすことができ、描かれた鎖は紙面の上下に延びることもできる。

40

【0022】

ネマチック - アイソトロピック転移温度 (T_{NI}) よりもかなり高い温度で起こる化学的に不安定な相すなわち化学的に不安定な温度ドメインでは、LCP誘電体中で化学的な分解が生じるのに十分な利用可能な熱エネルギーが存在する。化学的に不安定な相は、本発明には関連しない。

50

【0023】

本発明は、LCP誘電体材料を（誘電体層または金属層あるいはその組合せなどの）材料層に結合する方法を開示する。本発明の背景として、以下の議論では、本発明の発明者によって行われた試験を説明する。1994年までさかのぼる試験では、本発明者は、当技術分野では周知でありかつ教示されているように、精密温度制御を使用して、示差走査熱分析（differential scanning calorimetry）および平行板流動度測定（parallel plate rheometry）によって決められる「融解」温度（すなわち T_{NI} ）よりもやや高いか、あるいはやや低い温度で材料を積層する手法で、多層構造を構築するためのLCPの融解加工を試みた。これらの実験は、得られた積層物の接着性、積層厚さ、端部のはみ出し、そして重要なことには物理的特性において一貫性のない結果が得られることを特徴としている。特に注目すべきことは、一貫性のない熱膨張係数の変化が生じたことである。これは、ベースになる積層物の特性が変化し、それらの特性を意図したことに使用するための有用性が本質的になくなり、したがって、多層回路を形成するには接着層を使用することが必要であることをはっきりと示すものである。

10

【0024】

対照的に、2002年6月から9月にかけて行った実験では、温度を T_{NI} 未満に下げることによって、ベースになる積層物の特性を変えずに安定した接着が得られることが示されている。たとえば、両面に $15\mu\text{m}$ の銅被覆を備えた厚さ2ミル（ $51\mu\text{m}$ ）のGore社製BIAC材料を使用した。本発明者は、銅をエッチング除去し、納入業者から受け入れた状態のCTE（熱膨張係数）が約 $20\sim 25\text{ppm}/$ であることを確定した。熱-機械分析器（thermomechanical analyser）を使用して、約 13×18 インチ（ $33\text{cm}\times 46\text{cm}$ ）の寸法のパネル上の様々な位置でCTEを求めた。x座標方向およびy座標方向で（すなわち、BIAC層の厚さ方向に直交し、かつ互いに直交する2方向で）CTEを測定した。被膜-ファイバ構成とそれよりは従来型の接触プローブを使用してこれらの測定を行った。

20

【0025】

個々のLCP層の特性を決定した後、多層積層物を用意した。この積層物は、銅被覆をエッチング除去したGore社製BIAC材料を使用して形成した4層厚および6層厚の複合物を含んでいた。これらの部品を、毎分華氏15度（8）の温度上昇率で華氏560度（293）まで加熱することを含む積層プロセスにかけ、その後、約20～30分間保持し、次いで、毎分約華氏20度（11）の速度で室温まで冷却した。特許請求の範囲を含め、本明細書では、保持時間は、すべての加工ステップを含む全積層プロセス中に積層中の部品が受ける（統計的な分散およびその他の小さな変動による妥当な温度公差を含む）最高温度に部品がかけられる時間間隔と定義する。最高温度の華氏560度（293）は、Gore社製BIAC材料の（ここでは本質的に T_{NI} と同じと仮定する）液晶転移温度である華氏635度（335）よりも低いことに留意されたい。積層形成は、電気加熱式鋼製圧板を備える平台プレス機を使用して実施した。圧力は、加工全体を通じて 2500psi （ $1.8\text{kg}/\text{mm}^2$ ）に維持した。ステンレス鋼製平坦化プレートおよび銅製剥離シートを使用し、またPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）と銅を交互に配置した層を使用してこの工具の上下に置くプレス・パッドを作製した。プレス機から取り出した後、本発明者は、積層物の端部で誘電体のはみ出しの形跡がないことを確認した。

30

40

【0026】

熱-機械的分析を繰り返し、積層プロセスによってx-y座標（平面内）のCTEが変わらなかつたことを確認した。毎分1インチ（25mm）で180度の引張りをを用いて接着性試験を行い、内部の層の接着力が6ポンド重/インチ（0.1kg重/mm）よりも大きいことを確定した。

【0027】

同じ積層プロセスを繰り返して、現実的な回路フィーチャに関連した構造が対応され得る程度を評価した。厚さ $12\mu\text{m}$ の銅で形成した幅 $30\sim 50\mu\text{m}$ の回路ラインを含む表面フィーチャを有するRoger 2800誘電体（PTFE/SiO₂フィラー）層を

50

使用した。このRogers 2800誘電体表面の上に(厚さ50 μ mの)Gore社製BIAC LCPの層を配置し、前記の条件で積層形成を行った。除去後、断面が出るように切断すると、回路フィーチャが完全に封入されていることがわかった。前の場合と同様に、端部のはみ出しはなかった。接着性試験により、内部の層の接着力は、LCPとRogers 2800誘電体の間で、4ポンド重/インチ(0.07kg重/mm)よりも大きいことが示された。

【0028】

別の実験では、標準のフォトリソグラフィ技術を銅被覆LCP(すなわち、Gore社製BIAC LCPに15 μ mの銅を被覆したもの)に適用して、銅の表面の1つ上に直径50~500 μ mの範囲の値をとるクリアランス・ホールのパターンを形成した。(銅を除去した)Gore社製BIAC LCPの第2シートを、第1シートのクリアランス・ホールを備えた面に接するように配置した。上記の積層プロセスを繰り返した後、その部品を断面が出るように切断し、ホールがBIAC LCP誘電体材料で完全に充填されていることを確認した。この場合も、端部がはみ出した形跡はなく、接着はパネル全体にわたって安定していた。

【0029】

まず、PHI社製の真空容器をもたない75トンの電気加熱式実験用プレス機で、4 \times 4インチ(10 \times 10cm)という小さいパネル・サイズで積層実験を行った。真空容器付きの125トンの電気加熱式Wabashプレス機でも同様の結果になり、最後に、600トンの電気加熱式TMPプレス機で、13 \times 18インチ(33 \times 46cm)フォーマットで実験を行った。これらのより大型のサンプルを用いて、製造上実地的なパネル・サイズ全体にわたる接着の均一性、ホールの充填状態および物理的な特性を確定した。

【0030】

LCP誘電体材料の配向特性が液晶相とアイソトロピック相では差異が生じるとする(上記)モデルと整合する以上の実験および補助の分析に基づくと、LCP誘電体材料を(誘電体層または金属層あるいはその組合せなどの)材料層に積層するための本発明の基本的な技術は、LCP誘電体材料が材料層に効果的に積層されるのに十分な加圧状態のもとで十分な時間、アイソトロピック温度範囲内に入らず、完全に液晶温度範囲(すなわち、 $T < T_{NI}$)内の温度Tで積層形成を行うことである。

【0031】

Gore社製BIAC LCP材料では、 T_{NI} は華氏約635度(335)である。Gore社製BIAC LCP材料では、最高積層温度は華氏635度(335)未満とすべきであるが、温度の不確実性および空間的な変動のため、積層形成の最高加工温度は、華氏約620度(327)としてよく、代表的な積層温度範囲は、とりわけ、華氏540度(282)~華氏620度(327)および華氏545度(285)~華氏580度(304)である。Rogers社製ZYVEC LCP材料では、 T_{NI} は華氏約536度(280)である。Rogers社製ZYVEC LCP材料では、最高積層温度は華氏536度(280)未満とすべきであるが、温度の不確実性および空間的な変動のため、積層形成の最高加工温度は、華氏約520度(271)としてよく、代表的な積層温度範囲は、とりわけ、華氏440度(227)~華氏520度(271)および華氏465度(241)~華氏590度(310)である。

【0032】

以上の実験は、圧力2500psi(1.8kg/mm²)で行われたが、本発明者は、1000psi(0.7kg/mm²)~3000psi(2.1kg/mm²)の範囲の圧力を用い、良好な接着性を得た。均一性の向上は圧力の増加と相関することがわかった。圧力の有効性は、積層形成中に埋められなければならないフィーチャのアスペクト比によって決まる。ここまでは、本発明者が行った試験は、2000psi(1.4kg/mm²)~2500psi(1.8kg/mm²)の圧力範囲が特に有効であるとともに、従来方式の製造環境で使用するのに実用的かつ経済的であることを示している。極端な圧力を用いると、工具および圧板の寿命を縮めるという欠点が生じ、プレス機自体の能

10

20

30

40

50

力向上が必要となることもある。

【0033】

本発明で用いる保持時間は、短くて2～5分間、長くて60分間、最高温度でLCP誘電体材料を加圧状態に保つことを含む。より長い時間では、望まれない「端部のはみ出し」その他の過剰な流動化が生じる形跡はなく、接着均一性がいくらか向上し得ることがわかった。したがって、一般に、温度および圧力を保つ最長保持時間は、少なくとも2分とすべきであり、適用可能な保持時間の範囲は、とりわけ、2～60分および15～30分である。温度の均一性を確実にするためには、最低限の保持が必要である。ただし、フィーチャの充填の質は、保持時間の増加に応じて向上するはずである。一方、製造の経済性のためには時間がより短いのが有利であり、より短い保持時間によって経済上のこの目標が達成される。それでも、得られた積層物の特性からは、保持時間の上限は認められなかった。

10

【0034】

積層サイクルを2回繰り返すと、接着の均一性が向上することがあり、積層プレス機内で生成物を再配置する（おそらくは180度回転する）ことによって、ロー・スポットがハイ・スポットになり、特に端部に沿ってより均一な接着が得られる。

【0035】

LCP誘電体材料の議論およびLCP誘電体材料のある材料層への積層に関する試験によれば、本発明で使用するLCP材料は、LCP誘電体の製造中に微視的な液晶ドメインを部分的に配向させる様々な加工ステップによって得られる部分的に配列した液晶ポリマーとすることができる。高次のスメクチック（すなわち、向きおよび位置の秩序のある）相が存在してもよい。以上の議論では均質なLCP誘電体に焦点を当ててきたが、本発明の接着剤を用いない積層プロセスは、セラミックまたは有機のフィラー、微粒子または繊維状のフィラー、さらには金属粒子などのフィラーを含むLCP材料にも適用可能である。さらに、LCP材料の補強物としての発泡PTFEも本発明の範囲に含まれる。

20

【0036】

本発明の状況では、LCP誘電体材料の所望の材料特性は応用例によって決まる。様々な応用例で、材料特性には、約10～25ppm/の面内CTE（すなわち、LCP誘電体層の厚さ方向に直交する方向のCTE）、約2.5～3.0の誘電率、約3～6GPaのヤング率、約0.003未満の損失係数、および121、2気圧、96時間で約0.2%未満の吸水性が含まれ得る。LCP誘電体層の厚さは、多層構造の所望の設計性能特性に応じて変わり得、必要設計性能によってそう要求される場合、前記厚さは互いにほぼ等しくすることができる。製造上の効率性のため、一般に、積層形成は複数のページを含む「ブック」で行われる。

30

【0037】

以下の議論では、（「ページと呼ぶ」）多層相互接続構造の積層を行う2つの実用的な方法、すなわち、平台プレス機による積層（図3～4参照）およびオートクレーブによる積層（図5参照）を開示する。

【0038】

図3および4に、本発明の実施形態による、LCP誘電体材料を含むスタック層の積層用平台プレス機による積層を示す。図3では、平台積層プレス機300は、フレーム302によって収納され構造的に支持されている。図3には、上部ボルスタ304、中間ボルスタ308、下部ボルスタ306、上部圧板322、中間圧板324および326、下部圧板328、ブック311～313、案内ロッド320、油圧システム329、真空ポンプ340、および真空フィードスルー342を有する3開口式平台積層プレス機300を示す。圧板322、324、326および328およびブック311～313は、中間ボルスタ308で下から支持され、上部ボルスタ304で上から拘束され得る。圧板322、324、326および328は、案内ロッド320で横方向に支持され、垂直方向に案内される。油圧システム329は、油圧シリンダ332、作動油334、ピストン330、およびポンプに結合された供給ライン（図示せず）を使用して作動油334を循環させ

40

50

るポンプ（図示せず）を備える。作動油 334 を使用して圧板に圧力を加える。作動油 334 の通常の動作圧は、5000 psi (3.5 kg/mm²) までの範囲の値をとる。ブックに加えられる圧力は、ブックと油圧ピストン 330 の直径の相対サイズによって決まる。本発明では、とりわけ約 1000 psi (0.7 kg/mm²) ~ 約 3000 psi (2.1 kg/mm²) の範囲の圧力を、ブック内の生成物層に加えることができる。プレス機のチャンバを、真空フィードスルー 342 を備える真空ポンプ 340 で生成される真空にさらし、積層加工中のボイドの酸化および閉じ込めを最小限に抑えることができる。あるいは、真空ポンプ 340 を割愛し、または積層プレスの操作中に作動させず使用しないこともできる。電気または流体加熱式および流体冷却式とすることができるはずの圧板加熱/冷却システム用のフィードスルーおよび供給ラインは図示していない。

10

【0039】

上部圧板 322 と中間圧板 324 の間にブック 311 を配設する。中間圧板 324 と中間圧板 326 の間にブック 312 を配設する。中間圧板 326 と下部圧板 328 の間にブック 313 を配設する。図 3 には 3 つのブック 311 ~ 313 を示すが、平台積層プレス機 300 は、少なくとも 1 つのこうしたブック、および 310 の方向の圧板とブックの厚さを考慮して、上部ボルスタ 304 と中間ボルスタ 308 の間に幾何的に収容できる限りの多くのブックを加工することができる。ブック 311 ~ 313 はそれぞれ 1 枚または複数枚のページを備え、各ページは、ピストン 330 の方向 310 への移動による加圧によって併せて積層される複数の層または多層構造あるいはその両方を備え、各ブックは、ブックの両側でブックに接触する圧板間で圧縮される（たとえば、ブック 312 は圧板 324 と 326 の間で圧縮される）。各ページの複数の層または多層構造あるいはその両方は、1 つまたは複数の LCP 誘電体層を備える。プレス機を作動させると、ピストン 330 は 310 の方向に上方移動し、圧板 322、324、326、328 は、ブック 311 ~ 313 と接触する。積層プロセス中にブックに接触する圧板は、積層中にブックを圧縮する表面を提供するだけでなく、以下に説明するように、各ブックの各ページ中の LCP 誘電体層の温度を上げるための熱源も提供する。

20

【0040】

図 4 に、本発明の実施形態による、図 3 のブック 312 ならびに圧板 324 および 326 の詳細構造を示す。ブック 312 は、プレス・パッド 362 と 364 の間でプレート層とページを交互に配置する順序構成になっている。具体的には、ブック 312 は、プレート層 370、ページ 357、プレート層 380、ページ 358、およびプレート層 390 の順序で交互に配置される。プレート層 370 は、剥離シート 371 と 373 の間にはさんだ平坦化プレート 372 を備える。平坦化プレート 372 は、ページ 357 を平坦化する助けとなる。平坦化プレート 372 の材料を選択する際には、その厚さ、サイズ、および熱膨張特性を含めて様々な考察を加える。多くの応用例で、平坦化プレート 372 はステンレス鋼を含み得る。剥離シート 371 および 373 は、積層加工の完了後、プレート層をページ 357 から容易に引き離すことができる材料（たとえば銅）を含むべきである。プレート層 380 は、剥離シート 381 と 383 の間にはさんだ平坦化プレート 382 を備え、平坦化プレート 382 ならびに剥離シート 381 および 383 はそれぞれ、平坦化プレート 372 ならびに剥離シート 371 および 373 に類似のものである。プレート層 390 は、剥離シート 391 と 393 の間にはさんだ平坦化プレート 392 を備え、平坦化プレート 392 ならびに剥離シート 391 および 393 はそれぞれ、平坦化プレート 372 ならびに剥離シート 371 および 373 に類似のものである。プレス・パッド 362 および 364 は、ページおよび剥離シートの空間的な厚さの不均一性を補償することによってより均一な積層が得られるように、コンプライアントな材料を含み得る。

30

40

【0041】

圧板 324 および 326 は同じように構築される。圧板 324 では、電気抵抗ヒータまたは加熱循環流体（たとえば油）による熱の生成など、当業者に周知の任意の形で、加熱要素 354 により熱を発生させることができる。冷却するために、入口チューブ 351 および出口チューブ 352 を使用して、圧板 324 を通して流体（たとえば、空気、水など

50

を循環させる。圧板 324 は、圧板 324 の温度を測定するのに熱電対を使用するための熱電対ポート 353 も含む。圧板 324 は、ブック 312 が加圧される際にブック 312 を平坦化するための当板 355 が境界となる。当板 355 は、熱伝導性を有するものであり、加熱要素 354 で発生した熱をブック 312 に伝達する。当板 355 は、良好な熱伝導性を有するべきであり、いくつかの応用例では硬化鋼を含み得る。

【0042】

図 5 に、本発明の実施形態による、LCP 誘電体材料を含むスタック層の積層用オートクレーブ積層プレス機を示す。図 5 では、オートクレーブ 400 は、容器 402 に取り囲まれたチャンバ 404 を備える。チャンバ 404 は、可撓性膜 418 で囲まれた真空バッグ 419 を備える。真空バッグ 419 内にブック 410 を配置する。真空バッグ 419 は、様々な構成をとることができるが、ブック 410 を完全に取り囲み、かつ（以下に説明する）排気後、真空バッグ 419 がブック 410 にならうようなある種の可撓性をもたらさなければならない。真空バッグ 419 およびその中のブック 410 をチャンバ 404 内に配置し、次いで、チャンバ 404 を密封する。真空バッグ 419 は、真空バッグ 419 の完全な排気を容易にするために、燃った息抜き管 409 も含むこともできる。ブック 410 を含む真空バッグ 419 は、キャリア・トレイ 412 で機械的に支持される。可撓性膜 418 は、可撓性膜 418 の外側のチャンバ 404 の部分で、加圧され加熱されたガス 420（たとえば窒素）に接する圧力境界面を提供する。可撓性膜 418 の外側の空間と真空バッグ 419 内の空間の圧力差は、真空供給ライン 408 を介して真空ポンプ 406 で真空バッグ 419 内から空気を排気することによってさらに制御することができる。加圧され加熱されたガス 420 は、ガス源 414 からガス吸入チューブ 416 を介してチャンバ 404 に供給される。すなわち、ガス 420 は、高温および高圧をブック 410 に加える媒体であり、それによってブック 410 中に含まれるページが積層される。得られる積層物は、ブック 410 に垂直な圧縮応力が得られるという点で、平台積層プレス機で得られるものに類似している。しかし、一般に、ブック 410 の外側表面にかかるせん断力がないので、オートクレーブ 400 を使用すると、圧力の均一性は向上する。図 5 では、1つの真空バッグ 419 を示すが、こうした真空バッグがチャンバ 404 内に複数あるものも本発明の範囲に含まれる。

【0043】

以下で論じるように、平台積層プレス機およびオートクレーブ積層プレス機とも、温度、圧力および保持時間は、LCP 誘電体材料の 1 つまたは複数の層を他の材料層に積層する必要によるものである。したがって、積層プロセス中に、LCP 誘電体材料が材料層に効果的に積層されるのに十分な加圧状態のもとで十分な保持時間、アイソトロピック温度範囲内に入らず、完全に液晶温度範囲（すなわち、 $T < T_{NI}$ ）内の温度 T で、LCP 誘電体材料を積層すべきである。多くの応用例で、 1000 psi (0.7 kg/mm^2) ~ 3000 psi (2.1 kg/mm^2) の範囲の圧力により、良好な接着性がもたらされることになる。一般に、最高温度および最大圧力を保つ保持時間は、少なくとも 2 分とすべきであり、適用可能な保持時間の範囲は、とりわけ、2 ~ 60 分および 15 ~ 30 分である。

【0044】

従来型の熱硬化性誘電体層（たとえば、エポキシ/ガラスのプリプレグ）の積層では、平台プレス機に対してオートクレーブ機で、圧力を下げた状態で、（たとえば、接着性および流動性に関して）類似の結果が得られることが当技術分野では周知である。これは、LCP の積層形成の場合、（おそらくは、半分まで）圧力を下げることが有効であり得ることを示唆しており、したがって、オートクレーブ積層形成に関連するコストを下げるために望ましい。

【0045】

LCP 誘電体スタック層を他の層に積層するための平台積層プレス機およびオートクレーブ積層プレス機の使用に加えて、当業者に周知の他の積層プレス用ハードウェアを使用して、温度、圧力および保持時間に関する前記条件に従ってこうした積層を実施すること

ができる。

【0046】

この積層プロセスを用いて、LCP誘電体材料層に誘電体材料層（すなわち、LCP誘電体または非LCP誘電体）または金属層（たとえば、信号面、電力面、接地面など）およびその信号をスタックすることができる。このようなスタックでは、正しい層間位置合わせを実現することに注意すべきである。銅を被覆した誘電体コアはそれぞれ、層間位置合わせをもたらすための機械式ピンに使用する参照（基準）孔を有することができる。回路フィーチャを形成するフォトリソグラフィ・ステップおよび積層プロセスはともに、この参照孔を利用することができる。このピンに対応する対応孔を備えるプレートを含む特殊な工具を使用する。フォトリソグラフィ・ステップの前に、誘電体コア中に参照孔を形成し、フォトリソグラフィ・ステップの基準として用いることができる。あるいは、フォトリソグラフィ・ステップの後にそれらを形成し、次いで、回路フィーチャを基準にして穿孔することもできる。フォトリソグラフィ中、（特に薄い層では）いくらかの変形またはサイズの変化がコアに生じる恐れがあることを考慮すると、この技術により、ピン孔の最適位置の計算を行うことができる。さらなる代替手段は、光学的な位置合わせ手段を利用することであり、コア上の回路フィーチャを検出し、次いで、積層プロセスでピンを使用せずに、層を配置し定位置に保持する。

10

【0047】

1つまたは複数のLCP誘電体層を含む積層形成を、以下の図、すなわち、図6A～6B（総称して「図6」）、図7A～7B（総称して「図7」）、図8A～8B（総称して「図8」）、図9A～9B（総称して「図9」）、図10A～10B（総称して「図10」）、および図11A～11B（総称して「図11」）に示す。図6～11に関連する積層形成、ならびに図12～13に関連して以下に説明する積層形成では、LCP誘電体材料を含む誘電体層の隣接する表面への積層形成はすべて、LCP誘電体材料が隣接する表面に効果的に積層されるのに十分な加圧状態のもとで（たとえば、1000psi（0.7kg/mm²）～3000psi（2.1kg/mm²））、十分な保持時間、アイソトロピック温度範囲内に入らず、完全にLCP誘電体材料の液晶温度範囲（すなわち、 $T < T_{NI}$ ）内の積層温度で行われる。一般に、最高温度および最大圧力を保つ保持時間は、少なくとも2分とすべきであり、適用可能な保持時間の範囲は、とりわけ、2～60分および15～30分である。複数のLCP誘電体層または複数のLCP誘電体副構造あるいはその両方をそれぞれの隣接する表面に同時に積層する場合、 $T < T_{NI}$ の条件を満足させるのに用いるべき T_{NI} の値は、前記複数のLCP誘電体層または複数のLCP誘電体副構造あるいはその両方に含まれるすべてのLCP誘電体材料の T_{NI} の最小値とする。すべてのLCP誘電体層は、LCP誘電体材料を含むものと仮定する。温度、圧力および保持時間の条件の前記組合せは、以下では「本発明のTPD条件」と呼ぶこととする。

20

30

【0048】

図13に、本発明に従って行われる積層形成の構成単位の働きをする様々な副構造を示す。

【0049】

図13で、副構造500は「D」副構造である。「D」副構造は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、LCP誘電体材料、非LCP誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造500がLCP誘電体材料を含む場合、副構造500はLCP D副構造である。副構造500がLCP誘電体材料を含まない場合、副構造500は非LCP D副構造である。

40

【0050】

副構造510は「P」副構造であり、「電力面」とも呼ぶ。「P」副構造は、連続した導電層（たとえば、金属、金属合金など）であり、その連続した導電層中に、当業者に周知の任意の方法（たとえば、化学エッチング、レーザ穿孔など）で形成した1つまたは複数の孔（図示せず）を含み得る。

【0051】

50

副構造 5 2 0 は、D 副構造 5 2 1 上に信号面 5 2 2 を備える「D S」副構造である。D 副構造 5 2 1 は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、L C P 誘電体材料、非 L C P 誘電体材料など）を含む誘電体層である。信号面は、導電回路を備える層を含むことを特徴とする。副構造 5 2 0 は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、連続した金属シートに積層済みの D 副構造 5 2 1（たとえば、銅を被覆した誘電体材料）を購入する、また、当技術分野で周知のように、D 副構造 5 2 1 上に連続的な金属シートをメッキする（または、その他の方法で被着する）ことが可能であろう。次いで、信号面 5 2 2 の回路ラインを形成するために、フォトリソグラフィで金属シートにパターンを形成し、その後金属シート中の金属を化学エッチングすることによって副構造 5 2 0 を形成することができる。

10

【0052】

副構造 5 3 0 は、D 副構造 5 3 1 の両面上に信号面 5 3 2 および 5 3 3 を備える「S D S」副構造である。D 副構造 5 3 1 は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、L C P 誘電体材料、非 L C P 誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造 5 3 0 は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、当技術分野では周知のように、D 副構造 5 3 1 の両面に金属シートをメッキすることができるはずである。次いで、信号面 5 3 2 および 5 3 3 を形成するために、フォトリソグラフィで金属シートにパターンを形成し、その後金属シート中の金属を化学エッチングすることによって副構造 5 3 0 を形成することができる。

【0053】

20

副構造 5 4 0 は、D 副構造 5 4 1 と D 副構造 5 4 2 の間にはさまれた信号面 5 4 3 を備える「D S D」副構造である。D 副構造 5 4 1 および 5 4 2 はそれぞれ、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、L C P 誘電体材料、非 L C P 誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造 5 4 0 は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、D S 副構造（たとえば、上記の D S 副構造 5 2 0）から始めて、次いで、D S 副構造の信号面の表面に D 副構造を積層するように D S 副構造上に D 副構造を積層することができるはずである。D 副構造 5 4 1 および 5 4 2 の少なくとも 1 つが L C P 誘電体層である場合、副構造 5 4 0 は、図 7 に関連して下記で論じる本発明に従って形成することができる。

【0054】

30

副構造 5 5 0 は、P 副構造 5 5 2 に積層された D 副構造 5 5 1 を備える「P D」副構造である。D 副構造 5 5 1 は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、L C P 誘電体材料、非 L C P 誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造 5 5 0 は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、副構造 5 5 0 を購入することが可能であろう。別の例として、当技術分野では周知のように、D 副構造 5 5 1 上に連続した金属シートをメッキすることが可能である。

【0055】

副構造 5 6 0 は、D 副構造 5 6 1 と D 副構造 5 6 3 の間にはさまれた P 副構造 5 6 2 を備える「D P D」副構造である。D 副構造 5 6 1 および 5 6 3 はそれぞれ、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、L C P 誘電体材料、非 L C P 誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造 5 6 0 は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、P 副構造 5 6 2 の第 1 表面に積層された D 副構造 5 6 1 を備える P D 副構造（たとえば、上記の P D 副構造 5 5 0）から始めて、P 副構造 5 6 2 の第 1 表面の反対側である P 副構造 5 6 2 の第 2 表面に D 副構造 5 6 3 を積層することができる。

40

【0056】

副構造 5 7 0 は、D 副構造 5 7 2 上に信号面 5 7 3 を含む D S 副構造に積層された P 副構造 5 7 1 を備える「P D S」副構造である。P 副構造 5 7 1 は、D 副構造 5 7 2 の信号面 5 7 3 を含まない表面に積層される。D 副構造 5 7 2 は、当業者に周知の任意のタイプ

50

の誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、ＬＣＰ誘電体材料、非ＬＣＰ誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造５７０は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、Ｄ副構造５７２の第１表面に積層された電力面５７１を備えるＰＤ副構造から始めて、ＤＳ副構造５２０中に信号ライン５２２を形成することに関連して上記で説明したように、Ｄ副構造５７２の表面５７４上に信号面５７３を形成することができるはずである。

【００５７】

図に示すように、副構造５８０は、Ｄ副構造５８３上の信号面５８５と、Ｄ副構造５８１上の信号面５８４と、それぞれＰ副構造５８２の対向面に積層されたＤ副構造５８１および５８３を備える「ＳＤＰＤＳ」副構造である。Ｄ副構造５８１および５８３はそれぞれ、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、ＬＣＰ誘電体材料、非ＬＣＰ誘電体材料など）を含む誘電体層である。副構造５８０は、当業者に周知の任意の方法で形成することができる。たとえば、Ｄ副構造５８１と５８３の間にはさまれたＰ副構造５８２を備えるＤＰＤ副構造から始めて、ＤＳ副構造５２０中に信号ライン５２２を形成することに関連して上記で説明したように、Ｄ副構造５８１および５８３の表面５８６および５８７上にそれぞれ信号面５８４および５８５を形成することができるはずである。

10

【００５８】

図６～１１に、１つまたは複数のＬＣＰ誘電体層を含む積層形成を示す。

【００５９】

図６Ａ～６Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層１０をＤ副構造１１に積層して副構造１２を形成するところを示す。誘電体層１１は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、ＬＣＰ誘電体材料、非ＬＣＰ誘電体材料など）を含み得る。

20

【００６０】

図７Ａ～７Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層１３をＤＳ副構造１４に積層して副構造１７を形成するところを示す。ＤＳ副構造１４は、誘電体層１６上に信号面１５を備える。誘電体層１６は、当業者に周知の任意のタイプの誘電体材料（たとえば、有機誘電体材料、セラミック誘電体材料、ＬＣＰ誘電体材料、非ＬＣＰ誘電体材料など）を含み得る。副構造１７はＤＳＤ副構造（図１３参照）であることを指摘しておく。

30

【００６１】

図８Ａ～８Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層２０を電力面２１に積層して副構造２２を形成するところを示す。副構造２２はＰＤ副構造（図１３参照）であることを指摘しておく。

【００６２】

図９Ａ～９Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層２３を貫通孔２５を有する電力面２４に積層して副構造２６を形成するところを示す。図９に、この積層プロセスにより、孔２５が、ＬＣＰ誘電体層２３からの誘電体材料で充填されるところを示す。副構造２６はＰＤ副構造（図１３参照）であることを指摘しておく。

40

【００６３】

図１０Ａ～１０Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層３１および３３を電力面３２の対向面に同時に積層して副構造３４を形成するところを示す。副構造３４はＤＰＤ副構造（図１３参照）であることを指摘しておく。

【００６４】

図１１Ａ～１１Ｂに、本発明の実施形態による本発明のＴＰＤ条件に従って、ＬＣＰ誘電体層４１および４３を貫通孔４４を有する電力面４２の対向面に同時に積層して副構造４５を形成するところを示す。図１１に、この積層プロセスにより、孔４４が、誘電体層４１、誘電体層４３、またはその組合せからの誘電体材料で充填されるところを示す。副

50

構造 45 は D P D 副構造 (図 1 3 参照) であることを指摘しておく。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 に、本発明の実施形態による、積層ページを形成するための N 個の副構造 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_N ($N \geq 2$) を順番に並べたスタックを示す。前記 N 個の副構造はそれぞれ、図 1 3 に挙げた任意の副構造、または図 1 3 に挙げた副構造の組合せを併せて積層することによって形成することができる任意の副構造を表わす。ただし、N 個の副構造の 1 対の隣接する副構造のそれぞれの第 1 副構造が、前記 1 対の隣接する副構造の第 2 副構造に結合される L C P (液晶ポリマー) 誘電体材料を含むという条件を満たす必要がある。次いで、N 個の副構造を順番に並べたスタックを備えるページが、本発明の実施形態による本発明の T P D 条件に従って積層される。

10

【 0 0 6 6 】

構造および副構造の製作は、追加の加工ステップ、たとえば、当業者には周知であるように、とりわけ盲パイアおよびスルーホール穿孔およびメッキ処理を含み得ることに留意されたい。メッキ盲パイアおよびメッキ・スルーホールなどのフィーチャの目的は、層間電気接続を行うことである。

【 0 0 6 7 】

本発明の実施形態を例として本明細書で説明してきたが、多くの改変および変更が当業者には明らかであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれるこうした改変および変更のすべてを包含するものとする。

【 0 0 6 8 】

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。

20

【 0 0 6 9 】

(1) 第 1 層と、

第 2 層とを備え、

前記第 1 層が第 1 L C P (液晶ポリマー) 誘電体材料を含み、前記第 1 L C P 材料を前記第 2 層に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 L C P 材料が前記第 2 層に直接結合されるように前記第 1 層が前記第 2 層に結合される、多層構造。

(2) 前記第 1 L C P 誘電体材料が、前記第 1 層を前記第 2 層に結合する前に前記第 1 L C P 誘電体材料中に存在したポリマー鎖構造およびそれに関連した方向と本質的に同じポリマー鎖構造およびそれに関連した方向を有する、上記 (1) に記載の多層構造。

30

(3) 前記第 1 L C P 誘電体材料が、前記第 1 層を前記第 2 層に結合する前に前記第 1 L C P 誘電体材料中に存在した C T E (熱膨張係数) と本質的に同じ C T E を有する、上記 (1) に記載の多層構造。

(4) 前記第 2 層が L C P 誘電体材料を含まない誘電体層である、上記 (1) に記載の多層構造。

(5) 前記第 2 層が第 2 L C P 誘電体材料を含み、前記第 1 L C P 材料を前記第 2 L C P 材料に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 および第 2 L C P 材料が互いに直接結合される、上記 (1) に記載の多層構造。

(6) 前記第 2 層が誘電体材料を含み、信号面が前記第 1 および第 2 層に接触するように前記多層構造内部の一部分中に埋め込まれた信号面をさらに備える、上記 (1) に記載の多層構造。

40

(7) 前記第 2 層が、前記第 1 L C P 材料を電力面に結合する外因性接着材料を用いずに前記第 1 層の前記第 1 L C P 誘電体材料に結合される電力面を備える、上記 (1) に記載の多層構造。

(8) 前記電力面が、前記第 1 L C P 誘電体材料で充填される貫通孔を備える、上記 (7) に記載の多層構造。

(9) 第 2 L C P 誘電体材料を含み、前記第 2 層が前記第 1 および第 3 層にはさまれるように前記第 2 層に結合される第 3 層をさらに備え、前記第 2 L C P 材料が、前記第 2 L C P 材料を前記電力面に結合する外因性接着材料を用いずに前記電力面に直接結合される、上記 (7) に記載の多層構造。

50

(10) 前記電力面が、前記第1 L C P 誘電体材料、前記第2 L C P 誘電体材料およびその組合せからなる群から選択される材料で充填される貫通孔を備える、上記(9)に記載の多層構造。

(11) Nが少なくとも2であるN個の副構造をある配列順序でスタックすることを含むページを生成するステップであって、1対の隣接する副構造のそれぞれの第1副構造が、前記1対の隣接する副構造の第2副構造に結合されるL C P (液晶ポリマー) 誘電体材料を含むステップと、

前記ページ中のすべてのL C P 誘電体材料を塑性変形させ、1対の隣接する副構造のそれぞれの前記第1および第2副構造の間に配設される外因性接着層なしで、1対の隣接する副構造をそれぞれ積層させるのに十分な保持時間かつ高圧で、前記ページ中の前記L C P 誘電体材料のネマチック-アイソトロピック転移温度のうち最低のものよりも低い温度を前記ページに加えるステップとを含む、多層構造を製作する方法。

(12) 前記保持時間全体にわたって、前記ページ中のすべてのL C P 誘電体材料のポリマー鎖構造およびそれに関連した方向が本質的に変化しないままである、上記(11)に記載の方法。

(13) 前記保持時間全体にわたって、前記ページ中のすべてのL C P 誘電体材料のC T E (熱膨張係数)が本質的に変化しないままである、上記(11)に記載の方法。

(14) 前記高圧が、約1000 psi (0.7 kg/mm²) ~ 約3000 psi (2.1 kg/mm²)の範囲の値をとる、上記(11)に記載の方法。

(15) 前記N個の副構造の第1の1対の副構造の第1副構造が第1 L C P 誘電体材料を有するD副構造を備え、前記第1の1対の副構造の第2副構造が誘電体層を備える、上記(11)に記載の方法。

(16) 前記N個の副構造の第1の1対の副構造の第1副構造が第1 L C P 誘電体材料を有するD副構造を備え、前記第1の1対の副構造の第2副構造がP副構造を備える、上記(11)に記載の方法。

(17) 前記P副構造が貫通孔を備え、前記温度をかけるステップが前記第1 L C P 誘電体材料で前記孔を充填することを含む、上記(16)に記載の方法。

(18) 前記N個の副構造の第1の1対の副構造の第1副構造が第1 L C P 誘電体材料を有するD副構造を備え、前記第1の1対の副構造の第2副構造がD S副構造を備え、前記温度をかけるステップで、前記D副構造と前記D S副構造の信号面の間に介在する外因性接着材料を用いずに、前記D副構造が前記D S副構造の信号面に積層されるような順序で前記第1および第2副構造が配列される、上記(11)に記載の方法。

(19) 前記N個の副構造の第1副構造が第1 L C P 誘電体材料を有するD副構造を備え、前記N個の副構造の第2副構造がP副構造を備え、前記N個の副構造の第3副構造が第2 L C P 誘電体材料を有するD副構造を備え、前記温度をかけるステップで、前記第1および第3副構造がそれぞれ前記第2副構造の対向面に積層されるような順序で前記第1、第2および第3副構造が配列される、上記(11)に記載の方法。

(20) 前記P副構造が貫通孔を備え、前記温度をかけるステップが、前記第1 L C P 誘電体材料、前記第2 L C P 誘電体材料およびその組合せからなる群から選択される材料で前記孔を充填することを含む、上記(19)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の実施形態による、ポリマー鎖が配向された状態のL C P (液晶ポリマー) 誘電体の液晶相の局在分子ドメインを示す図である。

【図2】本発明の実施形態による、ポリマー鎖がほとんど配向されていないか、あるいは全く配向されていないL C P 誘電体のアイソトロピック相の局在分子ドメインを示す図である。

【図3】本発明の実施形態に従ってL C P 誘電体材料を含むスタック層を積層するための平台プレス機による積層形成を示す図である。

【図4】本発明の実施形態に従ってL C P 誘電体材料を含むスタック層を積層するための

10

20

30

40

50

平台プレス機による積層形成を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態に従って L C P 誘電体材料を含むスタック層を積層するためのオートクレーブ積層プレス機を示す図である。

【図 6 A】本発明の実施形態に従って、誘電体層に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 6 B】本発明の実施形態に従って、誘電体層に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 7 A】本発明の実施形態に従って、D S 副構造に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 7 B】本発明の実施形態に従って、D S 副構造に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。 10

【図 8 A】本発明の実施形態に従って、電力面に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 8 B】本発明の実施形態に従って、電力面に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 9 A】本発明の実施形態に従って、貫通孔を有する電力面に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 9 B】本発明の実施形態に従って、貫通孔を有する電力面に L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 10 A】本発明の実施形態に従って、電力面の対向面に第 1 および第 2 L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。 20

【図 10 B】本発明の実施形態に従って、電力面の対向面に第 1 および第 2 L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 11 A】本発明の実施形態に従って、貫通孔を有する電力面の対向面に第 1 および第 2 L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 11 B】本発明の実施形態に従って、貫通孔を有する電力面の対向面に第 1 および第 2 L C P 誘電体層を積層するところを示す図である。

【図 12】本発明の実施形態による、副構造を順番に並べたスタックを示す図である。

【図 13】本発明の実施形態による副構造の表である。

【符号の説明】 30

【0071】

10 L C P 誘電体層

11 D 副構造

12 副構造

13 L C P 誘電体層

14 D S 副構造

15 信号面

16 誘電体層

17 副構造

20 L C P 誘電体層 40

21 電力面

22 副構造

23 L C P 誘電体層

24 電力面

25 孔

26 副構造

31 L C P 誘電体層

32 電力面

33 L C P 誘電体層

34 副構造 50

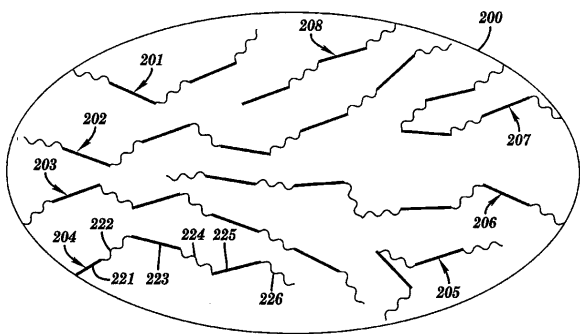
4 1	L C P 誘電体層	
4 2	電力面	
4 3	L C P 誘電体層	
4 4	孔	
4 5	副構造	
2 0 0	分子ドメイン	
2 0 1	ポリマー鎖	
2 0 2	ポリマー鎖	
2 0 3	ポリマー鎖	
2 0 4	ポリマー鎖	10
2 0 5	ポリマー鎖	
2 0 6	ポリマー鎖	
2 0 7	ポリマー鎖	
2 0 8	ポリマー鎖	
2 1 0	方向	
2 2 1	ポリマー成分	
2 2 2	ポリマー成分	
2 2 3	ポリマー成分	
2 2 4	ポリマー成分	
2 2 5	ポリマー成分	20
2 2 6	ポリマー成分	
2 5 0	分子ドメイン	
2 5 1	ポリマー鎖	
2 5 2	ポリマー鎖	
2 5 3	ポリマー鎖	
2 5 4	ポリマー鎖	
2 5 5	ポリマー鎖	
2 5 6	ポリマー鎖	
2 5 7	ポリマー鎖	
2 5 8	ポリマー鎖	30
2 5 9	ポリマー鎖	
2 6 0	ポリマー鎖	
2 6 1	ポリマー鎖	
2 7 1	ポリマー成分	
2 7 2	ポリマー成分	
2 7 3	ポリマー成分	
2 7 4	ポリマー成分	
2 7 5	ポリマー成分	
2 7 6	ポリマー成分	
2 7 7	ポリマー成分	40
3 0 0	平台積層プレス機	
3 0 2	フレーム	
3 0 4	上部ボルスタ	
3 0 6	下部ボルスタ	
3 0 8	中間ボルスタ	
3 1 0	方向	
3 1 1	ブック	
3 1 2	ブック	
3 1 3	ブック	
3 2 0	案内ロッド	50

3 2 2	上部圧板	
3 2 4	中間圧板	
3 2 6	中間圧板	
3 2 8	下部圧板	
3 2 9	油圧システム	
3 3 0	ピストン	
3 3 2	油圧シリンダ	
3 3 4	作動油	
3 4 0	真空ポンプ	
3 4 2	真空フィードスルー	10
3 5 1	入口チューブ	
3 5 2	出口チューブ	
3 5 3	熱電対ポート	
3 5 4	加熱要素	
3 5 5	当板	
3 5 7	ページ	
3 5 8	ページ	
3 6 2	プレス・パッド	
3 6 4	プレス・パッド	
3 7 0	プレート層	20
3 7 1	剥離シート	
3 7 2	平坦化プレート	
3 7 3	剥離シート	
3 8 0	プレート層	
3 8 1	剥離シート	
3 8 2	平坦化プレート	
3 8 3	剥離シート	
3 9 0	プレート層	
3 9 1	剥離シート	
3 9 2	平坦化プレート	30
3 9 3	剥離シート	
4 0 0	オートクレーブ	
4 0 2	容器	
4 0 4	チャンバ	
4 0 6	真空ポンプ	
4 0 8	真空供給ライン	
4 0 9	息抜き管	
4 1 0	ブック	
4 1 2	キャリア・トレイ	
4 1 4	ガス源	40
4 1 6	ガス吸入チューブ	
4 1 8	可撓性膜	
4 1 9	真空バッグ	
4 2 0	ガス	
5 0 0	副構造	
5 1 0	副構造	
5 2 0	副構造	
5 2 1	D副構造	
5 2 2	信号面	
5 3 0	副構造	50

5 3 1	D 副構造	
5 3 2	信号面	
5 3 3	信号面	
5 4 0	副構造	
5 4 1	D 副構造	
5 4 2	D 副構造	
5 4 3	信号面	
5 5 0	副構造	
5 5 1	D 副構造	
5 5 2	P 副構造	10
5 6 0	副構造	
5 6 1	D 副構造	
5 6 2	P 副構造	
5 6 3	D 副構造	
5 7 0	副構造	
5 7 1	P 副構造	
5 7 2	D 副構造	
5 7 3	信号面	
5 7 4	表面	
5 8 0	副構造	20
5 8 1	D 副構造	
5 8 2	P 副構造	
5 8 3	D 副構造	
5 8 4	信号面	
5 8 5	信号面	
5 8 6	表面	
5 8 7	表面	
S ₁	副構造	
S ₂	副構造	
S _N	副構造	30

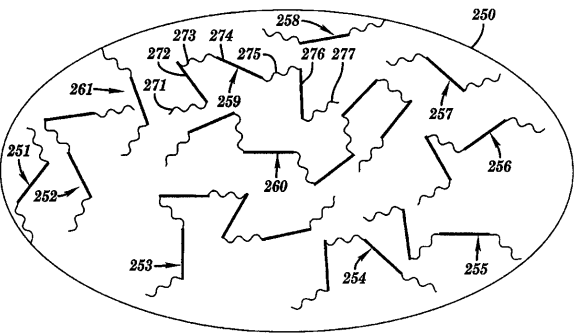
【 図 1 】

— ポリマー鎖の剛直部分
~ ポリマー鎖の半可溶性成分

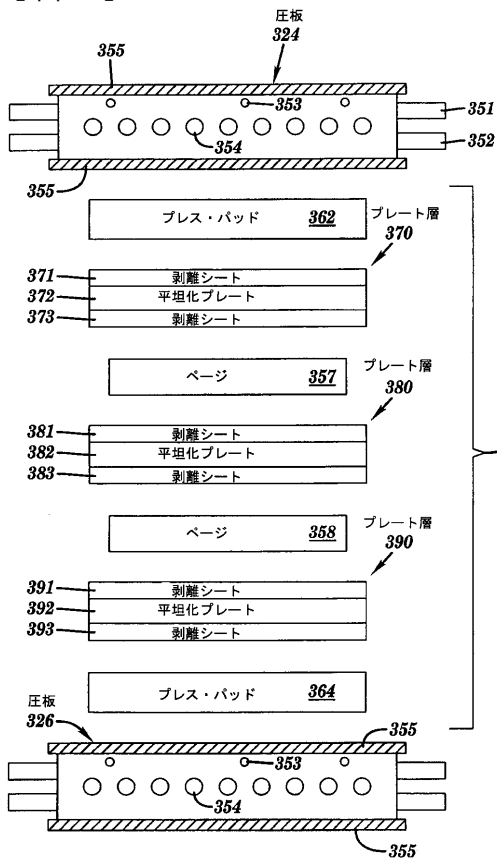


【 図 2 】

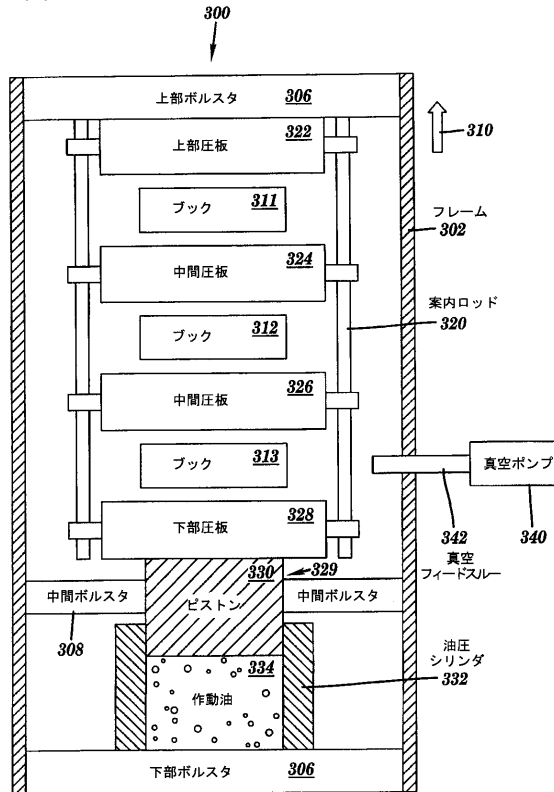
— ポリマー鎖の剛直部分
~ ポリマー鎖の半可溶性成分



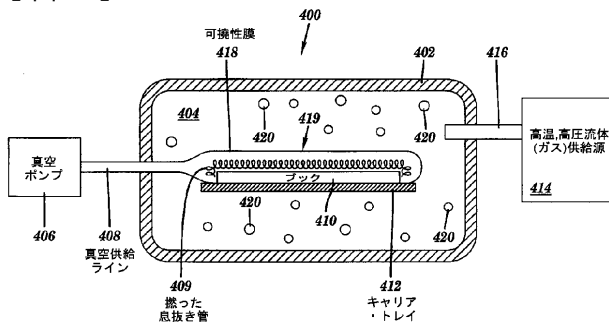
【 図 4 】



【 図 3 】



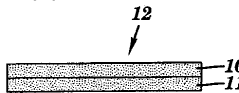
【 図 5 】



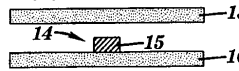
【 図 6 A 】



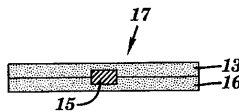
【 図 6 B 】



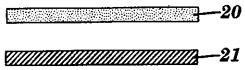
【 図 7 A 】



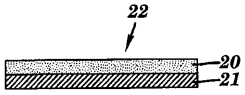
【 図 7 B 】



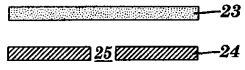
【 図 8 A 】



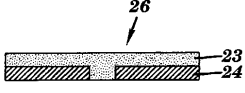
【 図 8 B 】



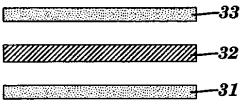
【 図 9 A 】



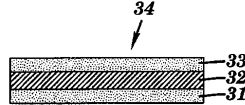
【 図 9 B 】



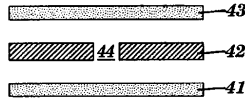
【 図 10 A 】



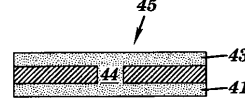
【 図 10 B 】



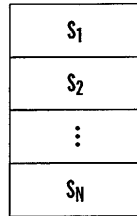
【 図 11 A 】



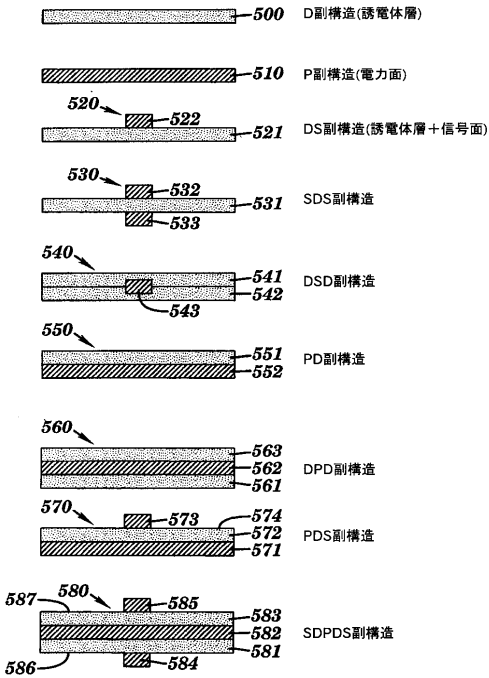
【 図 11 B 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド・エス・ファーカー

アメリカ合衆国 1 3 7 6 0 ニューヨーク州エンディコット ロッドマン・ロード 1 1 0 6

(72)発明者 マーク・ディー・ポリクス

アメリカ合衆国 1 3 8 5 0 ニューヨーク州ヴェスタル テラス・ドライブ 1 7 2 4

Fターム(参考) 4F100 AK01A AL05A AT00B BA02 GB41 JA11A JG05A