

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7641893号
(P7641893)

(45)発行日 令和7年3月7日(2025.3.7)

(24)登録日 令和7年2月27日(2025.2.27)

(51)国際特許分類			F I		
H 0 5 K	3/10	(2006.01)	H 0 5 K	3/10	E
H 0 1 L	21/56	(2006.01)	H 0 1 L	21/56	R
H 0 5 K	1/14	(2006.01)	H 0 5 K	1/14	A
H 0 5 K	1/18	(2006.01)	H 0 5 K	1/18	J
H 0 5 K	3/28	(2006.01)	H 0 5 K	3/28	B
請求項の数 9 (全40頁)					
(21)出願番号 特願2021-514577(P2021-514577)			(73)特許権者 505005049		
(86)(22)出願日 令和1年9月12日(2019.9.12)			スリーエム イノベイティブ プロパティ		
(65)公表番号 特表2022-500874(P2022-500874			ズ カンパニー		
A)			アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3		
(43)公表日 令和4年1月4日(2022.1.4)			3 - 3 4 2 7 , セント ポール, ポスト		
(86)国際出願番号 PCT/IB2019/057719			オフィス ボックス 3 3 4 2 7 , スリー		
(87)国際公開番号 WO2020/058815			エム センター		
(87)国際公開日 令和2年3月26日(2020.3.26)			(74)代理人 100130339		
審査請求日 令和4年9月9日(2022.9.9)			弁理士 藤井 憲		
審査番号 不服2024-8025(P2024-8025/J1)			(74)代理人 100135909		
審査請求日 令和6年5月15日(2024.5.15)			弁理士 野村 和歌子		
(31)優先権主張番号 62/732,280			(74)代理人 100133042		
(32)優先日 平成30年9月17日(2018.9.17)			弁理士 佃 誠玄		
(33)優先権主張国・地域又は機関			(74)代理人 100171701		
米国(US)			弁理士 浅村 敬一		
最終頁に続く			最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 伸縮性が向上した導電性トレースを含むフレキシブルデバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

位置合わせ領域と1つ以上のチャネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板を準備することであって、前記チャネルが前記位置合わせ領域内に延びており、各チャネルは底壁と前記底壁に隣接する側壁とを有する、ことと、

前記位置合わせ領域上に固体回路ダイを準備することであって、前記固体回路ダイがその表面上に1つ以上の接触パッドを有する、ことと、

前記固体回路ダイの前記接触パッドと電氣的に接触するように1つ以上の導電性トレースを前記チャネル内に形成することであって、前記導電性トレースは、前記チャネルの前記底壁と、前記側壁の一部とを覆う表面、及び自由表面を有する、ことと、

前記導電性トレースの自由表面を覆うように、第1のポリマー液体を、前記チャネル内の前記導電性トレースの自由表面の上に流すことと、

前記第1のポリマー液体を固化させて、前記導電性トレースの自由表面を覆い、且つ前記フレキシブル基板よりも高い弾性率を有する固化生成物を形成することと

を含む、フレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項2】

前記第1のポリマー液体を流すことが、前記固体回路ダイの下の前記チャネル内の空洞を、主に毛管力によって前記第1のポリマー液体で充填することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記位置合わせ領域が前記固体回路ダイを受け入れるためのポケットを含み、前記ポケットの縁部と前記固体回路ダイとの間に間隙が存在するよう、前記ポケットが過大である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記間隙を少なくとも部分的に充填するように、前記間隙内に第 2 のポリマー液体を流すことを更に含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

位置合わせ領域と 1 つ以上のチャネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板であって、前記チャネルが前記位置合わせ領域内に延びており、各チャネルは底壁と前記底壁に隣接する側壁とを有する、フレキシブル基板と、

10

前記位置合わせ領域上に配置された固体回路ダイであって、その表面上に 1 つ以上の接触パッドを有する、固体回路ダイと、

前記チャネル内に形成された 1 つ以上の導電性トレースであって、前記トレースは前記固体回路ダイの前記接触パッドとの 1 つ以上の電気的な接触を形成しており、前記導電性トレースは、前記チャネルの底壁と、前記側壁の一部とを覆う表面、及び自由表面を有する、導電性トレースと、

前記導電性トレースの自由表面を覆っている、第 1 のポリマー液体を固化した生成物と、を備え、前記生成物が前記フレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有している、フレキシブルデバイス。

【請求項 6】

20

前記第 1 のポリマー液体を固化した前記生成物が、前記固体回路ダイの下の前記チャネル内の空洞を少なくとも部分的に充填している、請求項 5 に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記位置合わせ領域が前記固体回路ダイを受け入れるためのポケットを含み、前記ポケットの縁部と前記固体回路ダイとの間に間隙が存在し、第 2 のポリマー流体を固化した生成物が前記間隙を少なくとも部分的に充填している、請求項 5 に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記生成物が UV 硬化性ポリマーの硬化生成物を含み、前記生成物が前記フレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する、請求項 7 に記載のデバイス。

【請求項 9】

30

回路をその上に有するフレキシブル基板と、

その上の前記回路を少なくとも部分的に覆うための前記フレキシブル基板上の島構造であって、前記島構造はチャネル層を含み、前記チャネル層は、その露出面上に 1 つ以上の表面チャネルと、前記表面チャネルのうちの少なくとも 1 つに流体連通した 1 つ以上のビアチャネルとを含み、各表面チャネルは、底壁と前記底壁に隣接する側壁とを有し、各ビアチャネルは側壁を有する、島構造と、

前記島構造の下で前記フレキシブル基板上の前記回路と電気的に接触するように、前記表面チャネル及び前記ビアチャネル内に形成された、1 つ以上の導電性トレースであって、前記表面チャネルの前記底壁と前記側壁の一部、並びに前記ビアチャネルの側壁とを覆う表面、及び自由表面を有する導電性トレースと、

40

前記導電性トレースの自由表面を覆っている、第 1 のポリマー液体を固化した、前記チャネル層よりも高い弾性率を有する生成物と、

を備える、フレキシブルデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、伸縮性が向上した回路ダイを含むフレキシブルデバイス、並びにその製造方法及び使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

固体半導体ダイを印刷技術と統合すると、半導体技術の計算能力に、ウェブベースプロセスの高スループット及びフォームファクタの柔軟性が組み合わされる。しかしながら、フレキシブルハイブリッド電子機器製造における主な課題は、半導体ダイを可動ウェブ上の導電性トレース (electrically conductive trace) に位置合わせすることである。ウェブベースの半導体デバイスの典型的な位置合わせ機構は、ウェブベースプロセスに容易に転用することができない。

【発明の概要】

【0003】

基板上、特に、可動の伸縮性のフレキシブル基板上で、固体回路ダイと導電性相互接続子との間で、マイクロメートルレベルの位置合わせが達成される固体回路ダイを含むフレキシブルデバイスの伸縮性、可撓性、又は屈曲性を改善することが望まれている。簡単に言えば、一態様において、本開示は、フレキシブルデバイスの製造方法について記載する。方法は、位置合わせ領域と1つ以上のチャンネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板を準備することであって、チャンネルが位置合わせ領域内に延びている、ことと、位置合わせ領域上に固体回路ダイを準備することであって、固体回路ダイが、その表面上に1つ以上の接触パッドを有する、ことと、固体回路ダイの接触パッドと電氣的に接触するように1つ以上の導電性トレースをチャンネル内に形成することと、導電性トレースの自由表面を覆うように第1のポリマー液体をチャンネル内に流すことと、を含む。

10

【0004】

別の態様では、本開示は、フレキシブルデバイスを説明する。フレキシブルデバイスは、位置合わせ領域と1つ以上のチャンネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板であって、チャンネルが位置合わせ領域内に延びている、フレキシブル基板と、位置合わせ領域上に配置された固体回路ダイであって、その表面上に1つ以上の接触パッドを有する、固体回路ダイと、チャンネル内に形成された1つ以上の導電性トレースであって、トレースが固体回路ダイの接触パッドとの1つ以上の電氣的な接触を形成している、導電性トレースと、導電性トレースの自由表面を覆っている、第1のポリマー液体を固化した生成物と、を含む。生成物は、フレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する。

20

【0005】

様々な予期せぬ結果及び利点が、本開示の例示的な実施形態において得られる。本開示の例示的な実施形態の1つのこのような利点は、本明細書に記載のフレキシブルデバイス/回路が、向上した伸縮性及び可撓性を呈し得ることである。チャンネル内の導電性トレースは、チャンネル内にポリマー液体を流すことによって覆うことができ、これは、導電性トレース (conductive trace) のそれぞれの自由表面をなくし、導電性トレースと回路ダイの接触パッドとの間の電氣的な接触を補強することができる。また、回路ダイがフレキシブル基板のポケット内に受け入れられる際、回路ダイは、ポケットを形成する材料の弾性率よりも高い弾性率を有するポリマー材料によって取り囲まれ得る。そのような弾性率の勾配により、フレキシブルデバイス/回路は、動作可能な構成要素を損傷又は切断することを伴わずに、より大きな全体デバイス歪みを受けられるようにする。

30

【0006】

以上が本開示の例示的な実施形態の様々な態様及び利点の概要である。上記の「発明の概要」は、本開示の特定の例示的な実施形態の、図示される各実施形態又は全ての実現形態を説明することを意図するものではない。以下の図面及び「発明を実施するための形態」は、本明細書に開示される原理を使用する特定の好ましい実施形態を、より詳細に例示するものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

以下の本開示の様々な実施形態の詳細な説明を添付図面と併せて検討することで、本開示をより完全に理解し得る。

【図1】本開示の一実施形態による、固体回路ダイを受け入れるための位置合わせ領域に向けられた複数のチャンネルを含む基板の上面図である。

50

【図 2】本開示の一実施形態による、固体回路ダイが位置合わせ領域上に配置されている、図 1 の基板の上面図である。

【図 3 A】本開示の一実施形態による、導電性液体が、チャンネル内において流れるように供給される、図 1 の基板の一部分の側部斜視図である。

【図 3 B】本開示の一実施形態による、導電性液体が、チャンネル内において流れるように供給される、図 3 A の基板の簡略断面図である。

【図 3 C】本開示の一実施形態による、導電性液体を固化させて導電性トレースを形成する、図 3 A の基板の簡略断面図である。

【図 3 D】本開示の一実施形態による、導電性液体が、チャンネル内において流れるように供給される、図 3 A の基板の簡略上面図である。

10

【図 4 A】本開示の一実施形態による、導電性液体がチャンネルに供給されて導電性トレースを形成し、第 1 のポリマー液体がチャンネル内に流れてトレースを覆う、基板上に配置された回路ダイを含む物品の上面図である。

【図 4 B】横断線 4 B - 4 B に沿った図 4 A の物品の断面図である。

【図 4 C】横断線 4 C - 4 C に沿った図 4 A の物品の断面図である。

【図 4 D】横断線 4 D - 4 D に沿った図 4 A の物品の断面図である。

【図 4 E】横断線 4 E - 4 E に沿った図 4 A の物品の断面図である。

【図 5】一実施形態による、ポケット内で流体連通している入口チャンネル及び出口チャンネルを含む物品の斜視図である。

【図 6 A】一実施形態による、基板上に配置された回路ダイを含み、基板上のチャンネルが、回路ダイの底面上の接触パッドにつながる物品の断面図である。

20

【図 6 B】一実施形態による、導電性インクが、チャンネル内に流れる、図 6 A の物品の断面図である。

【図 6 C】一実施形態による、導電性インクが固化して、回路ダイの接触パッドへの電気的な接触を形成する、図 6 B の物品の断面図である。

【図 6 D】一実施形態による、ポリマー液体がチャンネル内を流れて、回路ダイの下の空隙空間を充填する、図 6 C の物品の断面図である。

【図 7 A】一実施形態による、基板上のポケット内に配置された固体回路ダイを含み、その間の間隙がポリマー液体で充填される、物品の上面図である。

【図 7 B】一実施形態による、線 7 B - 7 B に沿った、図 7 A の物品の断面図である。

30

【図 8 A】一実施形態による、線 8 A - 8 A に沿った、図 8 B のフレキシブルデバイス 800 の断面図である。

【図 8 B】一実施形態による、図 8 A のフレキシブルデバイス 800 の平面図である。

【図 8 C】一実施形態による、オーバーコートが除去された図 8 A のフレキシブルデバイス 800 の分解平面図である。

【図 8 D】一実施形態による、オーバーコート及び回路ダイが除去された図 8 A のフレキシブルデバイス 800 の分解平面図である。

【図 9 A】一実施形態による、シミュレーション用の島構造の概略図である。

【図 9 B】一シミュレーション結果による、チャンネル内のインクによって経験される最大引張歪対剛性比のプロットである。

40

【図 10 A】厚い基板上の低弾性率の島構造に対する R/R_0 対歪みのプロットである。

【図 10 B】薄い基板上の低弾性率の島構造に対する R/R_0 対歪みのプロットである。

【図 10 C】厚い基板上の高弾性率の島構造に対する R/R_0 対歪みのプロットである。

【図 11】実施例についての局所歪み対全体歪みのプロットである。

【0008】

図面において、類似の参照符号は類似の要素を表す。一定の縮尺で描かれないことがある上記に特定した図面は、本開示の様々な実施形態を説明しているが、「発明を実施するための形態」で指摘するように、他の実施形態もまた企図される。全ての場合に、本開示は、本明細書で開示される開示内容を、明示的な限定によってではなく、例示的な実施形態を示すことによって説明する。本開示の範囲及び趣旨に含まれる多くの他の修正及び実

50

施形態が、当業者によって考案され得ることを理解されたい。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下の定義された用語の用語解説に関して、これらの定義は、特許請求の範囲又は本明細書の他の箇所において異なる定義が提供されていない限り、本出願全体について適用されるものとする。

【0010】

用語解説

ある特定の用語が、本明細書及び特許請求の範囲の全体を通して使用されており、これらの大部分については周知であるが、何らかの説明が必要とされる場合もある。以下を理解されたい：

【0011】

用語「導電性液体」は、毛管力によってチャネル内を流動可能な液体組成物を指す。本明細書中に記載される導電性液体を固化させて、導電性トレースを形成することができる。導電性液体は、導電性トレースの形成に使用するのに望ましい性質を有する任意の適切な電子材料を含んでもよい。

【0012】

用語「液体接着剤」は、液体キャリア及び1つ以上の接着剤を含む液体組成物を指す。本明細書中に記載される液体接着剤は、固化させて、接着剤層を形成することができる。

【0013】

用語「弾性率」は、長さ方向の張力下又は圧縮時の長さの変化に耐える材料の能力の尺度であるヤング率を指す。場合によっては、ヤング率は、歪みで割った長手方向の応力に等しい弾性率と呼ばれる場合がある。固体材料は、圧縮又は伸長において小さな負荷が加えられたときに弾性変形を受けることがある。弾性変形は可逆的である（すなわち、材料は、負荷が取り除かれた後に元の形状に戻る）。ほぼゼロ応力及び歪みにおいて、応力 - 歪み曲線は線形であってもよく、応力と歪みとの間の関係は、応力が歪みに比例することを述べるフックの法則によって説明される。比例係数はヤング率である。弾性率が高いほど、同じ量の歪みを作り出すためにより多くの応力が必要であり、理想化された剛体は、無限のヤング率を有し得る。

【0014】

特定の層に関する「接近する」という用語は、2つの層が互いに隣り合い（すなわち、隣接し）かつ直接接触しているか、又は互いと近接してはいるが直接接触はしていない（すなわち、これらの層同士の間には1つ以上の追加的な層が介在している）位置において、別の層と接合しているか、又はそれに取り付けられていることを意味する。

【0015】

開示のコーティング済み物品における様々な要素の位置に関する、「～の上部」、「～上」、「～の上」、「下」、「上」、「覆う」、「最上の」、「下に存在する」などの方向の用語を使用して、この明細書では、水平に配置された上向きの基板に対する、ある要素の相対位置を指す。しかしながら、別途指示のない限り、基板又は物品は、製造中又は製造後において何らかの特定の空間的向きを有するべきであるということが意図されるわけではない。

【0016】

数値又は形状への言及に関する用語「約」又は「おおよそ」は、数値又は特性若しくは特徴の±5パーセントを意味するが、明示的に、正確な数値を含む。例えば、「約」1 Pa・secの粘度とは、0.95～1.05 Pa・secの粘度を指すが、1 Pa・secちょうどの粘度も明示的に含む。同様に、「実質的に正方形」の外辺部とは、各横方向縁部が、他のいずれかの横方向縁部の長さの95%～105%の長さを有する4つの横方向縁部を有する幾何形状を説明することを意図するが、これはまた、各横方向縁部が正確に同じ長さを有する幾何形状を含むものとする。

【0017】

10

20

30

40

50

特性又は特徴に関する用語「実質的に」は、その特性又は特徴が、その特性又は特徴の反対のものが呈される程度よりも高い程度で呈されることを意味する。例えば、「実質的に」透明な基板は、それが透過しない（例えば、吸収する及び反射する）放射線よりも多くの放射線（例えば、可視光）を透過する基板を指す。それゆえに、その表面上に入射する可視光のうちの50%より多くを透過する基板は、実質的に透明であるが、その表面上に入射する可視光のうちの50%以下を透過する基板は、実質的に透明ではない。

【0018】

本明細書及び添付の実施形態において使用されるとき、単数形「a」、「an」及び「the」は、特に内容により明確な指示がない限り、複数の対象を含む。したがって、例えば「化合物」を含有する微細繊維への言及は、2種以上の化合物の混合物を含む。本明細書及び添付の実施形態において使用されるとき、用語「又は」は、その内容が特に明確に指示しない限り、一般的に「及び／又は」を包含する意味で利用される。

10

【0019】

本明細書で使用する場合、末端値による数値範囲での記述には、その範囲内に含まれるあらゆる数値が含まれる（例えば1～5には1、1.5、2、2.75、3、3.8、4、及び5が含まれる）。

【0020】

特に指示がない限り、本明細書及び実施形態で使用される量又は成分、特性の測定値などを表す全ての数は、全ての場合において、「約」という用語によって修飾されていると理解されるものとする。これに応じて、特に指示がない限り、前述の明細書及び添付の実施形態の列挙において示す数値パラメータは、本開示の教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変化し得る。最低でも、各数値パラメータは少なくとも、報告される有効桁の数に照らして通常の丸め技法を適用することにより解釈されるべきであるが、このことは請求項記載の実施形態の範囲への均等論の適用を制限しようとするものではない。

20

【0021】

以下に、本開示の様々な例示的实施形態を、図面を具体的に参照しながら説明する。本開示の例示的实施形態には、本開示の趣旨及び範囲から逸脱することなく、様々な修正及び変更を加えてもよい。したがって、本開示の実施形態は、以下に記載の例示的实施形態に限定されるものではないが、特許請求の範囲に記載されている限定及びそれらの任意の均等物により支配されるものであることを理解すべきである。

30

【0022】

図1は、物品100の上面図である。物品100は、基板2を含む。基板2は、構造化された主表面4を有する。いくつかの実施形態では、基板2はフレキシブル基板、例えば、不定長ポリマー材料のウェブであり得る。フレキシブル基板又はウェブは、ウェブ経路に沿って移動させるときに（例えば、縦方向及び／又は横断方向に沿って）伸張させてもよい。1つ以上のチャンネル8が主表面4上に形成されている。チャンネル8はそれぞれ、第1の端部102と第2の端部104との間に延び、固体回路ダイを受け入れるように構成された位置合わせ領域6に向かって延びる。

【0023】

40

図1の図示される実施形態では、チャンネル8が位置合わせ領域内に延び、第1の端部102において一部分を、受け入れられた固体回路ダイの底面の下に有するように、チャンネル8の第1の端部102のうちの少なくとも1つが位置合わせ領域6の各縁部61を越えて延びる。いくつかの実施形態では、位置合わせ領域6は、主表面4上に形成されたポケットを含んでもよい。いくつかの実施形態では、ポケットは、底面と1つ以上の側壁とを含む空洞であってもよい。チャンネル8のうちの少なくとも1つは、空洞内に延びることができ、例えば、側壁を横切って延び、ポケットの底面上に形成されたその第1の端部102を有する。ポケットは、基板の主表面4と同一平面上に底面を有し得ることを理解されたい。一般に、本明細書において記述されるポケットは、回路ダイを受け入れることが可能な基板上の領域を指す。

50

【 0 0 2 4 】

チャネル 8 は、流体が、主に毛管力によって、例えば、第 2 の端部 1 0 4 から第 1 の端部 1 0 2 に向かって流れることを可能にするように構成されている。いくつかの実施形態では、チャネル 8 の少なくとも 1 つ又は 1 つのチャネルの少なくとも一部分は、上面が開放されてもよい。いくつかの実施形態では、チャネル 8 の少なくとも 1 つ又は 1 つのチャネルの少なくとも一部分は、上壁によって囲まれてもよい。図 1 の実施形態には 1 つの位置合わせ領域及び 8 つのチャネルを示すが、任意の他の数のポケット及び / 又はチャネルを基板上に形成することができることを理解されたい。

【 0 0 2 5 】

いくつかの実施形態では、基板 2 上の特徴部（例えば、チャネル 8 又は位置合わせ領域 6 ）は、その主表面 4 に形成された凹部を含むことができる。いくつかの実施形態では、基板 2 上の特徴部（例えば、チャネル 8 又は位置合わせ領域 6 ）は、その主表面 4 から突出するエンボス加工を含むことができる。いくつかの実施形態では、特徴部（例えば、チャネル 8 又は位置合わせ領域 6 ）は、主表面 4 上に材料を付加することによって形成することができる。いくつかの実施形態では、位置合わせ領域 6 は、主表面 4 の他の部分と同一平面上にある、基板 2 の主表面 4 の一部分であってもよい。いくつかの実施形態では、1 つ以上の位置合わせマーク又は基準を位置合わせ領域 6 上に形成することができる。固体回路ダイが位置合わせ領域 6 上に受け入れられると、位置合わせマーク又は基準を使用して、固体回路ダイを基板 2 及びチャネル 8 と位置合わせすることができる。特徴部（例えば、チャネル及び位置合わせ領域 6 ）は、例えば、高精細加工（microreplication）、ホットエンボス加工、成形、ソフトリソグラフィ、エッチング、3 D 印刷等を含む任意の適切な技術によって形成することができる。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、特徴部（例えば、チャネル 8 又は位置合わせ領域 6 内のポケット）は、基板 2 と同じ材料で作られてもよい。チャネルの材料は、チャネル材料と呼ぶことができる。ポケットの材料は、ポケット材料と呼ぶことができる。いくつかの実施形態では、チャネル材料又はポケット材料は、基板材料とは異なってもよい。

【 0 0 2 7 】

いくつかの実施形態では、特徴部（例えば、チャネル 8 又は位置合わせ領域 6 内のポケット）は、実質的に同じ深さを有してもよい。基板 2 上の隣接する特徴部の上面又は底面は実質的に同一平面上にあってもよい。いくつかの実施形態では、特徴部は異なる深さを有してもよい。隣接する特徴部の上面又は底面は同一平面上になくてもよい。例えば、チャネルがポケットに接続される縁部に 1 つ以上の段差が形成されていてもよい。

【 0 0 2 8 】

いくつかの実施形態では、基板 2 は、フレキシブル基板、例えば、ウェブ経路を通して搬送される不定長材料のウェブであってもよい。フレキシブル基板は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリウレタン等を含んでもよい。本明細書中に記載されるプロセスは、ウェブをウェブ経路に沿って搬送するための 1 つ以上のローラを含むロールツーロール装置上で行うことができる。いくつかの実施形態では、基板 2 の一部分は硬質であってもよく、例えば、ペークライト、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）、硬化エポキシ系等を含む材料で作製されたと理解されたい。基板 2 は全体として可撓性であり、伸縮可能であり得ることを理解されたい。

【 0 0 2 9 】

基板 2 は、例えば、2 mm 以下、1 mm 以下、5 0 0 マイクロメートル以下、又は 2 0 0 マイクロメートル以下の厚さを有してもよい。主表面 4 上に形成された特徴部（例えば、チャネル、ポケット等）は、例えば、5 0 0 マイクロメートル以下、3 0 0 マイクロメートル以下、1 0 0 マイクロメートル以下、5 0 マイクロメートル以下、又は 1 0 マイクロメートル以下の最小寸法を有してもよい。

【 0 0 3 0 】

位置合わせ領域 6 は、図 2 に示すように、固体回路ダイ 2 0 を受け入れるように構成さ

10

20

30

40

50

れている。固体回路ダイ20は、底面20b上に配置された1つ以上の接触パッド22を含む(図4Bを参照)。いくつかの実施形態では、接触パッド22は回路ダイ20に部分的に埋め込まれてもよく、回路ダイ20の縁部23に隣接する露出した表面又は部分を有してもよい。回路ダイ20の接触パッドは、例えば金属などの任意の適切な導電性材料で作製してもよい。接触パッドは回路ダイの具体的な種類によって異なり得ることを理解されたい。いくつかの接触パッドは、回路ダイのケーシングから突き出た突起、ペグ、又は脚部を含んでもよい。いくつかの接触パッドは、回路ダイケーシングの表面上に、電気めっきされた金属(例えば、Cu/Au)を含んでもよい。いくつかの実施形態では、接触パッドは、ベアダイ表面上に直接金属バンプを含んでもよい。

【0031】

10

多くの用途では、固体回路ダイはその接触パッドを、その表面、例えば上面若しくは底面、又は側面に配置してもよい。回路ダイが基板上のポケット内に配置されると、回路ダイは、接触パッドを有する主表面が下方に面する、すなわち、接触パッドがポケットの底面に接触する又はごく近接するように配置することができる。基板上に形成された1つ以上のチャンネルはポケット内に延び、回路ダイの底部接点に達することができる。導電性トレースはチャンネル内に形成され、固体回路ダイの底部接触パッドと直接接触するように延びることができる。

【0032】

再度図2を参照すると、回路ダイ20が位置合わせ領域6に配置されると、回路ダイ20の縁部23にある接触パッド22を各チャンネル8に対して位置合わせすることができる。チャンネル内を流れる流体を、主に毛管力によって、対応する接触パッドに自動的に誘導することができるように、回路ダイの底面上の接触パッドに達するためにチャンネル8の第1の端部102は位置合わせ領域6内に延びることができ、対応する接触パッドの下に一部分を有する。

20

【0033】

いくつかの実施形態では、接触パッドとチャンネルは、接触パッドがチャンネルの第1の端部102に直接面する露出した表面又は部分を有し得るように、位置合わせすることができる。例えば、図4Bは、それぞれのチャンネル8a及びチャンネル8cの第1の端部102に直接面し得る、回路ダイ20の底面20b上に形成された接触パッド22を示す。例えば、図4Eは、対応するチャンネル8bに直接面し得る、回路ダイ20の側面26上に形成された接触パッド22を示す。

30

【0034】

いくつかの実施形態では、接触パッドは、チャンネルに面する部分を有してもよい。いくつかの実施形態では、接触パッドは、チャンネルに直接面していなくてもよい。その代わりに、接触パッドとチャンネルは、流体経路がチャンネルを対応する接触パッドに流体連通することができるように、位置合わせすることができる。流体はチャンネル内の流体経路を通り接触パッドに向かって流れ、その接触パッドに直接接触することができる。接触パッドとチャンネルは、1対1の対応関係を有しなくてもよいことを理解されたい。接触パッドとチャンネルは、1つ以上のチャンネル内を流れる流体を1つ以上の所定の接触パッドに誘導できるように位置合わせすることができる。

40

【0035】

いくつかの実施形態では、接触パッド22は、チャンネル8の幅に実質的に一致する幅を有してもよい。いくつかの実施形態では、チャンネルは、チャンネルと位置合わせした接触パッドの幅よりも広い幅を有してもよい。チャンネルは、回路ダイ上の接触パッドの幅よりも、例えば、約10%、約30%、約50%、約70%、又は約90%広い幅を有してもよい。例えば、接触パッドが幅約200マイクロメートルのとき、チャンネルは、幅約300マイクロメートルになるように選択され得る。チャンネルが広くなることにより、チャンネル内に形成される導電性トレースが接触パッドを実質的に覆い、導電性トレースと接触パッドとの間に優れた電氣的な接触を提供することを可能にする。

【0036】

50

回路ダイ 20 は、その縁部 23 に沿って配置された 1 つ以上の接触パッドを有する回路チップを含むことができる。いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 は、硬質半導体ダイを含むことができる。いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 は、プリント回路基板 (PCB) を含むことができる。いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 は、フレキシブルプリント回路 (FPC) を含むことができる。回路ダイ 20 は、基板上に配置される任意の適切な回路ダイとすることができ、その 1 つ以上の接触パッドは、基板上の導電性トレースと位置合わせされ、この導電性トレースと接続されることを理解されたい。

【0037】

いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 が位置合わせ領域 6 にあるポケットによって受け入れられると、回路ダイ 20 は、ポケットの深さ又はチャネルの深さと実質的に同じ厚さを有し得る。いくつかの実施形態では、ポケットの深さは、ポケット内の固体回路ダイの底部が中立構成体の中立曲げ平面にほぼ配置されるようなものであってもよい。

10

【0038】

いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 は、例えば、約 2 マイクロメートル～約 200 マイクロメートル、約 5 マイクロメートル～約 100 マイクロメートル、又は約 10 マイクロメートル～約 100 マイクロメートルの厚さを有する超薄型チップであってもよい。回路ダイを受け入れるためのポケットの深さは回路ダイの厚さよりも、例えば、2 倍、4 倍、6 倍、8 倍、又は 10 倍大きくすることができる。ポケットの深さは、固体回路ダイがポケットの底面に取り付けられたときに、固体回路ダイが中立構成体の中立曲げ平面に実質的に沿って延び得るようなものであってもよい。この構成は、基板が曲がる時の固体回路ダイの歪みを効果的に低減することができる。

20

【0039】

いくつかの実施形態では、超薄型回路ダイをハンドル基板上に載せて、位置合わせ領域 6 上への配置を容易にしてもよい。ハンドル基板は、回路ダイ 20 が位置合わせ領域 6 に受け入れられた後に取り外すことができる。

【0040】

いくつかの実施形態では、回路ダイ 20 は、接着剤によって位置合わせ領域 6 の表面に取り付けることができる。位置合わせ領域 6 がポケットを含む場合、回路ダイ 20 は、接着剤によってポケットの底面に取り付けることができる。例示的な接着剤としては、構造用接着剤、アクリル接着剤、エポキシ接着剤、ウレタン接着剤、光学接着剤を挙げることができる。いくつかの実施形態では、接着は、例えば、UV 硬化性ポリウレタン化合物を用いて行うことができる。接着剤は、チャネル 8 を遮断することなく回路ダイ 20 を位置合わせ領域 6 の表面上に取り付けるために正確に適用することができる。図 4B も参照されたい。ここで、回路ダイ 20 は、接着剤層 12 によって基板 2 の表面に取り付けられている。

30

【0041】

図 4A に示すように、回路ダイ 20 が位置合わせ領域 6 に配置されると、導電性液体 16 を 1 つ以上のチャネル 8a、8b、8c、又は 8d に計量分配することができる。導電性液体 16 は、主に毛管力によってチャネル 8 内を流動可能な液体組成物であり得る。導電性液体 16 は、例えば、液体キャリア、及び 1 つ以上の電子材料、液体金属又は金属合金などを含んでもよい。本明細書に記載される導電性液体を固化させて、チャネル内に導電性トレースを形成する導電性材料の連続層を残すことができる。適切な液体組成物としては、例えば、銀インク、銀ナノ粒子インク、反応性銀インク、銅インク、導電性ポリマーインク、液体金属又は合金 (例えば、低温で融解し、室温で固化する金属又は合金) 等が挙げられ得る。

40

【0042】

導電性液体 16 は、例えば、インクジェット印刷、計量分配、マイクロ注入等を含む様々な方法によってチャネル 8 内に送出することができる。いくつかの実施形態では、1 つ以上のリザーバを、チャネル 8 に隣接し、チャネル 8 と流体連通するように設けることができる。リザーバは、計量分配された導電性液体の便利な収容部を設けるような形状であ

50

り得る。導電性液体 16 は、例えば、インクジェット印刷、ピエゾ式分注、ニードル式分注などの計量分配、スクリーン印刷、フレキソ印刷等によってリザーバ内に配置することができる。導電性液体 16 は、毛管力によってリザーバからチャネル 8 へと移動することができる。リザーバは、チャネル 8 の深さと実質的に同じ深さを有してもよい。リザーバは、導電性液体 16 を受け入れるのに適した任意の望ましい形状及び寸法を有することができる。いくつかの実施形態では、リザーバは、例えば、約 1 マイクロメートル～約 1.0 mm、約 5 マイクロメートル～約 500 マイクロメートル、又は約 50 マイクロメートル～約 500 マイクロメートルの範囲の寸法を有してもよい。いくつかの実施形態では、リザーバを使用することなく、導電性液体をチャネル内に供給することができることを理解されたい。

10

【0043】

いくつかの実施形態では、導電性液体 16 は、チャネル 8 に隣接する表面領域上に直接配置することができる。その後、導電性液体 16 は、毛管力によって、チャネル 8 により周囲領域から自動的に収集することができる。いくつかの実施形態では、第 2 の端部 104 の周囲領域は、チャネル 8 の第 2 の端部 104 への導電性液体 16 の収集を増やすために、選択的に処理又はパターン化することができる。好適な表面処理又はパターンング方法としては、例えば、高精細、フレキソ印刷、スクリーン印刷、グラビア印刷などが挙げられる。任意の好適な方法を使用して、導電性液体 16 をチャネル 8 の遠位端に送出することができることを理解されたい。導電性液体 16 は、例えば、印刷、注入、ファネリング (funneling)、マイクロインジヨクシオン等などの任意の適切な手法で堆積させることができる。

20

【0044】

導電性液体 16 がチャネル 8 に送出されると、導電性液体 16 は、主に毛管力によって、チャネル 8 を通り、例えば第 2 の遠位端 104 から第 1 の端部 102 に向かって経路案内することができる。いくつかの実施形態では、導電性液体 16 は、遠位端 104 と第 1 の端部 102 との間の点からチャネル 8 を充填するために供給され得る。理論に束縛されることを望むものではないが、導電性液体 16 が毛管現象によってチャネル 8 内を移動する能力には、いくつかの要因が影響を及ぼし得ると考えられる。このような要因としては、例えば、チャネルの寸法、導電性液体の粘度、表面エネルギー、表面張力、乾燥などを挙げることができる。これら要因は、参照により本明細書中に組み込まれる米国特許第 9,401,306 号 (Mahajan ら) に記載されている。

30

【0045】

チャネル 8 は、部分的に、上述の要因の 1 つ以上によって決定され得る任意の適切な寸法 (例えば、幅、深さ、又は長さ) を有することができる。いくつかの実施形態では、チャネル 8 は、例えば、約 0.01 マイクロメートル～約 500 マイクロメートル、約 0.05 マイクロメートル～約 200 マイクロメートル、又は約 0.1 マイクロメートル～約 100 マイクロメートルの範囲内の幅又は深さを有してもよい。

【0046】

図 3A～図 3D を参照すると、導電性液体 16 が毛管現象によってチャネル 8 内に、第 2 の端部 104 から第 1 の端部 102 に向かって移動するとき、チャネル 8 の側壁 84 及び底壁 82 は導電性液体 16 によって濡れ、1 つ以上の屈曲したメニスカスを形成することができる。導電性液体 16 は、底壁 82 に隣接する側壁 84 の一部分を覆う量で送出することができることを理解されたい。導電性液体 16 の上面 32 は凸状三日月形を有する。上面 32 の縁部 34 は、インク 16 が流れる間、ピン留めされた接触線としての役割を果たし得る。インク 16 の前面 36 もまた、凸状三日月形を有する。前面 36 の縁部 36 は、流れを前方に誘導する前縁部としての役割を果たし得る。メニスカスの形成によって、毛細管壁における摩擦により与えられる粘性抵抗を伴う毛細管において流れを進めることができる圧力勾配を生成し得る。

40

【0047】

チャネル 8 内の導電性液体 16 は固化し、チャネル内に堆積され回路ダイ 20 の底面 2

50

0 b 上の接触パッドに直接接触する導電性トレース 3 0 を形成することができる。導電性トレース 3 0 は、自由表面 3 2 ' を有する。図 4 B ~ 図 4 E も参照されたい。導電性液体 1 6 の固化を向上させるために使用することができる適切なプロセスとしては、例えば、熱又は放射線による、硬化又は蒸発が挙げられ得る。固化プロセス中、ピン留めされた接触線 3 4 は、チャンネル 8 の中心から側壁 8 4 に向かって液体を流し始めることができる。導電性液体 1 6 の体積は、導電性液体から液体キャリアを除去することによって低減させることができる。堆積された固体材料の厚さは、導電性液体 1 6 の固形量に依存し得る。いくつかの実施形態では、堆積された固体材料は、例えば、約 0 . 0 1 マイクロメートル ~ 約 2 0 0 マイクロメートル、約 0 . 0 5 マイクロメートル ~ 約 1 0 0 マイクロメートル、又は約 0 . 1 マイクロメートル ~ 約 1 0 マイクロメートルの厚さを有してもよい。

10

【 0 0 4 8 】

導電性液体 1 6 が毛管現象によってチャンネル 8 内を移動し、その第 1 の端部 1 0 2 に到達すると、導電性液体 1 6 は、チャンネル 8 に対して露出した回路ダイ 2 0 の部分を濡らすことができる。導電性液体 1 6 は、回路ダイ 2 0 の表面に配置された対応する接触パッド 2 2 を濡らして広がり、これを覆うことができる。

【 0 0 4 9 】

いくつかの実施形態では、位置合わせ領域 6 はポケットであってもよく、図 4 A に示されるように、回路ダイ 2 0 の側面 2 3 とポケット 6 の側壁 1 8 は、それらの間に形成される間隙 3 8 を有してもよい。間隙 3 8 は、ポケット 6 への回路ダイ 2 0 の取り付けを容易にし得る。いくつかの実施形態では、間隙 3 8 は、例えば、約 1 0 ~ 約 5 0 0 マイクロメートル、約 1 0 ~ 約 2 0 0 マイクロメートル、又は約 1 0 ~ 約 1 0 0 マイクロメートルの幅を有してもよい。導電性液体 1 6 がチャンネル 8 内を流れ、位置合わせ領域 6 に流入すると、導電性液体の上面の縁部は、ピン留めされた接触線としての役割をなお果たすことができ、導電性液体 1 6 の一部が間隙 3 8 に流入するのを防ぐことができる。図 3 A 及び図 3 B も参照されたい。

20

【 0 0 5 0 】

図 4 B 及び図 4 D を参照すると、導電性液体の上面の縁部が回路ダイ 2 0 の底面 2 0 b に接すると、導電性液体 1 6 は、チャンネル 8 に対して露出した回路ダイ 2 0 の底面 2 0 b の部分を濡らすことができる。導電性液体 1 6 は、回路ダイ 2 0 の底面 2 0 b 上の接触パッド 2 2 を濡らして広がり、これを覆うことができる。このようにして、導電性トレース 3 0 は、固体回路ダイ 2 0 の接触パッドと直接接触するチャンネル内に形成することができる。チャンネル 8 が回路ダイ 2 0 の下で延びると、導電性トレース 3 0 は、回路ダイ 2 0 の底面 2 0 b 上の接触パッド 2 2 に直接接触することができ、一方、自由表面 3 2 ' は、回路ダイ 2 0 の下にある空隙空間 3 3 ' を形成し得る。図 4 D を参照されたい。

30

【 0 0 5 1 】

図 4 E を参照すると、導電性液体 1 6 が毛管現象によってチャンネル 8 b 内を移動し、第 1 の端部 1 0 2 に到達すると、導電性液体 1 6 の前面は、チャンネル 8 に対して露出した回路ダイ 2 0 の側面 2 6 を濡らすことができる。導電性液体 1 6 は露出した部分 2 6 を濡らして広がり、側部接触パッド部分 2 4 を覆い、主表面 2 1 の縁部上に引き続き移動し、主表面 2 1 上の接触パッド 2 2 の縁部部分 2 2 2 を覆うことができる。いくつかの実施形態では、導電性液体 1 6 の前面は、接触パッド 2 2 の縁部部分 2 2 2 にピン留めすることができる。導電性液体 1 6 は回路ダイ 2 0 の主表面 2 1 上に更に移動しなくてもよく、これにより、導電性液体 1 6 によって覆われていない接触パッド 2 2 の主要部分を残すことができる。固化した後、導電性トレース 3 0 は、自由表面 3 2 ' と共に形成することができる。

40

【 0 0 5 2 】

いくつかの実施形態では、基板は、電子部品を受け入れるような形状の位置合わせ特徴部と、電子部品が位置合わせ特徴部内に配置されたときに接点のうちの 1 つに対応する領域に向かう方に延びるような形状の少なくとも 1 つのチャンネルと、を有することができる。導電性液体は、導電性液体が毛管力によってチャンネル内を接点に向かって流れ、接点を

50

濡らすように、チャンネル内に計量分配することができる。導電性液体は固化させて、チャンネル内に導電性トレースを形成することができる。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのチャンネルは、分注された接着剤インク又は導電性液体の便利な収容部を設けるような形状の拡大部を更に含む。例えば、チャンネルの一端は、液体の送出を容易にするためにリザーバに流体連通することができる。

【0053】

本開示では、チャンネル内に送出される液体又はインクは、毛管力によって、基板上の位置合わせ特徴部及び回路ダイの様々な表面（例えば、チャンネルの壁、ポケットの側壁、回路ダイの側面等）を濡らすことによって回路ダイと自動的に位置合わせすることができる。様々な毛管表面上の液体の流れは毛管力によって自動的に誘導することができ、回路ダイに向かって流体を圧送するために流体ポンプを使用する必要性を排除する。自動位置合わせ後、液体又はインクを更に固化又は乾燥させて固体の連続層を形成することができる。このプロセスを繰り返して、基板上の固体回路ダイと位置合わせされた多層構造を形成することができる。

10

【0054】

いくつかの実施形態では、導電性トレースが形成され、回路ダイ上の接触パッドと自動的に位置合わせされると、トレースは、回路の他の部分、又は他の回路若しくはデバイスに接続することができる。いくつかの実施形態では、追加の金属トレース（例えば、Cuトレース）を、導電性トレースと位置合わせした状態でパターン化することができる。いくつかの実施形態では、導電性トレースは、受信機又は送信機などの電子デバイスのアンテナコイルに接続することができる。本明細書中に記載されるプロセスは、例えば、無線識別（RFID）タグ、近距離通信（NFC）回路、Bluetooth回路、Wi-Fi回路、マイクロプロセッサチップ等を含む様々なチップベースの回路/デバイスを作製するために使用することができる。

20

【0055】

上記チップベースの回路/デバイスの伸縮性、可撓性、又は屈曲性を改善することが望まれているが、これは、回路/デバイスが屈曲又は回転の応力又は歪みにさらされると、チャンネル内の導電性トレースが亀裂を生じ得るためである。いくつかの実施形態では、導電性トレースと回路ダイの接触パッドとの間の電気的な接触付近の空隙空間（例えば、図4Dの回路ダイ20の下空隙空間33'）は、応力又は歪みとの関わり合いにおいて、電気的な接触をより脆弱にする場合がある。本開示では、ポリマー液体を固化した生成物でチャンネルを埋め戻すことにより、トレースの自由表面を覆うことができる開放チャンネル内の導電性トレースを補強することができる。チャンネル内のポリマー液体を流動させることにより、回路ダイの下空隙空間内を流動させて、空隙空間を少なくとも部分的に充填することができる。これは、トレースと回路ダイの接触パッドとの間に形成された電気的な接触を補強することができる。硬化性ポリマーで埋め戻された回路/デバイスは、回路/デバイスがはるかに高い全体歪みにおいて亀裂に耐えることができるように、導電性トレースの自由表面及び回路ダイの下空隙空間を排除することができる。したがって、本明細書に記載される回路ダイを含むフレキシブルデバイスは、向上した伸縮性、可撓性、又は屈曲性を呈することができる。

30

40

【0056】

再び図4C～図4Eを参照すると、チャンネル8内に導電性トレース30を形成することで、導電性トレース30は、チャンネル内に三日月形状を有し得る自由表面32'を有する。次いで、第1のポリマー液体40がチャンネル8内に供給されて、主に毛管力によってチャンネル内を流れ、導電性トレース30の自由表面32'を覆う。第1のポリマー液体40は、例えば、インクジェット印刷、計量分配、マイクロ注入、コーティング等を含む様々な方法によってチャンネル8に送出することができる。

【0057】

図4Dに示すように、回路ダイ20は、その底面20b上に接触パッド22を有する。チャンネル8cは、底部接触パッド22の下で延びる。第1のポリマー液体40が回路ダイ

50

20の下の空隙空間33'内に流入すると、ポリマー液体40は、導電性トレース30の自由表面32'上を濡らして広がり、空隙空間33'を少なくとも部分的に充填することができる。図4Eに示されるように、接触パッド22は、回路ダイ20の側面26上に配置された側部24を有する。チャンネル8b内を流れる第1のポリマー液体40が回路ダイ20の側面26に近づくと、第1のポリマー液体40は、導電性トレース30の自由表面32'上を濡らして広がり、トレース30と、接触パッド22の縁部222に隣接する接触パッド22の側部24との間に形成された電氣的な接触を覆うことができる。一部の場合には、第1のポリマー液体40は、回路ダイ20の主表面21上の接触パッド22上を濡らして広がる場合がある。

【0058】

10

いくつかの実施形態では、第1のポリマー液体は、例えば、UV硬化性ポリマーを含んでもよい。例示的なポリマー液体としては、UVアクリレート、熱硬化性エポキシ、2成分型エポキシ等を挙げることができる。いくつかの実施形態では、第1のポリマー液体は、多官能性チオールと多官能性エン（ビニル末端化合物）とのフリーラジカル重合によって作製することができるポリ（チオール-エン）を含んでもよい。本願で調製した一例では、第1のポリマー液体は、Norland Products, Inc. (CRANBURY, NJ, USA)からNOA-73の商品名で市販されている光学接着剤であった。

【0059】

次いで、第1のポリマー液体40を固化させて生成物40'を形成することができる。第1のポリマー液体40の固化を高めるために使用することができる適切なプロセスとしては、例えば、熱又は放射線による、硬化又は蒸発が挙げられ得る。いくつかの実施形態では、第1のポリマー液体は、UV硬化性ポリマーを含むことができ、ポリマー層40'は、UV硬化性ポリマーを硬化させた生成物であり得る。チャンネル8は、生成物40'によって少なくとも部分的に充填され得る。いくつかの実施形態では、チャンネル8の少なくとも50%、少なくとも60%、少なくとも70%、少なくとも80%、又は少なくとも90%の体積が、生成物40'で充填され得る。

20

【0060】

いくつかの実施形態では、UV硬化性ポリマーを硬化させた生成物は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPaの範囲の弾性率を有し得る。ポケット材料は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPaの範囲の弾性率を有することができるアクリレート、ウレタン、シリコン、又はエポキシを含んでもよい。いくつかの実施形態では、生成物40'は、フレキシブル基板2上にチャンネル8を形成する材料の弾性率よりも高い弾性率を有する。いくつかの実施形態では、UV硬化性ポリマーを硬化させた生成物は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPaの範囲の弾性率を有し得る。チャンネル材料は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPaの範囲の弾性率を有することができるアクリレート、ウレタン、シリコン、又はエポキシを挙げることができる。いくつかの実施形態では、チャンネル材料は、多官能性チオールと多官能性エン（ビニル末端化合物）とのフリーラジカル重合によって作製することができるポリ（チオール-エン）を含んでもよい。

30

【0061】

いくつかの実施形態では、チャンネル又はポケットを充填する材料（例えば、生成物40'）は、その弾性率に好ましい上限を有し得る。弾性率が上限よりも大きい場合、充填材料は、破断伸びが低い場合がある。破断歪み又は破断時引張伸びとしても知られる破断伸びは、特定の温度での材料の破断後の、増加した長さとの初期長さの比である。これは、亀裂を伴わずに形状の変化に抵抗する材料の能力に関連する。例えば、所定の上限を超える弾性率を有する充填材料は、フレキシブル基板が一定のレベルに曲げられたときに破断し得る。

40

【0062】

いくつかの実施形態では、厚さHを有する基板を曲げ半径Rまで曲げている間、基板の外面は、おおよそ $H / (2 * R)$ の歪みを経験し得る。埋め戻されたチャンネル又はポケットが基板の外側にある場合、埋め戻しに使用される材料（例えば、ポリマー）は、破断す

50

ることなくその量の歪みに耐える必要がある。これは、充填材料が、ある値よりも大きい破断伸びを必要とし得ることを意味する。基板の厚さが25マイクロメートル、50マイクロメートル、100マイクロメートル、200マイクロメートル、又は1000マイクロメートルである場合、対応する必要な曲げ半径は、1mm、5mm、10mm、25mm、50mm、100mmとすることができ、対応する必要な破断伸びは2%、3%、5%、10%、又は更には100%超であり得る。一般に、より高い弾性率を有する充填材料（例えば、ポリマー）は、より低い破断伸びを有し得る。特定の半径への伸縮又は屈曲における特定の伸びを必要とし、かつ特定の基板厚さを有する用途のための埋め戻し材料の選択は、弾性率と破断伸びとの間のバランスを含む必要がある。

【0063】

いくつかの実施形態では、フレキシブル基板上の流体チャネルは、流体接続される入口チャネル及び出口チャネルを含み得る。第1のポリマー液体は、入口チャネルに流入し、チャネル内で導電性トレースの自由表面上を濡らして広がることができる。図5は、一実施形態による、基板2上に形成された入口チャネル及び出口チャネルの1つ以上のペアリングを含む物品400の斜視図である。入口チャネル402iと出口チャネル402oのペアリングはそれぞれ、側壁64a又は側壁64bを横切ってポケット6内に延び、ポケット6内で流体連通されて内部チャネル403を形成する各々の端部を有する。内部チャネル403は「L」字形を有する。入口チャネル404iと出口チャネル404oの別のペアリングはそれぞれ、側壁64aを横切ってポケット6内に延び、ポケット6内で流体連通されて内部チャネル405を形成する各々の端部を有する。内部チャネル405は「U」字形を有する。図5の実施形態はポケット内で流体連通している入口チャネルと出口チャネルのペアリングを示すが、いくつかの実施形態では、2つ以上の入口チャネルを1つの出口チャネルに流体連通させることができ、いくつかの実施形態では、1つの入口チャネルを2つ以上の出口チャネルに流体連通させることができることを理解されたい。いくつかの入口チャネル又は出口チャネルは、異なる接触パッド間の短絡を回避するために流体連通していないことも理解されたい。いくつかの実施形態では、チャネルは、例えば、約5～約500マイクロメートルの範囲内の幅を有してもよい。

【0064】

回路ダイがポケット6内に配置されると、回路ダイの底部接点は、内部チャネル403又は内部チャネル405の一部分と位置合わせすることができる。導電性液体は、主に毛管力によって、入口チャネル402i又は入口チャネル404i内を、内部チャネル403又は内部チャネル405へと流れ、固体回路ダイの底部接触パッドと直接接触することができる。余分な液体は、出口チャネル402o又は出口チャネル404oを通して、ポケットから流れ出ることができる。入口チャネル及び出口チャネル（例えば、402i及び402o、又は402i及び402o）は各々の内部チャネル（例えば、403又は405）を通じて流体連通しており、内部チャネル内に空気を捕捉することなく連続的な液体の流れを確実にするのに役立ち得る。このようにして、導電性液体と固体回路ダイの底部接触パッドとの間に強固な接触を形成することができる。

【0065】

図5に示すように、内部チャネル403又は内部チャネル405の少なくとも一部分は、回路ダイ20の下に延び、接触パッド22と内部チャネル403又は内部チャネル405内の導電性液体との間に電氣的な接触が形成される。入口チャネルと出口チャネルを流体連通させることによって形成される内部チャネル（例えば、403又は405）は、内部チャネル内に形成される導電性トレースが、回路ダイ20の底部接触パッド22との強固な接触を有することができるように、例えば、「U」字形、「L」字形、直線形状、曲線形状等などの様々な構成又は形状を有することができることを理解されたい。

【0066】

いくつかの実施形態では、内部チャネル403又は内部チャネル405は、回路ダイ20の底部接触パッド22が内部チャネル403及び内部チャネル405の各々の外縁部403e及び外縁部405e内に配置されるような形状とすることができる。回路ダイ20

10

20

30

40

50

が液体接着剤によってポケット6の底面62に取り付けられると、チャンネルの外縁部403及び外縁部405eは(例えば、ポケット6の中央部から接触パッド22に向かう)液体接着剤の移動を(例えば、ピン留めによって)停止し、接触パッド22の汚染の可能性を防止することができる。

【0067】

いくつかの実施形態では、導電性液体は入口チャンネル(例えば、402i又は404i)を通してチャンネル(例えば、内部チャンネル403又は内部チャンネル405)内に流れ、固化し、チャンネル内に導電性トレースを形成することができる。例えば、導電性トレースは、液体導電性インクの溶媒を蒸発させることによって形成することができる。固化プロセス中、導電材料は、チャンネルの側壁及び底部上、並びにチャンネルの上に位置する回路ダイの底面的一部分上に堆積させることができる。このプロセスにおいて、導電材料は、回路ダイ上の接触パッドと共形接触することができる。固化プロセスは、回路ダイの下のチャンネル内にいくらかの空隙空間を残す場合がある。例えば、図4Dの空隙空間33'を参照されたい。空隙空間は、入口又は出口チャンネルを介してチャンネル内に第1のポリマー液体を流すことによって充填することができる。第1のポリマー液体は、主に毛管力によってチャンネル内の導電性トレースの自由表面上を濡らして広がり、空隙空間に流入し、チャンネル及び空隙空間を少なくとも部分的に充填することができる。

【0068】

図5の図示される実施形態では、位置合わせ領域6はポケット又は空洞を含む。位置合わせ領域6は、他の構成を有することができることを理解されたい。いくつかの実施形態では、位置合わせ領域6は、主表面4の他の部分と同一平面上にある、基板2の主表面4の一部分であってもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上の位置合わせマーク又は基準を位置合わせ領域6上に形成することができる。固体回路ダイが位置合わせ領域6上に受け入れられると、位置合わせマーク又は基準を使用して、固体回路ダイを基板2及びチャンネル8と位置合わせすることができる。

【0069】

いくつかの実施形態では、回路ダイは、液体接着剤によって位置合わせ領域6に取り付けることができる。いくつかの実施形態では、液体接着剤は、ダイ接着のための位置合わせ領域において流体チャンネル内に供給され得る。いくつかの実施形態では、1つ以上のリザーバを位置合わせ領域6上に形成し、リザーバから主に毛管力によって接着剤チャンネル内に流れ、回路ダイ20を位置合わせ領域6に接着することができる液体接着剤を受け入れることができる。接着剤チャンネル又はリザーバは、導電性液体を流動させて導電性トレースを形成するために、チャンネルと流体連通していない。回路ダイ20をチャンネルと正確に位置合わせさせるためにフレキシブル基板上に1つ以上の基準が設けられる。

【0070】

いくつかの実施形態では、液体接着剤は、回路ダイ20をポケット6内に配置する前に供給することができる。いくつかの実施形態では、液体接着剤は、ポケット6の中央に1つの液滴として、又は回路ダイ20のサイズ及び詳細に応じた特定のパターンで多数の液滴として、ポケット6に送出することができる。隔離されたりザーバはまた、液体接着剤を所定の位置に捕捉し、ピン留めするために、回路ダイ20の底部に配置することができる。回路ダイ20が液体接着剤の上に配置されると、接着剤は、回路ダイ20の下のチャンネル(例えば、図5の内部チャンネル403及び内部チャンネル405の外縁部403e及び外縁部405e)の縁部にピン留めされている間に、回路ダイ20とポケット6との間の空間を濡らすことができる。この接着剤のパターニングスキームは、回路ダイ20上の接触パッドを汚染することなく回路ダイ20をポケット6に取り付けるのに役立つことができる。

【0071】

次いで、液体接着剤を固化させて、図6A~図6Dの接着剤層612などの接着剤層を形成することができる。接着剤インク40の固化を高めるために使用することができる好適なプロセスとしては、例えば、熱又は放射線による、硬化又は蒸発が挙げられる。いく

10

20

30

40

50

つかの実施形態では、液体接着剤の液体キャリアを蒸発させて、接着剤材料を残して接着剤層を形成することができる。液体キャリアが除去されると、残りの接着剤材料は接着剤層を形成することができる。

【0072】

図6A～図6Dは、いくつかの実施形態による、フレキシブルデバイスの製造プロセスを示す。固体回路ダイ20は、接着剤層612を介して、フレキシブル基板の位置合わせ領域6に取り付けられる。チャンネル602及び604は、フレキシブル基板の主表面上に形成され、回路ダイ20の底面上の接触パッド22の下に延びる。いくつかの実施形態では、チャンネル602及び604は、それぞれ入口チャンネル及び出口チャンネルであり得る。導電性液体16は、主に毛管力によってチャンネル内に流れ、チャンネルの側面上及び接触パッド22を濡らして広がる。次いで、導電性液体16を固化させて、回路ダイ20の接触パッド22と直接接触する電気的な接触30cを含む導電性トレース30をチャンネル22内に形成する。チャンネル602及び604内の導電性液体16を固化させることは、回路ダイ20の下に空隙空間33'を形成することができる。

10

【0073】

第1のポリマー液体40は、空隙空間33'を少なくとも部分的に充填するためにチャンネル内を流れるように供給され得る。第1のポリマー液体40は、導電性トレース30の自由表面上を濡らして広がり、トレース30と接触パッド22の縁部222に隣接する接触パッド22との間に形成された電気的な接触30cを覆うことができる。次いで、第1のポリマー液体40を固化させてポリマー層40'を形成することができる。

20

【0074】

図7Aは、一実施形態による、固体回路ダイ20'を受け入れるためにフレキシブル基板上に過大なポケット6'を含む物品700の上部部分図である。図7Bは、物品700の断面図である。ポケット6'は基板2上に形成されており、固体回路ダイ20'のサイズよりも大きなサイズを有する。固体回路ダイ20'は、ポケット6'内に、ポケット6'の底面62'まで下向きに配置される。回路ダイ20'の底部接触パッド22'は、ポケット6'内に延びるチャンネル710と位置合わせすることができる。チャンネル710は、1つ以上の入口チャンネル、出口チャンネルなどを含み得る。図示の実施形態では、固体回路ダイ20'は、液体接着剤を固化させることによって形成され得る接着剤層712によりポケット6'の底面62'に取り付けられる。

30

【0075】

固体回路ダイ20'がポケット6'内に配置されると、例えばチャンネル710内に導電性流体を流し、導電性流体を固化させることによって、導電性トレース730をチャンネル710内に形成することができる。導電性トレース730の自由表面は、第1のポリマー液体を固化させることによって、生成物740によって覆うことができる。生成物740は、チャンネル710及び回路ダイ20'の底部接触パッド22'の下の空隙空間を少なくとも部分的に充填することができる。

【0076】

図7A～図7Bの図示される実施形態では、固体回路ダイ20'の側壁又は縁部とポケット6'の側壁との間に間隙720がある。いくつかの実施形態では、間隙720は、ポケットの側壁と回路ダイの底面62'上の回路ダイ縁部との間の面内距離を指し得る。間隙720は、回路ダイをポケット内に配置するために要求される公差よりも大きくすることができる。例えば、典型的な公差は、例えば、約10～約20マイクロメートル、概して、約50マイクロメートル未満であり得る。いくつかの実施形態では、間隙720は、要求される公差よりも少なくとも3倍、少なくとも5倍、少なくとも7倍、少なくとも10倍、又は少なくとも20倍大きくしてもよい。いくつかの実施形態では、間隙720は、例えば、約100マイクロメートル～約2mm以上の範囲内であってもよい。

40

【0077】

図示された図7A～図7Bの実施形態では、間隙720は、第2の流体ポリマーを固化させることによって生成物722で充填される。いくつかの実施形態では、チャンネル71

50

0 内に導電性トレースを形成した後、間隙 720 の空隙空間内で、主に毛管力によって、間隙 720 を少なくとも部分的に充填するために、第 2 のポリマー液体を供給して流すことができる。いくつかの実施形態では、第 2 のポリマー液体は、例えば、UV 硬化性ポリマーを含んでもよい。例示的なポリマー液体としては、UV 硬化性アクリレート、熱硬化性エポキシ、2 成分型エポキシ等を挙げることができる。いくつかの実施形態では、第 2 のポリマー液体は、多官能性チオールと多官能性エン（ビニル末端化合物）とのフリーラジカル重合によって作製することができるポリ（チオール-エン）を含んでもよい。本願で調製した一例では、第 2 のポリマー液体は、Norland Products, Inc. (CRANBURY, NJ, USA) から NOA-73 の商品名で市販されている光学接着剤であった。第 2 のポリマー液体は、例えば、インクジェット印刷、計量分配、マイクロ注入、コーティングなどを含む様々な方法によって間隙 720 に送出され得る。

10

【0078】

第 2 のポリマー液体を固化させて生成物 722 を形成することができる。いくつかの実施形態では、生成物 722 は、フレキシブル基板 2' 上にポケット 6' を形成する材料の弾性率よりも高い弾性率を有する。いくつかの実施形態では、UV 硬化性ポリマーを硬化させた生成物は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPa の範囲の弾性率を有し得る。ポケット材料は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPa の範囲の弾性率を有することができるアクリレート、ウレタン、シリコン、又はエポキシを含んでもよい。

【0079】

本開示において、いくつかの実施形態では、回路ダイをフレキシブル基板のポケット内に受け入れることができ、回路ダイは、ポケットを形成する材料の弾性率よりも高い弾性率を有するポリマー材料によって取り囲まれ得る。そのような弾性率の勾配により、フレキシブルデバイス/回路は、図 7B に示される矢印によって示されるような、著しく大きな全体的なデバイスの歪みに耐えることを助けることができる。対照的に、そのような弾性率の勾配を有さないデバイス/回路では、全体的なデバイスの歪みは、回路ダイ、チャネル、又は空洞付近に高い局所歪みをもたらし得る。導電性トレースは、基板ほど伸縮可能ではないため、局所歪みは、全体歪みが比較的低くても、亀裂を生じさせ及びデバイスを破断し得る。本開示は、これらの問題に対処するための材料弾性率の勾配を提供する。弾性率材料及び弾性率の勾配の様々な構成を利用して、伸縮性、可撓性、及び屈曲性を向上させるためにデバイスの歪みを管理することができることを理解されたい。

20

30

【0080】

図 8A は、一実施形態によるフレキシブル基板 2' 上の島構造 10 を含むフレキシブルデバイス 800 の断面図である。図 8B は、図 8A のフレキシブルデバイス 800 の平面図である。図 8C は、オーバーコートが除去された図 8A のフレキシブルデバイス 800 の分解平面図である。図 8D は、オーバーコート及び回路ダイが除去された図 8A のフレキシブルデバイス 800 の分解平面図である。フレキシブルデバイス 800 は、フレキシブル基板 2' 上に配置された島構造 10 を含む。

【0081】

フレキシブル基板 2' は、例えば、ポリウレタン、ゴム、エポキシ、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレン、ポリスチレンなどの、任意の伸縮性、可撓性の弾性材料を含んでもよい。本出願で調製した一例では、3M Company, St. Paul, MN から商品名 Very High Bond (VHB) Tape 4910 で市販されている Very High Bond (VHB) テープをフレキシブル基板として使用した。いくつかの実施形態では、基板 2' の一部は剛性であってもよく、基板 2' が全体として可撓性かつ伸縮性であり得ることを理解されたい。可撓性かつ伸縮性基板 2' は、例えば 0.1 MPa ~ 10 GPa の範囲の弾性率 E1 を有し得る。

40

【0082】

島構造 10 は、フレキシブル基板 2' 上に配置されたチャネル層 810 を含む。チャネル層 810 は、フレキシブル基板の弾性率 E1 よりも大きい弾性率 E2 を有する比較的硬いポリマー材料で作製することができる。弾性率 E2 は、例えば、0.1 MPa ~ 10 GPa

50

a、1 MPa ~ 10 GPa、又は5 MPa ~ 10 GPaの範囲であってもよい。チャンネル層810は、所望の特性に適切な弾性率を有する限り、UV硬化性材料、熱硬化性材料、反応性材料、又は他の好適な材料で作製することができる。

【0083】

いくつかの実施形態では、チャンネル層810に好適な材料としては、例えば、Norland Products, Inc. (CRANBURY, NJ, USA) からNOA-73の商品名で市販されている光学接着剤などの光学接着剤を挙げることができる。チャンネル層の材料は、3M Company, St. Paul, MNから商品名DP100で市販されているエポキシなどの2成分型UV硬化性エポキシを含んでもよい。チャンネル層の材料は、伸縮性エポキシ、UV硬化性ポリウレタン又はアクリル材料などの1つ以上を含んでもよい。いくつかの実施形態では、チャンネル層の材料は、多官能性チオールと多官能性エン(ビニル末端化合物)とのフリーラジカル重合によって作製することができるポリ(チオール-エン)を含んでもよい。

10

【0084】

理論に束縛するよう望むものではないが、いくつかの実施形態では、本明細書に記載されるチャンネル層の材料は、高弾性率(例えば、100 MPa超)、及び低い脆性(例えば、許容可能な伸長特性)の両方を有することが望ましい場合がある。このような特性は、ウレタン(メタ)アクリレートポリマー及び高Tgモノマーを含む組成物を使用して達成され得る。

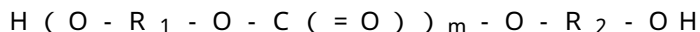
【0085】

いくつかの実施形態では、チャンネル層の材料は、例えば以下を挙げることができる、
i) 脂肪族ポリエステル、ポリカーボネート、又はポリエーテルジオール、ジイソシアネート、及びヒドロキシ官能性メタクリレートの反応生成物を含むウレタン(メタ)アクリレートポリマーと、
ii) 単官能性(メタ)アクリレートモノマーであって、少なくとも1種の単官能性(メタ)アクリレートモノマーの硬化ホモポリマーが、少なくとも60のTgを有する単官能性(メタ)アクリレートモノマー。

20

【0086】

いくつかの実施形態では、ウレタン成分は、ウレタン(メタ)アクリレートポリマーである。このようなポリマーは、(例えば、脂肪族)ポリカーボネート、ポリエステル、又はポリエーテルジオールと、(例えば、脂肪族及び/又は芳香族)ジイソシアネートと、(例えば、脂肪族及び/又は芳香族)ヒドロキシ官能性(メタ)アクリレートとの反応生成物である。ポリカーボネートジオールは、典型的には、以下の式：



のものであり、式中、各(O-R₁-O-C(=O))繰り返し単位中のR₁、及びR₂のそれぞれは独立して、脂肪族、脂環式、又は脂肪族/脂環式アルキレン基であり、全てのR₁及びR₂基の組み合わせ中の炭素原子の平均数は、4~10個であり、mは、2~23(の整数)である。換言すれば、いくつかの繰り返し単位のR₁及び/又はR₂は、4未満(例えば、2又は3)の炭素数を有してもよく、これは、繰り返し単位が、式(I)のポリカーボネートジオール中の全ての繰り返し単位のR₁及びR₂の炭素数を平均すると、その平均が4~10、又は4~6、4~7、4~8、4~9、5~7、5~8、5~9、5~10、6~8、6~9、6~10、7~9、7~10、又は8~10のいずれかの範囲内に収まる程度に高い炭素数を有するのに十分なものである。選択される実施形態では、R₁又はR₂のうちの少なくとも1つは、-CH₂CH₂CH(CH₃)CH₂CH₂-、-(CH₂)₆-、又は-(CH₂)₄-であり、好ましくは、-CH₂CH₂CH(CH₃)CH₂CH₂-と、-(CH₂)₆-との組み合わせである。

30

40

【0087】

いくつかの実施形態では、ポリカーボネートジオールのいずれかは、1,000グラム/モル(g/mol)を超える数平均分子量(M_n)を有するか、又は成分中に存在する全てのポリカーボネートジオールの加重平均は、1,000 g/molを超えるM_nを有

50

し、 M_n はOH価によって決定される。異なる言い方をすれば、成分が単一のポリカーボネートジオールを含有する場合、ポリカーボネートジオールは、 $1,000\text{ g/mol}$ より高い M_n を有する。成分が2つ以上のポリカーボネートジオールを含有する場合、ポリカーボネートジオールのうちの少なくとも1つの M_n は、 $1,000\text{ g/mol}$ 以下であり得るが、ただし、2つ以上のポリカーボネートジオールの全ての M_n 値の加重平均が $1,000\text{ g/mol}$ よりも高いことを条件とする。例えば、2つのポリカーボネートジオールを含有する成分は、約 500 g/mol の M_n を有する第1のポリカーボネートジオールの、約 $1,500\text{ g/mol}$ の M_n を有する第2のポリカーボネートジオールに対する1:2のモル比を含み、 $1,167\text{ g/mol}$ の加重平均 M_n をもたらすことができる。ある特定の実施形態では、ポリカーボネートジオール（又は成分中に存在する全てのポリカーボネートジオールの加重平均）は、 $1,500\text{ g/mol}$ 以上の数平均分子量を有する。

10

【0088】

いくつかの実施形態では、ポリエステルジオールは、典型的には、以下の式：



のものであり、

式中、 R_3 及び R_4 は、独立して、直鎖又は分枝鎖又は環含有アルキレン基であり、これらは、任意に酸素などのヘテロ原子を含む。 R_3 及び R_4 は、独立して、2~40個の炭素原子を含む。下付き文字「 m 」は、典型的には少なくとも2、3、4、5、6、又は7である。下付き文字「 m 」は、典型的には50、45、40、35、30、25、20、又は15以下である。いくつかの実施形態では、 R_3 及び R_4 は、アルキレンである。

20

【0089】

代表的なポリエステルジオールとしては、例えば、ネオペンチルグリコールアジペートジオール、ブタンジオールアジペートジオール、3-メチル-1,5-ペンタンジオールアジペートジオール、及び3-メチル-1,5-ペンタンジオールセベケートジオール、及びダイマー酸が、例えば、リノール酸などの2つの18炭素二酸の二量体化から誘導されるダイマー酸系ポリオールを挙げることができる。

【0090】

上述したジオールなどのいくつかの実施形態では、ポリエステルジオールは、単一の R_3 基（例えば、ネオペンチル又は3-メチル-1,5-ペンチル）及び単一の R_4 基（例えば、アジペート）を含むことができる。

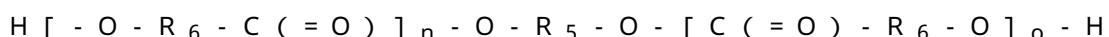
30

【0091】

他の実施形態では、脂肪族ポリエステルジオールは、2つ以上のジオールと2つ以上の酸から調製することができる。この実施形態では、ジオールは、エチレングリコール-ヘキサジオール/アジペート-アゼレートコポリエステルジオールの場合など、2つ以上の異なる R_3 基及び2つ以上の異なる R_4 基を含有し得る。

【0092】

他の実施形態では、ポリエステルジオールは、典型的には、以下の式：



のものであり、

式中、 R_5 及び R_6 は、独立して、直鎖又は分枝鎖又は環含有アルキレン基であり、これらは、任意に酸素などのヘテロ原子を含み、これらのアルキレン基は、独立して、2~40個の炭素原子を含む。下付き文字「 n 」及び「 o 」（すなわち、文字 o ）は、典型的には、独立して、少なくとも4、5又は6である。下付き文字「 n 」及び「 o 」は、典型的には、独立して、25、20、又は15以下である。

40

【0093】

この種の1つの代表的なポリエステルジオールは、例えば、Perstorpから入手可能なポリカプロラクトンジオールである。この実施形態では、 R_6 は、 C_5 アルキレン基であり、 R_5 は、例えば、エチレングリコール、ブチレングリコール、ジエチレングリコールなどのアルコールの残基である。

50

【 0 0 9 4 】

いくつかの実施形態では、式 1 の R_3 又は R_4 のうちの少なくとも 1 つ、並びに式 2 の R_5 及び R_6 のうちの少なくとも 1 つは、独立して少なくとも 4、5、又は 6 個の炭素原子を含む直鎖又は分枝鎖又は環含有アルキレン基である。

【 0 0 9 5 】

いくつかの実施形態では、式 1 の R_3 及び R_4 基のそれぞれは、独立して少なくとも 4、5、又は 6 個の炭素原子を含むアルキレン基である。いくつかの実施形態では、式 2 の R_5 及び R_6 基のそれぞれは、独立して少なくとも 4、5、又は 6 個の炭素原子を含むアルキレン基である。

【 0 0 9 6 】

m 、 n 、及び o の値は、ジオールの分子量 (M_n) が、少なくとも 500、600、700、800、900、又は 1000 g / モルであるように選択される。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、少なくとも 1100、1200、1300、1400、1500 g / モルである。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、少なくとも 1600、1700、1800、1900、又は 2000 g / モルである。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、10,000、9,000、8,000、7,000、6,000、5000、4000、又は 3000 g / モル以下である。分子量が低すぎると、伸長は不十分 (すなわち、15 ~ 20 % 未満) であり得る。 m 、 n 、及び o の値は、 R_3 、 R_4 、 R_5 、及び R_6 基の炭素の範囲に起因して、広範に変化し得る。

【 0 0 9 7 】

ポリエーテルジオールは、典型的には、以下の式：

$H[-O-R_7]_q-OH$ のものであり、式中、各 $[-O-R_7]$ 繰り返し単位中の R_7 のそれぞれは、独立して、2 ~ 10 個の炭素原子の脂肪族、脂環式、又は脂肪族 / 脂環式アルキレン基である。いくつかの実施形態では、ポリエーテルポリオールは、ポリ (エチレンオキシド)、ポリ (プロピレンオキシド)、又はポリ (テトラメチレンオキシド) の単位を含む。これらの種類の中でも、ポリ (テトラメチレンオキシド) ジオールが好ましい。

【 0 0 9 8 】

好ましくは、 q 基の 20 % 以下は、2 又は 3 個の炭素を有する。値 q は、ジオールの分子量 (M_n) が、少なくとも 500、600、700、800、900、又は 1000 g / モルであるように選択される。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、少なくとも 1100、1200、1300、1400、1500 g / モルである。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、少なくとも 1600、1700、1800、1900、又は 2000 g / モルである。いくつかの実施形態では、ジオールの分子量 (M_n) は、10,000、9,000、8,000、7,000、6,000、5000、4000、又は 3000 g / モル以下である。分子量が低すぎると、伸長は不十分 (すなわち、15 ~ 20 % 未満) であり得る。

【 0 0 9 9 】

いくつかの実施形態では、ウレタン (メタ) アクリレートポリマーは、式

【 化 1 】



のものであり、

式中、 A は、式 $-O-C(=O)-C(R_1)=CH_2$ (式中、 R_1 は H 又は 1 ~ 4 個の炭素原子のアルキル (例えば、メチル) である) を有し、 p は 1 又は 2 であり、 Q は多価有機連結基であり、 R_{di} はジイソシアネートの残基であり、 R_{dOH} はポリエステル、ポリカーボネート、又はポリエーテルポリオールの残基であり、 r は平均して 1 ~ 15 である。

【 0 1 0 0 】

このようなウレタン (メタ) アクリレートポリマーは、以下の式：

【化 2】



によって表され、

式中、Aは、式 $-OC(=O)C(R_1)=CH_2$ (式中、 R_1 はH又は1～4個の炭素原子のアルキル(例えば、メチル)である)を有し、pは1又は2であり、Qは以下で説明する多価有機連結基であり、 R_{di} はジイソシアネートの残基であり、 R_{dOH} はポリエステル、ポリカーボネートポリオール、又はポリエーテルの残基であり、rは平均して1～15である。いくつかの実施形態では、rは、平均すれば、少なくとも2、3、4、又は5となる。いくつかの実施形態では、Aは、メタクリレートなどの、メタクリル官能基である。ウレタン(メタ)アクリレートポリマーの調製には、様々なジイソシアネートを使用することができる。典型的な実施形態では、有用なジイソシアネートは、式 $R_{di}(NCO)_2$ によって特徴付けることができ、式中、 R_{di} は、イソシアネート基間の脂肪族部分及び/又は芳香族部分である。反応すると、 R_{di} は、一般に、ジイソシアネートの残基とも呼ばれる。ウレタン(メタ)アクリレートポリマーの調製には、様々なポリオールを使用することができる。典型的な実施形態では、有用なポリマーポリオールは、式 $R_{dOH}(OH)_2$ によって特徴付けることができ、式中、 R_{dOH} は、ヒドロキシル基がポリマーポリオールから除去された後に残るものである。いくつかの実施形態では、 R_{dOH} は、例えば、ポリエステル、ポリカーボネート、又はポリエーテルジオールを含むポリオールの残基である。

【0101】

いくつかの実施形態では、Qは、アルキレンなどの、直鎖又は分枝鎖又は環含有脂肪族(例えば、二価)結合基である。他の実施形態では、Qは、アリーレン、アラルキレン、及びアルカリーレンなどの芳香族(例えば、二価)結合基である。Qは、任意選択で、O、N、及びS、並びにこれらの組み合わせなどのヘテロ原子を含み得る。Qは、任意選択で、カルボニル又はスルホニル、及びこれらの組み合わせなどのヘテロ原子含有官能基も含み得る。Qは、典型的には、20個以下の炭素原子を含む。

【0102】

いくつかの実施形態では、Qは、典型的には、12、10、8、又は6個以下の炭素原子を含むアルキレンである。いくつかの実施形態では、Qは、 C_2 、 C_3 、又は C_4 アルキレン基である。いくつかの実施形態では、pは、1である。

【0103】

本明細書に記載のウレタン(メタ)アクリレートポリマー(例えば、脂肪族ポリカーボネートジオール又はポリエステルジオールの重合単位を含む)は、フリーラジカル重合性樹脂組成物の主要な二官能性(例えば、ジ(メタ)アクリレート)成分である。ウレタン(メタ)アクリレートポリマーの総量は、典型的には、フリーラジカル重合性樹脂(例えば、充填剤などの無機成分を除く)の総重量に基づいて、少なくとも25、30、35、又は40重量%である。ウレタン(メタ)アクリレートポリマーの総量は、典型的には、70、65、又は60重量%以下である。

【0104】

ヒドロキシ官能性(メタ)アクリレートとジイソシアネート(ポリカーボネートジオール又はポリエステルジオールを除く)との反応生成物であるオリゴマーは、ある特定の実施形態では、成分の重合反応の副生成物であることが見出されている。このような副生成物を除去するために、ポリウレタンメタクリレートポリマーを精製することが可能である。あるいは、特に特定の反応が少量の1つ以上の副生成物を生成する場合、オリゴマーなどの追加の副生成物を重合反応生成物に添加してもよい。いくつかの副生成物成分は、光重合性組成物が硬化した後の弾性率又は架橋度のうちの少なくとも1つを改善することができることが発見された。

【0105】

10

20

30

40

50

例えば、光重合性組成物は、式：

【化 3】

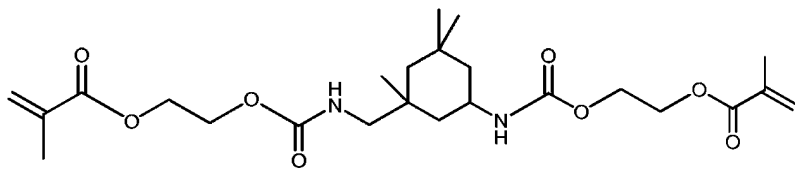


(式中、Q、p、及びR₁は、上述のものと同じであり、R_{di}は、上記で定義したジイソシアネートの残基である)の化合物を任意に含む。典型的には、上記のように、この化合物は、成分同士の重合中に生成される。ある特定の実施形態では、この化合物は光重合性組成物に添加され、特に、所望の量よりも少ない量のこのような化合物が、成分の重合によって生成されるときに添加される。任意の実施形態では、化合物は、光重合反応中の架橋を有利に改善し、弾性率又は光重合反応生成物、又はその両方を増加させ得る。この化合物が成分の重合中に形成されるかどうか、光重合性組成物とは別に添加されるかどうか、又はその両方に関わらず、いくつかの実施形態では、この化合物は、重合性組成物の重量に基づいて、0.05重量パーセント(重量%)以上、0.1重量%以上、0.5重量%以上、1重量%、1.5重量%以上、2重量%以上、3重量%以上、4重量%以上、5重量%以上、6重量%以上、7重量%以上、8重量%以上、又は9重量%以上、かつ重合性組成物の重量に基づいて、20重量%以下、18重量%以下、16重量%以下、14重量%以下、12重量%以下、又は10重量%以下の量で存在する。別の言い方をすれば、この化合物は、重合性樹脂組成物の重量に基づいて、0.05～20重量パーセント(重量%)、1.5～12重量%、2.5%～12重量%、5%～15重量%、5%～12重量%、7%～15重量%、7%～12重量%、又は5～20重量%の量で光重合性組成物中に存在してもよい。

【0106】

選択された実施形態では、化合物は、下記のものである：

【化 4】



【0107】

別の具体化された合成経路では、典型的には、触媒の存在下での、ウレタン(メタ)アクリレートポリマーは、上述したような(例えば、脂肪族)ポリカーボネートジオール又はポリエステルジオールと、(例えば、脂肪族及び/又は芳香族)イソシアネート官能性(メタ)アクリレートとの反応生成物である。

【0108】

典型的な実施形態では、イソシアネート官能性(メタ)アクリレートは、以下の式：

(A)_p-Q-NCOを有し、

式中、A及びQは、上記と同じである。

【0109】

イソシアネート官能性(メタ)アクリレートとしては、例えば、Showa Denko(Tokyo, Japan)から市販されているイソシアナトエチルメタクリレート、イソシアナトエトキシエチルメタクリレート、イソシアナトエチルアクリレート、及び1,1-(ビスアクリロイルオキシメチル)エチルイソシアネートが挙げられる。

【0110】

このようなウレタン(メタ)アクリレートポリマーは、以下の式：

(A)_p-Q-NHC(O)O-R_{di}OH-OC(O)NH-Q-(A)_p

によって表され、

式中、A、p、Q及びR_{di}OHは、上記と同じである。いくつかの実施形態では、Aは、メタクリレート官能基である。この材料は、フリーラジカル重合性樹脂組成物の主要な二

官能性（例えば、ジ（メタ）アクリレート）成分として、又は追加の成分として使用することができる。

【0111】

いくつかの実施形態では、光重合性組成物は、1つ以上の「高T_g」単官能性（メタ）アクリレートモノマーを含み、すなわち、このような単官能性（メタ）アクリレートモノマーの硬化ホモポリマーは、少なくとも60、65、70、75、80、85、又は90

のT_gを有する。いくつかの実施形態では、重合性組成物は、単官能性（メタ）アクリレートモノマーのうちの少なくとも1つを含み、このような単官能性（メタ）アクリレートモノマーの硬化ホモポリマーは、少なくとも95、100、105、110、115、120、125、130、135、140、145、150、155、160、165、170、175、180、185又は190のT_gを有する。単官能性（メタ）アクリレートモノマーのホモポリマーのT_gは、典型的には約260以下である。例えば、1-アダマンチルメタクリレートは、約260で分解する。いくつかの実施形態では、単官能性（メタ）アクリレートモノマーのホモポリマーのT_gは、255、250、245、240、235、230、225、220、215、210、205又は200以下である。

【0112】

いくつかの実施形態では、高T_g単官能性（メタ）アクリレートモノマーは、環状部分を含む。環状部分は芳香族であってもよいが、典型的な実施形態では、環状部分は脂環式である。好適な単官能性（メタ）アクリレートモノマーとしては、例えば、3,3,5-トリメチルシクロヘキシル（メタ）アクリレート、ブチル-シクロヘキシル（メタ）アクリレート、2-デカヒドロナフチル（メタ）アクリレート、1-アダマンチル（メタ）アクリレート、1-アダマンチルアクリレート、ジシクロペンタジエニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンタジエニルアクリレート、ボルニル（メタ）アクリレート、ボルニルアクリレート、イソボルニル（メタ）アクリレート、イソボルニルアクリレート、ジメチル-1-アダマンチル（メタ）アクリレート、ジメチル-1-アダマンチルアクリレート、3-テトラシクロ[4.4.0.1.1]ドデシルメタクリレート、及び3-テトラシクロ[4.4.0.1.1]ドデシルアクリレートが挙げられるが、これらに限定されない。

【0113】

高T_g単官能性（メタ）アクリレートモノマーは、典型的には、フリーラジカル重合性樹脂（例えば、充填剤などの無機成分を除く）の総重量に基づいて、少なくとも25、30、35、又は40重量%である。高T_g単官能性（メタ）アクリレートモノマーの総量は、典型的には、75、70、65、又は60重量%以下である。

【0114】

重合性組成物は、任意に、他の二官能性（メタ）アクリレートモノマー又はポリマーを含んでもよい。好適なフリーラジカル重合性多官能性反応剤希釈剤としては、ジ-、トリ-、又は他のポリアクリレート及びメタクリレートが挙げられる。他の二官能性（メタ）アクリレートモノマー又はポリマーは、前述の副生成物、並びにジイソシアネートとヒドロキシ官能性（メタ）アクリレートとの反応生成物を含んでもよい。

【0115】

いくつかの実施形態では、チャンネル層810は、多層構造を有してもよい。例えば、チャンネル層810は、剛性ポリマー層をフレキシブル基板上に結合することができる比較的より軟質のポリマー層で積層された剛性ポリマー層を含んでもよい。剛性ポリマー層は、例えばPETを含んでもよい。比較的より軟質のポリマー層は、例えば、接着剤を含んでもよい。多層構造は、本明細書に記載されるチャンネル層のための任意の好適な材料を含み得ることを理解されたい。

【0116】

チャンネル層810は、その露出面811上に形成された1つ以上の表面チャンネル812と、表面チャンネル812のうちの少なくとも1つに流体接続された1つ以上のピアチャネ

10

20

30

40

50

ル 8 1 4 と、を含む。図 8 A、及び図 8 C ~ 図 8 D を参照されたい。ビアチャンネル 8 1 4 のうちの少なくとも 1 つは、チャンネル層 8 1 0 を通って垂直に延びて、フレキシブル基板 2 ' 上の導電性材料 2 5 にアクセスする。導電性材料 2 5 は、フレキシブル基板 2 ' 上に形成された回路（例えば、アンテナ回路）の一部分であってもよい。表面チャンネル 8 1 2 及びビアチャンネル 8 1 4 は、例えば、高精細、ホットエンボス加工、成形、ソフトリソグラフィ、エッチング、3 D 印刷、レーザー穿孔などを含む任意の好適な機械的、化学的、又は光学的技術によって形成することができる。

【 0 1 1 7 】

いくつかの実施形態では、チャンネル層 8 1 0 は、高精細プロセス（microreplication process）によって形成された高精細構造（microreplicated structure）であり得る。高精細構造が作り出される液体は、UV 光によって硬化可能なアクリレートなどの硬化性光硬化性材料であり得る。当業者であれば、他のコーティング材料、例えば重合性材料を使用することができ、材料の選択は、高精細構造に所望される特定の特性に依存することを理解するであろう。例えば、フレキシブル回路基板が作製されている場合、コーティング材料は、導電性又は絶縁性ポリマーを含んでもよい。いくつかの実施形態では、コーティング材料は、電気めっきマスキング材料及び / 又は非導電性若しくは絶縁性ポリマーを含む。

【 0 1 1 8 】

導電性トレース 8 3 0 は、表面チャンネル 8 1 2 及びビアチャンネル 8 1 4 内に形成され、島構造 10 の下でフレキシブル基板 2 ' 上の導電性材料 2 5 と電気的に接触するように形成される。導電性トレース 8 3 0 は、本明細書に記載される任意の好適なプロセスによって形成することができる。例えば、導電性トレース 8 3 0 は、図 3 A の導電性液体 1 6 を表面チャンネル 8 1 2 内に流すことによって形成することができる。導電性液体 1 6 はまた、ビアチャンネル 8 1 4 に流入し、導電性材料 2 5 に接触することができる。次いで導電性液体 1 6 を固化させて、導電性トレース 8 3 0 を形成することができる。

【 0 1 1 9 】

表面チャンネル 8 1 2 内の導電性トレース 8 3 0 は、更に上で述べたように、導電性トレース 8 3 0 及びその対応する接点を保護するために覆われ得る、それぞれの自由表面 8 3 2 を有する。いくつかの実施形態では、導電性トレース 8 3 0 は、チャンネルをポリマー液体を固化した生成物 8 1 6 で埋め戻すことによって補強することができる。ポリマー液体は、自由表面 8 3 2 に沿ってチャンネル内に流れて、固化後にその上に保護カバー層を形成することができる。ポリマー液体は、図 4 C ~ 図 4 E の第 1 のポリマー液体 4 0 と同じポリマー液体であってもよく、又はチャンネル層 8 1 0 の同じ材料であってもよい。いくつかの実施形態では、生成物 8 1 6 は、チャンネル層 8 1 0 の弾性率 E_2 よりも大きい弾性率 E_4 を有し得る。

【 0 1 2 0 】

基板 2 ' とチャンネル層 8 1 0 との間の剛性比は、以下のように定義される： $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$ 、式中、 E_1 及び E_2 は、基板 2 ' とチャンネル層 8 1 0 のそれぞれの弾性率であり、 t_1 及び t_2 は、図 8 A に示すようなそれぞれの厚さである。本開示では、より高い剛性比は、チャンネル層又はチャンネル内の導電性トレースによって経験されるより低い最大引張歪みをもたらし、チャンネル層 8 1 0 が基板 2 ' と比較してより剛性で厚みがあるほど、構造はより伸縮可能でより強固になることが見出された。実際には、チャンネル 8 1 2 内の導電性トレース 8 3 0 は、比較的低い歪み（1 ~ 3 %）で破断する傾向がある。導電性トレースによって経験される最大引張歪み（例えば、約 3 % 以下）に対する安全ウィンドウ W は、基板 2 ' にかかる全体的な面内歪みに依存し得る。例えば、好ましい剛性比は、基板にかかる最大 5 % の全体歪みに適応するために少なくとも 5 以上であってもよく、好ましい剛性比は、基板にかかる最大 20 % の全体歪みに適応するために少なくとも 5 以上、少なくとも 7 以上、又は少なくとも 9 以上であってもよく、好ましい剛性比は、基板にかかる最大 50 % の全体歪みに適応するために少なくとも 15 以上であってもよい。全体的な面内歪みについては、約 5 % ~ 約 50 % であり、 $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$

10

20

30

40

50

)の比の要求される下限は、それぞれ約5～約15である。これは、更に以下の図9Bを参照して説明される。

【0121】

いくつかの実施形態では、1つ以上の任意の回路ダイが島構造10に用意され得る。導電性トレース830は、本明細書に記載される様々な方法で、回路ダイの対応する接触パッドに電氣的に接触することができる。図8Aの図示した実施形態では、島構造10は、固体回路ダイ20を受け入れるためのポケット6を更に含む。固体回路ダイ20は、液体接着剤を固化させることによって形成され得る接着剤層712を介してポケット6の底面に取り付けられる。図8Dに示すように、導電性液体(図6Bの導電性液体16)は、回路ダイの下チャンネル812U内に流れて、回路ダイ上の対応する接触パッドと接触することができる。導電性トレースは、図6A～図6Dに示されるものと同様の方法で、ポリマー液体を固化させた生成物816を用いて、空隙空間を埋め戻すことによって補強することができる。流体ポリマーを固化させた生成物722を使用して、導電性トレース830と回路ダイの対応する接触パッドとの間の電氣的な接触の形成後に、固体回路ダイ20とポケット6との間の間隙を充填することができる。

10

【0122】

図示された図8A～図8Bの実施形態では、チャンネル層810を覆うようにオーバーコート820が設けられる。いくつかの実施形態では、オーバーコート820は、厚さ t_3 を有し、下側の導電性トレース又は回路ダイからの水又は他の周囲要因による浸透を防止するために、1つ以上のバリア材料で作製されてもよい。いくつかの実施形態では、オーバーコート820は、フレキシブル基板2'の弾性率 E_1 よりも大きく、かつチャンネル層810の弾性率 E_2 よりも低い弾性率 E_3 を有する材料で作製されてもよい。オーバーコート820は、例えば、チャンネル層810に付着するための接着面を有するバリアなどの任意の好適な保護材料で作製することができることを理解されたい。

20

【0123】

本開示の動作を、以下の実施形態に関連して更に説明する。これらの実施形態は、様々な具体的かつ好ましい実施形態及び技術を更に示すために提供される。しかしながら、本開示の範囲内に留まりつつ、多くの変更及び修正を加えることができるということが理解されるべきである。

【0124】

例示的な実施形態のリスト

実施形態1～13、14～20、21～26及び27～35のいずれか1つを、組み合わせることができることを理解されたい。

30

【0125】

実施形態1は、フレキシブルデバイスの製造方法であって、方法は

位置合わせ領域と1つ以上のチャンネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板を準備することであって、チャンネルが位置合わせ領域内に延びている、ことと、

位置合わせ領域上に固体回路ダイを準備することであって、固体回路ダイが、その表面上に1つ以上の接触パッドを有する、ことと、

固体回路ダイの接触パッドと電氣的に接触するように1つ以上の導電性トレースをチャンネル内に形成することと、

40

導電性トレースの自由表面を覆うように第1のポリマー液体をチャンネル内に流すことと、を含む。

【0126】

実施形態2は、第1の硬化性ポリマーを流すことが、固体回路ダイの下チャンネル内の空洞を、主に毛管力によって第1のポリマー液体で充填することを更に含む、実施形態1に記載の方法である。

【0127】

実施形態3は、第1のポリマー液体がUV硬化性ポリマーを含む、実施形態1又は2に記載の方法である。

50

【 0 1 2 8 】

実施形態 4 は、第 1 のポリマー液体を固化することを更に含む、実施形態 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【 0 1 2 9 】

実施形態 5 は、第 1 のポリマー液体を固化した生成物が、フレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する、実施形態 4 に記載の方法である。

【 0 1 3 0 】

実施形態 6 は、位置合わせ領域が、固体回路ダイを受け入れるためのポケットを含み、ポケットの縁部と固体回路ダイとの間に間隙が存在するように、ポケットが過大である、実施形態 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の方法である。

10

【 0 1 3 1 】

実施形態 7 は、間隙を少なくとも部分的に充填するように、間隙内に第 2 のポリマー液体を流すことを更に含む、実施形態 6 に記載の方法である。

【 0 1 3 2 】

実施形態 8 は、第 2 のポリマー液体を固化することを更に含む、第 2 のポリマー液体を固化した生成物がフレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する、実施形態 7 に記載の方法である。

【 0 1 3 3 】

実施形態 9 は、第 2 のポリマー液体が UV 硬化性ポリマーを含む、実施形態 5 に記載の方法である。

20

【 0 1 3 4 】

実施形態 10 は、1 つ以上の導電性トレースを形成することが、導電性液体をチャンネル内に配置することと、主に毛管力によって導電性液体をチャンネル内に流すことと、を含む、実施形態 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【 0 1 3 5 】

実施形態 11 は、導電性液体を固化することを更に含む、実施形態 10 に記載の方法である。

【 0 1 3 6 】

実施形態 12 は、チャンネルが、流体連通している入口チャンネルと出口チャンネルとを備え、第 1 のポリマー液体が入口チャンネルに流入する、実施形態 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の方法である。

30

【 0 1 3 7 】

実施形態 13 は、位置合わせ領域上に固体回路ダイを提供することが、固体回路ダイを接着剤によって位置合わせ領域上に取り付けることを含む、実施形態 1 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【 0 1 3 8 】

実施形態 14 は、

位置合わせ領域と 1 つ以上のチャンネルとをその主表面上に含むフレキシブル基板であって、チャンネルが位置合わせ領域内に延びている、フレキシブル基板と、

位置合わせ領域上に配置された固体回路ダイであって、その表面上に 1 つ以上の接触パッドを有する、固体回路ダイと、

40

チャンネル内に形成された 1 つ以上の導電性トレースであって、トレースが固体回路ダイの接触パッドとの 1 つ以上の電気的な接触を形成している、導電性トレースと、

導電性トレースの自由表面を覆っている、第 1 のポリマー液体を固化した生成物と、を備え、生成物がフレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する、フレキシブルデバイスである。

【 0 1 3 9 】

実施形態 15 は、第 1 のポリマー液体を固化した生成物が、固体回路ダイの下チャンネル内の空洞を少なくとも部分的に充填している、実施形態 14 に記載のデバイスである。

【 0 1 4 0 】

50

実施形態 16 は、生成物が UV 硬化性ポリマーを硬化した生成物を含む、実施形態 14 又は 15 に記載のデバイスである。

【0141】

実施形態 17 は、位置合わせ領域が固体回路ダイを受け入れるためのポケットを含み、第 2 のポリマー流体を固化した生成物が間隙を少なくとも部分的に充填している、実施形態 14 ~ 16 のいずれか 1 つに記載のデバイスである。

【0142】

実施形態 18 は、生成物が UV 硬化性ポリマーの硬化生成物を含み、生成物がフレキシブル基板の弾性率よりも高い弾性率を有する、実施形態 17 に記載のデバイスである。

【0143】

実施形態 19 は、チャンネルが、流体連通している入口チャンネルと出口チャンネルとを含み、第 1 のポリマー液体を固化した生成物が入口チャンネルから出口チャンネル内に延びている、実施形態 14 ~ 18 のいずれか 1 つに記載のデバイスである。

【0144】

実施形態 20 は、固体回路ダイが接着剤によって位置合わせ領域に取り付けられている実施形態 14 ~ 19 のいずれか 1 つに記載のデバイスである。

【0145】

実施形態 21 は、フレキシブルデバイスの製造方法であって、方法は、
回路をその上に有するフレキシブル基板を準備することと、
その上の回路を少なくとも部分的に覆うための島構造をフレキシブル基板上に準備することであって、島構造が、その露出面上に 1 つ以上の表面チャンネルと、表面チャンネルのうちの少なくとも 1 つと流体連通し、島構造を通して垂直に延びる 1 つ以上のビアチャンネルとを含む、ことと、

島構造の下でフレキシブル基板上の回路と電氣的に接触するように、表面チャンネル及びビアチャンネル内に 1 つ以上の導電性トレースを形成することと、

表面チャンネル内に第 1 のポリマー液体を準備して、その中の導電性トレースの自由表面を覆うことと、を含む。

【0146】

実施形態 22 は、島構造がフレキシブル基板の弾性率 E_1 よりも大きい弾性率 E_2 を有する、実施形態 21 に記載の方法である。

【0147】

実施形態 23 は、島構造を覆うオーバーコートを準備することを更に含む、実施形態 21 又は 22 に記載の方法である。

【0148】

実施形態 24 は、表面チャンネル及びビアチャンネル内に第 1 のポリマー液体を流し、第 1 のポリマー液体を固化することを更に含む、実施形態 21 ~ 23 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【0149】

実施形態 25 は、島構造に固体回路ダイを提供することと、固体回路ダイを少なくとも部分的に取り囲むように第 2 のポリマー液体を流すことと、第 2 のポリマー液体を固化することと、を更に含む、実施形態 21 ~ 24 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【0150】

実施形態 26 は、1 つ以上の導電性トレースを形成することが、導電性液体をチャンネル内に配置し、主に毛管力によって導電性液体をチャンネル内に流すことと、導電性液体を固化することと、を含む、実施形態 21 ~ 25 のいずれか 1 つに記載の方法である。

【0151】

実施形態 27 は、
回路をその上に有するフレキシブル基板と、
その上の回路を少なくとも部分的に覆うためのフレキシブル基板上の島構造であって、その露出面上に 1 つ以上の表面チャンネルと、表面チャンネルのうちの少なくとも 1 つに流体

10

20

30

40

50

連通した１つ以上のビアチャネルとを含んでいる、島構造と、

島構造の下でフレキシブル基板上の回路と電氣的に接触するように、表面チャネル及びビアチャネル内に形成された、１つ以上の導電性トレースと、

導電性トレースの自由表面を覆っている、第１のポリマー液体を固化した生成物と、を備える、フレキシブルデバイスである。

【０１５２】

実施形態２８は、フレキシブル基板が弾性率 E_1 及び厚さ t_1 を有し、島構造が弾性率 E_2 及び厚さ t_2 を有し、 $(E_2 \times t_2) / (E_1 \times t_1)$ の比が７より大きい、実施形態２７に記載のデバイスである。

【０１５３】

実施形態２９は、フレキシブル基板が弾性率 E_1 及び厚さ t_1 を有し、島構造が弾性率 E_2 及び厚さ t_2 を有し、且つ、フレキシブル基板にかかる全体的な面内歪みが、約５％～約５０％である場合、 $(E_2 \times t_2) / (E_1 \times t_1)$ の比の必要とされる下限が、それぞれ約５～約１５である、実施形態２７又は２８に記載のデバイスである。

【０１５４】

実施形態３０は、島構造を覆うオーバーコートを準備することを更に含む、実施形態２７～２９のいずれか１つに記載のデバイスである。

【０１５５】

実施形態３１は、生成物が、島構造の弾性率 E_2 よりも大きい弾性率 E_4 を有する、実施形態２７～３０のいずれか１つに記載のデバイスである。

【０１５６】

実施形態３２は、第１のポリマー液体がＵＶ硬化性ポリマーを含む、実施形態２７～３１のいずれか１つに記載のデバイスである。

【０１５７】

実施形態３３は、島構造が固体回路ダイを受け入れるためのポケットを更に含み、第２のポリマー流体を固化した生成物が固体回路ダイの周囲を少なくとも部分的に取り囲んでいる、実施形態２７～３２のいずれか１つに記載のデバイス。

【０１５８】

実施形態３４は、実施形態２７～３３のいずれか１つに記載のデバイスであって、島構造が、

i) 脂肪族ポリエステル、ポリカーボネート、又はポリエーテルジオール、ジイソシアネート、及びヒドロキシ官能性メタクリレートの反応生成物を含むウレタン(メタ)アクリレートポリマーと、

ii) 単官能性(メタ)アクリレートモノマーであって、少なくとも１種の単官能性(メタ)アクリレートモノマーの硬化ホモポリマーが、少なくとも６０の T_g を有する、単官能性(メタ)アクリレートモノマーと、を含む組成を有する。

【０１５９】

実施形態３５は、ウレタン(メタ)アクリレートポリマーが、式

【化５】



(式中、 A は、式 $-OC(=O)C(R_1)=CH_2$ を有し、式中、 R_1 は、 H 又は１～４個の炭素原子のアルキル(例えばメチル)であり、 p は１又は２であり、 Q は多価有機連結基であり、 R_{di} はジイソシアネートの残基であり、 R_{dOH} は、ポリエステル、ポリカーボネート、又はポリエーテルポリオールの残基であり、 r 平均は１～１５である)を有する、実施形態３４に記載のデバイスである。

【０１６０】

島構造の例

これらの実施例は、単に例証を目的としたものであり、添付の特許請求の範囲を過度に限定することを意図するものではない。本開示の幅広い範囲を示す数値範囲及びパラメー

10

20

30

40

50

タは近似値であるが、具体的な実施例において示される数値は、可能な限り正確に報告している。しかしながら、いずれの数値にも、それらのそれぞれの試験測定値において見出される標準偏差から結果として必然的に生じる、ある特定の誤差が本質的に含まれる。最低でも、各数値パラメータは少なくとも、報告される有効桁の数に照らして通常の丸め技法を適用することにより解釈されるべきであるが、このことは特許請求の範囲への均等論の適用を制限しようとするものではない。

【0161】

材料の概要

特に記載のない限り、実施例及び本明細書のその他の箇所における全ての部、百分率、比などは、重量によるものである。使用した溶媒及び他の試薬は、特に断りのない限り、Sigma-Aldrich Chemical Company (Milwaukee, WI) から入手することができる。加えて、表1は、以下の実施例で使用された全ての材料に関する、略称及び供給元を提示するものである。

【0162】

【表1】

表1

略称	説明	供給元
NOA	100%固形分である1成分型UV硬化性構造接着剤。硬化すると、約11MPaの弾性率を有する。	Norland Products, Inc.、CRANBURY, NJ, USA、商品名NOA-73
DP100	室温で固まり硬化する、硬化性2成分型の剛性エポキシ接着剤。硬化すると、約1,000MPaの弾性率を有する。	3M Company, St. Paul, MN、商品名Scotch-Weld DP 100 Clear
VHB	アクリル発泡体から作製された強力で伸縮性の透明な接着剤。これは、約1.8MPaの弾性率を有する。	3M Company, St. Paul, MN、商品名Very High Bond (VHB) Tape 4910
インク	固化後に導電性となる銀ナノ粒子インク。	Novacentrix Corp.、Austin, TX、商品名PSPI-1000 Conductive Spray Ink

【0163】

試験方法

本開示の実施例のうちの一部の評価において、以下の試験方法が使用された。

【0164】

シミュレーション方法

市販の有限要素分析ソフトウェア、ANSYS Mechanical APDL 17.1 (Ansys Inc. (Pittsburgh PA, USA)) を使用して、図9Aに示す構成を有する島構造の変形をシミュレートした。次いで、モデリングの結果を、DOE分析ソフトウェア、ISight 5.8 (Dassault Systemes Simulia Corp.、Providence RI, USA) を用いて実験計画(DOE)法で分析した。

【0165】

数学モデルは、固定長(基板91は51mm、及び島92は25.4mm)を有する図9Aの島構造をシミュレートするために、対称性考慮及び平面歪み要素(典型的には、厚さを通る少なくとも5つの要素、境界面の近くの細かいメッシュ)を利用する。モデルは、モデル端部に変位をかけて表面チャンネル93内の引張主歪みを計算し、変位はかけられた歪みの20%、30%、40%及び50%に達した。パラメータ化モデルを使用して、入力パラメータ周りで完全実施要因DOEを自動的に生成した：基板91の弾性率及び厚さ(弾性率E1は約0.5~約1.8MPaの範囲、厚さt1は約0.25~約1mm)、島92の弾性率及び厚さ(弾性率E2は約10~約1300MPaの範囲、厚さt2は約0.127~約0.381mm)、及びチャンネル93の長さは約12~約20mmの範囲。

【 0 1 6 6 】

シミュレーション結果

図 9 B は、いくつかのシミュレーション結果による、チャンネル 9 3 内のインクによって経験される最大引張歪対剛性比のプロットである。剛性比は、以下のように定義される： $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$ 、式中、 E_1 及び E_2 は、基板 9 1 と島 9 2 のそれぞれの弾性率であり、 t_1 及び t_2 は、基板 9 1 と島 9 2 のそれぞれの厚さである。図 9 B のプロットは、図 9 B に示されるように、基板 9 1 上にかけられた 5 % ~ 5 0 % の全体的な面内歪みに対する最大歪み対剛性比を調べる。シミュレーションは、剛性比が大きくなると最大歪みが小さくなることを示し、島 9 3 が基板 9 1 と比較して剛性で厚みがあるほど、構造はより伸縮可能でより強固になることを示す。例えば、チャンネル 9 3 内のインク及び構造内の境界面は、比較的低い歪み（1 ~ 3 %）で破断する傾向があるため、好ましい剛性比は、かけられる最大 5 0 % の全体歪みに適応するために、少なくとも 2 0 以上であってもよい。インクによって経験される最大引張歪み（例えば、約 3 % 以下）に対する安全ウィンドウ W は、基板 9 1 にかかる全体的な面内歪みに依存し得る。全体的な面内歪みが約 2 0 % である場合、 $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$ の比は、約 7 より大きい。全体的な面内歪みについては、約 5 % ~ 約 5 0 % であり、 $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$ の比の下限は、それぞれ約 5 ~ 約 1 5 である。

10

【 0 1 6 7 】

剛性比は、層の弾性率と厚さの積に依存するので、図 9 B のプロットを使用して、基板及び島の両方が薄型デバイスのために可能な限り薄くなったときに、どれだけ高く島弾性率が耐えることになるかを指定することによって、全体的なデバイスの厚さを最小化することもできる。例えば、基板 9 1 及び島 9 2 の両方が厚さが約 1 0 0 マイクロメートルである場合、島材料は、基板の弾性率よりも少なくとも 2 0 倍大きい弾性率を有することができ、全体的にかけられた歪み 5 0 % を耐えることができる強固な伸縮性デバイスを作り出すことができる。

20

【 0 1 6 8 】

サンプル - I

図 9 A に示すような 2 層の島構造を有するサンプルを調製して、改善された伸縮性を実証した。NOA 及び DP 1 0 0 の島を、様々な島構造に対して異なる厚さの VHB 基板上に複製した。島構造内のマイクロチャンネルに導電性インクを充填し、VHB 基板を歪ませながら、チャンネル全体の抵抗変化（ R / R_0 ）を測定した。

30

【 0 1 6 9 】

図 1 0 A は、厚い基板（VHB テープ）上の低弾性率の島（NOA）に対する R / R_0 対歪みのプロットである。図 1 0 B は、薄い基板（VHB テープ）上の低弾性率の島構造（NOA）に対する R / R_0 対歪みのプロットである。図 1 0 C は、厚い基板（VHB テープ）上の高弾性率の島（DP 1 0 0 エポキシ）に対する R / R_0 対歪みのプロットである。厚さ比（ t_2 / t_1 ）、弾性率比（ E_2 / E_1 ）及び剛性比（ $(E_2 * t_2) / (E_1 * t_1)$ ）は、図 1 0 A ~ 図 1 0 C に詳細に示されており、式中 E_1 及び E_2 は、基板 9 1 と島 9 2 のそれぞれの弾性率であり、 t_1 及び t_2 は、基板 9 1 と島 9 2 のそれぞれの厚さである。

40

【 0 1 7 0 】

図 1 0 A ~ 図 1 0 B を比較すると、弾性率比（ E_2 / E_1 ）は一定であり、厚さ比（ t_2 / t_1 ）は増大する。これにより、剛性比が 2 . 4 から 1 0 . 2 に増大する。図 1 0 A に示されるサンプルは、約 5 % の歪みで破断し（ R / R_0 の急激な増加）、一方、図 1 0 B に示されるサンプルは、基板上で最大 3 5 % の歪みに耐える。これは、デバイスがより高い剛性比でより高い歪みに耐えることができるので、図 9 B のシミュレーションによって示される傾向が確認される。図 1 0 A と図 1 0 C を比較すると、弾性率比（ E_2 / E_1 ）は増大し、厚さ比（ t_2 / t_1 ）は減少する。DP 1 0 0 エポキシは NOA の弾性率よりも有意に高い弾性率を有するため、全体的な剛性比は増大する。図 1 0 C のサンプルは、より高い歪みで耐えることができた（DP 1 0 0 の島はより薄いものの）。したがって

50

、このことは、本明細書に記載される島構造を有する薄いデバイスは、弾性率比を操作することによって総厚さを最小化することができることを示す。

【 0 1 7 1 】

試料 - I I : P E 2 - P E 4

特に記載のない限り、実施例及び本明細書のその他の箇所における全ての部、百分率、比などは、重量によるものである。以下の表 2 に、試料 - I I で使用した材料を一覧で示す。

【 0 1 7 2 】

【表 2】

表 2

材料商品名	説明
BHT	2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、Alfa Aesar、Haverhill、MAから入手。
BiN	ビスマスネオデカノエート、Sigma-Aldrich、St. Louis、MOから入手。
C-2050	(MPD):(HD)のモル比が約50%(すなわち、5:5)で製造されており、約2000MWのポリカーボネートジオール、Kuraray Co. Ltdから「KURARAY POLYOL C-2050」として入手。
Desmodur I (IPDI)	ヘキサメチレンジイソシアネート、当量111.11、分子量222.22g/モル、Covestro LLCより商品名「DESMODUR I」。
HEMA	ヒドロキシエチルメタクリレート、TCI America、Portland、ORから入手。
IBOMA	イソボルニルメタクリレート、Sartomerから「SR423A」として入手。
TPO	2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド光開始剤、BASFから「IRGACURE TPO」として入手。

【 0 1 7 3 】

4 I P D I / 2 C - 2 0 5 0 / 2 H E M A (P E - 1)

3 Lの3つ口丸底フラスコに、1176.57 gのC-2050(1.195当量、984.5水酸化物当量(OH EW)、約58 に加熱)、次に、265.57 gのIPDI(2.390当量)、0.640 gのBHT(400 ppm)、及び0.40 g BiN(250 ppm)を仕込んだ。反応物を乾燥空気下で105 の内部設定点まで加熱した(到達した最大温度は、約120 であった)。1時間35分で、157.86 gのHEMA(1.2130当量、130.14 MW、1.5%の過剰)を、20分にわたって一定速度で添加漏斗を介して添加した。総反応時間の約2.75時間で、フーリエ変換赤外分光法(F T I R : Fourier transform infrared spectroscopy)によってアリコートを確認したところ、2265 cm⁻¹に-N C Oピークがないことがわかり、生成物を透明で粘性のある材料として単離した。

【 0 1 7 4 】

サンプルP E 2 ~ P E 4 は、表 3 の以下の材料を混合することによって調製し、全てグラムで与えた。

【 0 1 7 5 】

【表 3】

表 3

実施例	PE1:IBOMAの重量比	PE1	IBOMA	TPO
PE2	50:50	55	55	2.2
PE3	40:60	44	66	2.2
PE4	30:70	33	77	2.2

【 0 1 7 6 】

図 9 A に示すような 2 層の島構造を有するサンプルを調製して、改善された伸縮性を実証した。平坦な島(約 3 ~ 約 4 ミル厚)の N O A 及び P E 2、P E 3 & P E 4 (以下の詳細)を V H B 基板上に作成した。簡潔に述べると、島材料の液滴を V H B 基板上に計量分配し、P E T ライナーを液滴上に置き、液滴を基板上で均一に広げた。次に、ライナーを

通して２段階のＵＶ硬化プロセスによって島材料を完全に固化させた。次いで、ライナーを除去し、黒色粉末を島上で斑にして、デジタル画像相関（ＤＩＣ）を使用して局所歪みマッピングを支援した。図１１に示すように、全体的にかけられた歪みに応答して、これらの材料によって観察された島によって経験される局所歪みの結果をプロットする。完全に硬化されると、ＰＥ２、ＰＥ３＆ＰＥ４の島のいずれも、最大３０％の全体歪みに対する局所歪みは４％超に達しない。これらの材料における局所歪みは、最大５２％の局所歪みで７％未満である。一方、ＮＯＡの島は、３０％全体歪みに対して１０％を超える局所歪みを経験する。

【０１７７】

本明細書全体を通して、「一実施形態」、「特定の実施形態」、「１つ以上の実施形態」、又は「ある実施形態」に対する言及は、「実施形態」という用語の前に、「例示的な」という用語が含まれているか否かに関わらず、その実施形態に関連して説明される具体的な特徴、構造、材料、又は特性が、本開示の特定の例示的な実施形態のうちの少なくとも１つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体を通して、様々な箇所における「１つ以上の実施形態において」、「特定の実施形態において」、「一実施形態において」、又は「ある実施形態において」などの表現の出現は、必ずしも本開示の特定の例示的な実施形態のうちの同一の実施形態に言及するものとは限らない。更に、特定の特徵、構造、材料、又は特性は、１つ以上の実施形態では任意の好適な方法で組み合わせられてもよい。

【０１７８】

本明細書ではいくつかの例示的な実施形態について詳細に説明してきたが、当業者には上述の説明を理解した上で、これらの実施形態の修正形態、変形形態、及び均等物を容易に想起できることが、理解されよう。したがって、本開示は、ここまで説明してきた例示的な実施形態に、過度に限定されるものではないことを理解されたい。特に、本明細書で使用する場合、端点による数値範囲の列挙は、その範囲内に包含される全ての数を含む（例えば、１～５は、１、１．５、２、２．７５、３、３．８０、４、及び５を含む）ことが意図される。加えて、本明細書で使用する全ての数は、用語「約」によって修飾されるものと想定される。更には、本明細書で参照される全ての刊行物及び特許は、個々の刊行物又は特許を参照により組み込むことが詳細かつ個別に指示されている場合と同じ程度に、それらの全容が参照により組み込まれる。様々な例示的な実施形態について説明してきた。これらの実施形態及び他の実施形態は、以下の特許請求の範囲内にある。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

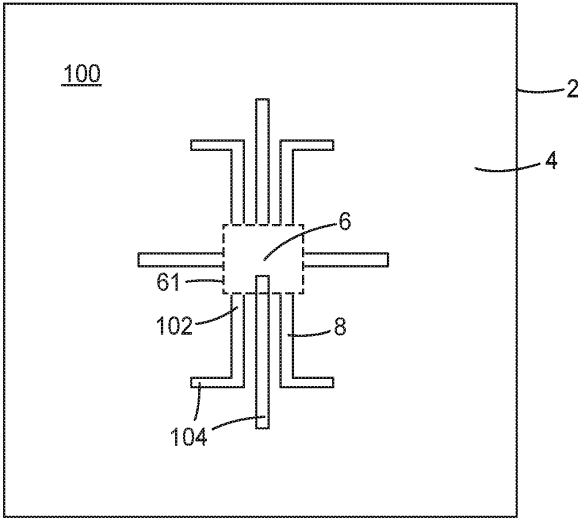


FIG. 1

【図 2】

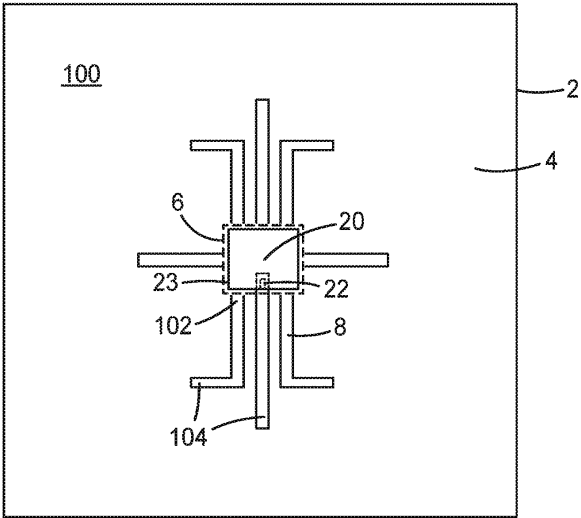


FIG. 2

【図 3 A】

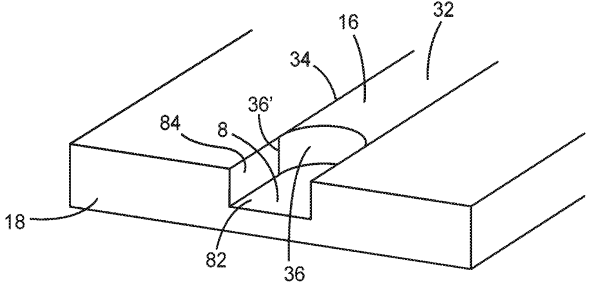


FIG. 3A

【図 3 B】

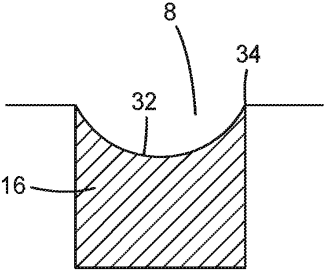


FIG. 3B

10

20

30

40

50

【図 3 C】

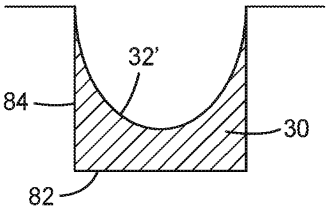


FIG. 3C

【図 3 D】

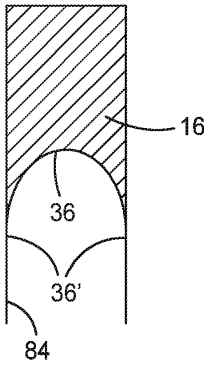


FIG. 3D

10

【図 4 A】

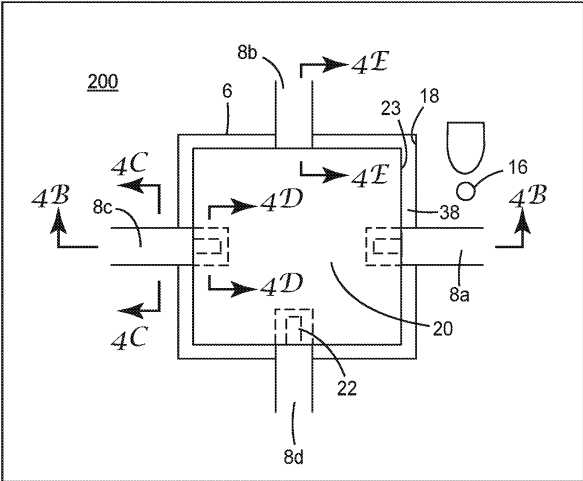


FIG. 4A

【図 4 B】

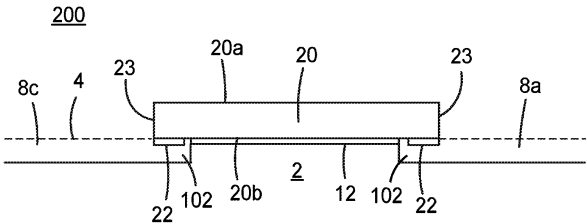


FIG. 4B

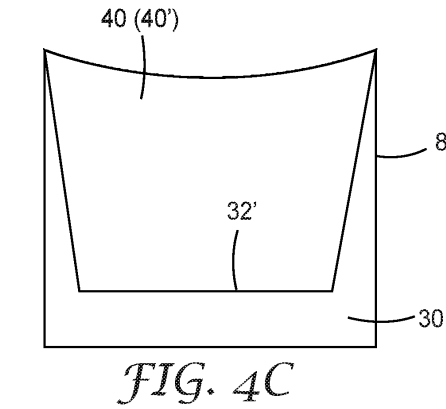
20

30

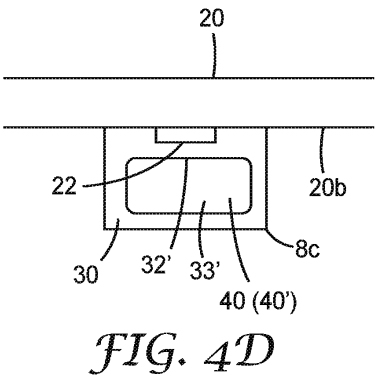
40

50

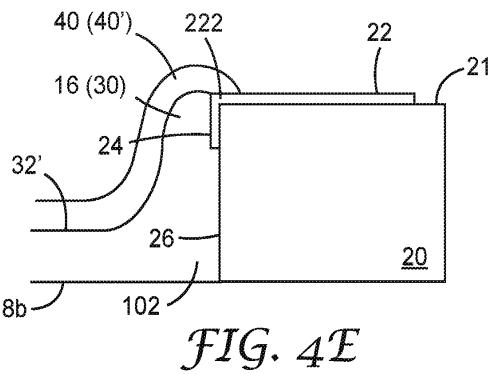
【図 4 C】



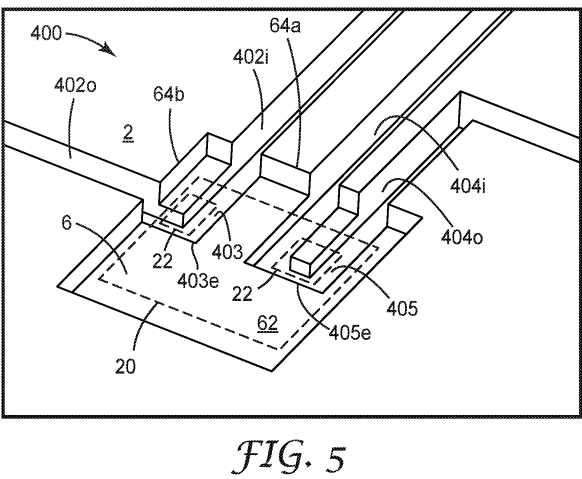
【図 4 D】



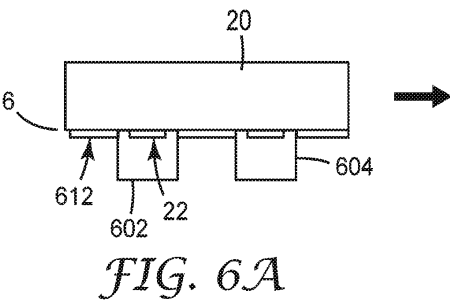
【図 4 E】



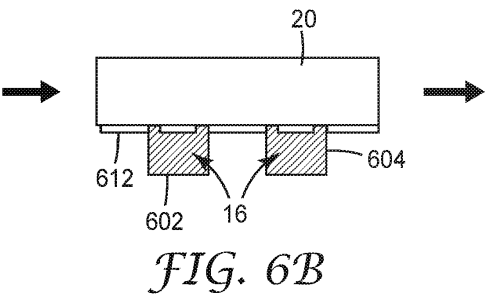
【図 5】



【図 6 A】



【図 6 B】



10

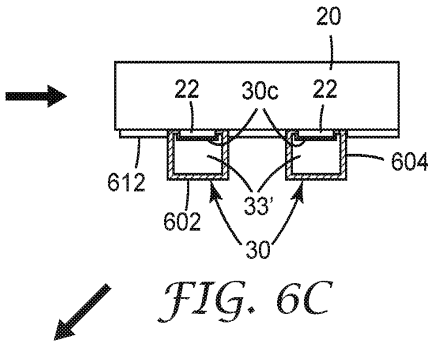
20

30

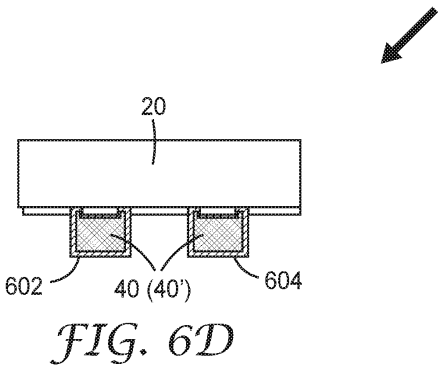
40

50

【図 6 C】

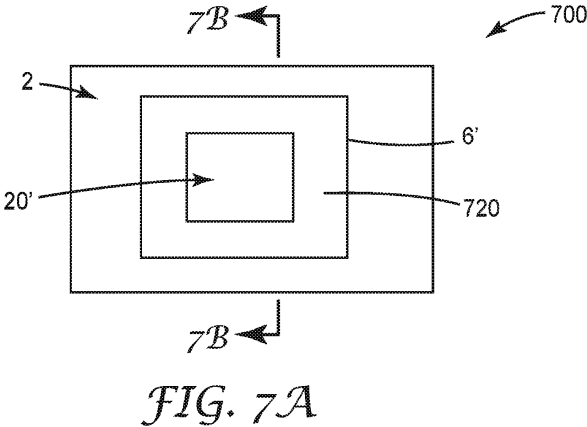


【図 6 D】

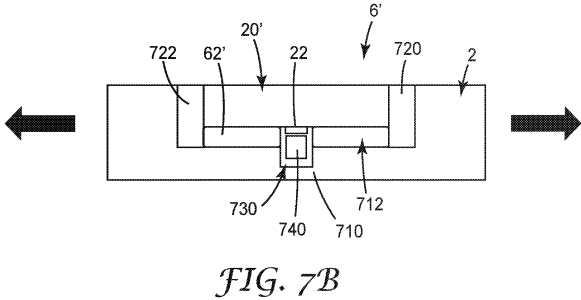


10

【図 7 A】

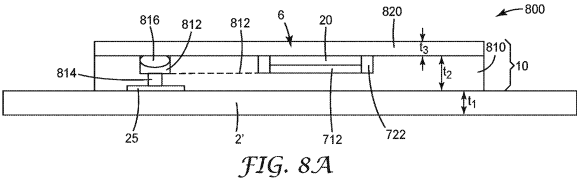


【図 7 B】

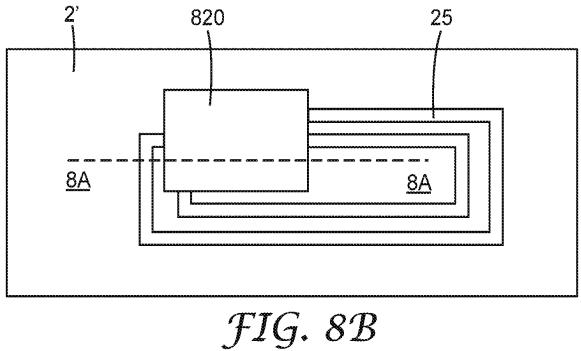


20

【図 8 A】



【図 8 B】



30

40

50

【図 8 C】

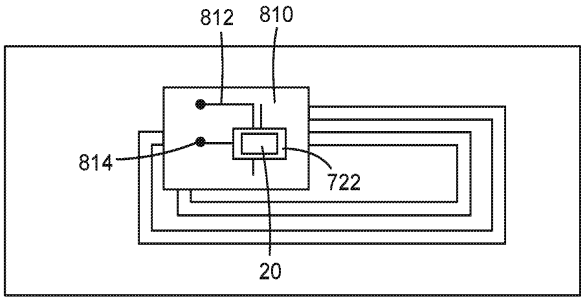


FIG. 8C

【図 8 D】

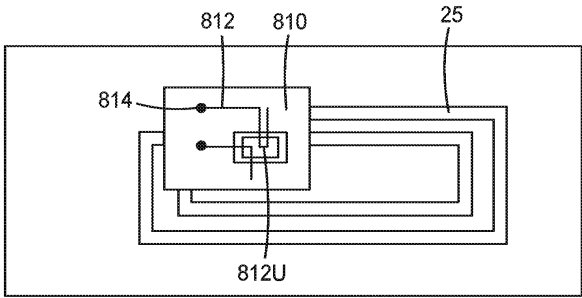


FIG. 8D

10

【図 9 A】

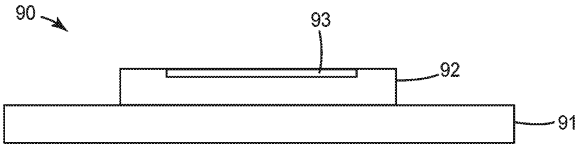


FIG. 9A

【図 9 B】

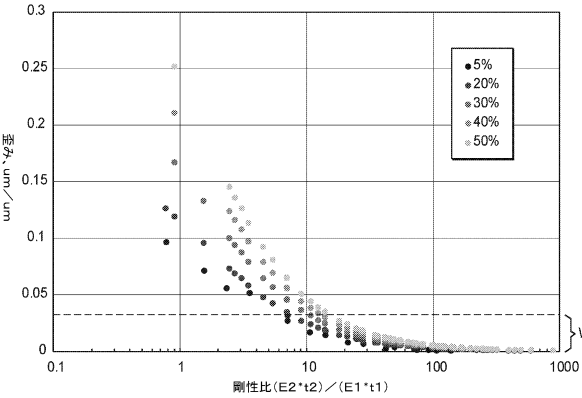


FIG. 9B

20

【図 10 A】

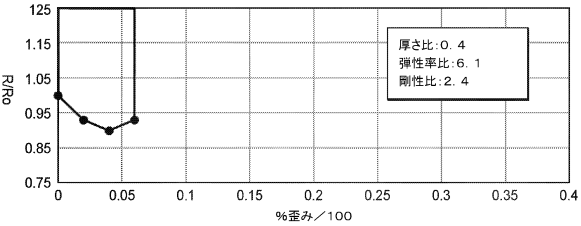


FIG. 10A

【図 10 B】

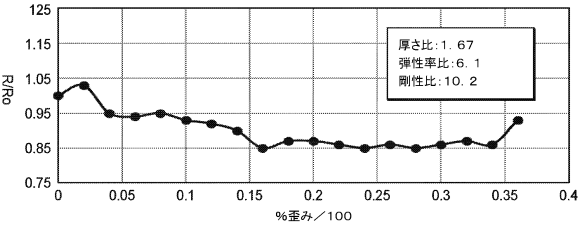


FIG. 10B

30

40

50

【図 10C】

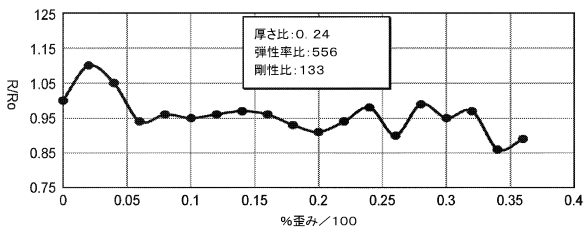


FIG. 10C

【図 11】

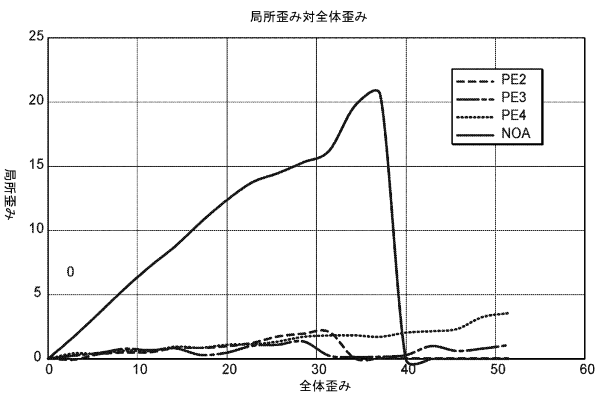


FIG. 11

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/783,551

(32)優先日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(72)発明者 シャー, セーガー エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ペクロフスキー, ミカイル エル.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 マハジャン, アンキット

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ペクロフスキー, リュドミラ エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 チウ, ジェシカ

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ラーセン, ジェレミー ケー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 メイヤー, カラ エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ゲデール, テレサ エム.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 メッツラー, トーマス ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ケムリング, ジョナサン ダブリュ.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ボコルニー, リチャード ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 クーンズ, ベンジャミン アール.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 アンビー, チャド マーティン

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 クラン, トーマス ピー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター

合議体

審判長 土居 仁士

審判官 馬場 慎

判官 衣鳩 文彦

(56)参考文献 国際公開第2018/094057(WO, A1)

特開2006-185989(JP, A)

特開平9-232474(JP, A)

特開2006-332615(JP, A)

特開2015-135901(JP, A)

特開2008-47603(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H05K 3/28

H01L 21/56

H01L 23/28-23/30