

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5319769号
(P5319769)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl.

F 1

H05K 3/10 (2006.01)

H05K 3/10

E

H05K 3/18 (2006.01)

H05K 3/18

B

H05K 3/18

E

請求項の数 3 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2011-516380 (P2011-516380)
 (86) (22) 出願日 平成21年5月26日 (2009.5.26)
 (65) 公表番号 特表2011-527106 (P2011-527106A)
 (43) 公表日 平成23年10月20日 (2011.10.20)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/045120
 (87) 國際公開番号 WO2010/002519
 (87) 國際公開日 平成22年1月7日 (2010.1.7)
 審査請求日 平成24年5月25日 (2012.5.25)
 (31) 優先権主張番号 61/076,736
 (32) 優先日 平成20年6月30日 (2008.6.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133
 -3427, セントポール, ポストオ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敏
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100093665
 弁理士 蟹谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パターン形成された基板の形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パターン形成された基板を形成するための方法であって、
 1つ以上の凹状形成部を有する構造化表面領域を有する基板を与える工程と、
 第1の液体を前記構造化表面領域の少なくとも一部分の上に配置する工程と、
 前記第1の液体を第2の液体と接触させる工程と、
 前記第2の液体によって前記構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第1の液体を
 排除して前記第1の液体を前記1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置
 する工程と、
 を含み、

前記第1の液体が、金属、金属前駆物質、無電解メッキ触媒、無電解メッキ触媒前駆物
 質、マスク材料、又はこれらの組み合わせを含む、方法。

【請求項2】

パターン形成された基板を形成するための方法であって、
 1つ以上の凹状形成部と前記1つ以上の凹状形成部と相補的な表面領域とを有し、基板
 上に配置された金属層を含む金属化構造化表面領域を有する基板を与える工程と、
 第1の液体を前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分の上に配置する工程と、
 前記第1の液体を第2の液体と接触させる工程と、
 前記第2の液体によって前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第1の
 液体を排除して前記第1の液体を前記1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的

に配置する工程と、

前記 1 つ以上の凹状形成部と相補的な前記表面領域から前記金属層の少なくとも一部分を前記第 2 の液体中に選択的に溶解する工程と、

を含む方法。

【請求項 3】

パターン形成された基板を形成するための方法であって、

1 つ以上の凹状形成部を有する構造化表面領域を有する基板を与える工程と、

第 1 の液体を前記構造化表面領域の少なくとも一部分の上に配置する工程と、

前記第 1 の液体を第 2 の液体と接触させる工程と、

前記第 2 の液体によって前記構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第 1 の液体を排除して前記第 1 の液体を前記 1 つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置する工程と、

を含み、

前記第 1 の液体が前記 1 つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された後に前記第 1 の液体が固体に変換される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示はパターン形成された基板を形成するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

導電性材料のパターンを有するポリマーフィルムは様々な商業的用途を有している。一部の用途では、裸眼には見えないか又はほとんど見えず、透明なポリマー基板上に支持された導電性グリッドを有することが望ましい。透明な導電性シートには、抵抗加熱窓、電磁干渉（EMI）遮蔽層、静電気消散要素、アンテナ、コンピュータディスプレイ用タッチスクリーン、並びにエレクトロクロミックウインドウ、太陽光発電素子、エレクトロルミネセンス素子及び液晶ディスプレイ用の表面電極における用途がある。

【0003】

パターン形成された形成部を有する基板はこれまでに開示されているものである。フォトリソグラフィー技術による基板上へのマイクロメートルスケールの形成部のパターン形成では、パターン形成が不均一となり、また、特にフレキシブル基板においてパターンのサイズに上限がある。フォトリソグラフィーを使用せずに、特に形成部のサイズが小さな大きなパターンにおいて、また、特にフレキシブル基板において、マイクロメートルスケールの形成部を選択的に均一に形成することが求められている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示はパターン形成された基板を形成するための方法を提供する。より詳細には、基板上に選択的に液体を置くことによって基板に選択的にパターン形成するための方法を提供する。

【0005】

一態様では、パターン形成された基材を形成する方法を提供する。本方法は、パターン形成された基板を形成するための方法であって、(a) 1 つ以上の凹状形成部を有する構造化表面領域を有する基板を与える工程と、(b) 第 1 の液体を前記構造化表面領域の少なくとも一部分の上に配置する工程と、(c) 前記第 1 の液体を第 2 の液体と接触させる工程と、(d) 前記第 2 の液体によって前記構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第 1 の液体を排除する工程とを含む。第 1 の液体は 1 つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置される。

【0006】

別の態様では、パターン形成された基材を形成する方法を提供する。本方法は、(a)

10

20

30

40

50

1つ以上の凹状形成部及び該1つ以上の凹状形成部と相補的な表面領域を有するようにその上に金属層が配置された金属化された構造化表面領域を有する基板を与える工程と、(b)前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分の上に第1の液体を配置する工程と、(c)前記第1の液体を第2の液体と接触させる工程と、(d)前記第1の液体が前記1つ以上の凹部の少なくとも一部分に選択的に配置されるように前記第2の液体によって前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第1の液体を排除する工程と、(e)前記1つ以上の凹状形成部と相補的な前記表面領域から前記第2の液体中に前記金属層の少なくとも一部分を選択的に溶解する工程と、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0007】

10

【図1】構造化表面領域を有する基板を示す概略図。

【図2】複数の構造化表面領域を示す概略図。

【図3A】1つ以上の形成部を有する基板の構造化表面領域の少なくとも一部分と接触した第1の液体を示す概略図。

【図3B】第1の液体に第2の液体を接触させて第2の液体により第1の液体を排除する様子を示した概略図。

【図3C】凹状形成部内に選択的に配置された第1の液体を示す概略図。

【図4】凹状形成部内の第1の液体を示す概略図。

【図5】少なくとも部分的に充填された凹部を有するパターン形成された基板を示す概略図。

20

【図6A】1つ以上の凹状形成部を有する金属化構造化表面領域を有する基板を示す概略図。

【図6B】基板の金属化構造化表面領域の少なくとも一部分と接触した第1の液体を示す概略図。

【図6C】凹状形成部内に選択的に配置された第1の液体を示す概略図。

【図6D】構造化表面領域の金属層の少なくとも一部分を溶解する第2の液体を示す概略図。

【図6E】エッチング後の金属化構造化表面領域を有する基板を示す概略図。

【図7】実施例1のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

30

【図8】実施例2のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図9】実施例3のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図10A】実施例4のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図10B】実施例4のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図11】実施例5のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図12】実施例6のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図13】実施例6のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【図14】実施例7のパターン形成された基板の光学顕微鏡写真。

【発明を実施するための形態】

【0008】

40

本開示を具体的な実施形態によって説明文中に説明するが、本発明の趣旨から逸脱することなく様々な改変、配置の変更及び置換を行うことができる点は当業者には直ちに明らかとなる。したがって、本発明の範囲は本明細書に添付される特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【0009】

端点による数値範囲の記載は、その範囲に含まれるすべての数を含むものとする（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.8、4、及び5を含む）。

【0010】

本明細書及び添付の特許請求の範囲に含まれる単数形「a」、「an」、及び「the」は、内容的にそうではないことが明らかでないかぎりは複数の対象を含むものとする。したがって、例えば「化合物(a compound)」を含む組成物と言う場合には、2以上の化

50

合物の混合物が含まれる。本明細書及び添付の特許請求の範囲において使用する「又は」という用語は、内容的にそうではないことが明らかでないかぎりは、一般的に「及び／又は」を含む意味で用いる。

【0011】

特に断らないかぎりは、本明細書及び特許請求の範囲に使用されている量又は成分、性質の測定値などを表すすべての数は、すべての場合において「約」という語によって修飾されていることを理解されたい。したがって、そうではないことを断らないかぎり、上記の明細書及び添付の特許請求の範囲に記載される数値パラメータは近似的な値であり、本開示の教示に基づいて当業者が得ようとする所望の性質に応じて変化しうるものである。各数値パラメータは、最低でも記載される有効数字の桁数を考慮し、一般的な丸め法を行うことによって少なくとも解釈されるべきである。本開示の広い範囲を示す数値的範囲及びパラメータは近似値ではあるが、具体例に記載されている数値は可能なかぎり正確に報告している。しかしながらいずれの数値も、それぞれの試験測定値に見られる標準偏差から必然的に生じる誤差を内在的に含むものである。10

【0012】

本開示のパターン形成された基板を形成するうえで有用な基板は、1つ以上の窪んだ形成部を有する構造化された表面領域を有する。第1の液体を構造化表面領域の少なくとも一部の上に配置する。第2の液体を第1の液体と接触させる。一実施形態では、第1の液体と実質的に混和しない第2の液体を第1の液体と接触させることができる。接触すると第2の液体は構造化表面領域の少なくとも一部から第2の液体を排除する。第1の液体を、1つ以上の窪んだ形成部の少なくとも一部に選択的に配置することができる。物理的及び化学的特性を組み合わせることによって、1つ以上の窪んだ形成部の少なくとも一部に2つの液体の内の一方を選択的に配置することが可能である。「配置」という用語は、基板の構造化表面領域の所定の位置（例えば第1の液体の位置）を指して使われる場合がある。20

【0013】

図1は、構造化表面領域115を有する基板100を示したものである。基板100は、主面外形110を有する主面105を有する。

【0014】

構造化表面領域を有する基板は、例えば、フィルム、シート、ウェブ、ベルト、ローラー、ドラム、リボン、又は他の3次元形状又は構造などであってよい。基板は例えばポリマー材料、金属材料、セラミック材料、又はこれらの組み合わせで形成することができる。基板に選択される材料は、一般に特定の用途に適した性質を有する。これらの性質としては、物理的、化学的、光学的、電気的、及び熱的性質がある。基板に適したポリマー材料としては例えばポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリオレフィン、ポリイミドなどが挙げられる。好適な金属材料としては例えばインジウム、銀、金、アルミニウム、チタン、銅、ニッケル、鋼、鉛などが挙げられる。好適なセラミック材料としては例えば酸化物、窒化物、ホウ化物、炭化物などが挙げられる。30

【0015】

基板の構造化表面領域は、一般に平均の高さによって述べることができる。構造化表面領域の平均の高さは、i) 突出した形成部又は陷入した形成部がなく、ii) 構造化表面領域内の基板の構造化表面領域の外形と平行であり、iii) 付近の突出形成部又は陷入形成部を形成する点から計算することが可能な平均高さに等しい構造化表面領域の投影領域内の所定の高さにあるような仮想表面として定義することができる。基板の構造化表面領域外形は、構造化表面領域の突出形成部又は陷入形成部の形状とは関係なく、基板表面の表面の形状と呼ぶことができる。構造化表面領域外形は、主面の一部である構造化表面領域に関連した主面の外形の部分である。例えば、構造化表面領域外形を有するほぼ平坦なフィルムでは平坦なシートの形の平面である。本開示では、基板の構造化表面領域内の平均の高さは、領域内の各点の高さ（例えば、基板の平面に直交する座標に沿ったその位置によって定義される任意の点の高さ）の合計を点の数で割ったものとして定義すること40

ができる。

【0016】

図2は、突出形成部152、162、172、182及び陷入形成部154、164、174、184を有する構造化表面領域150、160、170、180の幾つかの代表的な例を示したものである。平均高さ156、166、176、186は、突出形成部152、162、172、182上に存在する点の高さと、隣接する陷入形成部154、164、174、184上に存在する点の高さとの間にある。

【0017】

構造化表面領域は突出形成部及び陷入形成部を含んでいる。構造化表面領域の突出形成部は、構造化表面領域の平均の高さよりも上にある表面の点を有する形成部として一般的に述べることができる。構造化表面領域の陷入形成部（例えば凹状形成部）は、構造化表面領域の平均の高さよりも下にある表面の点を有する形成部として一般的に述べることができる。特定の実施形態では、平均の高さと構造化表面領域自体の表面との交点は、突出形成部と陷入形成部との間の境界として一般的に述べることができる。10

【0018】

特定の実施形態では、構造化表面領域を有する基板は比較的曲率のない形成部（例えば平坦な形成部）を有しうる。比較的曲率のない形成部は本説明文中では平坦であると言う。特定の平坦形成部は、基板の主面の外形に平行であると一般的に述べることもできる。上記の平坦形成部は本説明文中では平坦かつ平行である、と言う。他の実施形態では、平坦形成部は主面外形に対して傾斜しているか、概ね非平行でありうる。平坦形成部の特定の部分は、 100m^{-1} 未満、 1m^{-1} 未満、更には 0.1m^{-1} 未満の曲率を一般に有しうる。20

【0019】

特定の実施形態では、構造化表面領域は平坦かつ平行な延長された領域を突出形成部と組み合わせて有しているため、平坦かつ平行な領域はランド領域と呼ぶことができる。「延長された」とは、平坦かつ平行なランド領域が複数の突出形成部の底縁部に沿って存在していることを意味する。特定の実施形態では、例えば、直径(D)よりも大きな間隔で隔てられ、六角形に配列された直径(D)の突出半球のそれぞれを取り囲む平坦なランド領域に見られるように、延長された平坦かつ平行なランド領域が1つ以上の突出形成部を取り囲む。特定の実施形態では、基板の構造化表面領域は、平坦かつ平行な延長領域を、陷入形成部又は凹状形成部と組み合わせて有しうる。特定の実施形態では、構造化表面領域は平坦かつ平行な部分を概ね有していない場合もあるため、表面は曲率を有するか主面外形に対して傾斜している。他の実施形態では、曲率を有する表面と主面外形に対して傾斜している表面との組み合わせが、平坦かつ平行な部分を概ね有さない表面領域である場合もある。一般に、平坦かつ平行な部分又は表面領域を有する突出形成部を、本説明文中では「プラトー」と呼ぶ。30

【0020】

構造化表面領域を有する基板は、突出形成部と陷入形成部の組み合わせを一般に有している。これらの形成部内の特定のものは、構造化表面領域上に配置される第1の排除又は保持液の組み合わせを排除、保持、又は供給する機能を有しうる。突出形成部又は陷入形成部の表面は、平滑、部分的に平滑、テクスチャ形成、又はこれらの組み合わせであります。これらの形成部は、ナノ複製、マイクロ複製、マクロ複製などで複製することができる。構造化表面領域内の特定のものは、米国特許第6,649,249号(Engleら)及び米国特許第7,105,809号(Woodら)に同様に述べられるようにナノ複製、マイクロ複製、及びマクロ複製された形成部及びパターンを有しうる。特定の実施形態では、基板の構造化表面領域は規則的又は不規則的な形成部を有しうる。これらの形成部は構造化表面領域の全体を通じて空間的に配置することもできる。40

【0021】

陷入形成部を有する構造化表面領域は形成部を有するものと呼ぶことができる。「陷入形成部」という用語は、本説明文中では凹状形成部又は凹部と互換可能に用いられる。凹50

状形成部は、例えば凹部、ウェル、空洞、領域、ポケット、溝などと呼ばれる場合がある。窪んだ表面を有する凹状形成部は、第1の液体を保持する場所を構造化表面領域の内部又は構造化表面領域上に与える。凹状形成部は、直径、半径、幅、及び長さといった寸法を有する体積を有しうる。第1の液体は、壁部又は構造化表面領域上若しくは構造化表面領域の内部に配置された他の形成部によって保持される。凹状形成部の底部（例えば高さが最も低い部分）とは、平均の高さから最も遠くに位置する点を有する凹状形成部内の位置を一般的に指す。特定の実施形態では、凹状形成部は隣の突出形成部によって別の凹状形成部から分離して配置される場合もある。

【0022】

特定の実施形態では、構造化表面領域は中間凹状形成部（例えば中間の高さを有する凹状形成部）を有している。中間凹状形成部は、平均高さよりも下に位置する点を有し、最も低い高さが1つ以上の他の凹状形成部よりも高い陷入形成部として一般的に述べることができる。例えば、構造化表面領域は、第1の最低の高さを有する第1の凹状形成部及び第2の最低の高さを有する第2の凹状形成部を与えてよい。第1の最低高さは、第2の最低高さよりも高い点で第2の最低高さと区別され、これにより第1の凹状形成部が中間凹状形成部となる。そのような場合、第2の凹状形成部は同時に中間凹状形成部でもある。

【0023】

構造化表面領域の突出形成部は、基板上への第1の液体の流れ及び供給に影響しうる。特定の実施形態では、突出形成部は凹状形成部を分離し、凹状形成部内への第1の液体の運動の方向を案内する、又は与えることができる。特定の実施形態では、構造化表面領域は第1の液体の流れ、及びそれに続く凹状形成部内への第1の液体の蓄積に影響を及ぼしうる。構造化表面領域上又はその内部に配置される突出形成部の幾つかの例として、例えば山状部、瘤状部、柱状部、塊状部、畝状部など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。畝上部の例としては、例えば複数の2分した円柱を長方形の平坦面を下にして平坦な表面上に配列したものとして定義されるような、頂部が丸みを帯びた隆起した直線状形成部がある。畝状部の他の例としては、複数の三角プリズムを、プリズムの軸に平行な面の1つである平坦面を下にして平坦な表面上に配列したものとして定義されるような、1個の尖った頂点及び2個のファセット面を有する隆起した直線状形成部がある。

【0024】

基本的に1つの高さを有し、平坦かつ主面外形に平行な1つ以上の突出形成部と、別の高さを有し、平坦かつ主面外形に平行な1つ以上の陷入形成部（又は凹状形成部）とを有する構造化表面領域を2段構造化表面領域と呼ぶことができる。一般に、他の公知の方法を用いて2段構造化表面領域の凹状形成部内に液体蓄積物を局在化させることは、特にこうした領域が小さな凹状形成部が低い面積密度で存在することによって特徴付けられるような場合には極めて困難である。これに対して、本開示の方法は、こうした構造化表面領域上に蓄積された第1の液体を第2の液体と接触させるものであり、第1の液体のこのような局在化を行ううえで非常に効果的であることが示されている。一実施形態では、第2の液体は第1の液体と実質的に混和不能である。別の実施形態では、第2の液体は第1の液体と部分的に混和可能である。2つの液体を使用する手法は、構造化表面領域が2段表面であるか否かとは関係なく、凹状形成部の面積密度が例えば25%未満、更には15%未満、更には5%未満、更には1%未満である場合に構造化表面領域の凹状形成部内に第1の液体を配置するうえで特に有用である。しかしながら、2つの液体、好ましくは2つの実質的に混和不能な液体を使用する手法は、凹状形成部の面積密度が例えば25%未満、15%未満、更には5%未満、更には1%未満である場合に2段構造化表面領域の凹状形成部内に第1の液体を配置するうえで特に有用である。2段表面は、第2の液体と接触させた際に第1の液体の配置及び保持を制御するうえで有用でありうる。2段表面は凹部と平坦な突出領域を有してもよく、これにより第1の液体は凹部内に保持される。理論に束縛されることを望まずに言えば、凹部内の第1の液体の保持は、一部毛管力によってもたらされるものと考えられる。

10

20

30

40

50

【0025】

構造化表面領域についてはこれまでに述べられている。突出形成部と陷入形成部の組み合わせを有する構造化表面領域の幾つかの好適な例としては、直線状のプリズム、角錐、半楕円体、円錐、非直線状プリズム、2段構造など、又はこれらの組み合わせがある。特定の実施形態では、直線状プリズムとして、三角状プリズム、五角状プリズム、四角状プリズムなど、又はこれらの組み合わせが含まれる。特定の実施形態では、角錐には例えば、四角錐、五角錐、六角錐など、又はこれらの組み合わせが含まれる。表面が直線状プリズムを含むという記述は、表面のトポグラフィーが、平坦面と複数の直線状プリズムとの融合によって得られるようなものであるということを意味する。このとき、平坦面と各直線状プリズムとの接触面はプリズムの軸と平行な面である。表面が角錐を含むという記述は、表面のトポグラフィーが、平坦面と角錐との融合によって得られるようなものであるということを意味する。このとき、角錐の接触面は角錐の1つの面である。

10

【0026】

特定の実施形態では、構造化表面領域の形状は階層的なものであります。例えば、構造化表面領域内で、凹状形成部が、凹状形成部の表面又は壁部上、凹状形成部の隆起領域上、及び凹状形成部の内部に配置される不規則、部分的に不規則、又は正確に間隔をおいた形成部を有しうる。凹状形成部の表面が、例えば凹状形成部自体の特徴的部分よりも長さのスケールが短い突出形成部を有してもよい。本説明文中的特定のコンテキストでは、突出形成部及び陷入形成部は、一般にトポグラフィー形成部と呼ばれる形成部である。

20

【0027】

プラトーではない突出形成部では、曲率及び頂点の先鋒度が異なりうる。先鋒度は、最大で、突出形成部がその頂点において例えば120°未満、更には90°未満、更には45°未満、又は更には20°未満の角度で収束する2以上のファセット面によって形成されるものとして記述することができる極値までの範囲であります。先鋒度は、最小で、突出形成部がその頂点において曲率が例えば約150^{m-1}（約6.7mmの曲率半径）である円筒、球、又は楕円体の形状を有するような別の極値までの範囲であります。プラトーではない突出形成部の頂点の先鋒度は、上記の両極値の間に存在しうる。

【0028】

特定の実施形態では、構造化表面領域の凹状形成部は突出形成部によって互いから分離して配置されうる。突出形成部と陷入形成部との組み合わせにより、コーティング時又は第2の液体の接触時の第1の液体の脱濡れを促進及び制御することができる。

30

【0029】

構造化表面領域の形成部の内の一一部のものは、ナノスケール、マイクロスケール、マクロスケールなどで形成又は配置することができる。同様に、形成部は突出形成部、陷入形成部など、又はこれらの組み合わせの表面上に設けることができる。一般的に、構造化表面領域は、形成部の少なくとも2つの寸法が微視的な寸法となるような形成部を有する。微視的形成部は、形状を判別するうえで肉眼に光学的補助を必要とするだけ充分に小さいものである。特定の実施形態では、トポグラフィー形成部の寸法は、3つの可能な寸法（構造化表面領域の平面の内／外、及び構造化表面領域の平面に沿った各方向）の内の少なくとも1つにおいて最大で約1センチメートル以下の範囲であってよい。他の実施形態では、トポグラフィー形成部の各寸法は、3つの可能な寸法の内の少なくとも1つにおいて最大で約1ミリメートルの範囲であってよい。他の実施形態では、トポグラフィー形成部の各寸法は、3つの可能な寸法の内の少なくとも1つにおいて最大で約500マイクロメートルの範囲であってよい。更なる他の実施形態では、トポグラフィー形成部の各寸法は、3つの可能な寸法の内の少なくとも1つにおいて最大で約250マイクロメートルの範囲であってよい。

40

【0030】

特定の実施形態では、構造化表面領域の一部としてのトポグラフィー形成部の1つ以上の寸法は所望の大きさよりも小さいことが好ましい。例えば、特定の実施形態では、溝の形態の凹状形成部の幅は100マイクロメートル未満、50マイクロメートル未満、25

50

マイクロメートル未満、10マイクロメートル未満、又は更には5マイクロメートル未満であることが好ましい。

【0031】

トポグラフィー形成部は、所望の特徴的長さ（所定の方向に沿って測定した長さなど）及び所望の形成部の密度（構造化表面領域の単位投影面積当たりの形成部の数）を有する。特定の実施形態では、形成部は、3つの直交する方向（例えば、構造化表面領域の主面外形の平面に対して垂直な方向、及び構造化表面領域の主面外形に沿った2つの直交する方向のそれぞれ）におけるその寸法が等しく、したがってその特徴的長さにすべて等しいようなものであってよい。特定の実施形態では、形成部は、1つ以上の方向の特徴的長さが他の方向におけるその寸法よりも若干長い、又は更には大幅に長いものであってよい。10

特定の実施形態では、形成部は、1つ以上の方向の特徴的長さが他の方向におけるその寸法よりも若干短い、又は更には大幅に短いものであってよい。トポグラフィー形成部の特徴的長さの例としては、溝の長さ、溝の幅、半球突出部の幅、歫状部の長さ、歫状部の幅、角錐突出形成部の高さ、及び半球突出形成部の高さが挙げられる。

【0032】

特定の実施形態では、構造化表面領域のトポグラフィー形成部は、1つ以上の方向において500マイクロメートル以下の特徴的長さを有する。他の実施形態では特徴的長さは100マイクロメートル以下であり、他の実施形態では1つ以上の方向における特徴的長さが10マイクロメートル以下である。特定の実施形態では1つ以上の方向における特徴的長さが少なくとも1ナノメートルである。他の実施形態では、1つ以上の方向における特徴的長さが少なくとも10ナノメートルであり、別の実施形態では特徴的長さは少なくとも100ナノメートルである。20

特定の実施形態では、構造化表面領域の1つ以上のトポグラフィー形成部の1つ以上の方向における特徴的長さは約500マイクロメートル～約1ナノメートルの範囲にあり、他の実施形態では約100マイクロメートル～約10ナノメートルの範囲にあり、更に他の実施形態では約10マイクロメートル～約100ナノメートルの範囲にある。上記の値及び値の範囲と、上記の特徴的長さ及び形状の記述（例えば、歫状部、溝、半球、及び角錐の幅、長さ及び高さ）との組み合わせから異なる実施形態が得られる。

【0033】

特定の実施形態では、構造化表面領域のトポグラフィー形成部密度は少なくとも1平方ミリメートル(mm^2)当たり形成部10個以上の範囲にあってよい。特定の実施形態では、構造化表面領域は、 1 mm^2 当たり形成部100個以上のトポグラフィー形成部密度を有してよく、他の実施形態では、 1 mm^2 当たり形成部1000個以上のトポグラフィー形成部密度を有してよく、他の実施形態では、 1 mm^2 当たり形成部10000個よりも大きなトポグラフィー形成部密度を有してよい。30

トポグラフィー形成部の密度の例として、両方の繰り返し方向において115マイクロメートルの間隔をおいて配された100マイクロメートルの半球状突出形成部の正方形のアレイを有する構造化表面領域は、 1 mm^2 当たり突出形成部約75個の突出形成部密度を有する。同じ構成において、隣接する半球間の幅狭の凹状溝の密度は 1 mm^2 当たり約150個である。

【0034】

特定の実施形態では、トポグラフィー形成部は、構造化表面領域にわたったアレイとして配置される（例えば、正方形アレイ又は六角形アレイなどの1次元的アレイ又は2次元的アレイ）。こうした実施形態の一部のものにおいては、構造化表面領域のトポグラフィー形成部の各寸法の均一度（例えば再現性）が高いことが好ましい。均一度の目安として、繰り返し形成部の特定の寸法の長さの標準偏差がその長さの平均の大きさの25%未満であることが好ましく、10%未満であることがより好ましく、5%未満であることが更により好ましい。特定の実施形態では、構造化表面領域のトポグラフィー形成部の密度の均一度が高いことが好ましい。40

構造化表面領域のトポグラフィー形成部の密度の形成部の密度の高い均一度の目安としては、構造化表面領域自体の投影面積の1/10分以下を有するサブ領域について測定したトポグラフィー形成部の密度の標準偏差が好ましくは2550

%未満、より好ましくは10%未満、最も好ましくは5%未満である。

【0035】

特定の実施形態では、構造化表面領域のトポグラフィー形成部は規則的なアレイに配置されておらず、繰り返しがないもの又は不均一なものであります。1個の構造化表面領域上に含まれるトポグラフィー形成部は不均一な寸法及び異なる形状を有します。こうした実施形態の一部のものにおいては、構造化表面領域のトポグラフィー形成部の各寸法の均一度は高くある必要はない。こうした実施形態の一部のものにおいては、構造化表面領域のトポグラフィー形成部の各寸法は、深さ、幅、形状、及び方向が異なります。例えば、構造化表面領域は、直線状の溝の形態の凹状形成部を、例えば円形の凹部のような、構造化表面領域の主面外形上への投影において等軸形状を有する1つ以上の凹状形成部とともに有します。同じ構造化表面領域における凹部の形状の上記のような組み合わせは、2段構造化表面領域を特徴付けるものである。別の例として、溝の形態の凹状形成部は直線状である必要はなく、構造化表面領域に沿った任意の経路を辿るようなものでもよい。上記の構成では更に、凹状形成部は、構造化表面領域の主面に沿った、例えばS字状、正弦波状、螺旋状、又は鋸刃状の形状の所定の経路を辿るほぼ正方形の断面を有する溝であってもよい。構造化表面領域の主面外形に沿った通路の経路の上記の説明は、2段構造化表面領域を特徴付けるものである。10

【0036】

特定の実施形態では、凹状形成部は、例えば構造化表面領域の投影面積を例えば25%未満、10%未満、又は更には5%未満の面積比率で部分的に覆う凹状溝の正方形の格子のような、構造化表面領域にわたった溝のネットワークからなる。凹状溝の形状の別の例は、2段構造化表面領域の場合における突出六角形の六角状アレイと相補的な溝パターンである。このような六角形状の溝ネットワークでは、凹状溝は、構造化表面領域の投影面積を例えば25%未満、10%未満、又は更には5%未満の面積比率で覆う。

【0037】

特定の実施形態では、構造化表面領域の形成部は、規則的な繰り返しベース、不規則ベースなど、又はこれらの組み合わせとして存在してよい。他の実施形態では、形成部は構造化表面領域の領域全体の一部に存在するか、あるいは構造化表面領域の領域全体に存在します。特定の実施形態では、形成部は構造化表面領域の凹状形成部内に存在するか、構造化表面領域の突出形成部上に存在するか、又はこれらの組み合わせで存在します。30

【0038】

特定の実施形態では、構造化表面領域は、陷入形成部及び突出形成部が概ね均一となるように1つ以上の陷入形成部（例えば凹状形成部）を有する。特定の実施形態では、構造化表面領域の陷入形成部と突出形成部とは不均一である。例えば、構造化表面領域は構造化表面領域の一部分にわたって異なる寸法を有する陷入形成部及び突出形成部を有します。特定の実施形態では、陷入形成部と突出形成部の第1の組が第1の寸法の組を有し、陷入形成部と突出形成部の第2の組が第2の寸法の組を有してよい。陷入形成部と突出形成部の第1の組及び陷入形成部と突出形成部の第2の組は、基板の構造化表面領域にわたって均一に分布してもランダムに分布してもよい。特定の実施形態では、第1の液体は、第1の液体を保持するのに適した寸法を有する凹状形成部の一部に存在します。40

【0039】

一実施形態では、構造化表面領域を有する基板は、米国特許出願第11/283,307号（Richardら）に述べられるような輝度上昇フィルム（BEF）であってよい。別の実施形態では、構造化表面領域を有する基板は、米国特許出願第11/193,052号（米国特許出願公開第20070024994号）に述べられるような、角錐を含む表面を有するポリマーフィルムであってよい。別の実施形態では、構造化表面領域を有する基板は、Leister Process TechnologiesのAxetris Microsystems部門（Riedstrasse, Switzerland所在）より市販されるMICRO OPTICS MICROLENS ARRAYの商標名のマイクロレンズフィルムであってよい。マイクロレンズアレイについては、米国50

特許第5,300,263号(Hoopmanら)、米国特許第5,439,621号(Hoopman)、及び米国特許出願公開第2006/0072199(Morishitaら)に述べられている。一実施形態では、基板は微小複製基板を含んでいる。

【0040】

構造化表面領域を有する基板は、凹状形成部内への第1の液体の流入及び保持を促進又は可能とする形成部を有するように選択することができる。第1の液体が、第2の液体、好ましくは実質的に混和不能な第2の液体と接触することによって構造化表面領域の少なくとも一部分から排除される際、第1の液体は少なくとも1つ以上の凹状形成部内に配置されうる。第1の液体が第2の液体によって排除される際、第1の液体は構造化表面領域の形成部の一部分から除去される。第1の液体は、凹状形成部の毛管力によって凹状形成部内に留まることができる。第2の液体と接触する際の突出形成部からの第1の液体の除去は、例えば第1の液体のレオロジー(例えば粘度)及び表面張力、並びに基板の表面エネルギーを調節することによって操作することができる。10

【0041】

本開示の方法では、第1の液体は基板の構造化表面領域の少なくとも一部分の上に配置される。第1の液体は構造化表面領域上に流れるだけの充分な粘性を有する材料であってよい。第1の液体は、構造化表面領域の化学的又は物理的改質に適したものであってよい。特定の実施形態では、第1の液体を化学的又は物理的に改質することができる。特定の実施形態では、第1の液体は正味(例えば純粋又は希釈しない)のものであってよい。第1の液体は流動性物質であってよい。第1の液体のレオロジー及び粘性によって、i)第1の液体を構造化表面領域上に配置し、ii)構造化表面領域の少なくとも一部分から第2の液体によって第1の液体を排除することが可能である。これにより、第1の液体は構造化表面領域の少なくとも1つ以上の凹状形成部内に配置されうる。20

【0042】

特定の実施形態では、本開示の第1の液体としては、例えば、天然油、炭化水素含有物質、金属、金属前駆物質、第1の無電解メッキ触媒、無電解メッキ触媒前駆物質、マスク材料、生物学的材料、又はこれらの組み合わせが含まれる。特定の好適な天然油としては、例えば、ヒマシ油、大豆油、落花生油、キャノーラ油など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。炭水化物含有物質としては、例えば、芳香族炭化水素含有物質、脂肪族炭化水素含有物質など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。炭化水素含有物質には、例えば、炭素、水素、酸素、硫黄、窒素、リン、フッ素、塩素、臭素など、又はこれらの組み合わせなどの元素が含まれうる。特定の炭化水素含有物質は、例えば、エステル、エーテル、酸、塩、オレフィン、酢酸塩、アミド、アミン、ケトン、アルコールなど、又はこれらの組み合わせを含む官能基を有しうる。特定の実施形態では、炭化水素含有物質は、官能基を有さないC₄~C₃₂を有しうる。他の実施形態では、炭化水素含有物質は、1つ以上の上記の官能基を有するC₄~C₃₂を有しうる。特定の好適な炭化水素含有物質としては、例えば、ヘキサン、オクタン、ドデカン、テトラデカン、ヘキサデカン、アセトン、1,2-プロパンジオール、1,2-ブタンジオール、1,5-ペンタンジオール、1,3-プロパンジオール、2,3-ブタンジオンなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。他の第1の液体の好適な例を幾つか下記に述べる。30

【0043】

第1の液体は、構造化表面領域の凹状形成部内に第1の液体が流入するうえで充分な粘性を一般に有する。好適な一実施形態では、第1の液体は第2の液体と実質的に混和不能であるため、第1の液体は第2の液体と接触させた後、基板の少なくとも一部分から例えば液滴として排除される。特定の実施形態では、第1の液体は第2の液体と実質的に混和可能であるが、第1の液体と第2の液体との接触時には第1の液体は構造化表面領域の凹部内に保持され、凹部と相補的な構造化基板の領域からは排除される。特定の実施形態では、第1の液体は第2の液体に概ね近い粘性を有しうる。他の実施形態では、第1の液体と第2の液体の粘性は異なりうる。特定の第1の液体の粘性は、例えば分子量、官能基(例えば水酸基)の平均数など、又はこれらの組み合わせの結果として生ずるものである。40

【 0 0 4 4 】

特定の実施形態では、第1の液体は正味の物質であってよい。「正味」という用語は、100%の純度又はほぼ100%の純度を有する物質のことを一般的に指す。正味物質は添加物質を概ね含まないものであってよい。他の実施形態では、第1の液体は混合物を形成する2つ以上の物質からなるものでもよい。混合物中の2つ以上の物質は単一の相を形成するように混和可能なものであってよい。例えば2つ以上の物質からなる混合物では、第1の物質は混合物の第2の物質と反応しないものでよい。特定の実施形態では、第1の物質は第2の物質と反応するものでもよい。混合物の幾つかの好適材料としては例えば、第1の液体の剤薦を溶解、分散、又は懸濁するのに適した溶媒、溶媒混合物、又は他の流動性物質が挙げられる。第1の液体は特定の物質と組み合わされて流動性物質となるものでよい。2つ以上の物質の混合物からなる第1の液体のレオロジー及び粘性は、構造化表面領域上に第1の液体を配置するうえで概ね充分なものである。10

【 0 0 4 5 】

本開示の第1の液体は多くの因子に基づいて選択することができる。特定の因子としては例えば、第1の液体の表面張力、構造化表面領域の凹状形成部内の第1の液体の所望の厚さ、凹状形成部の寸法、基板の構造化表面領域の表面エネルギーなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【 0 0 4 6 】

特定の実施形態では、第1の液体は、第1の液体の表面張力及び基板の構造化表面領域の表面エネルギーが基板の構造化表面領域上に第1の液体を配置することができるようなものとなるように選択することができる。これにより、基板の構造化表面領域上への第1の液体の接触角が小さくなり、濡れ性が強くなる。この結果、第1の液体は第2の液体と接触させた場合に構造化表面領域の少なくとも一部分から流出する傾向を有するため、第1の液体を凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置させることができる。特定の実施形態では、第1の液体を、第1の液体の表面張力及び基板の構造化表面領域の表面エネルギーが基板の構造化表面領域上に第1の液体を配置することができるようになるように選択することで、基板の構造化表面領域上への第1の液体の接触角が中程度、更には大きくなり、濡れ性を低くすることができる。この結果、第1の液体は第2の液体と接触させた場合に構造化表面領域の少なくとも一部分から流出する傾向を有するため、第1の液体を凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置させることができる。2030

【 0 0 4 7 】

本開示の方法では、第1の液体は基板の構造化表面領域上に配置される。配置（例えば塗布又はコーティング）のための適当な方法としては、例えば、飽和又は浸漬法、スプレーコーティング、カーテンコーティング、スライドコーティング、フラッドコーティング、ダイコーティング、ロールコーティング、沈着法、又は他の公知のコーティング若しくは塗布法が挙げられる。構造化表面領域の一部分に第1の液体を均一又は不均一に配置する方法を選択することができる。

【 0 0 4 8 】

特定の実施形態では、構造化表面領域上に配置された第1の液体は凹状形成部を満たし、基板の構造化表面領域の残りの部分（すなわち突出形成部）に溢れ出る。第1の液体は、突出形成部及び陷入形成部のほぼすべてが第1の液体によってコーティングされるよう構造化表面領域上に配置することができる。40

【 0 0 4 9 】

特定の実施形態では、構造化表面領域上に配置された第1の液体は凹状形成部の一部分を満たす。第1の液体は、凹状形成部のあるものが第1の液体によりコーティング又は接触され、凹状形成部のあるものは第1の液体を若干含むかあるいはまったく含まないように所定の配置方法によって構造化表面領域上に配置することができる。特定の場合では、構造化表面領域は所定の領域上に延びる異なる寸法を有する突出形成部及び陷入形成部を含みうる。例えば、凹状形成部の一部分が第1の液体を保持するのに適した寸法を有し、凹状形成部の一部分が凹状形成部内に第1の液体が保持されないような寸法を有してもよ50

い。

【0050】

特定の実施形態では、構造化表面領域上に配置された第1の液体は、1つ以上の凹状形成部と接触するか又はその体積の一部分を占めうる。第1の液体は、1つ以上の凹状形成部の体積の一定の比率を第1の液体が占めるように構造化表面領域上に配置することができる。特定の実施形態では、1つ以上の凹状形成部の体積の少なくとも約5%が第1の液体によって占められてよい。別の実施形態では、1つ以上の凹状形成部の体積の少なくとも約10%、少なくとも約20%、少なくとも約30%、少なくとも約50%、少なくとも約70%、又は少なくとも約90%が第1の液体によって占められてよい。特定の実施形態では、第1の液体は1つ以上の凹状形成部の異なる体積を占めることができる。

10

【0051】

別の実施形態では、第1の液体は、凹状形成部の少なくとも一部分と凹状形成部の内部に配置された第1の液体との間に空気間隙が存在するようにして凹状形成部の一部分を占有する。

【0052】

凹状形成部及び突出形成部を含む構造化表面領域のトポグラフィー形成部は、第1の液体のほぼすべてを受容するか又は一部分を受容することが可能な異なる寸法を有しうる。

【0053】

図3Aは、凹状形成部310及び突出形成部315を有する構造化表面領域300を有する基板の一部分を断面図で示したものである。第1の液体325が構造化表面領域300上に配置され、第1の界面320を形成している。

20

【0054】

図3Bは、構造化表面領域300及びその上に配置された第1の液体325を含む基板の一部分を断面図で示したものである。第1の液体325は第2の液体330と接触して第2の界面340を形成している。第1の液体325は突出形成部315から排除されている。第1の液体325は、基板の構造化表面領域300の凹状形成部310内に選択的に配置されている。

【0055】

本開示の方法では、構造化表面領域の少なくとも一部部分から第1の液体を排除するように第2の液体を選択する。一実施形態では、第2の液体は第1の液体と実質的に混和不能である。「実質的に混和不能」とは、例えば、第1の液体が第2の液体にほとんど溶解することができないために両液が2つの別々の相を形成しうることを指す。

30

【0056】

第2の液体は第1の液体と接触しうるが、第1の液体と混和しない。特定の好適な第2の液体としては、例えば、水、メタノール、エタノール、プロパノールなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。一般に、第1の液体と第2の液体のような実質的に混和不能な液体は2つの別々の相を形成する。混和可能な液体に関する刊行物としては、1) Solvent Miscibility / Immiscibility Tables (溶媒混和性 / 非混和性表)、2008年、Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri、及び、2) CRC Handbook, 64th Ed. 1983 ~ 1984, C699 - C701, CRC Press, Incorporatedがある。

40

【0057】

液体の混和性又は非混和性は一部エントロピーの関数である。場合により液体同士は容易に混合して例えば混和性の溶液を形成する。一般に、異なる液体の分子間の引力が、例えば分子構造及び極性といった因子を含む混和性に寄与しうる。液体の分子構造及び原子同士の結合(直線状、分枝、樹状など)は液体の混和性に影響しうる。液体の極性は、親水性(例えば水酸基、アミン、酸)又は疎水性(例えばアルキル)基の存在に関連している場合がある。液体の混合による自由エネルギーの変化は、混合される液体のエンタルピーの変化、絶対温度、及び絶対温度において混合される液体のエントロピーの変化によっ

50

て大きく左右される。混合時の自由エネルギーの変化が負の値である場合には、2つの液体が混合する方向に進行する。そうでない場合には、2つの別々の相が生ずることが予想される。同じ通路内に導入された2つの異なる水相流が、慣性効果よりも粘性効果が優位となるために平行に層流を形成して流れようとするマイクロリアクター内部の多層流において見られるように、互いに接触している2つの混和性の液体同士が互いに実質的に混合しない場合もある。この現象に関する刊行物としては、1) Journal of Power Sources、128巻、1号、54~60頁、及び、2) Biomaterials、20巻、23~24号、2363~2376頁がある。したがって、特定の実施形態では、第1の液体と少なくとも部分的に混和可能である第2の液体を使用して第1の液体を例えば突出形成部のような構造化表面領域の特定の部分から排除することが可能であり、これにより第1の液体が凹状形成部内に選択的に残留することになる。

【0058】

例えば2つの液体が実質的に混和不能な液体であることを示す2つの別々の層は、これらの液体を混合する際の正のエンタルピーによって生じうる。上記に述べた各因子の不均衡又は不一致によって各液体同士が混和不能となりうる。例えば、ヘキサンは水と実質的に混和不能とみなされる。ヘキサンは水と同様の構造を有してもおらず、水のように水素結合に供される水酸基も有していない。ヘキサンと水との間では引力が作用しないため、これらの溶媒同士は実質的に混和不能であり、2つの別々の相が形成される。当業者によれば、実質的に混和不能である2つの液体に関して、一方が極めて少量だけ他方に溶解しうる点は理解されるであろう。これによって、非混和性の関係がなくなるわけではない。自由エネルギーに対するエントロピーの寄与により、完全な非混和性は非現実的であると理解される。本説明文中で開示する方法では、非混和性とは、植物油と水との混合物のような実質的に混和不能な一般的に見られる混合物を特徴付けるものとして理解されるように、一般的な非混和性のレベルを指すものである。構造化表面領域の凹部への第1の液体の局在化、及び第1の液体が混和する第2の液体と接触させられた場合の第1の液体の保持には更なる因子が寄与しうる。こうした因子としては、これらに限定されるものではないが、基板の構造化表面領域上の凹状形成部の3次元的形状によって与えられる毛管力、固体基板の表面エネルギー及び液体の表面張力、並びに第1の液体が接触している基板の構造化表面領域が第2の液体中で震盪させられる程度が挙げられる。

【0059】

本開示の第2の液体は流動性物質であってよい。特定の実施形態では、第2の液体は水であってよく、第1の液体はテトラデカンであってよい。第2の液体には例えば、第2の液体中に分散若しくは懸濁された別の物質若しくは溶媒、別の分子若しくは反応物質、又は別の分子若しくは反応物質などが含まれる。一実施形態では、第2の液体は、基板の構造化表面領域の少なくとも一部分を除去又は溶解又はこれと反応する反応物質を含む。

【0060】

一実施形態では、第2の液体はエッティング液を含む。第2の液体は水性溶媒及びエッティング液を含んでもよい。水性溶媒をエッティング液と組み合わせると、サブトラクティブプロセスにおいて知られるような金属層を除去するうえで有用である。金属層を除去するうえで有用なサブトラクティブプロセスの1つとして例えば湿式化学エッティングがある。湿式化学エッティング液については下記に述べる。

【0061】

第1の液体を第2の液体に接触させるためのある種の方法としては、例えば、飽和又は浸漬法、スプレーコーティング、カーテンコーティング、スライドコーティング、フラッシュコーティング、ダイコーティング、ロールコーティング、沈着法、ナイフコーティング、又は他の公知のコーティング若しくは塗布法が挙げられる。

【0062】

本開示の方法では、第1の液体は構造化表面領域の少なくとも一部分に配置される。第1の液体は、第2の液体と接触させられると基板の構造化表面領域の特定の部分から排除される。特定の実施形態では、第1の液体の第2の液体との非混和性によって2つの相が

10

20

30

40

50

存在することになる。第1の液体の第2の液体との非混和性により、第1の液体が構造化表面領域の特定の形成部へ誘導又は流れる一方で、第1の液体の少なくとも一部が基板の構造化表面領域の特定の他の形成部に保持されうる。

【0063】

第1の液体は、第2の液体と接触すると構造化表面領域の特定の部分から排除される。特定の実施形態では、第1の液体でコーティングされた基板の構造化表面領域を、第2の液体が入れられた浴中に浸漬することができる。第2の液体との接触に際し、第1の液体と第2の液体とは、例えば第1の液体と第2の液体との接触領域に局在化した2つの相を形成しうる。第1の液体が第2の液体と接触すると、第1の液体は構造化表面領域の少なくとも一部分から排除又は除去される。こうした除去時には、第1の液体は凹状形成部内に配置又は保持されうる。特定の実施形態では、第1の液体は構造化表面領域の突出形成部から排除される。構造化表面領域の凹状形成部の毛管力によって第2の液体の存在下での第1の液体の保持が可能となる。本開示では、i) 第1の液体の第2の液体との非混和性と、ii) 構造化表面領域の凹状形成部の毛管力との組み合わせにより、構造化表面領域の凹状形成部内に第1の液体を選択的に配置することが可能である。10

【0064】

図3Cは、第2の液体330(図示せず)が突出形成部315から除去された基板の構造化表面領域300を示す。第1の液体325が凹状形成部310内に存在している。第1の液体325の空気/第1の液体の界面410にはメニスカス400が形成されている。20

【0065】

特定の実施形態では、1つ以上の凹状形成部内に配置された第1の液体の表面は凹状又は凸状でありうる。第1の液体の表面の形状は、基板の構造化表面領域の形成部の表面に応じたものとなりうる。一般に、第1の液体の分子が構造化表面領域の表面に対するよりも互いにに対してより強い引力を有する場合には凸状のメニスカスとなる。例えば、気圧計の水銀とガラスとの間では凸状のメニスカスが観察される。第1の液体の分子が構造化表面領域の表面に対してより強い引力を有する場合には凹状のメニスカスとなる。例えば、水と容器のガラスとの間では凹状のメニスカスが観察される。毛管作用は凹状メニスカスに作用して第1の液体の分子を引き上げる。毛管作用は凸状メニスカスに作用して第1の液体の分子を引き下げる。30

【0066】

図4は、構造化表面領域300の凹状形成部310を示す。第1の液体130が凹状形成部310内に配置されている。第1の液体130の表面上の凸状メニスカス142は第1の空気/液体界面510に形成されている。第1の液体130の表面上の凹状メニスカス144は第2の空気/液体界面520に形成されている。

【0067】

特定の実施形態では、第1の液体は、構造化表面領域の1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された後、固体に変換しうる。第1の液体は、例えば冷却、物質の損失(例えば蒸発)、結晶化など、又はこれらの組み合わせによって固体化しうる。40

【0068】

他の実施形態では、構造化表面領域の凹状形成部内に選択的に配置される第1の液体は、サブトラクティブな金属除去プロセス用のマスク(例えば固体又は液体)でありうる。

【0069】

特定の実施形態では、凹状形成部内に第1の液体が配置された構造化表面領域を、接着剤又は屈折率が一致した材料で埋め戻すことができる。「埋め戻し」とは、凹状形成部を所定の材料で充填し、場合により隣接する突出形成部を埋め戻し材料で上からコーティングすることを指して言う。

【0070】

図5は、主面外形110を有する構造化表面領域115を示す。構造化表面領域115は、凹状形成部130及び突出形成部135を有している。第1の液体140が凹状形成50

部 130 内に存在している。埋め戻し材料 112 が構造化表面領域 115 上に存在している。埋め戻し材料 112 が第 1 の液体 140 と接触する位置には第 1 の液体 / 埋め戻し材料の界面 117 が形成されている。埋め戻し材料 112 が突出形成部 135 と接触する位置には突出形成部 / 埋め戻し材料の界面 120 が形成されている。埋め戻し材料 112 は、正面外形 110 と平行な第 1 の表面 122 を有する。

【0071】

埋め戻しを行う際には、第 1 の液体又は第 1 の液体から得られた固体材料によって占有されていない凹状形成部の体積を充填する。他の実施形態では、埋め戻しを行う際に凹状形成部の一部を充填し、更なる実施形態では、埋め戻しを行う際に構造化表面領域の凹状形成部及び突出領域（例えば山状部）を上から充填する。凹状形成部内に第 1 の液体を配置した後で構造化表面領域を埋め戻すのには幾つかの理由による。透明な基板の場合には、基板の構造化表面領域を光が通過する際の屈折又は反射の影響を防止することが望ましい場合がある。これは、基板と同じ又はそれに近い屈折率を有する（すなわち屈折率が一致した）材料によって構造化表面領域を埋め戻すことによって実現される。場合により、埋め戻し材料は、構造化表面領域を形成する基板の材料と同じものであってもよい。また、例えば環境による劣化から第 1 の液体を保護するために構造化表面領域を埋め戻すことも有用でありうる。最後に、構造化表面領域を有する基板を含む最終物品の表面を平滑化するために構造化表面領域を埋め戻すことが望ましい場合もある。

10

【0072】

埋め戻しに有用な接着剤又は屈折率一致材料は、導電性インク、ポリマー材料を有する導電性インク、又は硬化したポリマー材料を有する導電性インクを含む構造化表面領域に塗布することができる。接着剤又は屈折率一致材料は一般に基板と同じか又はほぼ同じ屈折率を有することにより、構造化表面領域を有する基板を通過する光がほとんどあるいはまったく反射又は屈折しないようにすることができる。特定の実施形態では、凹状形成部を有する基板は透明であってよい。接着剤又は屈折率一致材料などの好適な材料には、所望の波長範囲において透明である熱可塑性及び熱硬化性ポリマーが含まれうる。

20

【0073】

基材と接着剤又は屈折率一致材料との間の屈折率の差は、0.2 以下、0.1 以下、0.05 以下、又は 0.01 以下であってよい。基材と接着剤又は屈折率一致材料との間の屈折率の差は、最低で 0.005、より好ましくは最低で 0.001、より好ましくは 0.0005、更により好ましくは最低で 0.0001 であってよい。特定の実施形態では、基材の屈折率と接着剤又は屈折率一致材料の屈折率との差は、0.0001 ~ 0.2、0.0005 ~ 0.1、0.001 ~ 0.05 の範囲、又は 0.005 ~ 0.01 の範囲であってよい。

30

【0074】

これらの埋め戻し材料は、非晶質、結晶質又は半結晶質のものであってよく、例えばホモポリマー、コポリマー、又はこれらの配合物を含みうる。好適な材料としては、これらに限定されるものではないが、ポリ（カーボネート）（P C）；シンジオタクチック（光学的に等方性の形態では使用されない）及びアイソタクチックポリ（スチレン）（P S）；C 1 ~ C 8 アルキルスチレン；ポリ（メチルメタクリレート）（P M M A）及び P M M A コポリマーを包むアルキル、芳香族、及び脂肪族環含有（メタ）アクリレート；エトキシル化及びプロポキシル化（メタ）アクリレート；多官能性（メタ）アクリレート；アクリル化エポキシ；エポキシ；及び他のエチレン性不飽和物質；環状オレフィン及び環状オレフィン性コポリマー；アクリロニトリルブタジエンスチレン（A B S）；スチレンアクリロニトリルコポリマー（S A N）；エポキシ；ポリ（ビニルシクロヘキサン）；P M M A / ポリ（ビニルフロライド）ブレンド；ポリ（フェニレンオキシド）合金；スチレン系プロックコポリマー；ポリイミド；ポリスルホン；ポリ塩化ビニル；ポリ（ジメチルシリコン）（P D M S）；ポリウレタン；飽和ポリエステル；低複屈折性ポリエチレンを包むポリ（エチレン）；ポリ（プロピレン）（P P）；例えばポリ（エチレンテレフタレート）（P E T）などのポリ（アルカンテレフタレート）；例えばポリ（エチレンナフタレ

40

50

ート) (PEN)などのポリ(アルカンナフタレート)；ポリアミド；イオノマー；酢酸ビニル/ポリエチレンコポリマー；酢酸セルロース；酢酸酪酸セルロース；フルオロポリマー；ポリ(スチレン)-ポリ(エチレン)コポリマー；ポリオレフィン性PET及びPENを含むPET及びPENコポリマー；並びにポリ(カーボネート)/脂肪族PETブレンドが挙げられる。(メタ)アクリレートという用語は、対応するメタクリレート又はアクリレート化合物のいずれかであるものとして定義することができる。

【0075】

本開示の方法の特定の実施形態では、第1の液体は金属、金属前駆物質又は導電性ポリマーでありうる。金属又は金属前駆物質は基板の構造化表面領域上に導電性の微小構造を形成するうえで有用でありうる。金属の特定の好適な例としては、例えば銀、ニッケル、白金、金、パラジウム、銅、インジウム、スズ、アルミニウム、亜鉛、鉄、タンクステン、モリブデン、ルテニウム、鉛ビスマス、及びこれらに類する金属が挙げられる。特定の有用かつ好適な金属前駆物質としては、例えば、カルボン酸塩、アルコキシド、又は上記の金属の組み合わせが挙げられる。金属前駆物質は、配位子を脱離する反応によって金属、金属酸化物、又は混合金属酸化物に変換することができる。

10

【0076】

一実施形態では、第1の液体は導電性インクを含む。導電性インクは金属又は金属前駆物質を含んでよい。好適な導電性インクとしては、液体若しくは金属の液体分散液、金属合金、又はこれらの混合物が挙げられる。導電性インクは例えば、平均粒径が500nm未満のナノ粒子を含みうる。

20

【0077】

特定の実施形態では、導電性インクは更にポリマー材料を含む。特定の実施形態では、ポリマー材料は、1つ以上のポリマー、コポリマー、又はポリマーブレンドを含みうる。好適なポリマー材料は、熱可塑性又は熱硬化性ポリマーであってよい。ポリマー材料としては、例えば、導電性ポリマー、非導電性ポリマー、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【0078】

特定の実施形態では、ポリマー材料は、構造化表面領域の少なくとも一部分から第2の液体により第1の液体を排除した後に硬化させることができる。ポリマー材料は、液体の除去、硬化、又はポリマー材料の架橋によって「硬化」させることができる。特定の実施形態では、ポリマー材料はポリマー鎖の伸長及び/又はポリマー材料の架橋を促進するための架橋剤又は添加剤を含んでもよい。

30

【0079】

特定の実施形態では、凹状形成部内に導電性インクが配置された構造化表面領域を、接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。埋め戻しについては上記に既に述べた。

【0080】

特定の実施形態では、凹状形成部内に選択的に配置された、導電性インク、ポリマー材料を含む導電性インク、又は硬化ポリマー材料を含む導電性インクは無電解メッキされる。無電解メッキについては、本開示内で後述する。

40

【0081】

特定の実施形態では、無電解メッキされた導電性インクを有する構造化表面領域、ポリマー材料を有する無電解メッキされた導電性インク、又は硬化したポリマー材料を有する無電解メッキされた導電性インクを、上記に述べたように接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。

【0082】

特定の実施形態では、凹状形成部内に選択的に配置された、導電性インク、ポリマー材料を含む導電性インク、又は硬化ポリマー材料を含む導電性インクは電解メッキされる。電界メッキについては、Mohler, J. B., Electropolating and Related Processes, Chemical Publishing

50

Company, New York (1969)、米国特許第5137611号 (Robertsら)、及び米国特許第6,632,343号 (Farnsworthら) に述べられている。

【0083】

特定の実施形態では、電解メッキされた導電性インクを有する構造化表面領域、ポリマー材料を有する電解メッキされた導電性インク、又は硬化したポリマー材料を有する電解メッキされた導電性インクを、上記に述べたように接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。

【0084】

本開示の方法の特定の実施形態では、第1の液体は無電解メッキ触媒であってよい。他の実施形態では、第1の液体は無電解メッキ触媒前駆物質であってよい。特定の好適な無電解メッキ触媒としては、例えば、パラジウム、白金、ロジウム、銀、金、銅、ニッケル、コバルト、鉄、及びスズ、並びにこれらの元素同士の、又はこれらの元素と他の元素との合金若しくは化合物が挙げられる。特定の実施形態では、無電解メッキ触媒は銀、白金など、又はこれらの組み合わせを含む。10

【0085】

特定の実施形態では、第1の液体は無電解メッキ触媒前駆物質であってよい。好適な無電解メッキ触媒前駆物質としては、例えば、パラジウム、白金、ロジウム、銀、金、銅、ニッケル、コバルト、鉄、及びスズのアルコキシド、カルボン酸塩及びハロゲン化物、並びにこれらの元素同士の、又はこれらの元素と他の元素との合金及び化合物が挙げられる。20 特定の実施形態では、無電解メッキ触媒前駆物質は酢酸パラジウムを含む。特定の実施形態では、無電解メッキ触媒前駆物質は、パラジウム2,4-ペンタンジオネットなどのパラジウムジケトネットを含む金属有機パラジウム化合物を含む。無電解メッキ触媒前駆物質は、後述するような変換工程によって無電解メッキ触媒に変換することができる。

【0086】

特定の実施形態では、凹状形成部に選択的に配置された無電解メッキ触媒を例えば無電解メッキ浴により無電解メッキすることができる。無電解メッキ又は沈着とは、金属などの導電性材料を自己触媒メッキするための方法を指す。この方法では、通常、沈着金属の可溶な形態を還元剤とともに含む無電解メッキ溶液を使用する。沈着金属の可溶な形態は、通常、イオン種又は金属錯体（すなわち、1つ以上の配位子に配位した金属種）である。無電解沈着は、コーティングされる加工物への電流の印加を必要としない。無電解メッキ法は、Mallory and J. B. Hajdu, Electroless Plating - Fundamentals and Applications, ed. G. O. Norwich (1990) に述べられている。30

【0087】

無電解メッキで行われる特定の工程としては、構造化表面領域を触媒表面（すなわち無電解メッキ触媒）で前処理する工程、及び構造化表面領域を有する基板を適当なメッキ浴中に浸漬する工程がある。無電解メッキ触媒の触媒表面は、無電解メッキ溶液からの金属の沈着を触媒する。メッキは一旦開始されると、それ自体の金属表面によって触媒される溶液金属源の継続的な還元によって進行することから、「自己触媒」という用語の由来くなっている。無電解メッキを使用して形成することが可能な金属沈着物としては、例えば、銅、ニッケル、金、銀、パラジウム、ロジウム、ルテニウム、スズ、コバルト、亜鉛、並びにこれらの金属同士の、又はこれらの金属とリン若しくはホウ素との合金、並びにこれらの金属同士の、又はこれらの金属とリン若しくはホウ素との化合物が挙げられる。好適な還元剤としては、例えば、ホルムアルデヒド、ヒドラジン、アミノボラン、及び次亜リン酸塩が挙げられる。無電解メッキされる金属と、基板の構造化表面領域上に集積する無電解メッキ触媒の金属とは同じであっても異なってもよい。無電解メッキについては米国特許第7,160,583号 (Freyl) に更に述べられている。40

【0088】

特定の実施形態では、第1の液体は無電解メッキ触媒前駆物質を含む。無電解メッキ触50

媒を形成するために無電解メッキ触媒前駆物質を加熱することができる。無電解メッキ触媒前駆物質を加熱するのに有用な方法としては、例えば、対流、放射、及びこれらの組み合わせが挙げられる。特定の実施形態では、無電解メッキ触媒前駆物質は、光分解して無電解メッキ触媒を形成する場合もある。特定の実施形態では、得られた無電解メッキ触媒を上記に述べたように無電解メッキすることによって無電解メッキされた構造化表面領域を形成することができる。

【0089】

特定の実施形態では、無電解メッキされた構造化表面領域は上記に述べたように接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。

【0090】

特定の実施形態では、第1の液体はポリマー組成物を含む。無電解メッキ触媒を有する第1の液体に適したポリマー組成物としては、例えば、ポリイミド、ポリオレフィン、アクリル樹脂、スチレンなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。特定の好適な熱硬化性ポリマーとしては、例えば、ポリアミド、ポリエボキシド、フェノールポリマー、ポリイミド、アクリルポリマー、ポリウレタン、シリコーンポリマーなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【0091】

ポリマー材料を含む無電解メッキ触媒を硬化させることもできる。ポリマー材料は、液体の除去、硬化、又はポリマー材料の架橋によって「硬化」させることができる。特定の実施形態では、ポリマー材料はポリマー鎖の伸長及び/又はポリマー材料の架橋を促進するための架橋剤又は添加剤を含んでもよい。硬化したポリマー材料を含む無電解メッキ触媒を上記に述べたように無電解メッキすることができる。

【0092】

特定の実施形態では、ポリマー材料を有する無電解メッキされた構造化表面領域、又は硬化したポリマー材料を有する無電解メッキされた構造化表面領域を、上記に述べたように接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。

【0093】

本開示の方法の特定の実施形態では、第1の液体はマスク材料であってよい。マスク材料とは、基板に塗布されて処理の間に基板の保護を与え、後で除去されて基板を露出させることができるような材料のことを指す。マスク材料は、基板の構造化表面領域状の金属層又は金属含有微小構造をマスキングするうえで有用でありうる。マスク材料は例えば、ポリマー材料、無機材料、粒子充填複合材料、又はこれらの組み合わせを含みうる。特定の好適なポリマー材料としては、例えば、ポリアクリレート、ポリ(メタ)アクリレート、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミドなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。ポリマー材料は、構造化表面領域の化学的又は物理的改質に先立って構造化表面領域を保護又は隔離することができる。ポリマー材料は、例えば1つ以上のポリマー、コポリマー、又はポリマーブレンドを含みうる。粒子充填複合材料は、微小粒子、ナノ粒子、又はこれらの組み合わせを、セルロース材料、ポリマー結合剤などと組み合わせて含みうる。粒子は、粒子酸化物、表面改質粒子など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【0094】

特定の実施形態では、マスク材料はポリマー材料であってよい。ポリマーマスク材料は硬化させることができる。特定の実施形態では、マスク材料は粒子充填複合材であってよい。

【0095】

特定の実施形態では、凹状形成部上に集積されたマスク材料上、及び実質的にマスク材料を有さない構造化表面領域の残りの部分に金属層を沈着することができる。金属層は例えば、スパッタリング、又は蒸発法などの物理的又は化学的蒸着法によって沈着することができる。

【0096】

特定の実施形態では、凹状形成部内に配置されたマスク材料上に沈着された金属層を除

10

20

30

40

50

去することができる。本説明文中で述べる方法では、マスクはリフトオフマスクと考えることができる。金属層は、構造化表面領域の残りの部分（例えば突出形成部）には残りうる（すなわちマスク材料のない領域）。マスク材料上に沈着されたマスク材料及び金属層は、溶解、加熱、分解、又はこれらの組み合わせによって構造化表面領域から除去することができる。

【0097】

特定の実施形態では、構造化表面領域の残りの部分に存在する金属層を有する構造化表面領域を接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。

【0098】

一態様では、パターン形成された基材を形成する方法を提供する。本方法は、(a) 1つ以上の凹状形成部及びその1つ以上の凹状形成部と相補的な表面領域を有するようにその上に金属層が配置された金属化された構造化表面領域を有する基板を与える工程と、(b) 前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分の上に第1の液体を配置する工程と、(c) 前記第1の液体を第2の液体と接触させる工程と、(d) 前記第1の液体が前記1つ以上の凹部の少なくとも一部分に選択的に配置されるように前記第2の液体によって前記金属化構造化表面領域の少なくとも一部分から前記第1の液体を排除する工程と、(e) 前記1つ以上の凹状形成部に相補的な前記表面領域から前記第2の液体中に前記金属層の少なくとも一部分を選択的に溶解する工程と、を含む。10

【0099】

一実施形態では、第2の液体は第1の液体と実質的に混和不能である。20

【0100】

「～に相補的な表面領域」という用語は、前記1つ以上の凹状形成部に隣接する構造化表面領域の所定の領域又は場所のことを一般的に指す。「～に相補的な表面領域」は、本開示では「相補的な表面領域」と呼ぶ場合もある。例えば、構造化表面領域の全体は、各突出形成部及び各陷入形成部の総和から構成されうる。突出形成部及び陷入形成部については上記に既に説明した。突出形成部は、意味内容によっては、構造化表面領域の凹状形成部に隣接して配置される相補的表面領域と呼ぶこともできる。

【0101】

「金属化」とは、構造化表面領域が金属含有材料層を有することを意味する。ここで金属含有材料層という用語は、金属層という用語と互換可能に使用することができる。金属化構造化表面領域の金属含有材料の特定の例としては、金属元素、金属合金、金属混合物、金属間化合物、金属酸化物、金属硫化物、金属炭化物、金属窒化物、及びこれらの組み合わせが挙げられる。金属の例としては、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ロジウム、銅、ニッケル、鉄、インジウム、スズ、タンタル、チタン、クロム、タンクスチーンが挙げられる。30

【0102】

図6Aは、金属化凹状形成部415、金属化突出形成部420、及び金属層430を有する金属化構造化表面領域400を含む金属化基板を示したものである。金属層430が金属化基板の金属化構造化表面領域400と接触する部位には金属層／構造化表面領域の界面425が形成されている。40

【0103】

特定の実施形態では、金属化構造化表面領域の凹状形成部又は凹状形成部の少なくとも一部分は、1つ以上の凹部の少なくとも一部分に選択的に配置された、第1の液体、又はポリマー材料を含む第1の液体、又は硬化ポリマー材料を含む第1の液体を含みうる。特定の実施形態では、第1の液体は硬化させることができる。第1の液体の液体の除去、第1の液体の乾燥、又は架橋によって第1の液体を硬化させることができる。

【0104】

図6Bは、金属化凹状形成部415、金属化突出形成部420、及び第1の液体440が接触する金属層430を有する金属化構造化表面領域400を有する金属化基板を示したものである。第1の液体440は、金属化凹状形成部415内及び金属化突出形成部450

20上に存在している。金属層430が第1の液体440と接触する部位には、第1の液体／構造化表面領域の界面445が形成されている。

【0105】

別の実施形態では、第1の液体はレジスト材料を含む。説明文中で用いる「レジスト材料」とは、化学的及び／又は物理的作用（例えばサブトラクティブプロセスによる金属エッチング）から金属含有層を保護する、金属含有層のコーティングとして使用される材料のことを指す。レジスト材料の好適な例としては、ポリマー材料、無機材料など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。レジスト材料については、米国特許第6,077,560号（Moshrefzadehら）に述べられている。

【0106】

市販のレジスト材料の特定の例としては、Marlborough, Massachusetts所在のShipley CompanyよりSHIPLEY RESIST 1400-37の商品名で販売されるレジスト、Freeport, New York所在のLearonalよりRONASCREEN 2400の商品名で販売されるレジスト、及びSmyrna, Georgia所在のUCB Chemicals CorporationよりDANOCURE 1173（光開始剤を含むイソボルニルアクリレート）の商品名で販売される別のフォトレジストなどのフォトレジストが挙げられる。

【0107】

無機レジスト材料の特定の例としては、例えば、金属酸化物及び金属窒化物、無機半導体、金属などが挙げられる。有用な金属酸化物及び金属窒化物の代表的な例としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタン、窒化ケイ素、チタン酸バリウム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニア酸チタン酸バリウムなどが挙げられる。金属化構造化表面領域の相補的領域は、第2の液体との接触後には排除された第1の液体を実質的に有さない。構造化表面領域の相補的領域の金属層は、金属層の少なくとも一部分を金属化表面領域から除去することによってエッティングすることができる。金属化構造化表面領域の相補的領域を除去又はエッティングするための材料については後述する。構造化表面領域の凹部内に配置される第1の液体は、エッティング工程の際に第1の液体の下に配置される金属層を保護することができる。特定の実施形態では、第2の液体は金属化構造化表面領域の突出形成部から、又は相補的領域から金属をエッティングする。

【0108】

特定の実施形態では、第1の液体は硬化させることができる。沈着した後、硬化させる（例えば紫外線又は電子線硬化）ことが可能なモノマー前駆物質（反応性モノマー）を使用することもできる。更に、例えば有機ガラス、結晶性有機化合物などの小さな分子を使用することができる。

【0109】

図6Cは、金属化構造化表面領域400を有する金属化基板を示したものであり、第1の液体440が第2の液体460と接触させられることによって、第2の液体／金属化構造化表面領域の界面448を形成している。第1の液体440は、金属化突出形成部420から排除されている。第1の液体440は、金属化構造化表面領域400の金属化凹状形成部415内に選択的に配置されている。

【0110】

本開示の方法では、第1の液体が凹部内に選択的に配置された後、金属層の少なくとも一部分を第2の液体によって選択的に溶解することができる。溶媒及びエッティング液を含む第2の液体は、1つ以上の凹状形成部と相補的な表面領域から金属層を除去又はエッティングすることができる。

【0111】

図6Dは、金属化構造化表面領域400を有する金属化基板を示したものであり、第1の液体440が第2の液体460によって排除された後に金属化凹状形成部415内に存在することによって第1の液体／第2の液体の界面490を形成している。第1の液体440が金属層410を有する金属化凹状形成部415と接触する部位には第1の液体／金

10

20

30

40

50

属化凹状形成部の界面 470 が形成されている。第 2 の液体 460 が金属化突出形成部 420 から金属層を溶解(例えばエッティング)することによって突出形成部 495 が形成される。第 2 の液体 460 が突出形成部 495 と接触する部位には突出形成部 / 第 2 の液体の界面 465 が形成されている。

【0112】

第 2 の液体は、第 1 の液体によってマスキングされていない表面領域から金属層を選択的にエッティングする。第 2 の液体の塗布、及びこれに続く層の除去は湿式化学エッティングの一例である。湿式化学エッティングでは通常、金属化構造化表面領域を有する基板を化学エッティング液の液浴中に浸漬するか、あるいは金属化構造化表面領域上の金属含有材料層(例えば金属層)と反応する化学エッティング液を金属化構造化表面領域にスプレーすることによって、材料(例えば金属)を除去する。エッティング液の代表的な例としては、例えば、ケイ素に対する HF、HF : NH₄F、KOH、エチレンジアミンピロカテコール(EDP)、CsOH、NaOH、及びヒドラジン(N₂H₄ - H₂O)、金属に対するHC1:グリセリン、ヨウ素、KI: I₂:H₂O、及びHNO₃、並びに、金属酸化物又は窒化物に対するHF及びHC1が挙げられる。金属含有材料層の液体による除去では、通常、当該層が可溶な(例えば溶解する)第 2 の液体に金属化構造化表面領域を曝露する。第 2 の液体として有用な溶媒としては、例えば、水、アセトン、トルエン、ヘキサン、ヘプタン、シクロヘキサンなど、又はこれらの混合物が挙げられる。特定の実施形態では、金属層を第 2 の液体中に選択的に溶解する工程で更に攪拌を行う。攪拌によって、第 1 の液体と第 2 の液体との接触、及び 1 つ以上の凹状形成部と相補的な表面領域から第 2 の液体中への金属層の溶解が促進される。10

【0113】

特定の実施形態では、第 1 の液体はポリマー材料を含むか、あるいは、第 1 の液体は、金属化構造化表面領域の凹状形成部に相補的な表面領域から金属層がエッティングされた後、金属化構造化表面領域の凹状形成部から除去することが可能な硬化ポリマー材料を含む。凹状形成部から第 1 の液体が除去されると、金属化構造化表面領域の金属層は凹状形成部内部で露出されうる。第 1 の液体は、加熱、溶解、分解、又は当業者には周知の他の方法によって除去することができる。20

【0114】

特定の実施形態では、エッティング及び場合により第 1 の液体を除去することによる金属含有材料層のパターン形成後に、金属化構造化表面領域を接着剤又は屈折率一致材料で埋め戻すことができる。埋め戻しについては上記に既に述べた。30

【0115】

図 6E は、第 2 の液体 460 及び第 1 の液体 440 の除去後のエッティングされた構造化表面領域 405 を示したものである。金属化表面形成部 415 は金属層 410 を有している。突出形成部 495 の金属層は除去されている。40

【0116】

特定の実施形態では、凹状形成部内に金属層が選択的に配置されたエッティングされた金属化構造化表面領域を、上記に述べた埋め戻し材料、方法、及び構造のいずれかを用いることによって更に埋め戻すことができる。40

【0117】

本開示のパターン形成された基板は多くの用途で利用することができる。特定の実施形態では、パターン形成された基板は、肉眼では見えない、あるいはほとんど見えない充分に小さい最小寸法(例えば線の幅)を有する導電性形成部を有する。パターン形成された基板を用いる特定の用途としては例えば、フレキシブル回路などの電子回路が挙げられる。パターン形成された基板を用いる他の用途としては、電極を必要とする装置が挙げられる。電極の特定の例としては例えば、大きな面積(例えば 1 cm² よりも大きな面積、500 cm² よりも大きな面積、又は 1 m² よりも大きな面積)にわたって導電性かつ光透過性を示す基本的にプレーナ型の電極、フレキシブル電極などが挙げられる。電極を含む装置の特定の例としては、例えば、エレクトロクロミックウインドウ及びディスプレイ、50

エレクトロルミネセンスランプ、抵抗加熱窓、タッチスクリーンディスプレイなどが挙げられる。パターン形成された基板を用いる他の用途としては、例えば電磁干渉(EMI)などの電磁放射の遮蔽における使用が挙げられる。上記の例としては、プラズマディスプレイパネル(PDP)などの電子情報ディスプレイが挙げられる。

【0118】

本開示は、例示的な、本開示の範囲の限定を目的としない以下の実施例により、更に明らかとなろう。

【実施例】

【0119】

本開示の範囲内での多くの改変及び変更が当業者には自明であるため、あくまで説明を目的とした以下の実施例において本開示をより詳細に説明する。特に断らないかぎり、以下の実施例において記載する割合、百分率、及び比率はすべて重量を基準としたものであり、実施例において使用する試薬はすべて、後述する化学製品供給業者から得られるか、又は入手可能なものであり、あるいは従来の技法によって合成することも可能である。

10

【0120】

実施例1

構造形成された金型でポリマー基板を成形することによって、構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。構造形成された金型は、幅約10マイクロメートル、高さ約10マイクロメートルの隆起した畝状部のパターンを有する直径10センチメートルの石英ガラスのプレートを有するものを使用した。隆起した畝状部は、約200マイクロメートルのピッチを有する正方形のグリッドの形態であった。金型は、フォトリソグラフィー及び反応性イオンエッティングに基づく当該技術分野では周知の方法にしたがって作製した。

20

【0121】

ポリマー材料上にコーティングするのに適した樹脂配合物は、74.25重量%(wt%)のPhotomer 6210(Cognis, Monheim, Germany)、24.75wt%のSR-238-1, 6-ヘキサンジオールジアクリレート(Sartomer, Exton, Pennsylvania)、及び1.0wt%のDarocur 1173(Ciba Additives, Basel, Switzerland)からなるものであった。この樹脂配合物を室温で混合して各成分を合わせた。樹脂配合物をポリマー材料上にナイフコーティングした。樹脂配合物をポリマー材料に塗布した後、紫外線ランプ(Black-Ray XX-15BLB UV Bench Lamp, UVP, Upland, California)を使用して樹脂配合物を金型とポリマー材料のシート(ポリエチレンテレフタレート(PET)、厚さ125マイクロメートル、Melinex, Dupont Teijin Film, Hopewell, Virginia)との間に約3分間硬化させた。硬化した樹脂配合物を含むポリマー材料を金型から分離して構造化表面領域を有するポリマー基板を得た。

30

【0122】

構造化表面領域を有するポリマー基板は、約200マイクロメートルのピッチを有する正方形の格子の形態の凹状溝を有していた。構造化表面領域の溝は、幅約10マイクロメートル、深さ約10マイクロメートルの寸法を有していた。

40

【0123】

蒸発コーティング(Denton Vacuum Coater DV-502A, Denton Vacuum USA, Moorestown, New Jersey)を使用してポリマー基板に約30オングストロームのクロム(Cr、純度99.9%)のロッド、R.D.Mathis Company, Signal Hill, California)を蒸気コーティングした後、蒸気コーティングされたクロム層の上に約250ナノメートルの銀(Ag、純度99.99%)の3mmショット、ロット番号200G、Cerac Incorporated, Milwaukee, Wisconsin)をコーティングして、金属化構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。

50

【0124】

この金属化ポリマー基板を第1の液体としてのヘキサン(C₆H₁₄、98.5%、EMD、Darmstadt, Germany)中に手でディップコーティングした。ヘキサンを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がヘキサンによってコーティングされた。

【0125】

この金属化ポリマー基板を銀エッティング水溶液中に浸漬した。銀エッティング水溶液は、0.02M硝酸鉄(III)9水和物(98%以上、EMD、Darmstadt, Germany)及び0.03Mチオ尿素(99.9%、Aldrich, Milwaukee, Wisconsin)を脱イオン水に含むものであった。金属化ポリマー基板上に付着したヘキサンをエッティング溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約3分間浸漬する間、金属化ポリマー基板を手で攪拌させた。ヘキサンは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された。ヘキサンは金属化ポリマー基板の突出形成部の特定の部分から排除された。ヘキサンが表面に配置されていない金属化構造化表面領域の領域では、エッティング水溶液が金属層を溶解(例えばエッティング)することによって、金属層のない金属化ポリマー基板の領域と、金属層を有する凹状形成部内にヘキサンが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。10

【0126】

エッティング後の金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール(EtOH、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut)ですすいだ。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。エタノール及び水によるすぎにより、凹状形成部からヘキサンが除去された。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金属層が残った。金属層は、金属化構造化表面領域から金属層をエッティングする際にヘキサンによってマスキングされた。金属化構造化表面領域の凹状形成部の金属層は、図7に送信記録された光学電子顕微鏡写真(Olympus BH-2光学顕微鏡、Olympus America, Incorporated, Melville, New York)に示されるように凹状形成部内に残り、クロスハッチパターンを有するパターン形成された基板が得られた。図7は、金属化ポリマー基板の凹状形成部内に残った銀層(すなわち暗い部分)を示している。2030

【0127】**実施例2**

構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。構造化表面領域は半球形状の突出形成部の六角形のアレイを有していた。各半球間の間隔は約100マイクロメートルであった。各半球の高さは約23マイクロメートルであった。同様のポリマー基板については、米国特許第5,300,263号(Hoopmanら)、米国特許第5,439,621号(Hoopman)、及び米国特許出願公開第2006/0072199(Moris hitaら)に述べられている。好適な基板は、Leister Process TechnologiesのAxetris Microsystems部門(Riedstrasse, Switzerland所在)よりMICRO OPTICS MICRO LENS ARRAYの商品名で市販されている。40

【0128】

蒸発コーティング(Denton Vacuum Coater DV-502A、Denton Vacuum USA、Moorestown, New Jersey)を使用してポリマー基板に約10~30オングストロームのクロム(Cr、純度99.9%)のロッド、R.D.Mathis Company、Signal Hill, California)を蒸気コーティングした後、蒸気コーティングされたクロム層の上に約70ナノメートルの金(Au、純度99.999%)の金スプラッター、Cerac Incorporated、Milwaukee, Wisconsin)をコーティングして、金属化構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。50

【0129】

この金属化ポリマー基板を第1の液体としてのテトラデカン($C_{14}H_{30}$ 、99.9%、Aldrich、Milwaukee, Wisconsin)中に手でディップコーティングした。テトラデカンを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がテトラデカンによってコーティングされた。

【0130】

この金属化ポリマー基板を金エッティング水溶液中に浸漬した。金エッティング水溶液は、1.0176gのチオ尿素(99.9%、Aldrich、Wisconsin州ミルウォーキー)、0.55mlの塩酸(HCl, 36.5~38%、J.T.Baker、Phillipsburg, Massachusetts)、0.5mlの過酸化水素(H_2O_2 , 30%水溶液、Malinckrodt Baker, Incorporated、Phillipsburg, Massachusetts)、及び21gの脱イオン水からなるものであった。金属化ポリマー基板上に付着したテトラデカンをエッティング溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約1分間浸漬する間、金属化ポリマー基板を手で攪拌させた。テトラデカンは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された。テトラデカンは金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。テトラデカンが表面に配置されていない金属化構造化表面領域では、エッティング水溶液が金属層を溶解(例えばエッティング)することによって、金属層のない金属化ポリマー基板の領域と、金属層を有する凹状形成部内にテトラデカンが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。10 20

【0131】

金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール(EtOH、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut)ですすぎた。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。エタノール及び水によるすすぎにより、凹状形成部からテトラデカンが除去された。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金属(例えば金)層が残った。金属層は、金属化構造化表面領域から金属層をエッティングする際にテトラデカンによってマスキングされた。金属化構造化表面領域の凹状形成部の金属層は、図8に送信記録された光学電子顕微鏡写真(Olympus BH-2光学顕微鏡写真、Olympus America, Incorporated, Melville, New York)に示されるように凹状形成部内に残り、パターン形成された基板が得られた。図8は、金属化ポリマー基板の凹状形成部内に残った金属層(すなわち暗い部分)を示している。図8に示されるように、得られたポリマーフィルム基板では、各半球レンズの周囲の凹部領域に選択的に金が選択的に残っていた。30

【0132】

実施例3

実施例2の構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。ポリマー基板をクロム層及び金層で同様にコーティングすることによって、実施例2に述べられるような構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。

【0133】

金属化ポリマー基板を、第1の液体としてのヘキサデカン($C_{16}H_{34}$ 、Alfa Aesar、Ward Hill, Massachusetts)中に手でディップコーティングした。テトラデカンを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がテトラデカンによってコーティングされた。40

【0134】

金属化ポリマー基板を実施例2の金エッティング水溶液中に浸漬した。金属化ポリマー基板に付着したヘキサデカンを金エッティング水溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約1分間浸漬する間、金属化ポリマー基板を手で攪拌させた。ヘキサデカンは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的

に配置された。ヘキサデカンは金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。ヘキサデカンが表面に配置されていない金属化構造化表面領域の領域では、エッチング水溶液が金属層を溶解（例えばエッチング）することによって、金層のない金属化ポリマー基板の領域と、金層を有する凹状形成部内にヘキサデカンが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。

【0135】

金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール（E t O H、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut）ですすいだ。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。エタノール及び水によるすすぎにより、凹状形成部からヘキサデカンが除去された。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金属（例えば金）層が残った。金属層は、金属化構造化表面領域から金属層をエッチングする際にヘキサデカンによってマスキングされた。金属化構造化表面領域の凹状形成部の金属層は、図9に送信記録された光学電子顕微鏡写真（Olympus BH-2光学顕微鏡写真、Olympus America, Incorporated, Melville, New York）に示されるように凹状形成部内に残り、パターン形成された基板が得られた。図9は、金属化ポリマー基板の凹状形成部内に残った金層（すなわち暗い部分）を示している。図9に示されるように、得られたポリマーフィルム基板では、各半球レンズの周囲の凹部領域に選択的に金が選択的に残っていた。

【0136】

実施例4

構造形成された金型でポリマー基板を成形することによって、構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。構造形成された金型は、幅約2.5マイクロメートル、高さ約2~12マイクロメートルの寸法を有する隆起した畝状部のパターンを有する長さ33センチメートル×幅27センチメートルのニッケルプレートを有するものを使用した。隆起した畝状部は、構造形成された金型の全長の約66%にわたって延びる、約4ミリメートル間隔の正弦曲線の軌跡の形態であった。金型は、米国特許出願公開第2007/0231541号（Humpal）に同様に述べられるような、エキシマレーザープレーシヨンにより得られたポリマーマスターからのニッケル成形に基づく当該技術分野では周知の方法にしたがって作製した。

【0137】

実施例1のポリマー材料上にコーティングするのに適した樹脂配合物をポリマー基板上にナイフコーティングした。樹脂配合物をポリマー材料に塗布した後、紫外線ランプ（Black-Ray XX-15BLB UV Bench Lamp, UVP, Upland, California）を使用して樹脂配合物を金型とポリマー材料のシート（ポリエチレンテレフタレート（PET）、厚さ125マイクロメートル、Melinex、DuPont Teijin Film, Hopewell, Virginia）との間に約2分間硬化させた。硬化した樹脂配合物を含むポリマー材料を金型から分離して構造化表面領域を有するポリマー基板を得た。

【0138】

構造化表面領域を有するポリマー基板は、約4000マイクロメートルのピッチを有する正弦曲線状の溝の形態の凹状溝を有するものであった。構造化表面領域の各溝は、幅約2.5マイクロメートル、深さ約2~12マイクロメートルの寸法を有するものであった。

【0139】

蒸発コーティング（Denton Vacuum Coater DV-502A, Denton Vacuum USA, Moorestown, New Jersey）を使用してポリマー基板に約70オングストロームのクロム（Cr、純度99.9%のロッド、R.D.Mathis Company, Signal Hill, California）を蒸気コーティングした後、蒸気コーティングされたクロム層の上に約70ナノメートルの金（Au、純度99.999%の金スプラッター、Cerac Incorporated）を蒸気コーティングした。

10

20

30

40

50

ated、Milwaukee, Wisconsin)をコーティングして、金属化構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。

【0140】

金属化ポリマー基板を、第1の液体としてのヘキサデカン($C_{16}H_{34}$ 、Aldrich、St. Louis, Missouri)中に手でディップコーティングした。ヘキサデカンを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がヘキサデカンによってコーティングされた。

【0141】

金属化ポリマー基板を、4gのヨウ化カリウム(KI、99%、Aldrich、Milwaukee, Wisconsin)、1gのヨウ素(I₂、99%以上、Alfa Aesar、Avocado、Lancaster, United Kingdom)及び40gの脱イオン水からなるエッチング水溶液中に浸漬した。金属化ポリマー基板上に付着したヘキサデカンをエッチング溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約12秒間浸漬する間、金属化ポリマー基板を手で攪拌させた。ヘキサデカンは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された。ヘキサデカンは金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。ヘキサデカンが表面に配置されていない金属化構造化表面領域の領域では、エッチング水溶液が金属層を溶解(例えばエッチング)することによって、金属層のない金属化ポリマー基板の領域と、金属層を有する凹状形成部内にヘキサデカンが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。

【0142】

エッチング後の金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール(EtOH、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut)ですすいだ。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。エタノール及び水によるすぎにより、凹状形成部からヘキサデカンが除去された。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金属層が残った。金属層は、金属化構造化表面領域から金属層をエッチングする際にヘキサデサンによってマスキングされた。金属化構造化表面領域の凹状形成部の金属層は、図10A～Bに送信記録された光学電子顕微鏡写真(Olympus BH-2光学顕微鏡、Olympus America, Incorporated, Melville, New York)に示されるように凹状形成部内に残り、パターン形成された基板が得られた。図10A～Bは、金属化ポリマー基板の凹状形成部内に残った金属層(すなわち銀、暗い部分)を示している。図10Aは、深さ約2マイクロメートル、幅2.5マイクロメートルの寸法を有する凹状形成部内に残った金層を示している。図10Bは、深さ約7マイクロメートル、幅2.5マイクロメートルの寸法を有する凹状溝内に残った金層を示している。

【0143】

実施例5

構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。構造化表面領域は、約2000マイクロメートルのピッチを有する平行なアレイの形態の凹状溝を有していた。凹状溝は、幅約10マイクロメートル、深さ約10マイクロメートルの寸法を有していた。

【0144】

上記実施例5において使用したDenton真空コーティング(DV-502A、Denton Vacuum USA、Moorestown, New Jersey)と同様の、当業者には周知の蒸発コーティングを使用してポリマー基板に約15オングストロームのチタン(Ti、純度99.9%、Alfa Aesar、Ward Hill, Massachusetts)を蒸気コーティングした後、蒸気コーティングされたチタン層の上に約100ナノメートルの銀(純度99.99%の3mmショット、Cerac Incorporated、Milwaukee, Wisconsin)をコーティングして、金属化構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。

【0145】

10

20

30

40

50

この金属化ポリマー基板を第1の液体としての1, 2-プロパンジオール($C_3H_8O_2$ 、99.5%以上、Aldrich、Milwaukee, WI)中に手でディップコーティングした。第1の液体としての1, 2-プロパンジオールを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部が第1の液体としての1, 2-プロパンジオールによってコーティングされた。

【0146】

この金属化ポリマー基板を銀エッティング水溶液中に浸漬した。銀エッティング水溶液は、0.02M硝酸第二鉄九水和物(98%以上、EMD、Darmstadt, Germany)及び0.03Mチオ尿素(99.9%、Aldrich、Milwaukee, Wisconsin)を脱イオン水に含むものであった。金属化ポリマー基板上に付着した1, 2-プロパンジオールをエッティング溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約2分間浸漬する間、テフロン(登録商標)コーティングされた磁力攪拌子及び磁力攪拌プレートを使用して金属化ポリマー基板を攪拌させた。1, 2-プロパンジオールは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された。1, 2-プロパンジオールは金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。1, 2-プロパンジオールが表面に配置されていない金属化構造化表面領域の領域では、エッティング水溶液が銀層を溶解(例えばエッティング)することによって、銀層のない金属化ポリマー基板の領域と、銀層を有する凹状形成部内に1, 2-プロパンジオールが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。

【0147】

金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール(EtOH、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut)ですすいだ。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。エタノール及び水によるすすぎにより、凹状形成部から1, 2-プロパンジオールが除去された。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金属(例えば銀)層が残った。金属層は、金属化構造化表面領域から金属層をエッティングする際に1, 2-プロパンジオールによってマスキングされた。金属化構造化表面領域の凹状形成部の金属層は、Olympus BH-2光学顕微鏡写真(Olympus America, Incorporated, Melville, New York)に示されるように凹状形成部内に残り、パターン形成された基板が得られた。図11は、金属化ポリマー基板の凹状形成部内に残った金属層(すなわち銀、暗い部分)を示している。図11に示されるように、得られたポリマーフィルム基板では、凹状溝内に選択的に銀が選択的に残っていた。

【0148】

実施例6

構造形成された金型でポリマー基板を成形することによって、構造化表面領域を有するポリマー基板を作製した。構造形成された金型は、幅が約5マイクロメートル~約50マイクロメートルの範囲、高さ約2マイクロメートルの寸法を有する隆起した畠状部のパターンを有する長さ約9センチメートル×幅8センチメートルのニッケルプレートを有するものを使用した。金型は、標準的なフォトリソグラフィー法によって作製されるようなシリコンウェーハ上のフォトレジストのパターンから形成されるニッケルに基づき、当該技術分野では周知の方法にしたがって作製した。

【0149】

実施例1のポリマー材料上にコーティングするのに適した樹脂配合物をポリマー基板上にナイフコーティングした。樹脂配合物をポリマー材料に塗布した後、紫外線ランプ(Blak-Ray XX-15BLB UV Bench Lamp、UVP、Upland, California)を使用して樹脂配合物を金型とポリマー材料のシート(ポリエチレンテレフタート(PET)、厚さ125マイクロメートル、Melinex、DuPont Teijin Film、Hopewell, Virginia)との間に約3分間硬化させた。硬化した樹脂配合物を含むポリマー材料を金型から分離して構造化表面領域を有するポリマー基板を得た。

10

20

30

40

50

【0150】

構造化表面領域を有するポリマー基板は、凹状溝の端部に凹状の正方形パッドが設けられたS字状パターンの形態の凹部溝を有していた。凹状溝は、幅約5マイクロメートル～約50マイクロメートル、深さ約2マイクロメートルの寸法を有していた。

【0151】

蒸発コーティング装置（Denton Vacuum Coater DV-502A、Denton Vacuum USA、Moorestown, NJ）を使用してポリマー基板に約30オングストロームのクロム（Cr、純度99.9%のロッド、R.D.Mathis Company、Signal Hill, California）を蒸気コーティングした後、蒸気コーティングされたクロム層の上に約70ナノメートルの金（Au、純度99.999%の金スプラッター、Cerac Incorporated、Milwaukee, Wisconsin）をコーティングして、金属化構造化表面領域を形成する金属層を有する金属化ポリマー基板を形成した。
10

【0152】

この金属化ポリマー基板を第1の液体としてのテトラデカン（C₁₄H₃₀、99.9%、Aldrich、Milwaukee, Wisconsin）中に手でディップコーティングした。テトラデカンを金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。金属化ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がテトラデカンによってコーティングされた。
20

【0153】

金属化ポリマー基板を、1.0176gのチオ尿素（99.9%、Aldrich、Milwaukee, Wisconsin）、0.55mlの塩酸（HCl、36.5～38%、J.T.Baker、Phillipsburg, Massachusetts）、0.5mlの過酸化水素（H₂O₂、30重量%水溶液、Mallinckrodt Baker, Incorporated、Phillipsburg, Massachusetts）、及び21gの脱イオン水からなるエッチング水溶液中に浸漬した。金属化ポリマー基板上に付着したテトラデカンをエッチング溶液と接触させた。金属化ポリマー基板を約1分間浸漬する間、金属化ポリマー基板を手で攪拌させた。テトラデカンは金属化構造化表面領域の特定の部分から排除され、1つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に選択的に配置された。テトラデカンは金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。テトラデカンが表面に配置されていない金属化構造化表面領域では、エッチング水溶液が金属層を溶解（例えばエッチング）することによって、金属層のない金属化ポリマー基板の領域と、金属層（すなわち金層）を有する凹状形成部内にテトラデカンが配置された金属化構造化表面領域の領域とが形成された。エッチング後の金属化ポリマー基板を脱イオン水ですすいだ後、エタノール（EtOH、100%、無水、無水物、Pharmco、Brookfield, Connecticut）ですすいで凹状形成部からテトラデカンを除去した。金属化構造化表面領域の凹状形成部内には金層が残った。窒素雰囲気下で金属化ポリマー基板を乾燥した。凹状形成部内に金を有する金属化構造化表面領域が、図12～13に送信記録された光学電子顕微鏡写真に示されている。
30
図12～13の暗い領域は凹状形成部の金層（すなわち暗い領域）を表わす。図12は、深さ約2マイクロメートル、幅約2.5マイクロメートルの寸法を有する凹状形成部内に残る金層を示す光学顕微鏡写真である。図13は、深さ約7マイクロメートル、幅約2.5マイクロメートルの寸法を有する凹状形成部内に残る金層を示す光学顕微鏡写真である。
40

【0154】

実施例7

表面微小構造を有するポリマー基板を作製した。構造化表面領域は、約2000マイクロメートルのピッチを有する平行なアレイの形態の凹状溝を有していた。凹状溝は、幅約60マイクロメートル、深さ約10マイクロメートルの寸法を有していた。

【0155】

10

20

30

40

50

このポリマー基板を、第1の液体としてのブリリアントブルー染料 (Aldrich, St. Louis, Missouri) の 10 mM 水溶液中に手でディップコーティングした。第1の液体を金属化ポリマー基板及び金属化構造化表面領域上に付着させた。ポリマー基板の凹状形成部及び突出形成部がブリリアントブルー染料溶液によってコーティングされた。

【 0 1 5 6 】

ブリリアントブルー染料溶液によってコーティングされたポリマー基板をデカン (C₁₀H₂₂、99.0%、TCI America, Portland, Oregon) 中に浸漬した。ブリリアントブルー染料溶液にデカンを接触させた。ポリマー基板を約 30 秒間浸漬する間、ポリマー基板を手で攪拌させた。ブリリアントブルー染料溶液は構造化表面領域の特定の部分から排除され、1 つ以上の凹状形成部の少なくとも一部分に溶液が選択的に配置された。溶液は金属化ポリマー基板の突出領域の特定の部分から排除された。

【 0 1 5 7 】

ポリマー基板を空気乾燥してデカンを蒸発させた。デカンの大部分が蒸発した後、ブリリアントブルー染料溶液の水の少なくとも一部を室温で静置することによって蒸発させた。溶液のブリリアントブルー染料は、ポリマー基板の凹状形成部の凹状表面と接触した状態に維持された。図 14 に送信記録された光学顕微鏡写真は、構造化表面領域の凹状形成部内に存在するブリリアントブルー染料（すわなち暗い領域）を示している。

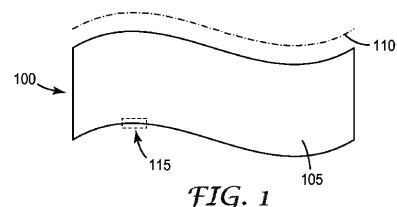
【 0 1 5 8 】

本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく本開示の様々な改変及び変更が当業者には自明であり、本発明は、本明細書に記載される例示的な要素に限定されない点は理解されるべきである。

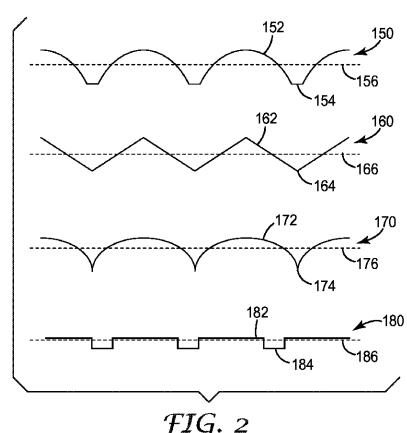
10

20

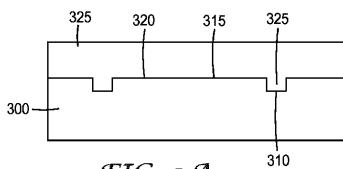
【 図 1 】



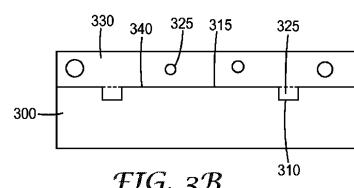
【 図 2 】



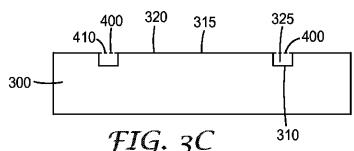
【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【 図 3 C 】



【図4】

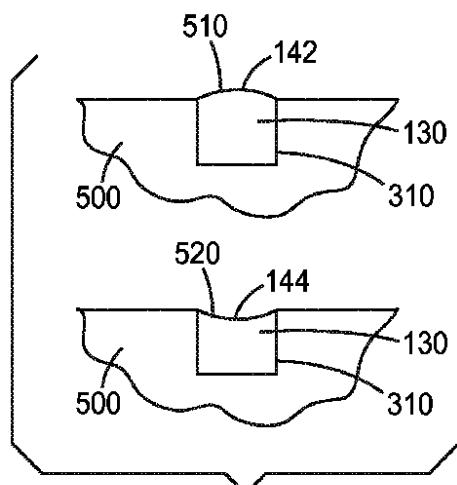


FIG. 4

【図5】

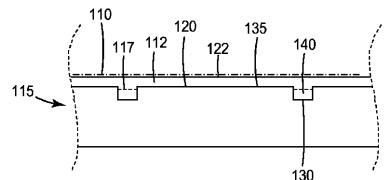


FIG. 5

【図6 D】

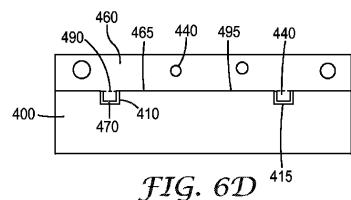


FIG. 6D

【図6 E】

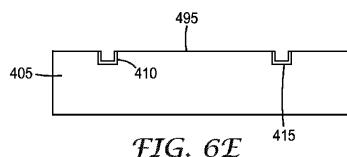


FIG. 6E

【図7】

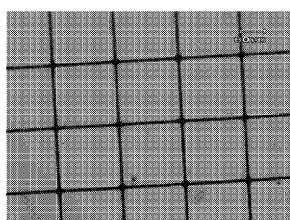


FIG. 7

【図6 A】

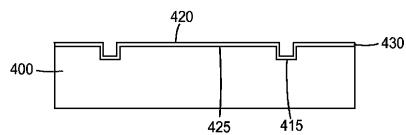


FIG. 6A

【図6 B】

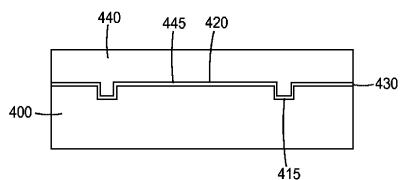


FIG. 6B

【図6 C】

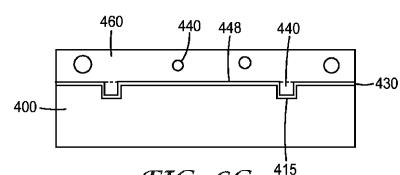


FIG. 6C

【図8】

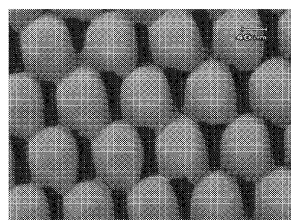


FIG. 8

【図9】

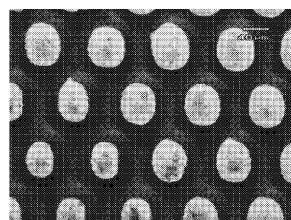


FIG. 9

【図 10A - 10B】

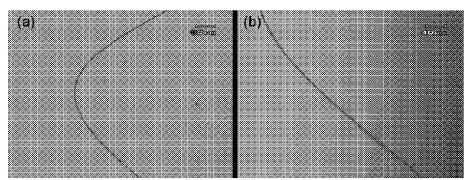


FIG. 10A

FIG. 10B

【図 12】

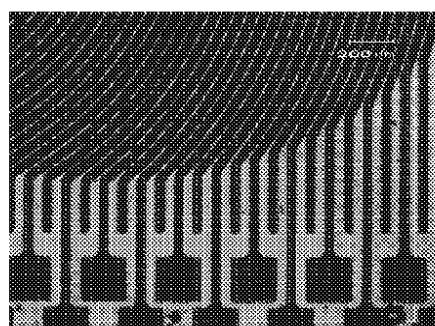


FIG. 12

【図 11】

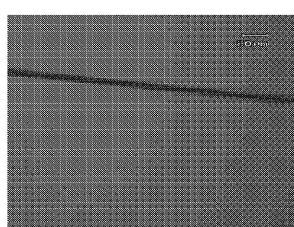


FIG. 11

【図 13】

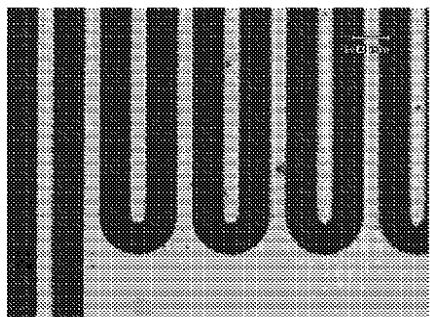


FIG. 13

【図 14】

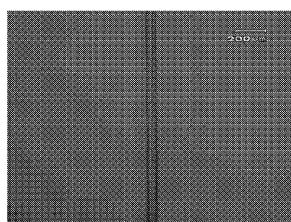


FIG. 14

フロントページの続き

(74)代理人 100111903
弁理士 永坂 友康

(74)代理人 100128495
弁理士 出野 知

(72)発明者 モラン, クリストイン イー.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 フレイ, マシュー エイチ.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 スティ, マシュー エス.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ペクロフスキ, ミハイル エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 33427, スリーエム センター

審査官 佐々木 正章

(56)参考文献 特開2005-317930(JP, A)
特開昭51-126344(JP, A)
特表2005-505420(JP, A)
特開2003-100950(JP, A)
特開昭63-288045(JP, A)
特開平08-095012(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 3/10

H05K 3/18