

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5180381号  
(P5180381)

(45) 発行日 平成25年4月10日 (2013. 4. 10)

(24) 登録日 平成25年1月18日 (2013. 1. 18)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/027 (2006. 01)	H O 1 L 21/30 5 O 2 D
B 2 9 C 59/02 (2006. 01)	B 2 9 C 59/02 Z N M B

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-532095 (P2011-532095)	(73) 特許権者	503193362
(86) (22) 出願日	平成21年10月20日 (2009. 10. 20)		モレキュラー・インプリント・インコーポ
(65) 公表番号	特表2012-506618 (P2012-506618A)		レーテッド
(43) 公表日	平成24年3月15日 (2012. 3. 15)		アメリカ合衆国・78758-3605・
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/005692		テキサス州・オースティン・ウエスト プ
(87) 国際公開番号	W02010/047769		レイカー レーン・1807・ビルディン
(87) 国際公開日	平成22年4月29日 (2010. 4. 29)		グ シー100
審査請求日	平成24年1月31日 (2012. 1. 31)	(74) 代理人	100064621
(31) 優先権主張番号	61/107, 238		弁理士 山川 政樹
(32) 優先日	平成20年10月21日 (2008. 10. 21)	(74) 代理人	100098394
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山川 茂樹
(31) 優先権主張番号	12/581, 236	(72) 発明者	シュ, フランク・ワイ
(32) 優先日	平成21年10月19日 (2009. 10. 19)		アメリカ合衆国・78664・テキサス州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・ラウンド ロック・ハーベイ ペニック
早期審査対象出願			ディーアール・3814
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板からテンプレートを分離する際の応力の低減

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のクラスタを有するインプリント・リソグラフィ・テンプレートであって、  
各クラスタは少なくとも1つの稠密フィーチャ領域を有し、前記稠密フィーチャ領域は  
約0.5～3の縦横比を有する複数のフィーチャを有し、各クラスタは約200ミクロン  
以下の長さを有する空領域によって分離され、

前記空領域は少なくとも1組の100nm～数十ミクロンのサイズを有するダミー・フ  
ィーチャを含み、前記ダミー・フィーチャは、前記空領域内に周期的間隔で位置決めされ  
てダミー領域を画定し、前記ダミー領域は、ダミー・フィーチャのない前記空領域の大き  
さ $G_0$ を超える大きさ $G_Y$ の分離エネルギーを有しており、それにより、形成されたパター  
ン層から前記インプリント・リソグラフィ・テンプレートを分離する際に、前記稠密フ  
ィーチャ領域における前記複数のフィーチャに伝わるずれ応力が減少することを特徴とする  
インプリント・リソグラフィ・テンプレート。

【請求項 2】

前記空領域の長さの値は、約100ミクロン以下であることを特徴とする請求項1に記  
載のテンプレート。

【請求項 3】

前記空領域の長さの値は、分離前線の伝搬速度を減少させるように適応されることを特  
徴とする請求項1に記載のテンプレート。

【請求項 4】

10

20

各稠密フィーチャ領域は、複数の突出部と複数のくぼみを有することを特徴とする請求項 1 記載のテンプレート。

【請求項 5】

前記突出部の横寸法は、約 100 nm 以下であることを特徴とする請求項 4 に記載のテンプレート。

【請求項 6】

前記突出部は、前記テンプレート上にある一定角度で位置決めされることを特徴とする請求項 4 に記載のテンプレート。

【請求項 7】

前記ある一定角度の前記位置は、前記テンプレートをパターン層から分離する際の破壊エネルギーを減少させるように適応されることを特徴とする請求項 6 に記載のテンプレート。

10

【請求項 8】

前記複数の稠密フィーチャ領域のうち第 1 の稠密フィーチャ領域の各フィーチャは、前記複数の稠密フィーチャ領域のうち第 2 の稠密フィーチャ領域の各フィーチャに対して垂直に位置決めされていることを特徴とする請求項 1 に記載のテンプレート。

【請求項 9】

前記複数の稠密フィーチャ領域のうち第 1 の稠密フィーチャ領域の各フィーチャは、前記複数の稠密フィーチャ領域のうち第 2 の稠密フィーチャ領域の各フィーチャに対して略垂直に位置決めされていることを特徴とする請求項 1 に記載のテンプレート。

20

【請求項 10】

前記第 1 の稠密フィーチャ領域内の各フィーチャは、放射状パターンであることを特徴とする請求項 9 に記載のテンプレート。

【請求項 11】

前記第 2 の稠密フィーチャ領域内の各フィーチャは、放射状パターンであることを特徴とする請求項 9 に記載のテンプレート。

【請求項 12】

前記第 1 の稠密フィーチャ領域内の各フィーチャは、各フィーチャの中心が湾曲する凹形状を有することを特徴とする請求項 9 に記載のテンプレート。

【請求項 13】

30

前記第 2 の稠密フィーチャ領域内の各フィーチャは、各フィーチャの中心が湾曲する凹形状を有することを特徴とする請求項 9 に記載のテンプレート。

【請求項 14】

複数のクラスタを有するインプリント・リソグラフィ・テンプレートであって、  
各クラスタは少なくとも 1 つの稠密フィーチャ領域を有し、前記稠密フィーチャ領域は約 0.5 ~ 3 の縦横比を有する複数のフィーチャを有し、各クラスタは約 200 ミクロン以下の長さを有する空領域によって分離され、

前記稠密フィーチャ領域は、一端が他端より大きい格子幅を有する少なくとも 1 つのフィーチャを有することを特徴とするテンプレート。

【請求項 15】

40

複数のクラスタを有するインプリント・リソグラフィ・テンプレートであって、  
各クラスタは少なくとも 1 つの稠密フィーチャ領域を有し、前記稠密フィーチャ領域は約 0.5 ~ 3 の縦横比を有する複数のフィーチャを有し、各クラスタは約 200 ミクロン以下の長さを有する空領域によって分離され、

前記稠密フィーチャ領域は、その中心が湾曲する凹形状を有する少なくとも 1 つのフィーチャを含む、  
ことを特徴とするテンプレート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

( 関連出願の相互参照 )

本出願は、米国特許法第 1 1 9 条 ( e ) ( 1 ) 項の下、2 0 0 8 年 1 0 月 2 1 日に出願された米国仮特許出願第 6 1 / 1 0 7 , 2 3 8 号と 2 0 0 9 年 1 0 月 1 9 日に出願された米国特許出願第 1 2 / 5 8 1 , 2 3 6 号の利益を主張し、これらの出願は、引用によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

ナノ加工は、約 1 0 0 ナノメートル以下のフィーチャを有するきわめて小さな構造の加工を含む。ナノ加工がかなり大きい効果を有していた 1 つの用途は、集積回路の処理である。半導体処理産業は、基板上に形成される単位面積当たりの回路を増やしながら高い生産歩留まりを目指す努力をし続けており、それにより、ナノ加工はますます重要になってきている。ナノ加工は、形成される構造物の最小フィーチャ寸法を縮小し続けながらより優れた工程管理を提供する。ナノ加工が利用されてきた他の開発分野には、バイオテクノロジー、光学技術、機械システムなどがある。

【 0 0 0 3 】

今日使用されている例示的なナノ加工技術は、一般に、インプリント・リソグラフィと呼ばれる。例示的なインプリント・リソグラフィプロセスは、米国特許公報第 2 0 0 4 / 0 0 6 5 9 7 6 号、米国特許公報第 2 0 0 4 / 0 0 6 5 2 5 2 号および米国特許第 6 , 9 3 6 , 1 9 4 号などの多くの公報に詳細に述べられており、これらの文献はすべて、参照により本出願に組み込まれる。

【 0 0 0 4 】

前述の米国特許出願および特許のそれぞれに開示されたインプリント・リソグラフィ技術は、重合性層におけるレリーフ・パターンの形成と、そのレリーフ・パターンに対応するパターンの下の基板への転写を含む。基板は、パターニング工程を容易にするために所望の位置決めを可能にする移動ステージに結合されてもよい。パターニング工程は、基板から離間されたテンプレートと、テンプレートと基板の間に塗布される成形可能液体とを使用する。成形可能液体は、成形可能液体と接触するテンプレートの表面の形状に合致するパターンを有する硬質層を形成するように凝固される。凝固した後で、テンプレートが硬質層から分離され、それによりテンプレートと基板が離間される。次に、基板と凝固層は、凝固層のパターンに対応するレリーフ像を基板に転写するために更に他の工程にかけられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】米国特許公報第 2 0 0 4 / 0 0 6 5 9 7 6 号

【特許文献 2】米国特許公報第 2 0 0 4 / 0 0 6 5 2 5 2 号

【特許文献 3】米国特許第 6 , 9 3 6 , 1 9 4 号

【 0 0 0 6 】

本発明がより詳細に理解されるように、本発明の実施形態の説明を、添付図面に示された実施形態と関連して提供する。しかしながら、添付図面は、本発明の代表的な実施形態のみを示し、したがって範囲を限定するものではないことに注意されたい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】本発明によるリソグラフィ・システムの一実施形態の単純化された側面図である。

【図 2】パターン層が上に配置された図 1 に示された基板の単純化された側面図である。

【図 3】分離中のテンプレートとパターン層の単純化された側面図である。

【図 4 A】理想的な分離前線 ( separation front ) を有するテンプレートの単純化された上面図である。

【図 4 B】分離前線の一部が異なる伝搬速度を有する分離前線を有するテンプレートの

10

20

30

40

50

単純化された上面図である。

【図 5 A】稠密フィーチャ領域を含むクラスタを有するテンプレートの単純化された上面図であり、各クラスタが、大きい空領域によって分離され、各クラスタ内の各稠密フィーチャ領域が、より小さい空領域によって分離されている。

【図 5 B】稠密フィーチャ領域を含むクラスタを有するテンプレートの単純化された上面図であり、各クラスタが、大きい空領域によって分離され、各クラスタ内の各稠密フィーチャ領域が、より小さい空領域によって分離されている。

【図 6 A】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 B】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 C】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 D】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 E】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 F】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 6 G】分離前線の一部分が異なる伝搬速度を有する分離前線の連続移動を示す図である。

【図 7】稠密フィーチャ領域内に損傷を有する基板の単純化された上面図である。

【図 8】テンプレートの例示的な実施形態の単純化された側面図である。

【図 9】図 8 に示されたテンプレートの上面図である。

【図 10】テンプレートの例示的な実施形態の単純化された側面図である。

【図 11】分離前線に対して平行な稠密フィーチャの連続ブロックを有する例示的なテンプレートの上面図である。

【図 12】分離前線に対して平行と斜めの稠密フィーチャの連続ブロックを有するテンプレートの例示的な実施形態の上面図である。

【図 13】分離前線に対して平行と垂直な稠密フィーチャの複数の連続ブロックを有するテンプレートの例示的な実施形態の上面図である。

【図 14】分離前線に対して平行と垂直な稠密フィーチャの複数の連続ブロックを有するテンプレートの例示的な実施形態の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図を参照し、詳細には図 1 を参照すると、基板 12 上にレリーフ・パターンを形成するために使用されるリソグラフィ・システム 10 が示されている。基板 12 は、基板チャック 14 に結合されることがある。図示されたように、基板チャック 14 は、真空チャックである。しかしながら、基板チャック 14 は、真空式、ピン型、溝型、電磁気式などを含むがこれらに限定されない任意のチャックでよい。例示的なチャックは、米国特許第 6, 873, 087 号に記載されており、この特許は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0009】

基板 12 と基板チャック 14 は、更に、ステージ 16 によって支持されることがある。ステージ 16 は、x 軸、y 軸及び z 軸のまわりの動きを提供することがある。ステージ 16、基板 12 および基板チャック 14 は、台（図示せず）上で配置されてもよい。

【0010】

テンプレート 18 は基板 12 から離間されている。テンプレート 18 は、一般に、基板 12 の方に延在するメサ 20 を有し、メサ 20 はその上にパターンニング面 22 を有する。さらに、メサ 20 は、型 20 と呼ばれることがある。テンプレート 18 および / または型 20 は、溶融石英、石英、シリコン、有機重合体、シロキサン重合体、ホウケイ酸ガラス

10

20

30

40

50

、フルオロカーボン重合体、金属、硬化サファイアなどを含むがこれらに限定されない材料から形成されてもよい。図示されたように、パターンング面 22 は、複数の離間したくぼみ 24 および / または突出部 26 によって画定されたフィーチャを有するが、本発明の実施形態は、そのような構成に限定されない。パターンング面 22 は、基板 12 上に形成されるパターンの基礎を構成する任意の原本パターンを画定することができる。

#### 【0011】

テンプレート 18 は、チャック 28 に結合されることがある。チャック 28 は、真空式、ピン型、溝型、電磁気式および / または他の類似のチャック型として構成されてもよいが、これらに限定されない。例示的なチャックは、更に、米国特許第 6,873,087 号に記載されており、この特許は、参照により本明細書に組み込まれる。さらに、チャック 28 は、インプリント・ヘッド 30 に結合され、その結果、チャック 28 および / またはインプリント・ヘッド 30 が、テンプレート 18 を移動させるように構成されてもよい。

10

#### 【0012】

システム 10 は、さらに、流体供給システム 32 を有することができる。流体供給システム 32 は、基板 12 上に重合性材料 34 を付着させるために使用されることがある。重合性材料 34 は、液滴供給、回転塗布、浸せき塗布、化学蒸着 (CVD)、物理蒸着 (PVD)、薄膜蒸着、厚膜蒸着などの技術を使用して基板 12 上に位置決めされてもよい。重合性材料 34 は、設計検討事項に応じて型 20 と基板の 12 の間に所望の体積が画定される前および / または後に、基板 12 上に配置されてもよい。重合性材料 34 は、米国特許第 7,157,036 号と米国特許公開第 2005/0187339 号に記載されたような単量体を含んでもよく、これらの文献は全て、参照により本願に組み込まれる。

20

#### 【0013】

図 1 と図 2 を参照すると、システム 10 は、更に、経路 42 に沿ってエネルギー 40 を導くように結合されたエネルギー源 38 を含むことができる。インプリント・ヘッド 30 とステージ 16 は、テンプレート 18 と基板 12 を経路 42 に重ね合わせて位置決めするように構成されてもよい。システム 10 は、ステージ 16、インプリント・ヘッド 30、流体供給システム 32 および / またはエネルギー源 38 と通信するプロセッサ 54 によって調整されてもよく、またメモリ 56 に記憶されたコンピュータ可読プログラムで動作してもよい。

30

#### 【0014】

インプリント・ヘッド 30 若しくはステージ 16 またはこれらの両方は、型 20 と基板の 12 の間の距離を変化させて、これらの間に重合性材料 34 で満たされる所望の体積を画定する。例えば、インプリント・ヘッド 30 は、型 20 が重合性材料 34 と接触するようにテンプレート 18 に力を加える。所望の体積が重合性材料 34 で満たされた後、エネルギー源 38 は、エネルギー 40 (例えば、広帯域紫外線放射) を生成して、基板 12 の表面 44 とおよびパターンング面 22 の形状に合致するように重合性材料 34 を凝固させおよび / または架橋して、基板 12 上にパターン層 46 を画定する。パターン層 46 は、残余層 48 と、突出部 50 とくぼみ 52 として示された複数のフィーチャを有し、突出部 50 は厚さ  $t_1$  を有し、残余層は厚さ  $t_2$  を有する。

40

#### 【0015】

前述のシステムと工程は、更に、米国特許第 6,932,934 号、米国特許公開第 2004/0124566 号、米国特許公開第 2004/0188381 号および米国特許公開第 2004/0211754 号で言及されているインプリント・リソグラフィ法およびシステムで使用されてもよく、これらの各文献は、参照により本明細書に組み込まれる。

#### 【0016】

図 3 を参照すると、テンプレート 18 は、空領域 53 (例えば、テンプレート 18 の道 (street)) と組み合わされた稠密領域 51 (すなわち、テンプレート 18 のフィーチャ 24 および / または 26 の稠密領域) を含んでもよく、これにより、パターン層 4

50

6 とテンプレート 18 を分離する際に独特の問題が起こることがある。例えば、フィーチャ 24 および 26 の縦横比（フィーチャの幅に対する高さの割合）が約 1 : 1 以上の場合、テンプレート 18 とパターン層 46 の間の摩擦力は、フィーチャ 24 および 26 ならびに / またはフィーチャ 50 および 52 にねじりおよび / または剪断応力を提供する接着力と同様に大きくなる可能性がある。

#### 【 0 0 1 7 】

パターン層 46 からのテンプレート 18 の分離は、一般に、接着力と摩擦力に関係するので、分離前線（separation front）70 は、亀裂の伝搬と同じように移動することがある。テンプレート 18 とパターン層 46 の間の分離エネルギーは、破壊分離エネルギーと似ていると考えられ、フィーチャ 24 および 26 ならびに / またはフィーチャ 50 および 52 の密度により様々な大きさを有することがある。例えば、図 3 では、稠密領域 51 の分離エネルギーは、大きさ  $G_D$  を有し、空領域 53 の分離エネルギーは、 $G_O$  の大きさを有する。テンプレート 18 が、空領域 53 と比べて大きな稠密領域 51 を有するので、テンプレート 18 が稠密領域 51 と空領域 53 を通過するとき分離エネルギーに大きな差（ $G = G_D - G_O$ ）ができることがある。

#### 【 0 0 1 8 】

テンプレート 18 のパターン層 46 からの分離は、亀裂伝搬と同じように移動することがあるので、分離前線 70 は、ある一定の時間期間に不連続的なことがある。さらに、分離前線 70 は、一度に数百ミクロン飛び越す可能性がある。さらに、テンプレート 18 とパターン層 46 の分離前線 70 は、稠密領域 51 内で比較的安定した速度で移動することがあるが、テンプレート 18 とパターン層 46 が空領域 53 内で分離するとき、分離前線 70 の伝搬速度は実質的に増大しおよび / または稠密領域 51 内で分離前線 70 の伝搬速度が実質的に低下することがある。稠密領域 51 と空領域 53 内の分離前線 70 の対照的な伝搬速度によって、フィーチャ 24 および 26 ならびに / またはフィーチャ 50 および 52 上にねじりおよび / または剪断応力が生じることがある。

#### 【 0 0 1 9 】

図 4 ~ 図 7 は、テンプレート 18 のフィーチャ 24 および 26 ならびに / またはフィーチャ 50 および 52 に生じることがある例示的なねじりおよび / または剪断応力を示す。詳細には、図 4 A は、理想的な分離前線 70 を示す。図示されたように、理想的な分離前線 70 は、稠密フィーチャ領域 51 と空領域 53 で比較的安定した速度で移動することがある。例えば、稠密領域 51 と空領域 53 内を伝搬する分離前線 70 a および 70 b は、比較的安定した速度で移動する。さらに、空領域 53 内を伝搬する分離前線 70 c も比較的安定した速度で移動する。しかしながら、図 4 B に示されたように、分離前線 70 d は、きわめて希に、稠密領域 51 で遅れおよび / または空領域 53 でその速度を高めることがある。

#### 【 0 0 2 0 】

図 5 A と図 5 B を参照すると、テンプレート 18 は、稠密フィーチャ領域 51 と空領域 53 を有することがある。例えば、テンプレート 18 には、図 5 A に示されたような稠密フィーチャ領域 51 を有するクラスタ 55 の配列が提供される。例示的な稠密フィーチャ領域 61 は、例えば、32 nm 幅の線が約 32 nm の間隔で配置された（1 : 1）格子構造を含み、また 70 nm の線深さを有する。各クラスタ 55 は、空領域 53 a によって分離されることがある。例えば、空領域 53 a は、長さ  $L_1$  を有する（例えば、例示的な長さ  $L_1$  は、約 1 mm である）。さらに、各クラスタは、空領域 53 b によって分離された多数の稠密フィーチャ領域 51 から構成されることがある（例えば、例示的な長さ  $L_2$  は、約 75 ミクロンである）。例えば、図 5 B に示されたように、稠密フィーチャ領域 51 a ~ 51 d は、空領域 53 b（例えば、道）によって分離されてもよい。空領域 53 b は、長さ  $L_2$ （例えば、約 75 ミクロン）を有してもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

図 6 A ~ 図 6 G は、図 1 と図 2 に関して述べたようなテンプレート 18 を基板 12 から分離する際の分離前線 70 の伝搬を示す。図 6 A ~ 図 6 E に示されたように、分離前線 7

10

20

30

40

50

0の伝搬は、分離の始まりでは実質的に安定した速度であるが、分離前線70が稠密領域51ならびに空領域53aおよび53bの両方を通るとき、分離前線70の速度は、稠密領域51内で低下しおよび/または空領域53aおよび53b内で増大し、その結果、遅れ領域57ができ、分離前線が、図6Gに示されたように理想的にならないことがある。

#### 【0022】

遅れ領域57は、図1と図2に関して述べたように基板上に形成されたフィーチャ24および/または26ならびに/またはフィーチャ50および52上にねじりおよび/または剪断応力を引き起こすことがある。そのようなねじりおよび/または剪断応力は、図7に示された空領域53aの近くの領域で、空領域53bより大きくなることがある。例えば、出願人は、テンプレート18上の空領域53aの近くの20倍を超える領域(例えば、約1mmの長さを有する空領域53a)および/または基板12のそれに対応する領域が、裂けの原因のとなる高いねじりおよび/または剪断応力を受け、空領域53bの近くの領域(例えば、1mmよりかなり短い長さを有する空領域53b)には実質的に裂けがないことを確認した。

#### 【0023】

図1と図2に関して述べたようなパターンングの際のフィーチャ24および26ならびに/またはフィーチャ50および52上のねじりおよび/または剪断応力は、本明細書に記載されているようなテンプレート18の空き領域(例えば、道)の最小化により、および/または、テンプレート18の空き領域内にダミー・フィーチャを提供することにより、減少する。例えば、このような技術を使用するとき、突出部26の大きさの横寸法が、約100nm以下で、くぼみ24の横方向寸法の大きさが、約1:2のフィーチャ・サイズと隙間の比またはより稠密なフィーチャ領域(1:1など)を提供し、および/または縦横比(すなわち、フィーチャの高さを幅で割ったもの)が約0.5~3の稠密テンプレート18によって刻印している間のねじりおよび/または剪断応力が減少する。

#### 【0024】

図8は、クラスタ55a<sub>1</sub>と55a<sub>2</sub>の間に短い長さの空領域53aを有するテンプレート18の例示的な実施形態を示し、より具体的には、テンプレート18の空領域53aは、約200ミクロンより小さいことがある。図が、クラスタ55を比較的周期的な間隔で示しているが、クラスタ55、フィーチャ領域51および/または空領域53が非周期的なグループでもよいことに注意されたい。例えば、クラスタ55内のフィーチャ24および26は、非周期的間隔(例えば、散発的)でもよい。

#### 【0025】

一実施形態では、テンプレート18の空領域53は、約100ミクロンより小さくてもよい。テンプレート18の空領域53aを約200ミクロン未満、更には約100ミクロン未満に制限することにより、フィーチャ24および26ならびに/またはフィーチャ50および52に導入されるねじりおよび/または剪断応力の量が実質的に減少する。例えば、分離前線70が空領域53aの方に伝搬するとき、テンプレート18とパターン層46の分離速度が実質的に増大するが、空領域53aが、約200ミクロン未満であることがあるので、空領域53aの短距離にわたるそのような分離速度の増大は、フィーチャ24および26上に更なるねじりおよび/または剪断応力を導入するのに十分でないことがある。さらに、分離前線70が、一度に数百ミクロン飛び越す可能性があるため、分離前線70は、空領域53aを実質的に一時的に迂回し、稠密領域51a<sub>1</sub>と51a<sub>2</sub>の間で分離速度を維持することがある。

#### 【0026】

状況によって、分離前線70は、テンプレート18とパターン層46を分離する際に均一な伝搬速度にならなくてもよい。例えば、図9は、テンプレート18の上面図を示し、ここで、分離前線70は異なる伝搬速度P<sub>1</sub>およびP<sub>2</sub>を有する。例えば、異なる伝搬速度は、分離前線70が稠密領域51a<sub>1</sub>と空領域53a内を同時に移動することによる。分離前線70が空領域53a内を通過する場合、P<sub>2</sub>の伝搬速度が実質的に増大し、ねじりおよび/または剪断応力が生じることがある。テンプレート18の空領域53aを約20

10

20

30

40

50

0 ミクロン未満に制限し、さらには約 100 ミクロン未満に制限することによって、分離前線 70 は、頻繁に稠密領域 51 および / または小さい空領域 53a と遭遇し、これにより伝搬速度が実質的に低下することがある。例えば、速度  $P_2$  で伝搬する分離前線 70 は、空領域 53a の大きさが縮小されるとすぐに稠密領域 51a<sub>2</sub> に遭遇し、速度  $P_2$  が実質的に低下し、したがって実質的なねじりおよび / または剪断応力の可能性が低下する。

#### 【0027】

図 10 は、ダミー・フィーチャ 60 を有するテンプレート 18 の別の例示的な実施形態を示す。ダミー・フィーチャ 60 は、本明細書で述べる縮小された大きさの空領域 53a の代わりまたは空領域 53a との組み合わせで使用されてもよい。

#### 【0028】

ダミー・フィーチャ 60 は、一般に、フィーチャ 24 および 26 と類似の低分解能で低コストの充てんフィーチャである。ダミー・フィーチャ 60 は、サイズが 100 nm ~ 数十ミクロンでよい。ダミー領域 61 を画定するために、空領域 53a 内に 1 つまたは複数のダミー・フィーチャ 60 が周期的間隔で配置されてもよい。例えば、ダミー・フィーチャ 60 は、図 10 に示されたようにダミー領域 61 を画定する 100 nm 以上の間隔で配置されてもよい。一般に、ダミー領域 61 は、ダミー・フィーチャ 60 のない空領域 53a の大きさ  $G_0$  を超える大きさ  $G_Y$  の分離エネルギーを有してもよい。したがって、分離前線 70 の伝搬速度は、ダミー領域 61 内で、ダミー・フィーチャ 60 のない空領域 53a を通る分離前線 70 の伝搬速度より低くなることがある。これにより、テンプレート 18 とパターン層 46 を分離する際にフィーチャ 24 および 26 のずれ応力が減少することがある。

#### 【0029】

分離力  $F_S$  の観点から、分離前線 70 が半径  $R$  を有すると仮定すると、一般に、 $F/R$  で最小の変動が生じることが好ましいことがある。しかしながら、ダミー・フィーチャがない場合、分離前線 70 が稠密領域 51 から空領域 53a まで（例えば、稠密領域 51a<sub>1</sub> から空領域 53a まで）移動するときに  $F/R$  が突然に変化することがある。ダミー・フィーチャ 60 の領域の 1 領域当たりの分離力  $F_S$  は、稠密領域 51 と空領域 53a の 1 領域当たりの分離力  $F_S$  の間でよい。したがって、ダミー・フィーチャ 60 を空領域 53a に挿入することによって  $F/R$  の変動が減少することがある。

#### 【0030】

図 11 ~ 図 14 を参照すると、稠密領域 51 内のテンプレート 18 のフィーチャ 24 および / または 26 の位置決めにより、ねじり応力および / または剪断応力が減少することがある。稠密領域 51 内のフィーチャ 24 および / または 26 の位置決めは、本明細書に記載されたようなダミー・フィーチャ 60 / ダミー領域 61 および / または最小限の大きさの空領域 53a の代わりまたはそれと組み合わせで使用されてもよい。

#### 【0031】

図 11 は、フィーチャ 24 および 26 を有する例示的なテンプレート 18 の上面図を示す。突出部 26 は、格子長  $H_L$  と格子幅  $H_P$  によって画定されることがある。一般に、格子長  $H_L$  は、突出部 26 の最長寸法と関連付けられてもよい。Landis らによって更に詳細に述べられているように、分離前線 70 を格子長  $H_L$  に対して平行にすると、分離前線 70 を格子幅  $H_P$  寸法に対して平行にする（または、分離前線 70 を格子長方向と垂直にする）よりも破壊エネルギーが増大することがある。参照により本明細書に組み込まれる S. Landis らの「Quantitative characterizations of a nanopatterned bonded wafer: force determination for nanoimprint lithography stamp removal」Nanotechnology, 2008, 125305 を参照されたい。

#### 【0032】

図 12 は、分離前線 70 に対して角度  $\theta$  で位置決めされたフィーチャ 24 および 26 を有するテンプレート 18 の例示的な実施形態を示す。角度付きフィーチャ 24 および 26

10

20

30

40

50



は、分離エネルギーを減少させることがある。フィーチャ 24 および 26 は、約 100 nm 未満の幅で約 1 : 1 の隙間およびフィーチャ幅を有し、縦横比が約 2 : 1 でよい。フィーチャ 24 および 26 は、約 1 ミクロンを超える長さを有してもよい。さらに、フィーチャ 24 および 26 は、連続ブロック 74 を構成してもよい。

#### 【0033】

図 13 は、分離前線 70 に対して平行位置と垂直位置で交互になった格子長  $H_L$  の突出部 26 を有するテンプレート 18 の例示的な実施形態を示す。例えば、フィーチャ 24 および 26 は、分離前線 70 に対して平行に位置決めされた格子長  $H_L$  寸法の突出部 26 を有する連続ブロック 76 と、分離前線 70 に対して垂直に位置決めされた格子長  $H_L$  寸法の突出部 26 を有するフィーチャ 24 および 26 の連続ブロック 78 とを構成する。図 13 に示されたように、連続ブロック 76 a は、分離前線 70 に対して平行に位置決めされた格子長  $H_{L1}$  寸法の突出部 26 を有してもよく、連続ブロック 76 b は、分離前線 70 に対して平行に位置決めされた格子長  $H_{L3}$  寸法の突出部 26 を有してもよい。同様に、連続ブロック 78 a は、分離前線 70 に対して垂直に位置決めされた格子長  $H_{L2}$  寸法の突出部 26 を有してもよく、連続ブロック 78 b は、分離前線 70 に対して垂直に位置決めされた格子長  $H_{L4}$  寸法の突出部 26 を有してもよい。格子長  $H_{L1}$ 、 $H_{L2}$ 、 $H_{L3}$  および / または  $H_{L4}$  は、設計検討事項により、類似した大きさでも異なる大きさでもよい。さらに、各ブロック 76 または 78 内の格子長  $H_L$  は、設計検討事項により、類似した大きさでも異なる大きさでもよい。

#### 【0034】

ブロック 76 および 78 は、連続的に交互になる（例えば、平行、垂直、平行、垂直）必要はない。交互のブロック 76 および 78 は、テンプレート 18 のパターン密度を維持しながら分離エネルギーを減少できるように設計されてもよい。ブロック 76 および / または 78 内に任意数のフィーチャ 24 および 26 があってもよい。フィーチャ 24 および 26 は、約 100 nm 未満の幅で、隙間とフィーチャの幅が 1 : 1、縦横比が 2 : 1 でもよい。フィーチャ 24 および 26 は、約 1 ミクロンを超える長さを有してもよい。

#### 【0035】

図 14 は、放射状の分離前線 70 に対して平行位置と垂直位置で交互になったフィーチャ 24 および 26 を有するテンプレート 18 の例示的な実施形態を示す。例えば、フィーチャ 24 および 26 は、分離前線 70 に対して平行に位置決めされた格子長  $H_L$  寸法を有するフィーチャ 24 および 26 の連続ブロック 82 と、分離前線 70 に対して垂直に位置決めされた格子長  $H_L$  寸法を有するフィーチャ 24 および 26 の連続ブロック 84 とを構成する。さらに、平行および / または垂直のフィーチャ 24 および 26 は、放射状パターンでもよい。放射状パターンは、格子幅  $H_P$  の大きさがフィーチャ 26 に沿って変化することがあると定める。例えば、連続ブロック 84 a に示されたように、突出部 26 が分離前線 70 の方に延在するとき、格子幅  $H_{P6}$  寸法が格子長  $H_{L6}$  に沿って増大してもよい。フィーチャ 24 および 26 を交互の平行位置と垂直位置を有する放射状パターンで提供することにより、パターン密度を維持しながら分離エネルギーが減少することがある。さらに、フィーチャ 24 および 26 は、分離エネルギーを減少させるために凹形状を呈してもよい。例えば、連続ブロック 82 a は、端が分離前線 70 から離れフィーチャ 24 および 26 の中心が分離前線 70 の方に近づくフィーチャ 24 および 26 を含む。

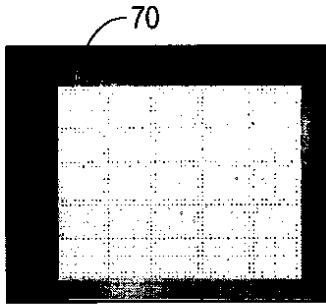
#### 【符号の説明】

#### 【0036】

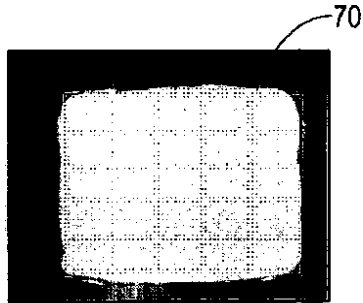
18 テンプレート； 70、70 a、70 b 分離前線；  
51 稠密フィーチャ領域 51； 53 空領域 53。



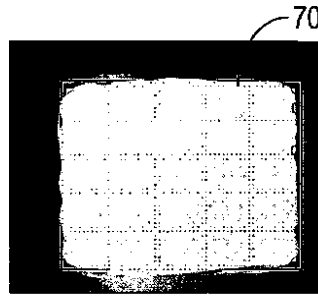
【図 6 A】

**FIG. 6A**

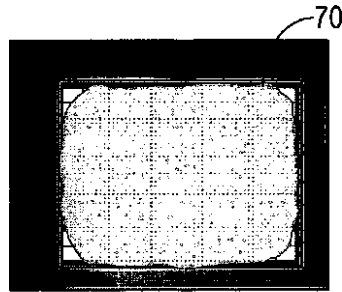
【図 6 B】

**FIG. 6B**

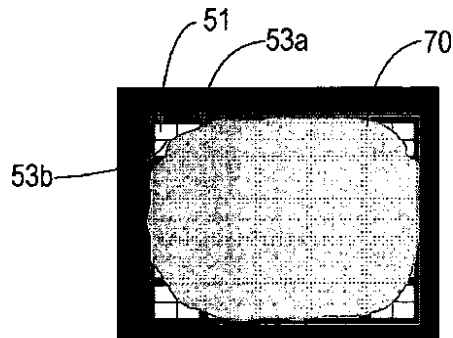
【図 6 C】

**FIG. 6C**

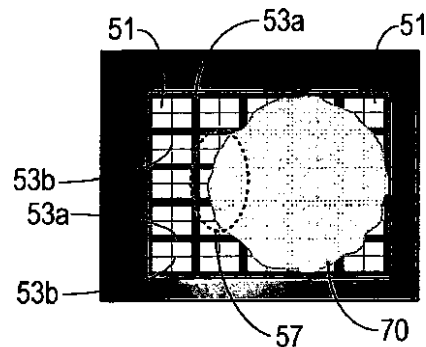
【図 6 D】

**FIG. 6D**

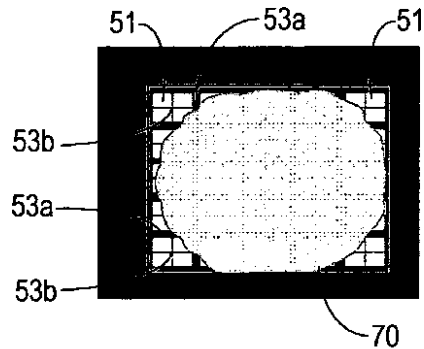
【図 6 E】

**FIG. 6E**

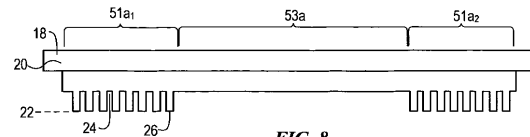
【図 6 G】

**FIG. 6G**

【図 6 F】

**FIG. 6F**

【図 8】

**FIG. 8**

【図 9】

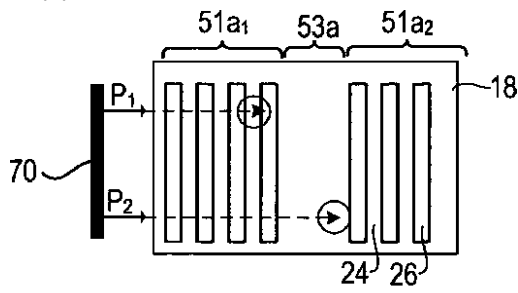


FIG. 9

【図 10】

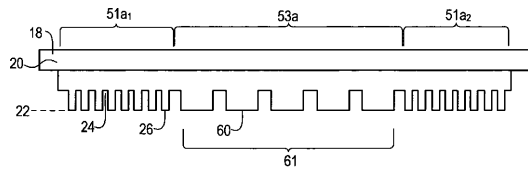


FIG. 10

【図 11】

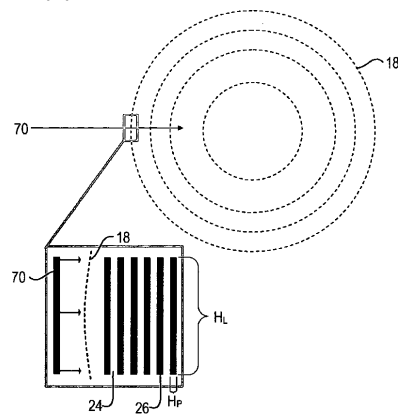


FIG. 11

【図 12】

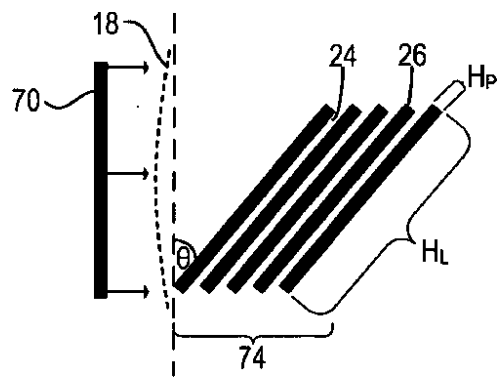


FIG. 12

【図 13】

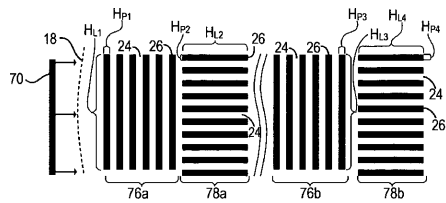


FIG. 13

【図 14】

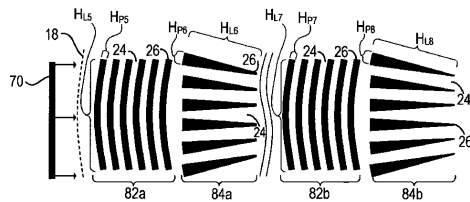
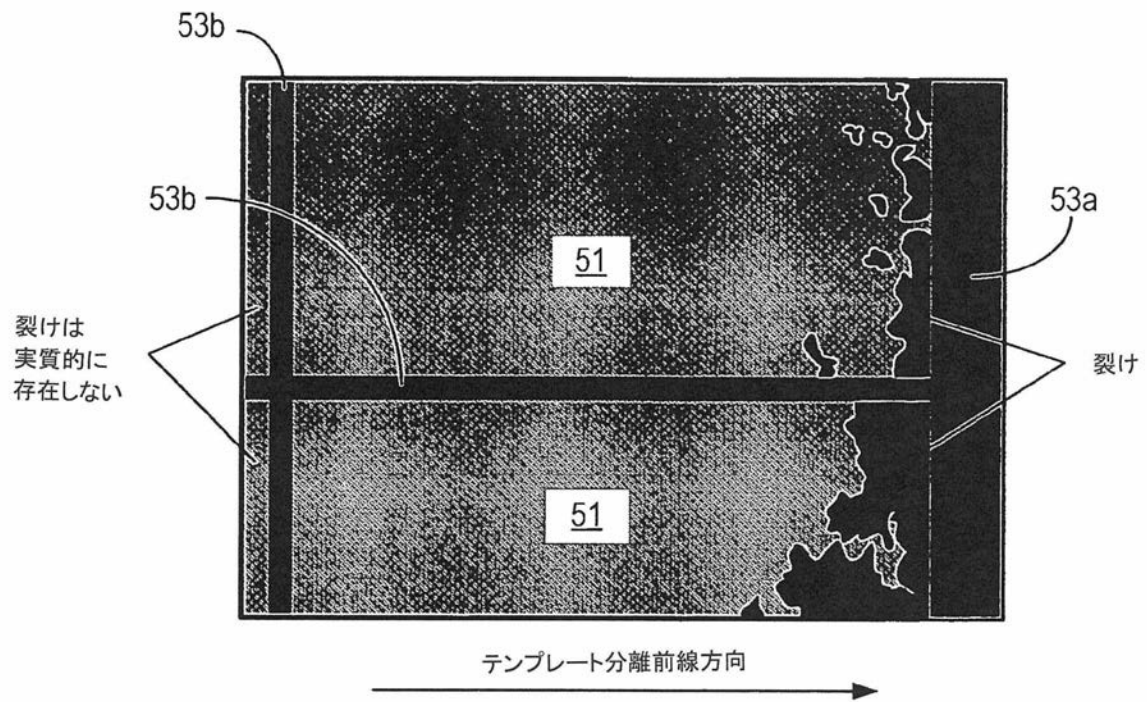


FIG. 14

【図 7】

**FIG. 7**

---

フロントページの続き

(72)発明者 スリニーヴァッサン, シトルガタ・ヴィ  
アメリカ合衆国・78750・テキサス州・オースティン・グランド オーク ドライブ・105  
02

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特開2006-245072(JP, A)  
特表2004-504714(JP, A)  
特表2004-523906(JP, A)  
特開2008-207475(JP, A)  
特表2007-506281(JP, A)  
特開2006-303503(JP, A)  
特開2008-091782(JP, A)  
特表2008-509825(JP, A)  
S Landis, Stamp design effect on 100 nm feature size for 8 inch NanoImprint lithography, NANOTECHNOLOGY, IOP, 2006年 5月28日, Vol.17 No.10, p.2701-2709

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

B29C 53/00 - 53/84

B29C 57/00 - 59/18