

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5637785号
(P5637785)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C 33/38 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 33/38 Z N M
H 0 1 L 21/30 5 0 2 D
B 2 9 C 59/02 B

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2010-198432 (P2010-198432)

(22) 出願日

平成22年9月6日(2010.9.6)

(65) 公開番号

特開2012-56093 (P2012-56093A)

(43) 公開日

平成24年3月22日(2012.3.22)

審査請求日

平成25年8月19日(2013.8.19)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100114775

弁理士 高岡 亮一

(72) 発明者 鳥居 弘穂

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

(72) 発明者 田中 悠輔

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 井上 由美子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】原版、及びそれを用いた物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

転写されるパターンを有する原版であって、
前記原版は、負の実効ポアソン比を有するオーセティック構造を含む、
ことを特徴とする原版。

【請求項 2】

転写されるパターンを有する原版であって、
前記原版は、負の実効ポアソン比を有するクリストバライトを含む、
ことを特徴とする原版。

【請求項 3】

前記原版は、表面側に前記パターンを有し、
側面側に外部からの力を受けて、変形する、
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の原版。

【請求項 4】

基部と、該基部から突出していて前記パターンを含むメサ部と、を有し、
前記基部の少なくとも一部は、負のポアソン比を有する、
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の原版。

【請求項 5】

前記基部は、前記メサ部と対向する領域に、負のポアソン比を有する部分を含み、
前記部分の厚さは、前記メサ部の厚さの 2 倍以上である、

ことを特徴とする請求項4に記載の原版。

【請求項 6】

前記部分の厚さは、前記部分を含まない前記基部の厚さより小さい、
ことを特徴とする請求項5に記載の原版。

【請求項 7】

転写されるパターンを有する光透過性の原版であって、
前記原版は、石英板の実効ポアソン比より小さい実効ポアソン比を有するオーセティック構造を含む、
ことを特徴とする原版。

【請求項 8】

転写されるパターンを有する光透過性の原版であって、
前記原版は、石英板の実効ポアソン比より小さい実効ポアソン比を有するクリストバライトを含む、
ことを特徴とする原版。

【請求項 9】

前記原版は、前記パターンを接触させて物体にインプリントを行うためのモールドである、
ことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の原版。

【請求項 10】

前記原版は、前記パターンを介して物体に露光を行うためのマスクである、
ことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の原版。

【請求項 11】

目標形状に従って変形させた請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の原版を用いて物体にパターンを転写する工程と、

前記パターンが転写された前記物体を加工する工程と、
を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原版（例えば、インプリント装置で使用される型や露光装置で使用されるマスク）と、それを用いた物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィ技術に加え、モールド（原版）と基板上の未硬化樹脂とを互いに押し付けて、モールドに形成された微細な凹凸パターンに対応する樹脂のパターンを基板上に形成する微細加工技術が存在する。この技術は、インプリント技術とも呼ばれ、基板上に数ナノメートルオーダーの微細な構造体を形成することができる。例えば、インプリント技術の一つとして、光硬化法がある。この光硬化法は、まず、基板上のショット領域（インプリント領域）に紫外線硬化樹脂（インプリント樹脂、光硬化樹脂）を塗布する。次に、この樹脂（未硬化樹脂）とモールドとを互いに押し付ける。そして、紫外線を照射して樹脂を硬化させたうえで離型することにより、樹脂のパターンが基板上に形成される。

【0003】

上記技術を採用したインプリント装置では、基板上のパターンの形状に応じて形状補正機構によりモールド（型）の形状を補正する。このとき、形状の補正是、単純な倍率の補正のみならず、平行四辺形や台形のような形状に変形させる補正も含む。一般に、形状補正機構は、モールドの外周部周辺の複数箇所に設けられ、この外周部から外力を加えることでモールド自体の形状を変形させて、モールドに形成されたパターン形状を補正する。このパターン形状は、パターン同士の重ね合わせ精度に影響する。特に、形状補正機構によるパターン形状の補正については、近年のパターンの微細化に対応するために、各種形

10

20

30

40

50

状への補正を対象として数 nm 以下の高精度な補正が必要である。この形状補正機構のようなパターンの形状を補正する装置として、特許文献 1 は、モールドの側面に圧縮力を加えて倍率補正を行う装置を開示している。この装置は、アクチュエーター及びリンク機構等により構成され、モールドの外周部を取り囲むように複数箇所に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2008 - 504141 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に示す装置では、モールドの外周部から力を加えた際、例えば、パターンを台形状に補正する場合、補正誤差が大きく発生する。ここで、ポアソン比が正の石英でモールドが形成されている場合を考える。このとき、特許文献 1 に示す装置は、一方の底辺を短くするために圧縮力を、かつ、他方の底辺を長くするために引張力を印加する。この場合、モールドは、ポアソン比の効果により、短くなった底辺は、内側に湾曲し、長くなかった底辺は、外側に湾曲する。よって、台形への補正に伴う補正誤差が新たに発生する。

【0006】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、目標とする形状に変形させるのに有利な原版を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の態様は、転写されるパターンを有する原版であって、原版は、負の実効ポアソン比を有するオーセティック構造を含むことを特徴とする。また、本発明の第 2 の態様は、転写されるパターンを有する原版であって、原版は、負の実効ポアソン比を有するクリストバライトを含むことを特徴とする。

【0008】

更に、本発明の第 3 の態様は、転写されるパターンを有する光透過性の原版であって、原版は、石英板の実効ポアソン比より小さい実効ポアソン比を有するオーセティック構造を含むことを特徴とする。また、本発明の第 4 の態様は、転写されるパターンを有する光透過性の原版であって、原版は、石英板の実効ポアソン比より小さい実効ポアソン比を有するクリストバライトを含むことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、目標とする形状に変形させるのに有利な原版を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の実施形態に係るインプリント装置の構成を示す概略図である。

40

【図 2】第 1 実施形態に係るモールドの形状を示す概略図である。

【図 3】パターンの台形成分の補正を説明する模式図である。

【図 4】第 2 実施形態に係るモールドの形状を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面等を参照して説明する。

【0012】

(インプリント装置)

まず、本発明の実施形態に係るインプリント装置の構成について説明する。図 1 は、インプリント装置の構成を示す概略図である。本実施形態におけるインプリント装置は、半

50

導体デバイス製造工程に使用される、被処理基板であるウエハ上（基板上）に対してモールドのパターンを転写する加工装置であり、インプリント技術の中でも光硬化法を採用した装置である。なお、以下の各図において、モールドに対する紫外線の照射軸に平行にZ軸を取り、該Z軸に垂直な平面内で後述のモールドベースに対してウエハが移動する方向にX軸を取り、該X軸に直交する方向にY軸を取って説明する。本発明のインプリント装置1は、照明系ユニット2と、モールド3を保持するモールド保持装置4と、ウエハ5を保持するウエハステージ6と、塗布装置7と、モールド搬送装置8と、制御装置9とを備える。

【0013】

照明系ユニット2は、インプリント処理の際に、モールド3に対して紫外線10を照射する照明手段である。照明系ユニット2は、光源と、該光源から射出された紫外線をインプリントに適切な光に調整するための複数の光学素子から構成される。モールド保持装置4は、モールド3を保持、及び固定するための保持装置である。モールド保持装置4は、モールド3に圧縮力を加えることにより、モールド3に形成されたパターンを所望の形状に補正する形状補正機構11と、吸着力や静電力によりモールド3を引きつけて保持するモールドベース12とを備える。形状補正機構11は、モールド3の4方側面（外周部側面）の領域に対してそれぞれ対向するように設置された複数の駆動機構からなる。この形状補正機構11が対象とするパターンの補正成分は、倍率成分、平行四辺形成分、台形成分、樽型成分、及び糸巻き型成分等である。なお、形状補正機構11の構成は、これに限定されず、例えば、モールド3に対して引張力を加える構成としてもよいし、又は、モールドベース12自体を駆動させることで、モールド3とモールドベース12との接触面にせん断力を与える構成としてもよい。

【0014】

また、モールド保持装置4は、モールドベース12を駆動する不図示のベース駆動機構を備える。ベース駆動機構は、具体的には、ウエハ5上に形成された紫外線硬化樹脂にモールド3を押し付けるために、モールドベース12をZ軸方向に駆動する駆動系である。駆動機構に採用するアクチュエーターは、少なくともZ軸方向で駆動するものであれば、特に限定するものではなく、リニアモーターやエアシリンダー等が採用可能である。若しくは、紫外線硬化樹脂からモールド3を引き離す離型動作の際に、硬化した紫外線硬化樹脂が破壊しないように高精度に離型動作を行うために、粗動作及び微動作を分割して実施するアクチュエーターであっても良い。なお、この押印動作、及び離型動作は、上記のように、一方のモールド3をZ方向に駆動することで実現しても良いが、例えば、他方のウエハステージ6（ウエハ5）をZ方向に駆動することで実現しても良い。

【0015】

ウエハ5は、例えば、単結晶シリコンからなる被処理基板であり、被処理面には、成形部となる紫外線硬化樹脂（以下、単に「樹脂」と表記する）が塗布される。また、ウエハステージ6は、ウエハ5を真空吸着により保持し、かつ、XY平面内を自由に移動可能な基板保持手段である。ウエハステージ6を駆動するためのアクチュエーターとしては、リニアモーターが採用可能であるが、特に限定するものではない。また、塗布装置（ディスペンサー）7は、ウエハ5上に未硬化の樹脂を塗布する塗布手段である。樹脂は、紫外線を受光することにより硬化する性質を有する光硬化樹脂であって、製造する半導体デバイスの種類により適宜選択される。更に、モールド搬送装置8は、モールド3を搬送し、モールドベース12に対してモールド3を設置する搬送手段である。

【0016】

制御装置9は、インプリント装置1の各構成要素の動作、及び調整等を制御する制御部である。制御装置9は、不図示であるが、インプリント装置1の各構成要素に回線により接続された、磁気記憶媒体等の記憶手段を有するコンピュータ、又はシーケンサ等で構成され、プログラム又はシーケンスにより各構成要素の制御を実行する。なお、制御装置9は、インプリント装置1と一体で構成しても良いし、若しくは、インプリント装置1とは別の場所に設置し、遠隔で制御する構成としても良い。

10

20

30

40

50

【0017】

次に、インプリント装置1によるインプリント処理について説明する。まず、制御装置9は、ウエハステージ6にウエハ5を載置及び固定させた後、ウエハステージ6を塗布装置7の塗布位置へ移動させる。その後、塗布装置7は、ウエハ5の所定のショット(被処理領域)に樹脂(未硬化樹脂)を塗布する。次に、制御装置9は、ウエハ5上の塗布面がモールド3の直下に位置するように、ウエハステージ6を移動させる。次に、制御装置9は、モールド3の押印面とウエハ5上の塗布面との位置合わせ、及び形状補正機構11によるモールド3の形状補正を実施した後、ベース駆動機構を駆動させ、ウエハ5上の樹脂にモールド3を押印する。このとき、樹脂は、モールド3の押印によりモールド3に形成されたパターンに沿って流动する。この状態で、照明系ユニット2は、モールド3の背面(上面)から紫外線10を照射し、モールド3を透過した紫外線10により樹脂が硬化する。そして、樹脂が硬化した後、制御装置9は、ベース駆動機構を再駆動させ、モールド3をウエハ5から離型させる。これにより、ウエハ5上のショットの表面には、モールド3のパターンに倣った3次元形状の樹脂の層が形成される。

10

【0018】

(第1実施形態)

図2は、本発明の第1実施形態に係るモールド3の形状を示す概略図である。特に、図2(a)は、モールド3をウエハ5側(表面側)から見た斜視図であり、また、図2(b)は、モールド3をウエハ5側に相対するモールドベース12側(裏面側)から見た斜視図である。モールド3は、外周部が矩形であり、ウエハ5に向かう面に所定のパターン(例えば、回路パターン等の凹凸パターン)が3次元状に形成された原版(型)である。パターンの表面は、ウエハ5の表面との密着性を保つために、高平面度に加工されている。また、モールド3を構成する物質は、石英(ポアソン比:0.16)等、紫外線を透過させることができる材料である。

20

【0019】

モールド3は、図2(a)に示すように、本体部である基部20と、その表面側の中央部に突出し、不図示のパターンが形成されたメサ部(凸部)21とから構成される。メサ部21の外周寸法、及び高さ寸法は、所望のパターン形状により決定される。また、モールド3(基部20)は、図2(b)に示すように、その裏面側にオーセティック(auxetic)構造部22を有する。このオーセティック構造部22は、ポアソン比が負となる構造である。ポアソン比には、材質自体が示すポアソン比と、構造(体)が示すポアソン比とがある。ここで、原版に関して「実効ポアソン比」という用語を定義する。原版に関して「実効ポアソン比が負である」とは、基部(例えば、図2に示す基部20)に対してX方向に圧縮力を加えた場合に、転写されるパターンを含む部分(例えば、メサ部21)がY方向に収縮変形する構造をいう。また、基部に対してX方向に引張力を加えた場合に、転写されるパターンを含む部分がY方向に膨張変形する構造をいう。「実効ポアソン比が正である」や「実効ポアソン比がゼロである」についても同様に定義できる。

30

【0020】

ここで、負の実効ポアソン比を有する原版は、例えば、オーセティック構造のようなポアソン比が負となる構造をモールドの少なくとも一部に有することによって実現することができる。また、負の実効ポアソン比を有する原版は、例えば、クリストバライトのようなポアソン比が負の材質をモールドの少なくとも一部に有することによって実現することができる。なお、光インプリント装置において光(紫外線)硬化樹脂にモールドを介して光を照射する構成をとる場合には、その光に対して原版(モールド)が透明であるのが有利である。この場合には、例えば、透明な材質で形成されたポアソン比が負となる構造が有用である。露光装置で用いられる透過型原版(透過型マスク)についても同様である。また、熱インプリント装置で用いられる原版(モールド)や露光装置で用いられる反射型原版(反射型マスク)は、光に対して透明である必要はないため、例えば、クリストバライトのようなポアソン比が負の材質が有用となりうる。なお、以上の説明では、負の実効ポアソン比を有する原版について説明したが、必ずしも負の実効ポアソン比を有する必要

40

50

はなく、従来の原版の実効ポアソン比より小さな実効ポアソン比を有する原版であってもよい。例えば、光インプリント装置で用いられる原版（光インプリント用の原版）や露光装置で用いられる透過型原版等の光透過性原版に関しては、従来の石英製の原版（石英板）の実効ポアソン比より小さな実効ポアソン比を有する原版であってもよい。そのような原版は、ポアソン比が負となる構造、及びポアソン比が負となる材質の少なくとも一方を光透過性原版が含むことにより実現することができる。

【0021】

次に、本実施形態に係るオーセティック構造の一例について説明する。図2(c)は、オーセティック構造部22の平面拡大図である。オーセティック構造部22は、基部20の裏面側において、外周部に一定幅の壁部23(図2(b))を残しつつ、Z方向から一定の厚さ(深さ)で形成された複数の掘り込み部24を有する。この掘り込み部24により一定幅で連続したリブ部25が形成され、実効ポアソン比が負となる構造となる。このとき、実効ポアソン比を小さくするためには、掘り込み部24の厚さは、メサ部21の厚さの2倍以上であることが望ましい。なお、本実施形態では、図2(c)に示すように、形成されるリブ部25は、Z方向から見て、X方向に複数の山型のリブ部が連なり、その山型の各頂点部をY方向にそれぞれ結ぶような形状としている。但し、本実施形態では、オーセティック構造部22は、実効ポアソン比が負となる構造であればよく、図2(c)に示すような形状には限定しない。

【0022】

次に、オーセティック構造部22を有するモールド3に対して、形状補正機構11によりパターンの形状補正が行われた際のモールド3の変形について説明する。本実施形態では、基部20の実効ポアソン比が負であるので、形状補正機構11がモールド3の外周部側面からX方向に圧縮力を加えた場合、基部20に形成されたメサ部21は、そのY方向が収縮方向に変形する。これに対して、形状補正機構11がモールド3の外周部側面からX方向に引張力を加えた場合、メサ部21は、そのY方向が膨張方向に変形する。即ち、基部20の実効ポアソン比を負とすることで、パターンの形成されたメサ部21も実質的にポアソン比が負になる。このように、メサ部21のポアソン比を負とすることで、パターンの台形成分の補正残差を減少させることができる。

【0023】

図3は、モールド3の外周部側面からの力のみでパターン(メサ部21)の台形成分の補正を行う場合におけるZ方向から見たメサ部21の変形を示す模式図である。図3(a)～図3(c)において、破線30で示す台形は、補正する際の目標となる理想的な台形形状である。これに対して、図3(a)に示す実線31は、メサ部21のポアソン比が正の場合、図3(b)に示す実線32は、メサ部21のポアソン比がゼロの場合、更に、図3(c)に示す実線33は、メサ部21のポアソン比が負の場合のそれぞれの補正形状を示す。図3(a)～図3(c)では、各実線31～33の形状が、破線30の形状に近い程、目標の台形形状に近い、即ち、台形成分の補正誤差が小さいことを意味する。したがって、図3(c)に示すように、ポアソン比が負である実線33の形状がこの中で一番破線30の形状に近く、台形成分の補正誤差が小さいことが分かる。

【0024】

以上のように、本実施形態のモールド3によれば、その少なくとも一部の構造が負の実効ポアソン比を有するので、形状補正機構11は、メサ部21に形成されたパターン形状を、目標とする形状に好適に変形させることができる。結果的に、形状補正機構11は、パターンの倍率成分や平行四辺形成分等に加え、特に台形成分の補正誤差を小さくすることができる。また、このモールド3によれば、メサ部21がオーセティック構造を有していない場合でも、基部20のみがオーセティック構造部22を有することで、その効果を奏することができる。

【0025】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係るモールドについて説明する。図4は、第1実施形態

10

20

30

40

50

に係るモールド3の変形例である本実施形態のモールドの形状を示す概略図であり、第1実施形態のモールド3を示す図2(b)に対応した斜視図である。まず、図4(a)に示すモールド40は、オーセティック構造部42を、上記モールド3では、基部20の裏面全体に形成したのに対して、基部41の裏面の中心付近、即ち、基部41の表面側に形成された不図示のメサ部に対応した場所にのみ備える。これにより、第1実施形態と同様の効果を奏すると共に、モールド40の裏面において、例えば、真空圧や静電圧によりモールド40を保持するために使用する平坦部の面積を広く取ることができる。なお、図4(a)では、オーセティック構造部22の形成領域を円形としているが、例えば、矩形等の多角形でもよい。

【0026】

10

更に、図4(b)に示すモールド50は、図4(a)に示すモールド40と同様に基部51の裏面の中心付近で、かつ、高さを周辺の平坦部よりも一段下げたオーセティック構造部52を備える。これにより、上記モールド40の効果に加え、基部51の表面側に形成された不図示のメサ部の変形が容易となり、押印動作時に、メサ部に形成されたパターン内に樹脂を効率良く充填することができる。なお、モールド50のオーセティック構造部52を、周辺の平坦部よりも一段下がる下位領域の全域に形成するのではなく、下位領域の一部、即ち、表面側に形成されたメサ部に対応した位置に限定して形成しても、同様の効果を奏する。

【0027】

20

(物品の製造方法)

物品としてのデバイス(半導体集積回路素子、液晶表示素子等)の製造方法は、目標形状に従って変形させた上述の原版を用いて物体(ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板)にパターンを転写する工程を含む。更に、該製造方法は、パターンが形成された物体をエッチングする工程を含みうる。なお、パトーンドメディア(記録媒体)や光学素子等の他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングの代わりにパターンが形成された物体を加工する他の処理を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

【0028】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

30

【0029】

上記実施形態では、モールドの実効ポアソン比を負にするために、モールドの裏面側にオーセティック構造部を有するが、本発明は、これに限定するものではない。例えば、モールドを構成する物質を、上記実施形態のように石英ではなく、ポアソン比が石英よりも小さい物質としてもよい。この場合、モールドの裏面側にオーセティック構造部を形成する必要はない。このようなポアソン比を有する物質としては、例えば、クリストバライトがある。

【0030】

また、上記実施形態では、本発明の原版をインプリント装置に使用するモールドとして説明したが、本発明は、これに限定されない。例えば、上記実施形態の原版を、所謂スキヤナーやステッパー等の露光装置に使用するマスクとして適用することもできる。

40

【符号の説明】

【0031】

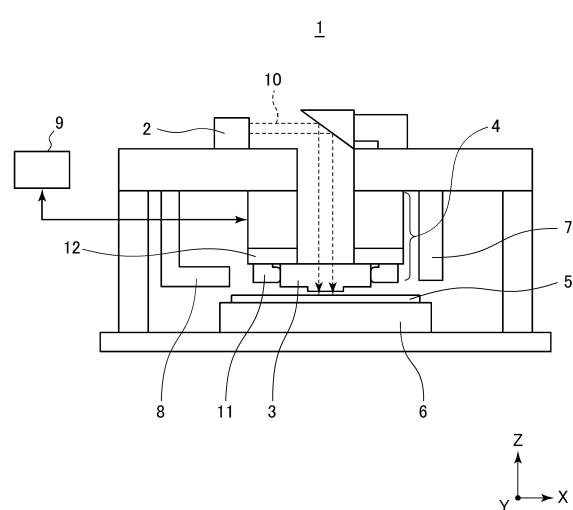
3 モールド

20 基部

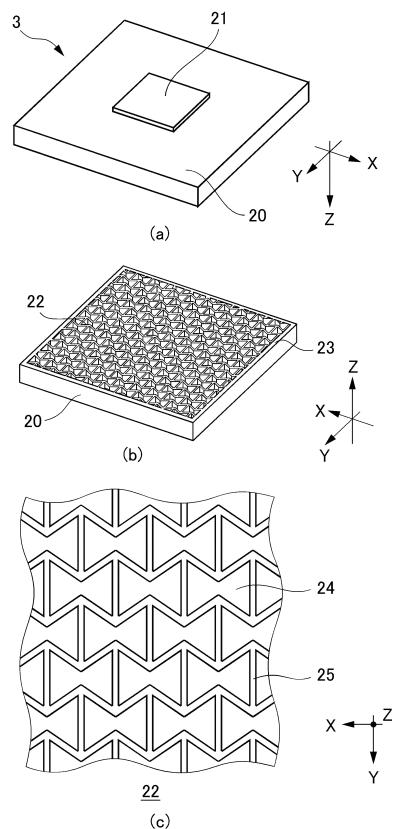
21 メサ部

22 オーセティック構造部

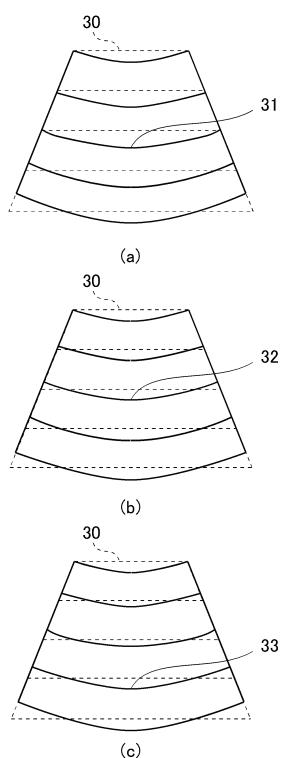
【図1】



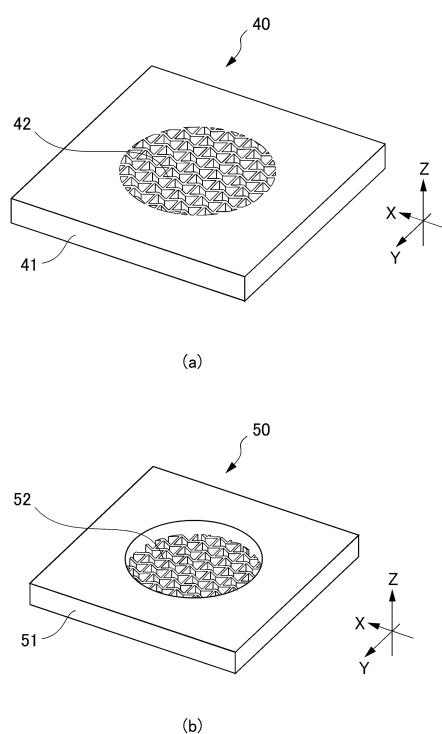
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2008-504141(JP,A)
特開2008-247022(JP,A)
特表2013-527481(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 33/38
B29C 59/02
H01L 21/027