

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4495722号
(P4495722)

(45) 発行日 平成22年7月7日(2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月16日(2010.4.16)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 5 / 1 8 (2006.01) G 0 2 B 5 / 1 8

請求項の数 13 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-504729 (P2006-504729)	(73) 特許権者	500430257
(86) (22) 出願日	平成16年3月18日 (2004. 3. 18)		オーファオデー キネグラム アーゲー
(65) 公表番号	特表2006-520923 (P2006-520923A)		スイス国 CH-6301 ツーク ツェ
(43) 公表日	平成18年9月14日 (2006. 9. 14)		ーラーヴェーク 1 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2004/002822	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開番号	W02004/083911		弁理士 柳田 征史
(87) 国際公開日	平成16年9月30日 (2004. 9. 30)	(74) 代理人	100090468
審査請求日	平成19年3月19日 (2007. 3. 19)		弁理士 佐久間 剛
(31) 優先権主張番号	10318105.9	(72) 発明者	シリング, アンドレーアス
(32) 優先日	平成15年4月22日 (2003. 4. 22)		スイス国 CH-6332 ハーゲンドル
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(72) 発明者	ン フルールシュトラーセ 20
			トンプキン, ウェイン ロバート
			スイス国 CH-5400 バーデン エ
			ーステルリヴァルトヴェーク 2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ミクロ構造の作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の凹凸構造(5)に、回折構造(12)として働く少なくとも一つの第2の凹凸構造を重ね合わせることによって、サブストレート(1)上のホトレジスト層(2)に、光を回折させるミクロ構造(13)を作成する方法であって、

a) 前記サブストレート(1)に対向して配置された凹凸母型(4)の形状を前記ホトレジスト層(2)の露出した表面に成形することにより形成された第1の凹凸構造(5)を備えたホトレジスト層(2)を平坦なサブストレート(1)上に作成し、

b) 前記凹凸母型(4)を取り除き、

c) コーヒレントな光を分岐ビーム(9)と参照ビーム(10)とに分解し、該分岐ビーム(9)および参照ビーム(10)を、所定の交角をもって干渉させることによって、成形された前記第1の凹凸構造(5)上に干渉縞を作成し、

d) 前記サブストレート(1)を該サブストレート(1)の平面に対する法線(15)の周りで回転させることにより、前記第1の凹凸構造(5)についての方位に対する、暗い光の縞によって分離された明るい光の縞を備えた干渉縞の方向を決定し、

e) 前記ホトレジスト層(2)内の前記第1の凹凸構造(5)を、前記干渉縞を用いて所定時間露光し、

f) 前記ホトレジストを所定時間現像し、前記露光によって変質されたホトレジスト材料を部分的に除去して、前記第1の凹凸構造(5)内に前記回折構造(12)の溝(13)を生成させ、

10

20

g) 前記ホトレジストを乾燥させる、
各工程を含むことを特徴とするマイクロ構造の作成方法。

【請求項 2】

前記 a) 工程において、最初に前記ホトレジスト層 (2) を前記サブストレート (1) 上に成形し、前記ホトレジスト層 (2) を熱の作用により硬化させ、次に型押しスタンプ (3) 上に設けられた凹凸母型 (4) を前記ホトレジスト層 (2) の表面に降下させて、前記第 1 の凹凸構造 (5) の形状を前記凹凸母型 (4) の陰画として形成することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記 a) 工程において、前記ホトレジスト層 (2) を注型により形成し、その場合に、液状ホトレジストを前記サブストレート (1) と前記凹凸母型 (4) との間に注入し、前記ホトレジストを加熱して硬化させ、離型後、前記ホトレジスト層 (2) の露出した表面が、前記凹凸母型 (4) の陰画としての前記第 1 の凹凸構造 (5) を備えるようにすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方法。

10

【請求項 4】

前記 a) 工程において、周期的格子を前記第 1 の凹凸構造 (5) として前記ホトレジスト層 (2) に形成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

前記 a) 工程において、交差的格子を前記第 1 の凹凸構造 (5) として前記ホトレジスト層 (2) に形成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 6】

前記 a) 工程において、1 本 / mm から 1 0 0 0 本 / mm までの間の範囲の空間周波数を有する周期的格子を前記第 1 の凹凸構造 (5) として前記ホトレジスト層 (2) に形成することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の凹凸構造 (5) の空間周波数の少なくとも 5 倍に相当する空間周波数を有する回折構造 (12) が形成されるように、前記 c) 工程において、前記分岐ビーム (9) と前記参照ビーム (10) との間の交角を設定することを特徴とする請求項 4 または 5 記載の方法。

【請求項 8】

前記 a) 工程において、光を散乱させるマット構造の一つを前記第 1 の凹凸構造 (5) として前記ホトレジスト層 (2) に形成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 9】

前記 a) 工程において、少なくとも一つの回転放物面 (16) および / または円錐尖端 (17) を有する構造を備えた凹凸母型 (4) を、前記第 1 の凹凸構造 (5) の形状の形成に用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 の凹凸構造 (5) を、 $0.1 \mu\text{m}$ と $100 \mu\text{m}$ の間の範囲の深さ (T) で形成することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の方法。

40

【請求項 11】

前記 g) 工程の実行に先立って、前記 c) 工程から前記 f) 工程までの写真造形作業を反復することにより少なくとも一つのさらなる回折構造 (12) を形成し、その場合に、前記 d) 工程において、前記法線 (15) の周りで前記サブストレート (1) を回転させることにより、新たな干渉縞に対する前記回折構造 (12) の溝 (13) を備えた前記第 1 の凹凸構造 (5) の方向を決定することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 12】

前記 c) 工程における写真造形作業の反復において、前記分岐ビーム (9) および参照ビーム (10) との間の交角を変更することを特徴とする請求項 11 記載の方法。

50

【請求項13】

最大500nmの格子周期を備えた回折構造(12)が前記c)工程において形成されるように、前記分岐ビーム(9)と前記参照ビーム(10)との間の交角を設定することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第1の凹凸構造に少なくとも一つの第2の凹凸構造を重ね合わせることによって形成されるマイクロ構造の作成方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

光を回折させるマイクロ構造は、一般に平行な溝の形態をした多数の凹部を有し、かつ例えば顕微鏡的に微細な凹凸構造を備えた光学格子を形成する。マイクロ構造に入射する光は、マイクロ構造によって所定の態様で回折または散乱される。マイクロ構造からなるモザイクは、例えばプラスチック材料または金属に形成され、有価物品の真正性を示す特徴として役立つ。これらの真正性を示す特徴は、光学的に目立つ挙動を呈して偽造を困難にする。

【0003】

この種のマイクロ構造を形成する方法がいくつか知られている。例えば機械的装置を用いてサブストレートの表面を引っ掻いて多数の平行な溝を形成することによりマイクロ構造を形成する方法がある。引っ掻き工具の形状が凹凸構造の断面形状を決定する。しかしながら、1ミリメートル当りの線の本数が増加すると、引っ掻きにより凹凸構造を形成する作業は、飛躍的に困難になり、したがって費用がかかる。レーザー光源からの2本のコーヒレントな光ビームをホトレジストの感光層上で干渉させるホログラフ的方法は、より安価である。明暗の光の縞を有する干渉縞の画像が、光の明暗のレベルに応じてホトレジストを感光させる。現像後、ホトレジストの表面には、対称的な断面形状を備えた凹凸構造が形成される。さらに別の方法においては、電子ビームがホトレジストに次々に凹凸構造の溝を描くが、この場合には溝も曲線となる。これらの方法により形成されたマイクロ構造のマスターの形状は、メッキ法によって複製され、その複製によって金属性型押しスタンプを作製することができ、この型押しスタンプによって、マイクロ構造の形状を金属またはプラスチック材料に形成することができる。しかしながら、これらの方法を用いると、マイクロ構造を形成するための装置の費用が著しく高騰してしまう。

20

30

【0004】

モザイクの形態で合成される新規なマイクロ構造が特許文献1から知られており、この場合は、所定の方位に配向された1組の異なる凹凸構造のうちの一つが上記モザイクの各表面素子に機械的に形成される。

【特許文献1】欧州特許出願公開第0105099号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、作製が比較的容易であるにも拘わらず、複雑で、従って偽造が困難な、例えば複製用マスターのための高度の正確性を備えたマイクロ構造が形成されるように、少なくとも二つの凹凸構造の重ね合わせによって形成されるマイクロ構造の安価な作成方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、本発明の目的は、請求項1に記載された特徴によって達成され、その特徴は、型押しまたはその他の機械的造形工程に、安価にも拘わらず複雑なマイクロ構造を作成するための写真造形工程を組み合わせたことにある。本発明の有利な実施の形態は従属項に記載されている。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0007】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0008】

図1を参照すると、光学的回折構造を作製するための方法の第1工程が断面図で示されている。ホトレジストからなる層2は、金属、ガラス、セラミックまたはプラスチック材料からなる平らなサブストレート1上に施されている。層2の厚さdは、 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内にあり、作製されるべき回折構造の深さTに左右される。感光性ホトレジスト材料としては、例えばシップリー(Shipley)社が販売しているMikroposit S 1813が知られている。ホトレジスト材料は、液体状態でサブストレート1上に施され、加熱により硬化される。型押しスタンプ3上に設けられた凹凸母型4は層2の露出した平坦な面上に降下され、層2の露出した表面内に押し込まれることによって、凹凸母型4の形状が層2の露出した表面に形成される。

10

【0009】

型押しスタンプ3(図1)が引き上げられると、図2に示されているように、型押しスタンプ3の領域内の層2が凹凸母型4(図1)の陰画である凹凸構造5を備える。この型押し作業中、サブストレート1は変形したり、撓んだりしないために、凹凸母型4は、形状に関して最高の忠実度をもって凹凸構造5を層2上に転写する。

【0010】

「凹凸構造5」という概念の意味に制約されることなく、図1は例えば周期的な格子の対称鋸歯状断面を備えた凹凸金型4の断面形状を示している。周期的な一次格子または交差格子を形成する例えば非対称鋸歯状断面、方形断面、正弦波または正弦波的断面、ピラミッドの規則正しい配列等のようなその他の周知の断面形状のうちの一つも特に凹凸構造5に適している。凹凸構造5の空間周波数は、1本/mmから2~3千本/mmまでの間の広い範囲内から選択することができる。周期的な格子からなる凹凸構造5の深さTは、通常 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内にあるが、これに関しては、技術的理由から、深さT(図1)の値が大きい凹凸構造5は一般に空間周波数の値が小さくなる。

20

【0011】

別の方法においては、凹凸構造を形成する等方性または異方性マット構造が層2の表面に形成される。これらのマット構造は、散乱能力を決定しかつ例えば平均粗さ R_a 、相関距離 l_c 等のような統計的パラメータによってのみ表現することができる顕微鏡的微小凹凸構造素子を含み、平均粗さ R_a に関する値は、20nmから2500nmまで、好ましくは50nmから500nmまでの間である。少なくとも一方向では相関距離 l_c は200nmから5000nmまで、好ましくは1000nmから10000nmまでの間の値である。等方性マット構造の顕微鏡的微小凹凸構造素子は、方位的に好ましい方向を有しておらず、その理由は、例えば視覚によって所定の制限値よりも大きい強度を有する散乱光が、マット構造の散乱能力によって所定の空間角内で全ての方位方向に様に分布されるからである。強く散乱させるマット構造は、弱く散乱させるマット構造よりも散乱光を大きな空間角内に分布させる。

30

【0012】

一方、もし顕微鏡的に微小な凹凸構造素子が好ましい方位方向を有している場合には、マット構造が異方性をもって入射光を散乱させる。マット構造の散乱能力によって所定の空間角は、長軸が凹凸構造素子の好ましい方向に直角な楕円形状の断面形状を有する。回折構造とは対照的に、マット構造は入射光をその波長とは無関係に散乱させる、すなわち、散乱光の色はマット構造上に入射する光の色にほぼ対応する。

40

【0013】

図3は、マット構造の一例の断面図を示し、その形状は凹凸構造5として層2に形成されたものである。格子における深さT(図1)の代わりに、マット構造の断面形状は平均粗さ R_a を有する。マット構造の微小凹凸構造素子は、平均粗さ R_a の約10倍までの高さHの最大差を示す。したがって、マット構造の高さHにおける最大差は、周期的格子に関する深さTに対応する。マット構造の高さHにおける差の値は、上述した深さTの範囲

50

内にある。したがって、深さTの範囲に関する後述の詳細説明は、周期的格子を備えた凹凸構造5と、マット構造を備えた凹凸構造5との双方に当てはまる。

【0014】

図4を参照すると、凹凸構造5を感光させて造形することによって、回折格子(図4には図示せず)を付加的に重ね合わせるホログラフ的工程が示されている。例えば波長400nmのコーヒレントな光ビーム6がレーザー光源7で生成される。光ビーム6はビームスプリッタ8に当たる。ビームスプリッタ8は光ビーム6の一部を分岐ビーム9として凹凸構造5の方向に反射させる。ビームスプリッタ8を透過した残りの光は参照ビーム10を形成する。偏光鏡11が参照ビーム10を凹凸構造5上に導く。分岐ビーム9および参照ビーム10は、凹凸構造5全体が平行な光ビームで個々に照らされるように扇状に広がる。分岐ビーム9の方向は参照ビーム10の方向と異なるので、凹凸構造5を備えた表面の領域内では所定の交角をもって交差する。光波がコーヒレントなことと、二つのビーム9, 10の波長が異なることが原因で、分岐ビーム9と参照ビーム10とが互いに干渉して凹凸構造5上に干渉縞を生成させる。この干渉縞は、暗い縞によって分離された明るい縞からなる平行な縞を備えており、そこでは干渉縞が、分岐ビーム9と参照ビーム10とによって凹凸構造5上に画成された面の軌跡と直角に交差する。1ミリメートル当りの縞の数は、ビーム6, 9, 10を形成する光の波長と、分岐ビーム9と参照ビーム10とが交差する交角とによって決定される。

10

【0015】

露光作業に先立って、サブストレート1を法線15の周りで回転させることによって、サブストレート1およびこのサブストレート1が備えている凹凸構造5の干渉縞に対する方位が決定され、かつ所定の方位値が設定される。

20

【0016】

上述したホトレジスト材料は、干渉縞の明るい光の縞の部分のみが感光されて、感光後にホトレジスト材料が、現像液、例えばシップライ社のMikroposit 351の作用で溶解されるように変質される。その場合、干渉縞の間隔に等しい格子周期をもった回折格子からなる平行な溝の形態でホトレジストの表面に凹部が形成される。格子周期は、分岐ビーム9と参照ビーム10とが交差する角度の変更によって調整可能である。光ビーム6の波長は、レーザー光源によって予め決定されるが、層2を形成するホトレジストの露光に適したものでなければならない。

30

【0017】

溝の断面形状とその幾何学的深さtとは、露光時間と、現像時間と、光の強度とによって決定される。溝の深さは、通常250nmの所定値に達する。断面形状は対称的で単純な正弦波断面から方形波断面にまで亘る。格子の位置は干渉縞によって決定される。したがって、凹凸構造5の格子線と回折構造の溝とは、予め設定された方位値によって方位が異なっている。

【0018】

図5は、凹凸構造5(図4)を露光により造形した後の層2の表面を示す。層2の表面にはマイクロ構造12が形成されているが、このマイクロ構造12は、ホログラフ的に生成される回折構造を凹凸構造5に付加的に重ね合わせることによって形成されたものであり、本実施の形態においては、凹凸構造5の格子線と回折構造の溝13とは同じ方位に含まれる。図5においては、元の凹凸構造5が破線14で示されている。破線14とマイクロ構造12との間に最初から存在していたホトレジストは、現像作業で除去されている。

40

【0019】

ホトレジストの乾燥後、マイクロ構造12は、周知の方法でニッケルメッキによって成形され、マイクロ構造12のマスターが生まれる。反射性マスターは検査を受けて、このマスターが所期の特性に対応する光学的特性を備えているか否かが確認される。次にこのマスターは、このマスターの一部がプラスチック材料または金属内で他の回折構造、鏡面等と組み合わせられて、光学的セキュリティ素子のためのモザイク状模様を生成させる。

【0020】

50

上記形成工程は、複数の構造、すなわち凹凸構造 5 および回折構造が付加的に組み合わせられて、凹凸構造 5 および回折構造の幾何学的形状が実質的に残存するミクロ構造 1 2 が（他の方法を用いるよりも良好に）得られることがほぼ確実になることに利点がある。

【 0 0 2 1 】

この場合、それらの寸法が著しく異なる構造を組み合わせることも可能である。例えば、凹凸構造 5 は、その深さ T が $2 \mu\text{m}$ を超えるものとして行うことができ、かつマット構造の一つ、または格子の一つ、あるいは逆反射体を構成するマイクロプリズムからなるものとして行うことができる。凹凸構造 5 には、格子周期の値の低い回折構造が重ね合わされる。

【 0 0 2 2 】

ミクロ構造 1 2 を作成するための第 1 の方法においては、上述した周期的格子の一つが凹凸構造 5 として層 2 に形成され、この周期的格子が回折構造とともに写真造形される。特定の実施の形態においては、回折構造の空間周波数が凹凸構造 5 の空間周波数の少なくとも 5 倍は高い。

【 0 0 2 3 】

ミクロ構造 1 2 を作成するための第 2 の方法においては、上述したマット構造の一つが層 2 に形成され、このマット構造が回折構造とともに写真造形される。光がゼロ次の回折次数のみにおいて反射するように、回折構造の格子の周期は最大で 500 nm である。ミクロ構造 1 2 の利点は、ミクロ構造 1 2 が、マット構造の散乱能力に回折格子の例えば波長選択的反射能力、偏光能力等のような特性を組み合わせることができることにある。

【 0 0 2 4 】

ミクロ構造 1 2 の作成方法は、先の写真造形作業が行なわれた後に、分岐ビーム 9（図 4）と参照ビーム 10（図 4）とが交差する点での交角を変えることによって第 1 のやり方を拡大させることができ、その場合、先の写真造形作業と比較して縞模様の 1 mm 当りの縞の数が異なる干渉縞によるさらなる写真造形作業が行なわれる。この縞模様の空間周波数に関して異なる設定による方法拡大は、所定のミクロ構造 1 2 が得られるまで、空間周波数を異ならせて 1 回または複数回行なわれる。

【 0 0 2 5 】

ミクロ構造 1 2 の作成方法は、先の写真造形作業が行なわれた後に、分岐ビーム 9（図 4）および参照ビーム 10（図 4）によって形成される干渉縞に対するサブストレート 1 の方位の向きを異ならせたさらなる写真造形作業を行なうという第 2 のやり方によって拡大させることができる。この方位の向きに関して異なる設定による方法拡大は、所定のミクロ構造 1 2 が得られるまで、方位の向きを異ならせて 1 回または複数回行なわれる。

【 0 0 2 6 】

ミクロ構造 1 2 の作成方法は、先の写真造形作業が行なわれた後に、干渉縞の空間周波数および方位の向きの双方を変え、次いでさらなる写真造形作業を行なうという第 3 のやり方によって変えることができる。このような縞模様の空間周波数および方位の向きに関して異なる設定をもって行なわれる写真造形作業の拡大は、所定のミクロ構造 1 2 が得られるまで、設定を変えて 1 回または複数回行なわれる。

【 0 0 2 7 】

好ましい方法としてここに記載する方法においては、a) 工程が、凹凸構造 5 の形状を形成するための型押し方法を用いることを含む。しかしながら、a) 工程は、層 2 の注型時に既に凹凸構造 5 が形成される態様に変えることもできる。その場合、サブストレート 1 とこのサブストレート 1 に対向して配置された凹凸母型 4（図 1）からなる成形用型内に液状ホトレジストを注入する。凹凸母型 4 はホトレジストが加熱により硬化された後に取り除かれる。層 2 の露出した表面は、凹凸母型 4 の陰画としての凹凸構造 5 を備える。

【 0 0 2 8 】

さらに別の方法では、a) 工程において、型押しまたは注型の代わりに、カッティングスタイラスによって層 2 に直接凹凸構造 5 を機械的に切り込むこともできる。

【 0 0 2 9 】

図 6 に示された別の方法では、少なくとも一つの回転放物面 16 および / または円錐尖

10

20

30

40

50

端 1 7 を凹凸母型 4 として用いている。回転放物面 1 6 および / または円錐尖端 1 7 を、上述した周期的格子と組み合わせてもよい。凹凸母型 4 の形状はサブストレート 1 上の層 2 に形成される。次いで写真造形作業が行なわれる。

【 0 0 3 0 】

ミクロ構造 1 2 を形成するためのさらに別の方法では、凹凸母型 4 として格子構造またはマット構造を用いる代わりに、複数の構造の重ね合わせにより既に存在する組み合わせ構造を用い、この組み合わせ構造が上述の工程においてホトレジストからなる層 2 の表面を最初に整形して凹凸構造 5 を形成し、次いでさらなる写真造形作業を行なう。

【 0 0 3 1 】

上述したボジ型のホトレジストに加えて、この形成方法に極めて適したネガ型のホトレジスト (Futurrex NR7-1000PY) を用いることも知られている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【 図 1 】ホトレジストからなる層を備えたサブストレートを示す断面図である。

【 図 2 】ホトレジストからなる層の型押しされた表面を示す断面図である。

【 図 3 】マット構造を示す断面図である。

【 図 4 】ホトレジストの露光作業を示す断面図である。

【 図 5 】ミクロ構造の形状を示す断面図である。

【 図 6 】凹凸母型を備えた型押しスタンプを示す斜視図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

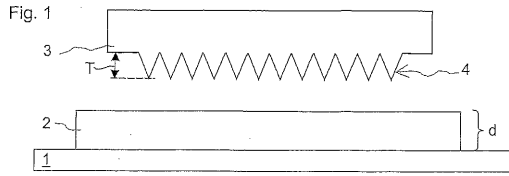
- 1 サブストレート
- 2 ホトレジスト層
- 4 凹凸母型
- 5 凹凸構造
- 6 光ビーム
- 7 レーザー光源
- 8 ビームスプリッタ
- 9 分岐ビーム
- 1 0 参照ビーム
- 1 2 ミクロ構造
- 1 3 溝

10

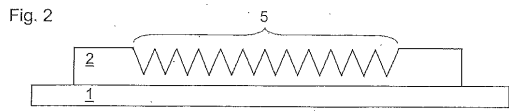
20

30

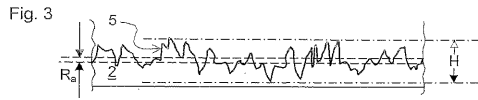
【 図 1 】



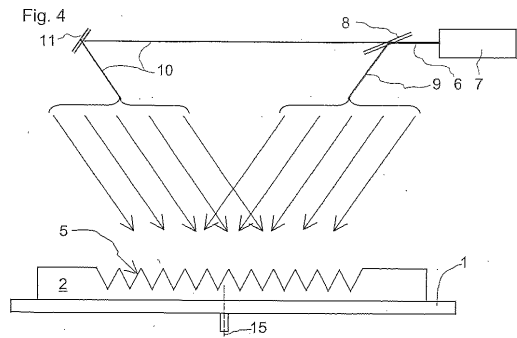
【 図 2 】



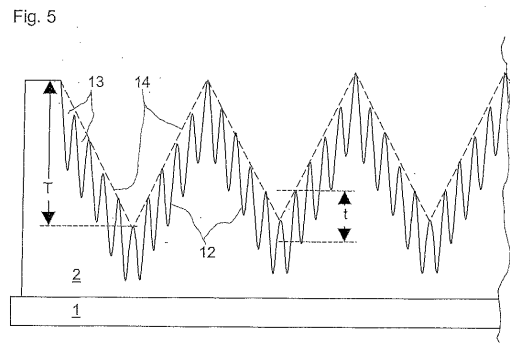
【 図 3 】



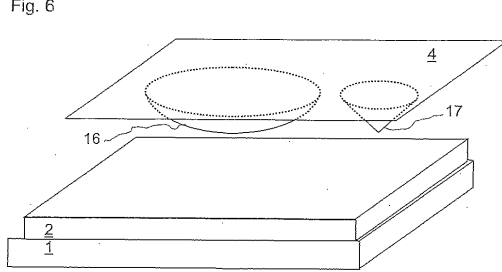
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 渡邊 勇

- (56)参考文献 特許第2812758(JP, B2)
特開2000-264000(JP, A)
特表2002-541001(JP, A)
特公昭61-034192(JP, B2)
国際公開第97/21121(WO, A1)
特表2001-517319(JP, A)
特開昭63-181142(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/18