

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-133153

(P2007-133153A)

(43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>G02B 3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 3/00	Z	
<b>G02B 3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 3/02		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-326152 (P2005-326152)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成17年11月10日 (2005.11.10)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100091096
			弁理士 平木 祐輔
		(72) 発明者	難波 入三
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株
			式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	金丸 昌敏
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株
			式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	島野 健
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		最終頁に続く	

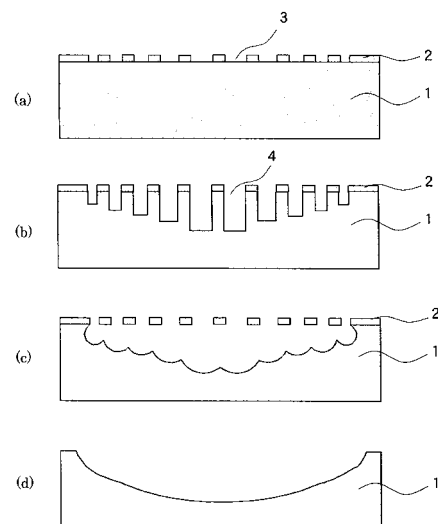
(54) 【発明の名称】 マイクロレンズ用型の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 任意の非球面を有する表面が平滑なマイクロレンズであって、レンズ径が1mm以下で厚さが0.5mm以上といった寸法を有する非球面マイクロレンズを製造するための型の製造方法を提供する。

【解決手段】 シリコン基板上にレンズ1個の型に対して径の異なる複数の円形開口部を施したマスク層を形成し、前記マスク層が形成された面を加工面として異方性ドライエッチングを行い、前記シリコン基板上にレンズ1個に対して前記円形開口部の径により深さの異なる複数の穴を形成し、等方性エッチングにより前記シリコン基板上に形成した前記深さの異なる複数の穴の側壁を除去して穴を融合し、レンズ1個に対応する1個の穴を形成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、

シリコン基板上に径の異なる複数の円形開口部を有するマスク層を形成し、

前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に各円形開口部の径に応じた深さの複数の穴を形成し、

前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、

前記マスク層を除去した後に、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法。 10

## 【請求項 2】

任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、

シリコン基板上に径の異なる複数の円形開口部を有するマスク層を形成し、

前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に各円形開口部の径に応じた深さの複数の穴を形成し、

前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、

前記マスク層を除去した後に、異方性ウエットエッチングにより前記融合した穴の表面の凸部をエッチングした後、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法。 20

## 【請求項 3】

任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、

シリコン基板上に 1 の円形開口部と、前記円形開口部とほぼ同心であって径が異なる複数のリング状の開口部とを有するマスク層を形成し、

前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に前記円形開口部の径又は前記各リング状開口部の半径方向幅に応じた深さの複数の穴を形成し、 30

前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、

前記マスク層を除去した後に、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法。

## 【請求項 4】

任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、

シリコン基板上に 1 の円形開口部と、前記円形開口部とほぼ同心であって径が異なる複数のリング状の開口部とを有するマスク層を形成し、

前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に前記円形開口部の径又は前記各リング状開口部の半径方向幅に応じた深さの複数の穴を形成し、 40

前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、

前記マスク層を除去した後に、異方性ウエットエッチングにより前記融合した穴の表面の凸部をエッチングした後、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法。

## 【請求項 5】

前記スムージング処理の後に、前記マイクロレンズ用型の表面に、レンズ材に対して剥離性の良い膜を形成することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のマイク 50

ロレンズ用型の製造方法。

【請求項 6】

前記スミージング処理の後に、前記マイクロレンズ用型の表面に、型材であるシリコンをエッチングするガス又は液体に腐食され難い膜を形成することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のマイクロレンズ用型の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のマイクロレンズ用型の製造方法により製造されたマイクロレンズ用型を用いて、マイクロレンズを成型する方法であって、

前記マイクロレンズ用型の任意の非球面を有する表面の形状をレンズ材に転写した後、前記マイクロレンズ用型の前記表面とは反対側の面に対してエッチングを行ってシリコン基板を除去し、さらに前記表面に形成された膜を除去することにより、マイクロレンズを成型する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロレンズを成型するための型を製造する方法に関し、特に、レンズ径 1mm 以下の微小な非球面マイクロレンズの成型に用いる型の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、マイクロレンズ用型の製造方法に係わる公知技術としては、例えば、ガラス平板表面にマスク層を形成し、作製するレンズ個数と同数の円形の微細な開口部を、作製するレンズ位置に対応して前記マスク層に設け、前記開口部を化学的にエッチングすることで略半球面状の凹部を形成した後、前記マスク層を全て取り除き、前記凹部の形成された平板表面に改めてマスク層を形成し、前記凹部に対応する位置に、前記凹部開口径よりも大きな円形の開口部を前記マスク層に設け、該開口部を通して平板表面を更にエッチングし、前記マスク層を取り除いた後、平板表面全体をエッチングして製造するという方法が知られている（特許文献 1 参照）。これにより、表面が平滑な複合球面を有するマイクロレンズ用型を高精度に製造できる。また、マスク層を形成する回数を増やせば、さらに多くの球面を有することが可能となる。

【0003】

一方で、非球面マイクロレンズの製造方法に係わる公知技術としては、例えば、 $\text{SiO}_2$  基板上に  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  膜をスパッタ蒸着し、この  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  膜の上にフォトレジスで円筒状のパターンを形成し、ポストバークを行って前記円筒状のパターンを半球状に変化させた後、エッチングガスの混合比を調整しながらプラズマエッチングを行うことにより、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  膜にレンズ形状を転写するという方法が知られている（非特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 63904 号公報

【非特許文献 1】OplusE Vol.24, No7 (2002年7月) P719 ~ P723

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年では光ディスクの高記録密度化、光ディスク装置の小型化が進む中で、レンズ径が微小でかつ厚みのある非球面のマイクロレンズの製造が期待されている。具体的には、レンズ径が 1mm 以下で厚さが 0.5mm 以上といった寸法を有する非球面マイクロレンズが実現されるのが望ましいとされている。

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載のマイクロレンズ用型の製造方法では、レンズ 1 個に対して 1 個の開口部を設け、そこから等方的にエッチングを行い半球面状の凹部を形成し、この半球面状の凹部をレンズ型とする製法であるため、球面収差を補正するのに優

10

20

30

40

50

れている非球面レンズの型を製造することができない。また、非特許文献 1 に記載の非球面マイクロレンズの製造方法では、レンズ径 300mm に対して厚さが 50mm 程度の薄いレンズしか製造できない。

【 0 0 0 7 】

一般的に、マイクロレンズは成型用の型を用いて製造されるものであるが、上記したようなマイクロレンズの寸法に対応する型を製造する技術は現在確立されていない。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の目的は、任意の非球面を有する表面が平滑なマイクロレンズであって、レンズ径が 1mm 以下で厚さが 0.5mm 以上といった寸法を有する非球面マイクロレンズを製造するための型を製造する方法を提供しようとするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明者は、下記のようなマイクロレンズ用型の製造方法を提案する。

【 0 0 1 0 】

すなわち、本発明は、任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、シリコン基板上に径の異なる複数の円形開口部を有するマスク層を形成し、前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に各円形開口部の径に応じた深さの複数の穴を形成し、前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、前記マスク層を除去した後に、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法を提供するものである。

20

【 0 0 1 1 】

本発明は、また、任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、シリコン基板上に径の異なる複数の円形開口部を有するマスク層を形成し、前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に各円形開口部の径に応じた深さの複数の穴を形成し、前記複数の円形開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、前記マスク層を除去した後に、異方性ウェットエッチングにより前記融合した穴の表面の凸部をエッチングした後、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法を提供するものである。

30

【 0 0 1 2 】

本発明は、また、任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、シリコン基板上に 1 の円形開口部と、前記円形開口部とはほぼ同心であって径が異なる複数のリング状の開口部とを有するマスク層を形成し、前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に前記円形開口部の径又は前記各リング状開口部の半径方向幅に応じた深さの複数の穴を形成し、前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、前記マスク層を除去した後に、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法を提供するものである。

40

【 0 0 1 3 】

本発明は、また、任意の非球面を有し、かつ、厚さがレンズ口径の半分より大きいマイクロレンズを製造するための型の製造方法であって、シリコン基板上に 1 の円形開口部と、前記円形開口部とはほぼ同心であって径が異なる複数のリング状の開口部とを有するマスク層を形成し、前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して異方性ドライエッチングを行うことにより、前記シリコン基板に前記円形開口部の径又は前

50

記各リング状開口部の半径方向幅に応じた深さの複数の穴を形成し、前記円形開口部及びリング状開口部を通じて前記シリコン基板に対して等方性エッチングを行うことにより、前記複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合し、前記マスク層を除去した後に、異方性ウエットエッチングにより前記融合した穴の表面の凸部をエッチングした後、等方性エッチングにより前記融合した穴の表面をスムージング処理することを含む方法を提供するものである。

【0014】

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法において、前記スムージング処理の後に、前記マイクロレンズ用型の表面に、レンズ材に対して剥離性の良い膜を形成することを特徴とする。

10

【0015】

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法において、前記スムージング処理の後に、前記マイクロレンズ用型の表面に、型材であるシリコンをエッチングするガス又は液体に腐食され難い膜を形成することを特徴とする。

【0016】

また、上記のマイクロレンズ用型の製造方法により製造されたマイクロレンズ用型を用いて、マイクロレンズを成型する方法としては、前記マイクロレンズ用型の任意の非球面を有する表面の形状をレンズ材に転写した後、前記マイクロレンズ用型の前記表面とは反対側の面に対してエッチングを行ってシリコン基板を除去し、さらに前記表面に形成された膜を除去することにより、マイクロレンズを成型する方法が提供される。

20

【発明の効果】

【0017】

以上、説明したように、本発明のマイクロレンズ用型の製造方法によれば、従来実現不可能であった、任意の非球面を有する表面が平滑なマイクロレンズであって、レンズ径が1mm以下で厚さが0.5mm以上といった寸法を有する非球面マイクロレンズを製造することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、添付図面を参照しながら、本発明のマイクロレンズ用型の製造方法を実施するための最良の形態を詳細に説明する。図1～図5は、本発明の実施の形態を例示する図であり、これらの図において、同一の符号を付した部分は同一物を表わし、基本的な構成及び動作は同様であるものとする。

30

【0019】

〔第1実施形態〕

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法の第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態における製造工程の流れを概略的に示す図である。まず、図1(a)に示すように、単結晶シリコン基板1上にマスク層2を形成する。マスク層2の上に、ホトリソグラフィによりレンズ1個に対して径の異なる複数の円形開口部を有するレジストパターンを形成し、このレジストパターンを用いてマスク層のエッチングを行い、マスク層にレンズ1個に対して径の異なる複数の円形開口部3を形成する。マスク層2としては、アルミ

40

【0020】

次に、図1(b)に示すように、マスク層2が形成された面を加工面として、マスク層2に形成された円形開口部3の開口パターンを用いて、異方性ドライエッチングでシリコン基板1に複数の穴4を形成する。このときマイクロローディング効果により、穴の深さ是对応するマスク層の円形開口部の径が大きいほど深くなり、長時間エッチングするほど、円形開口部の径の大きさによる穴の深さの差は大きくなる。このため、マスク層2に形成する円形開口部3は、レンズ中心部に対応する場所ほど径の大きな寸法を有するように設計している。このマイクロローディング効果は、マスク層の円形開口部の径がある一定の大きさ以上になると発生しない。本実施形態では、円形開口部3の径は、5 $\mu$ mから40 $\mu$

50

mとしている。

#### 【0021】

本実施形態における異方性ドライエッチングの条件は、以下の通りである。

エッチングガス（SF<sub>6</sub>）流量：120sccm側壁保護膜形成ガス（C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>）流量：80sccm、ベント開口率55%、主プラズマ電源：1000W、バイアス110W、チャンバ内圧力：1.7～1.8Pa、エッチング時間と保護膜形成時間の比 7:3。

この異方性ドライエッチングを、レンズ中心部に対応する場所の最も深い穴とレンズ外縁部に対応する場所の最も浅い穴との深さの差が200μm以上になるまで行うのが望ましい。

#### 【0022】

10

次に、図1（c）に示すように、等方性エッチングを行い、前工程の異方性ドライエッチングでシリコン基板に形成した深さの異なる複数の穴の側壁を除去して穴同士を融合する。本実施形態における、等方性ドライエッチングの条件は、以下の通りである。

エッチングガス（SF<sub>6</sub>）流量：100sccm、ベント開口率55%、主プラズマ電源：900W、バイアス20W、チャンバ内圧力：1.7～1.8Pa。

本工程は、等方性ドライエッチングで行う他、弗酸、硝酸、酢酸の混合液等による単結晶シリコンの等方性ウエットエッチングで行うことも可能である。

#### 【0023】

次に、図1（d）に示すように、マスク層を除去し、型表面を平滑化する為にスムージング処理を行う。このスムージング処理は、例えば、等方性ドライエッチングや等方性ウエットエッチングによって行うことができる。

20

#### 【0024】

以上説明したように、本実施形態では、マスク層2に形成する円形開口部3の径とそれらの配置を任意に設計することにより、任意の非球面を有し、かつ、所望の厚さのマイクロレンズを成型するための型を形成することができる。具体的には、レンズ径が1mm以下で厚さが0.5mm以上といった寸法を有する非球面マイクロレンズを成型するための型を製造することができる。また、上記スムージング処理により表面が平滑なマイクロレンズ用型を得ることができる。

#### 【0025】

##### [第2実施形態]

30

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法の第2実施形態について説明する。本実施形態では、スムージングの工程を第1実施形態と異なる方法によって行うことを特徴としているが、これ以外の工程は第1実施形態と同様にして行う。図2に示すように、本実施形態におけるスムージングの工程では、水酸化カリウム水溶液又は水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液による単結晶シリコンの異方性ウエットエッチングを行って、レンズ型表面の大きな凸部5を除去した後に、等方性ウエットエッチングを行ってレンズ型表面の平滑化を行う。このようにして、表面が平滑なマイクロレンズ用型を得ることができる。

#### 【0026】

##### [第3実施形態]

40

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法の第3実施形態について説明する。本実施形態では、第1実施形態又は第2実施形態の方法によりシリコン基板表面にマイクロレンズ用型を形成した後に、図3に示すように、型表面にレンズ材に対して剥離性の良い膜6を形成することを特徴としている。例えば、レンズ材がガラスである場合には、膜6をカーボンで形成すればよい。これにより、転写した後にマイクロレンズを剥がすことが容易なマイクロレンズ用型を得ることができる。

#### 【0027】

##### [第4実施形態]

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法の第4実施形態について説明する。本実施形態では、第1実施形態又は第2実施形態の方法によりシリコン基板表面にマイクロレンズ用型を形成した後に、図4（a）に示すように、型表面にシリコンをエッチングするガス又

50

は液体に腐食され難い保護膜 7 を形成することを特徴としている。保護膜 7 は、例えば、アルミや酸化シリコンなどで形成することができる。

【 0 0 2 8 】

このような処理をされたマイクロレンズ用型にレンズ材を転写した後に、図 4 ( b ) に示すようにマイクロレンズ用型を型裏面からエッチングし、続いて図 4 ( c ) に示すように保護膜 7 を除去することにより、マイクロレンズをマイクロレンズ用型から剥離することなくレンズ表面 8 を露出させることができる。これにより、レンズ表面 8 を傷つけることなくマイクロレンズの成型を行うことが可能となる。

【 0 0 2 9 】

〔第 5 実施形態〕

本発明のマイクロレンズ用型の製造方法の第 5 実施形態について説明する。本実施形態では、マスク層の上に円形開口部を形成する工程を第 1 実施形態と異なる方法によって行うことを特徴としているが、これ以外の工程は第 1 実施形態と同様にして行う。図 5 に示すように、本実施形態では、マスク層 2 のレンズ中心部に対応する場所に円形開口部 9 を形成し、その周りに円形開口部 9 と同心円のリング状の開口部 10 を複数形成する。このリング状の開口部の半径方向の幅は、レンズ外縁に対応する場所に近づくほど狭くする。このような方法によっても、任意の非球面を有しかつ所望の厚さのマイクロレンズ用型を製造することができる。

【 0 0 3 0 】

以上、本発明のマイクロレンズ用型の製造方法について、具体的な実施の形態を示して説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。当業者であれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、上記各実施形態又は他の実施形態にかかる発明の構成及び機能に様々な変更・改良を加えることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】本発明のマイクロレンズ用型の製造方法における製造工程の流れを概略的に示す図である。

【図 2】第 2 実施形態におけるスムージングの工程を概略的に示す図である。

【図 3】第 3 実施形態におけるマイクロレンズ用型の形成後の膜形成処理の工程を概略的に示す図である。

【図 4】第 4 実施形態におけるマイクロレンズ用型の形成後のレンズ成型のための処理の工程を概略的に示す図である。

【図 5】第 5 実施形態におけるマスク層の上に円形開口部を形成する工程を概略的に示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

- 1 単結晶シリコン基板
- 2 マスク層
- 3 円形開口部
- 4 穴
- 5 レンズ型表面の大きな凸部
- 6 レンズ材に対して剥離性の良い膜
- 7 シリコンをエッチングするガス又は液体に腐食され難い保護膜
- 8 レンズ表面
- 9 円形開口部
- 10 リング状の開口部

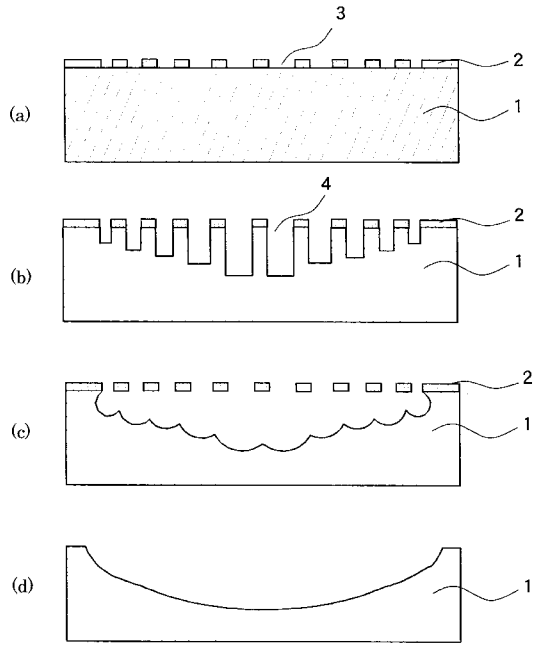
10

20

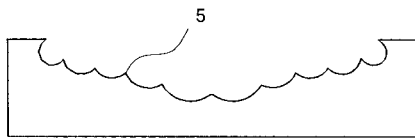
30

40

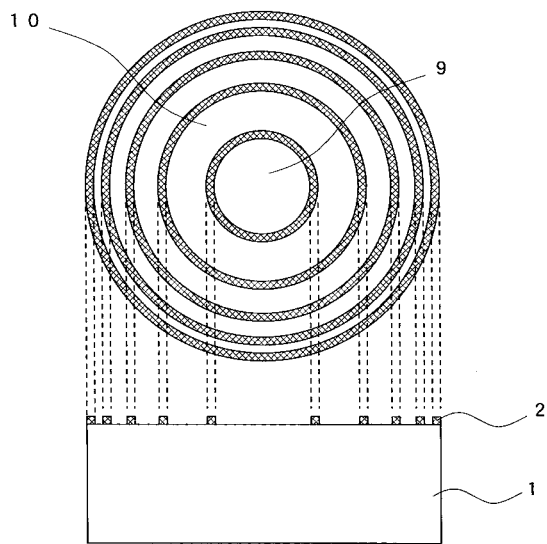
【図 1】



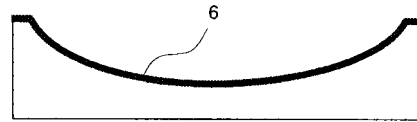
【図 2】



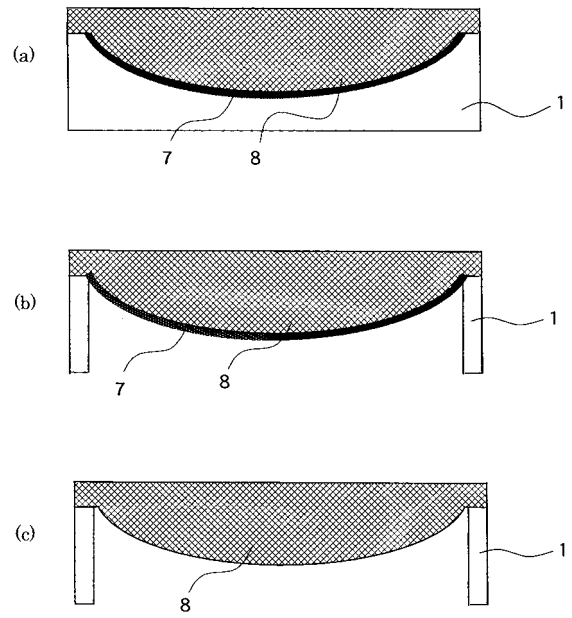
【図 5】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 中村 滋男  
茨城県ひたちなか市堀口 8 3 2 番地 2 株式会社日立製作所機械研究所内
- (72)発明者 堀野 正也  
茨城県ひたちなか市堀口 8 3 2 番地 2 株式会社日立製作所機械研究所内
- (72)発明者 安齋 由美子  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内