

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4331424号
(P4331424)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 9 C 33/38 (2006.01)	B 2 9 C 33/38
G 0 2 B 3/00 (2006.01)	G 0 2 B 3/00 A
B 2 9 L 11/00 (2006.01)	G 0 2 B 3/00 Z
	B 2 9 L 11:00

請求項の数 3 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-334450 (P2001-334450)	(73) 特許権者	590000846
(22) 出願日	平成13年10月31日(2001.10.31)		イーストマン コダック カンパニー
(65) 公開番号	特開2002-144348 (P2002-144348A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(43) 公開日	平成14年5月21日(2002.5.21)		スター ステート ストリート 343
審査請求日	平成16年5月11日(2004.5.11)	(74) 代理人	100062144
(31) 優先権主張番号	09/702402		弁理士 青山 稔
(32) 優先日	平成12年10月31日(2000.10.31)	(72) 発明者	ジョン・ボーダー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 14568 ニューヨーク州
			ウォルワース、カトラフ・ロード 860 番
		(72) 発明者	ロバート・ダムブラウスカス
			アメリカ合衆国 14534 ニューヨーク州
			ピッツフォード、スタイブサント・ロード
			60 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 精密モールド型を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 基板を準備するステップと、

(b) 上記基板内に微小寸法のモールドキャビティを形成するための、予め設定された輪郭を有し上記モールドキャビティの形状に対応する切削面形状を有する回転可能な硬質の切削部材を有する成形要素を準備するステップと、

(c) 上記の回転可能な硬質の切削部材を、該回転可能な切削部材の回転軸が上記基板と垂直となるようにして、上記基板と関連する回転切削機内に配置するステップと、

(d) 上記の回転可能な切削部材をその回転軸のまわりに回転させることにより、上記の回転可能な硬質の切削部材で上記基板を回転切削して、微小寸法の光学製品をモールド成形するための、予め設定された形状を有する微小寸法のモールドキャビティを形成するステップとを含んでいる、微小寸法の光学製品のための精密モールド型を製造する方法。

【請求項 2】

上記の微小寸法の光学製品がマイクロレンズである、請求項 1 に記載の精密モールド型を製造する方法。

【請求項 3】

上記の硬質の切削部材が、上記基板内に、球面形又は非球面形のモールドキャビティを形成するための輪郭を有する切削面を備えている、請求項 1 に記載の精密モールド型を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的には、改良されたマイクロレンズ用モールド型及びマイクロレンズに関するものである。より詳しくは、本発明は、マイクロレンズやマイクロレンズアレーなどの高品質で微小サイズの光学製品の形成に適した精密モールド型を製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

射出モールド成形用や圧縮モールド成形用のモールド型における回転対称形光学面は、典型的には、研削法又はダイヤモンド旋削法で形成される。光学面が大きければこのような技法も十分なものであるが、光学面が高品質であったり、微小であったり、それがアレーをなしているような場合は、このような技法が適しているとはいえない。小型単一レンズやアレーの製造法は、この他にも種々あるが、いずれも充填率、光学精度、及び／又は、レンズの幾何学的構成の高さないし球欠高さが、充分には実現されないといった問題点がある。

【0003】

研削法の場合、傷を付けないで精密光学面を形成するには、研削面の軌道運動が重要である。しかしながら、この軌道運動と研削面とは、寸法が数ミリメートル以下の光学面を形成するには、実用上適していない。また、レンズアレー用の複合面を研削するには、互いにはめ合わせた複数の研削片を利用して光学面を1つずつ研削している。

【0004】

ダイヤモンド旋削法は、2ミリメートルまでの光学面を形成するのに利用できるが、機構設定が困難である。つまり、機構設定が複数あり、複数の光学面を精密に位置決めするのは無理である。そればかりではなくて、機構設定が複数あれば、アレーの研削時間も増加し、コストの観点からダイヤモンド旋削法が利用できなくなることもある。

【0005】

2ミリメートル以下のマイクロレンズの形成に適した方法として、ポリマーリフロー (polymer reflow) 法がある。このポリマーリフロー法では、ポリマーの液滴を表面に落とし、その後加熱して溶融させることにより、溶融ポリマーが表面張力の影響の下で球面状へと還流するようになっている。歪みのない球面状の光学面を得るには、リフローによるレンズを互いに分離して、円形パターンとなって支持面に接触するようにする。各レンズを支持面で円形パターンの状態に維持するためには、レンズを互いに分離する必要がある、そのためにアレーでの充填率 (fill factor) がほぼ限られてくる。1996年7月16日に発行された、発明の名称を「Method Of Manufacturing Lens Array(レンズアレーの製造方法)」とする、アオヤマらによる米国特許第5,536,455号は、高充填率でリフローによるレンズを製造する二段製造法を開示している。この方法を利用することにより、第1群のレンズの間にできる隙間に第2群のレンズが置けるようになっている。この方法によれば、100%に近い充填率を達成することができるが、第2群のレンズは支持面に対して円形状接触をなすようにはなっていないので、それに最終的に形成される光学面は球面状ではない。また、一般にリフロー法では、重力作用の影響もあって球欠高さ (sag) が100ミクロン未満に限られている。このポリマーリフロー法では非球面を形成することはできない。

【0006】

2ミリメートル以下のマイクロレンズを製造するには、グレースケールリソグラフィ (grayscale lithography) も利用できる。グレースケールリソグラフィでは、ほとんど、どのような形状にでもすることもでき、レンズアレーにおいて高充填率を達成することができる。しかし、このグレースケールリソグラフィで使われている反応性イオンビームエッチング法やその他のエッチング法では、光学面に正確に形成できる深さが限られており、一般に球欠高さは30ミクロン以下に限られている。

【0007】

球欠高さの大きいレンズとは、高倍率ないし高パワー屈折レンズのことであって、一般に撮像用に使われている。高パワー屈折レンズは、内包角(included angle)と、大球欠高さに関わりのある集光能ないし光拡散能を最大化するために曲率がしっかりしている(tight curvature)とともに、急勾配の側面を有している。画像形成の場合では、屈折レンズとしては像の等位相面(wave front of the image)を保つことのできるものが望まれている。等位相面を保つ必要のない照明のような他の場合では、レンズ全体としての球欠高さを小さくするために光学カーブが輪状断片にカットされているフレネルレンズないし回折レンズが使われている。マイクロレンズの場合では、球欠高さの小さい、高パワーのマイクロレンズを製造するのに要するエッジでの輪状断片の勾配がきつく、また、その間の間隔が小さいので、高パワー回折レンズは望ましくない。

10

【0008】

発明の名称を「Microlens Arrays With Microlenses Having Modified Polygon Perimeters(変形ポリゴン周囲を有するマイクロレンズによるマイクロレンズアレー)」とし、1996年5月21日にフープマン(Hoopman)らに付与された米国特許第5,519,539号や、発明の名称を「Method of Making A Microlens Array and Mold(マイクロレンズアレーの製法と成形型)」とし、1994年4月5日にフープマン(Hoopman)らに付与された米国特許第5,300,263号は、表面張力によりポリマーの表面をほぼ球状に形成するようにした一群の小型容器にポリマーを流し込んでレンズアレーを製造する方法を開示している。表面をもっと球状にするには形状矯正ができるようになっているが、これではフットボール状交差パターン(football-shaped intersections)になってしまって、有効

20

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、この技術分野では、マイクロレンズやマイクロレンズアレーなどといった高品質で、微小寸法の光学製品の形成に適した精密マイクロレンズ用モールド型が望まれている。

【0010】

それゆえ、本発明の1つの目的は、微小寸法(microsized)の光学製品のための精密モールド型(precision mold)を製造する方法を提供することである。

本発明のもう1つの目的は、モールド型(モールド品)表面に損傷を与えない精密モールド型を製造する方法を提供することである。

30

本発明のさらなる1つの目的は、貫通(penetration)の深さが制限されない切削部材を利用するモールド型を製造する方法を提供することである。

本発明のさらにもう1つの目的は、微小寸法の光学製品のアレー(array)を形成するのに用いることができる精密モールド型を製造する方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、高速回転可能な半半径ダイヤモンド切削部材(half radius diamond cutting member)を備えた成形要素(forming element)が、所定の切削パターンで基板(substrate)と回転的に係合して、該基板に精密モールド型表面を形成するようにしている点に特徴がある。

40

【0012】

本発明の1つの態様にかかる、微小寸法の光学製品のための精密モールド型を製造する方法は、(a)基板を準備するステップと、(b)上記基板内に微小寸法のモールドキャビティを形成するための、予め設定された形状を有する回転可能な硬化された切削部材を有する成形要素を準備するステップと、(c)上記の回転可能な硬化された切削部材を、上記基板と関連する回転切削機内に配置するステップと、(d)上記の回転可能な硬化された切削部材で上記基板を回転切削して、微小寸法の光学製品をモールド成形するための、予め設定された形状を有する微小寸法のモールドキャビティを形成するステップとを含んでいる。

50

【0013】

本発明のもう1つの態様においては、本発明にかかる方法により製造されたマイクロレンズ及びマイクロレンズアレーは、球形の表面、非球面形 (aspheric shaped) の表面又はアナモルフィック形 (anamorphic shaped) の表面を有している。

【0014】

本発明は、次のような利点を有している。

精密マイクロレンズ用モールド型が用いられることができ、急勾配の側部 (steep side) を伴った対称表面と高い球欠高さ (sag) とを有する、高品質で微小寸法のマイクロレンズなどの光学製品をモールド成形することができる。

成形要素 (forming element) が輪郭を定め (contour)、単一のマイクロレンズ又はアレー内に非常に高精度の光学面を形成することができる。アレーの場合、モールド成形された製品は、ほぼ100%の充填率 (fill factor) を実現することができる。

10

【0015】

本発明の、上記の及びその他の目的、特徴及び利点は、以下の記述と添付の図面とを参照すれば、より明確なものとなるであろう。添付の図面において、同一の特徴を有する部材ないしは共通な部材については、可能な限り、同一の参照番号が用いられている。

【0016】

【発明の実施の形態】

添付の図面、とくに図1から図3には、本発明にかかる方法により製造された改良マイクロレンズ用モールド型10、16、20が示されている。図1に示すように、マイクロレンズ用モールド型10は、詳細については後述する基板14 (substrate) 内に、複数の微小寸法のモールドキャビティ12 (mold cavity) が互いに隣接して四角交差パターンないし碁盤目パターン (interconnecting square intersection) で配置された状態で形成されている。図2においては、マイクロレンズ用モールド型16は、詳細については後述する基板14内に、複数の微小寸法のモールドキャビティ18が、互いに隣接して六角交差パターンないし蜂巢状パターン (interconnecting hexagonal shaped intersection) に配置された状態で形成されている。さらに、図3に示したマイクロレンズ用モールド型20は、詳細については後述する基板14内に、複数の微小寸法のモールドキャビティ22がランダム配置パターンに配置された状態で形成されている。

20

【0017】

本発明にかかる精密マイクロレンズ用モールド型10、16、20が形成されている基板14は、ダイヤモンド切削具などの非常に硬質の切削工具に適合する材料で作られている。本発明の好ましい実施の形態では、基板14は、銅、ニッケル、ニッケル合金、ニッケル鍍金、黄銅、シリコンの群から選ばれる材料で構成されているのが望ましく、ことに硬化ニッケル鍍金が最も望ましい。

30

【0018】

図4と図5とに示すように、マイクロレンズ用モールド型10、16、20は、本発明にかかる新規なダイヤモンド切削法で実現されたものである。図4に示すように、半半径 (half-radius) ダイヤモンド切削部材26を有する球面成形要素24 (spherical forming element) を利用して、マイクロレンズ用モールド型10、16、20のそれぞれの基板14をダイヤモンド掘削することによりモールドキャビティ12、18、22 (mold cavity) を形成している。このダイヤモンド切削部材26は、ほぼ平坦な第1面28と、該第1面28に対して直交して交差するほぼ平坦な第2面30と、第1面及び第2面28、30と交差する球面状切削面32とを備えている。第1面28は、ダイヤモンド切削部材26を後述のように基板14の研削に備えて制御部材36に連結すると、当該ダイヤモンド切削部材26の回転軸心34を規定するようになっている。前述の成形要素24は、図1から図3に示す基板14に球面状マイクロレンズ用モールド型10、16、20を形成するのに利用できる。球面状マイクロレンズ用モールド型10、16、20は、球面マイクロレンズ製品の製造に利用することができる。

40

【0019】

50

図5は、非球面成形要素40 (aspheric forming element) を示している。この非球面成形要素40は、非球面状ダイヤモンド切削部材41を備えている。このダイヤモンド切削部材41は、ほぼ平坦な第1面42と、該第1面42に直交して交差するほぼ平坦な第2面46と、前記第1面及び第2面42、46の両方に対接する非球面状切削面44とを備えている。第1面42は、ダイヤモンド切削部材41を後述のように基板14の研削に備えて制御部材48に連結すると、当該ダイヤモンド切削部材41の回転軸心49を規定するようになっている。制御部材48を備えた前述の成形要素40は、図1から図3に示す基板14に球面状マイクロレンズ用モールド型10、16、20を形成するのに利用できる。非球面マイクロレンズ用モールド型10、16、20は、非球面マイクロレンズ製品の製造に利用することができる。

10

【0020】

図6に、本発明の別の態様における、微小寸法の光学製品の製造に利用することができる、図1から図3に示したそれぞれの精密単一マイクロレンズ用モールド型を形成する装置50を示す。この装置50は、ホルダー56に取り付けた成形要素24又は40と回転制御部材58とを備えている。成形要素24又は40には、図4と図5とにそれぞれ示した、好ましくはダイヤモンドからなる回転自在硬化切削部材26又は41を備えており、この切削部材26は、矢印方向Zに沿って直線変移自在な基板14に対して調芯状態でホルダー56に固定されている。制御部材64に連結された基板14は、硬化切削部材26又は40に対して近づいたり、遠ざかったりできるように配置されている。成形要素24又は40を構成する制御部材36又は48と制御部材64とは、ニューハンプシャー州キーン所在のPrecitech社から入手できる、高精密部品のダイヤモンド旋削に特に構成されている精密空気ベアリング式旋盤の構成部品となっているのが望ましい。本実施の形態では、装置50で基板14に所定形状の単一マイクロレンズ用モールド型52を研削するようにしている。プラットフォーム54 (platform) は、モールド成形プロセス時に成形要素24又は40と基板14とを載置した装置50を支持するものにして、当該装置50に振動が伝わらない無振動型強固支持台となっている。

20

【0021】

図6と図7とに示すように、基板14は、固定した成形要素24又は40に対して前後自在の装着するのが望ましい。図6に示したものでは、装置50は前述したように基板14に単一マイクロレンズ用モールド型52を形成するようになっている。しかし、図7においては、装置60に装着した基板14は、単一マイクロレンズ用モールド型のアレー(鋳型アレー) 62が形成されるようになっているので、3次元方向X、Y、Zに変移自在となっている。このように3次元方向に移動自在にされている基板14は、該基板14の移動を制御する制御部材64に取り付けられている。この場合、制御部材64は、図7においてX、Y、Zで示した方向に基板14を精密制御移動させることができるようになっているのが望ましい。精密X-Y-Z移動テーブルを備えた精密空気ベアリング式旋盤は、前掲のニューハンプシャー州キーン所在のPrecitech社から入手できる。

30

【0022】

制御部材64のX-Y-Z移動テーブル移動は、基板14を成形要素24又は40に対してフレキシブルに移動させるのに利用できる。前出した如くの回転自在制御部材58に固定してあって、前述したダイヤモンド切削部材26又は41が取り付けられている工具ホルダー56は、基板14にアレーモールド型62 (array mold) を研削形成するように位置決めされている。このように基板14を変移自在とすることにより、単一マイクロレンズ用モールド型のキャビティアレーが基板14に形成されるのである。変移自在基板14は、先ず、複数のモールドキャビティ内の62aで示した1つのキャビティを研削するように位置決めする。このモールドキャビティ62aを形成した後、成形要素24又は40をモールドキャビティ62aから離間させ、その後基板14を制御部材64により側方(X-Y)に変移させて、別のモールドキャビティ62bを形成する位置へと位置決めする。この手順を、基板14に所望数のモールドキャビティが形成され、かくてアレーモールド型62が完成するまで繰り返す。よって、前記のステップを繰り返すことにより、変移自在

40

50

な基板14を備えた装置60で、図1から図3に示した如くの高品質の単一マイクロレンズ用モールド型アレー62を製造することができる。

【0023】

なお、当業者には、マイクロレンズ面の如くの回転対称形光学面が前述の方法で作成できるのは容易に理解されよう。球状面は、円形セグメント型ダイヤモンドのある半半径ダイヤモンド(a half radius diamond with a circular segment diamond)を利用することにより作製することができる。非球面の場合は、非球面切削エッジを有するダイヤモンドを用いることにより作製することができる。

【0024】

また、アナモルフィック面(anamorphic surface)の如くの一部の回転非対称形レンズ面も、前述の技法の変形を利用することにより形成することができる。この場合では、ダイヤモンド切削工具を切削時に側方へ移動させて、球面ないし非球面を半径方向に伸ばすことにより形成することができる。

【0025】

高品質レンズ面を得るためには、機械加工についての基本的な考え方に従うのが重要であることは、当業者には理解されているところである。作製されるレンズ面での中心欠陥(center defect)を最小限にするには、図4と図5にそれぞれ示したダイヤモンド切削部材26又は41の調芯が重要である。つまり、ダイヤモンド切削部材26、41の回転軸心34、49を回転制御部材58(図6と図7)における工具ホルダー56の回転軸心(図示せず)に対して5ミクロンよりも良好に、即ち、5ミクロン以下の許容範囲で調芯しておけば、マイクロレンズ用モールド型10、16、20の品質を最大化にすることができる。また、工具ホルダー56の回転にバランスを持たせ、振動しないようにすれば、チャタリング(chatter)を最小限にすることができる。強固なプラットホーム54は、操作時に装置50、60の安定をよくする上で役立っている。更に、ダイヤモンド切削部材26、41の回転速度、送り速度(即ち、ダイヤモンド切削部材26、41が基板14に斬り込む速度)、潤滑などを適当に組み合わせて選択すれば、最もクリーンなカットを得ることができる。

【0026】

また、図8に示したように、前述した如くのダイヤモンド切削部材26又は41を備える成形要素24又は40は、基板14に引きずり痕(drag mark)ができるのを避けるためにダイヤモンド切削部材26又は41の後面72に十分なクリアランス70が形成されるように作製するのが望ましい。一般に引きずり痕は、図示していないが、マイクロレンズ用モールド型76の作製時におけるダイヤモンド切削部材26、41の後面72と基板14との干渉により生ずる。

【0027】

本発明の方法を利用することにより、直径が30ミクロン以下にして、表面粗さが0.50ウエーブ(0.25ミクロン)よりも良好な球面マイクロレンズ用モールド型を作製することができるのが判明している。また、マイクロレンズ用モールド型アレーも、直交レイアウトにおいて250ミクロンピッチおきに100%に近い充填率で、80×80個のマイクロレンズ用モールド型を備えたものとすることができる。

【0028】

さらに、本発明(図7)にかかる繰り返し式のフライスプロセス(repeated milling process)は、高精度のマイクロレンズアレーを製造するのに非常に適しているといったことが理解されるべきである。このアレー中の各マイクロレンズを製造するためのプロセスは該アレー中の他のレンズとは無関係であるので、該アレーにおいてはほぼ100%の充填率を実現することができる。

【0029】

さらに、本発明の技法を利用することで非球面状レンズ面も形成できる。この場合、回転対称型非球面状レンズ面を形成するのに必要なのは、図5に示した非球面ダイヤモンド切削部材41だけである。アナモルフィックレンズ面の場合では、本発明の方法の変形を利

用することによって形成できる。この場合、符号４１で示したのと同じ、又は、類似のダイヤモンド切削部材４１を、切削時に側方に変移させて側方の延びたレンズ面を形成すればよい。

【００３０】

本発明の方法と装置５０又は６０を利用して作製する精密モールド型１０、１６、２０（それぞれ図１から図３に示す）は、マイクロレンズの如くの光学製品を大量製造することができる。一般に、一般にガラス製又はプラスチック製マイクロレンズを形成するには、一般に射出成形法または圧縮成形法が望ましい。一部の 경우에는、鋳込み法が望ましいこともある。

【００３１】

前述したマイクロレンズ用モールド型をモールドベースに組み込んで、プラスチック製マイクロレンズを成形するための射出成形装置ないし圧縮成形装置について、図９から図１１を参照しながら説明する。とくに図９と図１１に示した成形装置８０は、両凸面マイクロレンズアレーの作製を意図しているもので、その場合、それぞれが分割面８３を有する２個の比較的大型のブロックないしモールドベース８２を備えている。各モールドベース８２は、一般に鋼材又はその他の金属材料で構成されている。アラインメント部材として、案内ピン８８と位置決め用テーパ状ブッシュ８８とが一方の分割面８３に、それぞれと協働する案内ピン受承孔と位置決め用テーパ状ブッシュ受承孔とが他方の分割面８３に設けられている。マイクロレンズ用モールド型８４とモールドキャビティ８５とは、前述の本発明の方法により本発明の装置を用いて作製されたものである。

【００３２】

図１１において、操作時にあっては、成形装置８０のモールドベース８２は、油圧式、空圧式、又は電動式のプレス１０８が備える２個のプラテン１０４、１０６（platen）のそれぞれに配置する。成形装置８０の一方側はプレス１０８のプラテン１０４に、また、他方側はプラテン１０６に連結されている。そこで、プレスが閉塞すると、即ち、プラテン１０４、１０６が互いに接近して成形位置に設定されると、案内ピン８８は案内ピン受承孔に係入して両モールドベース８２を整合させる。この閉塞過程の最終段階では、位置決め用テーパ状ブッシュ８６も対応するブッシュ受承孔に係入し、かくて、両モールドベース８２、ひいては、マイクロレンズ用モールド型８４が所定通りに調芯された状態で合体する。図示の実施の形態におけるが如く両凸面マイクロレンズアレーの製造の場合では、両側のレンズ面が共に正確に調芯した状態で形成されているのが重要である。マイクロレンズの両面を形成する両方のモールドベース８２におけるレンズ面形成表面が互いに調芯されるのを促進するために、マイクロレンズ用モールド型８４を図１０に示すように矩形基板１００に形成して、対応するモールドベース８２において回転しないようにするのが通常である。

【００３３】

射出成形の場合では、プレスを閉塞し、モールドベースを合体した後、モールドキャビティに溶融状態のプラスチック材を加圧射出する。射出したプラスチック材が凝固するところまで冷却すると、プレスを開放して、モールドベースを離間させ、その後形成されたマイクロレンズアレーを取り出す。

【００３４】

圧縮成形の場合では、プレスを閉塞するに先立ち、加熱されているモールドキャビティに加熱したプラスチックプリフォームを挿入する。その後、プレスを閉塞してモールドベースを合体させることで、プラスチックプリフォームを圧縮してモールドキャビティとマイクロレンズアレー用モールド型の形状になじませる。その状態でモールド型とプラスチック材とを冷却した後、プレスを開放しモールド型を離間させて、形成されたマイクロレンズアレーをモールド型から取り出す。

【００３５】

平凸面マイクロレンズアレーないし平凸面単一マイクロレンズを射出成形ないし圧縮成形する場合には、マイクロレンズ用モールド型の互いに対峙する成形面は一方は平坦状で、

他方は凸面状にしておくとともに、面同士の回転アラインメントはそれ程重要ではないので、マイクロレンズ用モールド型としては円形基板に形成しておくこともできる。

【0036】

図10は、マイクロレンズアレー用モールド型96(図9にも示す)を示すものであって、基板100は、そのモールド型96の鋳型面98が装置80のモールドベース82において回転するのを阻止するために矩形になっている。この鋳型面98と、モールドキャビティ85の深さと、成形されるマイクロレンズアレー製品の厚みなどについては、基板100の全高と、基板100の底部にあるより大きい円形基板102の高さを調節することにより、正確に定めることができる。

【0037】

鋳込み法が望ましい製法である場合では、材料を成形空洞に流し込むだけでよく、後は冷却よりは、化学反応で凝固されるようにすればよい。部品が凝固した後は、モールド型から取り出す。

【0038】

本発明者らは、本発明によるマイクロレンズ用モールド型を射出成形に用いたところ、球欠高さが、後で説明するように限られないマイクロレンズ表面を得ることができた。また、側面が急激に傾斜するほぼ半球形レンズを得ることもできた。さらに、ニッケルや銅、アルミ、黄銅、ニッケル鍍金、シリコンの如くのモールド型材料に直接、光学面を研削することができることも判明している。

【0039】

ダイヤモンド切削部材26、41を有する成形24、40を備えた装置50、60は非常に精密で、正確なものであるから、球欠高さが2ミクロンで直径が10ミクロンか、それ以下までのレンズ面を作製することができることも判明している。直径25ミリメートルまでのレンズも、球欠高さを12.5ミリメートル以上として作製することもできる。以下、実施例を以て本発明を示す。

【0040】

(実施例1)

80×80個のマイクロレンズからなるマイクロレンズアレー用モールド型をアルミニウムで作製した。ノースカロリナ州オーデン所在のST&F Precision Technologies and Tools社から半半径ダイヤモンド工具を入手した。マイクロレンズ表面は碁盤目パターンに0.250ミリメートルおきに位置決めされていた。これらのマイクロレンズ面は曲率半径を0.500ミリメートルとする球形状で、球欠高さは33ミクロンであった。図4において、制御部材36でのダイヤモンド切削部脚26のセンターリングは、試験的な切削結果を顕微鏡で調べ、中心ズレ(center defect)の大きさに基づいてダイヤモンド切削部材26の位置を調整するインタラクティブ方法を利用して行った。使用したダイヤモンド切削部材26の回転速度は約1000rpmであった。切削液としては精製鉱油を利用した。この方法による結果は、研削したモールド型の中心ズレは2ミクロンで、表面粗さは1ウェーブ(0.5ミクロン)であった。その後、研削鋳型面を利用して射出成形によりポリメタルメタクリレート製のマイクロレンズアレーを製造した。

【0041】

(実施例2)

研削鋳型面に硬化ニッケル鍍金基板を利用したこと以外は、上記実施例1の場合と同様である。

【0042】

(実施例3)

13×13個のマイクロレンズからなるマイクロレンズアレー用モールド型を硬化ニッケル鍍金基板で作製した。マイクロレンズ表面は、碁盤目パターンに1.30ミリメートルおきに位置決めされていた。ノースカロリナ州オーデン所在のST&F Precision Technologies and Tools社から半半径ダイヤモンド工具を得た。マイクロレンズ面は曲率半径を3.20ミリとする球形状で、球欠高さは213ミクロンであった。ダイヤモンド切削部脚2

10

20

30

40

50

6のセンターリングは、実施例1と同様に行った。この方法による結果は、研削したモールド型の中心ズレは1.5ミクロンで、表面粗さは0.30ウエーブ(0.15ミクロン)であった。

【0043】

(実施例4)

一群の単一マイクロレンズ面を715ニッケル合金性基板で作製した。作製したマイクロレンズ面は全て0.500ミリメートルの半径ダイヤモンド工具を利用して作製した。直径は0.062から0.568ミリメートルの間で変えた。研削法は実施例1で説明したのと同じであった。

【0044】

(実施例5)

63.5×88.9ミリのより大きいマイクロレンズアレーを、125×175個の碁盤目パターンで合計21760個のマイクロレンズで作製した。オハイオ州シャードン所在のChardon Tool社から入手した、半径を0.5008ミリメートルとするダイヤモンド半径工具を利用した。アレーは0.50932ピッチを有し、球欠高さは0.16609であった。基板はニッケル鍍金銅製であった。研削法は実施例1で説明したのと同じであった。

【0045】

(実施例6)

モールド型用の合わせ光学面(matched optical surfaces)を研削することにより、大量の両面型マイクロレンズアレーが成形できるようにすることも本発明の範囲内である。図9によれば、2つの合わせマイクロレンズアレー面は硬化ニッケル鍍金基板に形成した。半径ダイヤモンド工具ないしダイヤモンド切削部材26(図4)をニューハンプシャー州マルボロー所在のContour Fine Tooling社から入手した。マイクロレンズ面は半径が1.475ミリメートルで、0.750ミリメートルのピッチの碁盤目パターンに、球欠高さを99ミクロンとして作製した。研削法は実施例1と同様に実施した。中心ズレは2ミクロンで、表面粗さが0.3ウエーブ(0.15ミクロン)のが得られた。この場合、2つの合わせマイクロレンズアレー面を、両者が対峙するようにモールドベースに装着した。各側のマイクロレンズ面を芯合わせするために、モールドベースに装着するに先立ってマイクロレンズ面を矩形基板に研削して、回転によるミスアラインメントをなくした。テーパー所のロックブッシュを利用して横ズレを防いだ。このプロセスに続いて、両面型マイクロレンズアレーをポリメチルメタクリレートで射出成形した。両面型アレーにおける成形されたマイクロレンズは、30ミクロンの誤差範囲で互いに芯合わせできた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 複数の四角配置のマイクロレンズモールドキャビティを有する、本発明にかかる基板の斜視図である。

【図2】 本発明にかかる方法により形成された複数の六角配置のモールドキャビティを有する基板の斜視図である。

【図3】 本発明にかかる方法により形成された複数のランダム配置のモールドキャビティを有する基板の斜視図である。

【図4】 精密マイクロレンズ用モールド型を形成するための、直立した球面切削部材の斜視図である。

【図5】 本発明にかかる非球面切削部材の斜視図である。

【図6】 単一マイクロレンズ用モールド型を形成するための、本発明にかかる装置の斜視図である。

【図7】 マイクロレンズアレー用モールド型を形成するための、本発明にかかる装置の斜視図である。

【図8】 モールドキャビティ内のクリアランスを示す、本発明にかかる成形要素の拡大された斜視図である。

【図9】 本発明にかかる方法で製造された両面型マイクロレンズ用モールド型の斜視図

10

20

30

40

50

である。

【図10】 射出モールド成形用又は圧縮モールド成形用のモールドベースに取り付けられるマイクロレンズアレイ用モールド型の拡大された斜視図である。

【図11】 両面型マイクロレンズを製造するための装置の斜視図である。

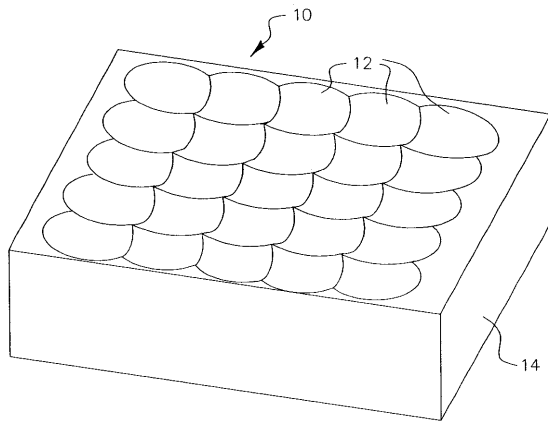
【符号の説明】

10…四角交差配置のマイクロレンズ用モールド型、12…四角周辺配置のモールドキャビティ、14…基板、16…六角交差配置のマイクロレンズ用モールド型、18…六角周辺配置のモールドキャビティ、20…ランダム配置のマイクロレンズ用モールド型、22…ランダム配置のモールドキャビティ、24…球面成形要素、26…球面ダイヤモンド切削部材、28…ダイヤモンド切削部材26の第1面、30…ダイヤモンド切削部材26の第2面、32…ダイヤモンド切削部材26の球形切削面、34…ダイヤモンド切削部材26の回転軸芯、36…ダイヤモンド切削部材26の制御部材、40…非球面成形要素、41…非球面ダイヤモンド切削部材、42…非球面ダイヤモンド切削部材41の実質的に平坦な第1面、44…非球面ダイヤモンド切削部材41の非球面切削面、46…非球面ダイヤモンド切削部材41の実質的に平坦な第2面、48…ダイヤモンド切削部材41の制御部材、50…精密単一マイクロレンズ用モールド型を形成するための装置、52…単一マイクロレンズ用モールド型、54…プラットフォーム、56…成形要素24又は40の工具ホルダー、58…回転制御部材、60…マイクロレンズアレイ用モールド型を製造するための装置の代替的な実施の形態、62…マイクロレンズアレイ用モールド型、62a…単一マイクロレンズモールドキャビティ、62b…もう1つの単一マイクロレンズモールドキャビティ、64…制御部材、70…クリアランス、72…ダイヤモンド切削部材の後側、76…マイクロレンズ用モールド型、80…両面型マイクロレンズアレイをモールド成形するための装置、82…モールドベース、84…マイクロレンズ用モールド型、85…モールドキャビティ、86…テーパ状の位置決め用ブッシュ、88…案内ピン、96…マイクロレンズアレイ用モールド型、100…矩形基板、102…円形基板、104…プラテン、106…プラテン、108…プレス。

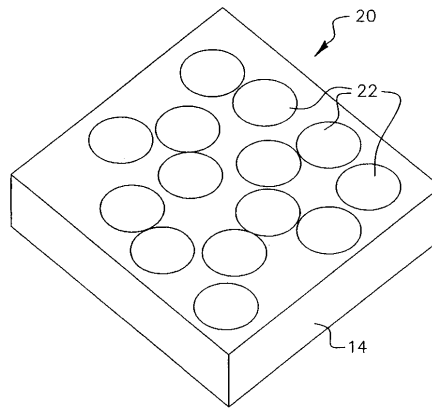
10

20

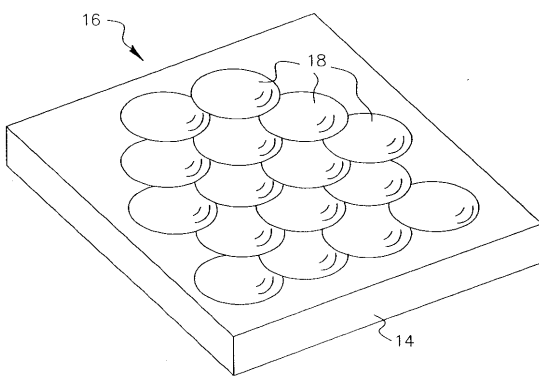
【図 1】



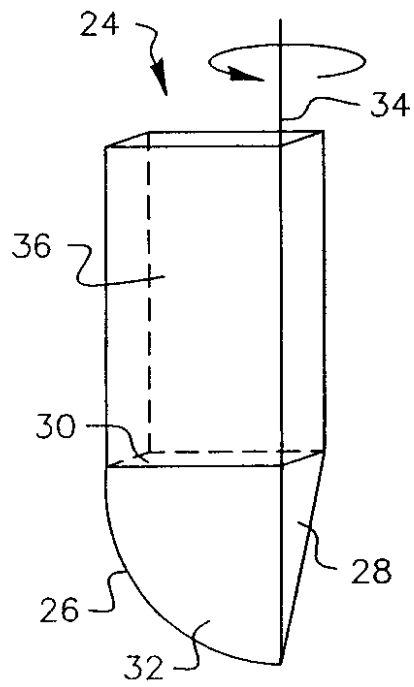
【図 3】



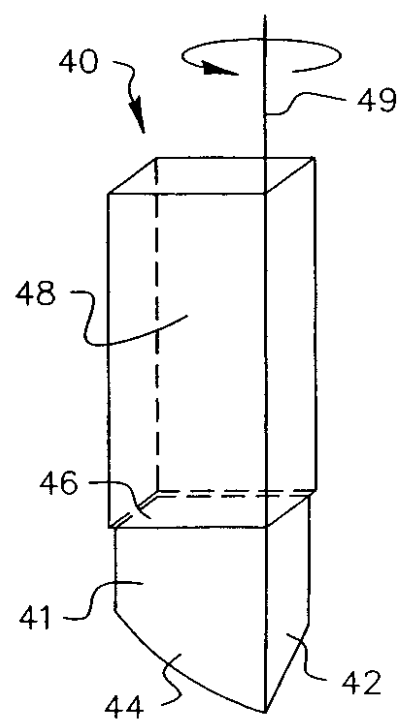
【図 2】



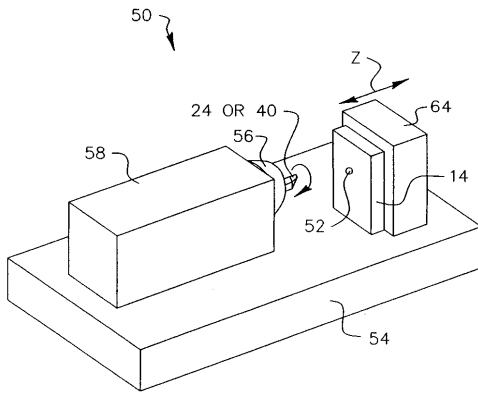
【図 4】



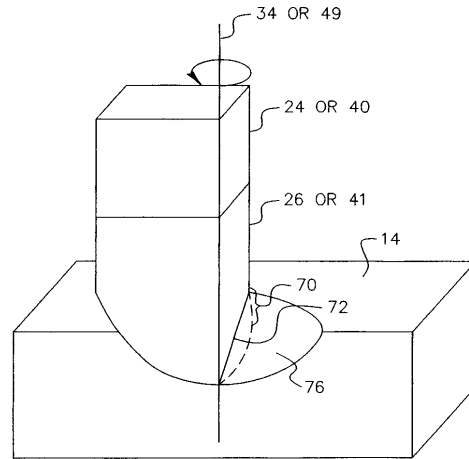
【図 5】



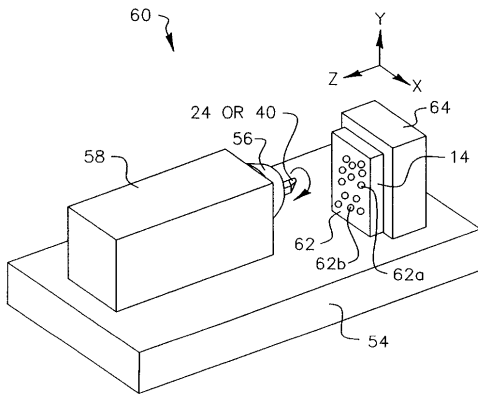
【図 6】



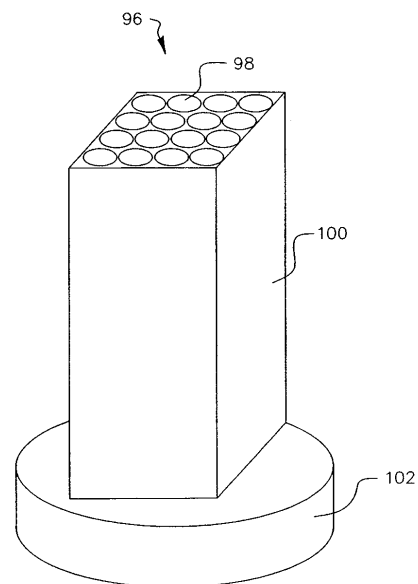
【図 8】



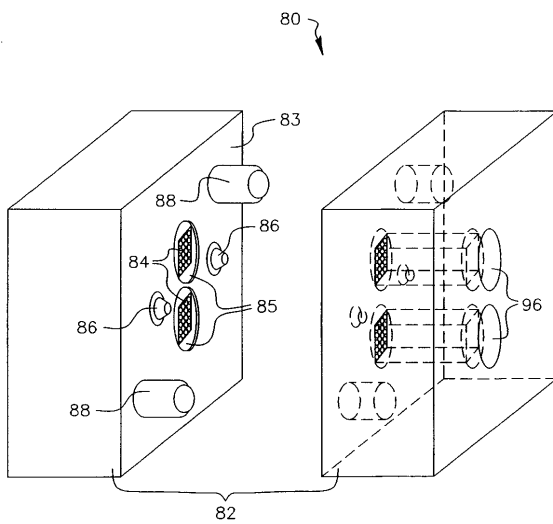
【図 7】



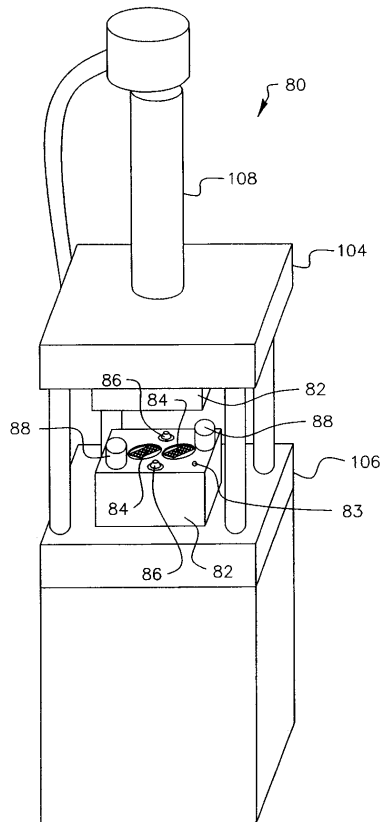
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 クレイグ・エイ・サドリク

アメリカ合衆国14502ニューヨーク州マセドン、ビルズ・ロード506番

審査官 大島 祥吾

(56)参考文献 特開平08-011223 (JP, A)

特開平11-183706 (JP, A)

特開平03-288801 (JP, A)

特開平06-118204 (JP, A)

特開平09-131656 (JP, A)

特開昭52-039713 (JP, A)

特開平11-207751 (JP, A)

特開平6-126784 (JP, A)

特開平5-200616 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C33/38-33/40

B29C59/00-59/16

G02B 3/00