

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-532598
(P2005-532598A)

(43) 公表日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 3/10	GO2B 3/10	
GO2B 3/00	GO2B 3/00	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

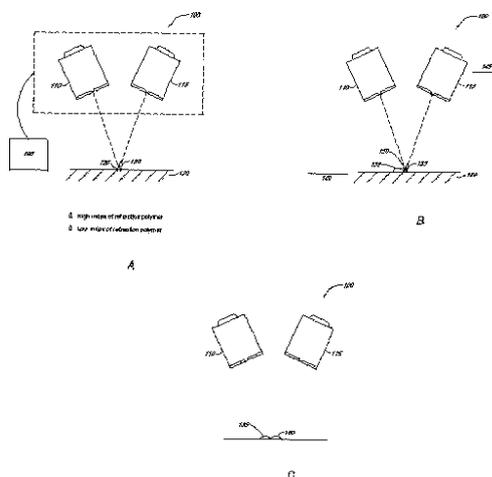
(21) 出願番号	特願2004-521487 (P2004-521487)	(71) 出願人	504159981 オフソニックス・インコーポレーテッド アメリカ合衆国・カリフォルニア・921 21・サン・ディエゴ・パシフィック・セ ンター・コート・10455
(86) (22) 出願日	平成15年6月24日 (2003. 6. 24)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(85) 翻訳文提出日	平成17年3月4日 (2005. 3. 4)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/019935	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02004/008189	(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(87) 国際公開日	平成16年1月22日 (2004. 1. 22)		
(31) 優先権主張番号	60/395, 878		
(32) 優先日	平成14年7月11日 (2002. 7. 11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	10/253, 956		
(32) 優先日	平成14年9月24日 (2002. 9. 24)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子および光学素子を製造する方法

(57) 【要約】

基体上に堆積するポリマーのタイプ、位置および量を正確に制御するために、マイクロジェットプリンティング法を用いて光学素子を製造する。好ましい実施形態において、堆積プロセスの全体にわたり2つ以上の異なるポリマー組成物の比率を変化させて、相接するポリマーピクセルを基体表面にフィルム形で堆積させる。相接する各ポリマーピクセルの光学特性は、屈折率の特性値などの所定の光学特性を提供するように選択することができる。好ましくは、前記フィルムは、半径方向に非単調な屈折率のプロフィールおよび/または角度方向に非単調な屈折率のプロフィールを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続フィルムを含む光学素子であって、前記連続フィルムは、光学特性が互いに異なる相接する複数の固体ポリマーピクセルを含み、前記固体ポリマーピクセルの少なくとも一部が、それぞれ第 1 の材料および第 2 の材料を含み、前記第 1 の材料は、前記第 2 の材料と光学特性が異なる光学素子。

【請求項 2】

前記連続フィルムが、半径方向に非単調なプロフィールおよび角度方向に非単調なプロフィールからなる群から選択された光学特性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

10

【請求項 3】

前記第 1 の材料は、第 1 のポリマーであり、前記第 2 の材料は、第 2 のポリマー、金属、およびナノ粒子からなる群から選択されることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記連続フィルムと接している実質的に透明な基体をさらに含有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記実質的に透明な基体および前記連続フィルムが、一緒になってレンズを構成することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

20

【請求項 6】

前記光学特性が、屈折率、分極率、ベルデ定数、カー定数、電気光学定数、複屈折、および吸収からなる群から選択されることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 7】

前記光学特性が、屈折率であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子。

【請求項 8】

非可視電磁波を屈折することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 9】

第 2 の材料が、第 2 のポリマーであることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 10】

前記第 1 のポリマーおよび前記第 2 のポリマーが、それぞれ個々に、ポリ(アクリレート)、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリ(塩化ビニリデン)、ポリカーボネート、ポリ(ビニルブチラール)、ポリ(エチレン)、エチレン/1-アルケン共重合体、ポリ(エチレンテレフタレート)、ポリ(アクリロニトリル)、ポリ(ブタジエン)、ポリスチレン、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレンターポリマー、アリルジグリコールカーボネートポリマー、ポリ(メチルペンテン)、ポリアミド(例えば、ナイロン)、ポリ(2,6-ジメチル-1,4-フェニレンオキシド)、ポリ(ビニルメチルエーテル)、エポキシポリマー、チオール-エンポリマー、シリコーンポリマー、およびそれらの共重合体からなる群から選択されるタイプのポリマーであることを特徴とする請求項 9 に記載の光学素子。

30

40

【請求項 11】

前記第 1 のポリマーは、第 1 の屈折率をもち、前記第 2 のポリマーは第 2 の屈折率をもち、前記第 1 の屈折率が、前記第 2 の屈折率とは異なることを特徴とする請求項 9 に記載の光学素子。

【請求項 12】

前記第 1 の屈折率が、1.5 以下であり、前記第 2 の屈折率が、1.5 をより大きいことを特徴とする請求項 11 に記載の光学素子。

【請求項 13】

前記第 1 の屈折率が、およそ 1.45 以下であり、前記第 2 の屈折率が、およそ 1.6 以上であることを特徴とする請求項 11 に記載の光学素子。

50

【請求項 14】

前記相接する固体ポリマーピクセルが、それぞれ、約 0.1 ミクロンから約 200 ミクロンの範囲の大きさを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 15】

前記相接する固体ポリマーピクセルが、それぞれ、約 0.4 ミクロン以下の大きさを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 16】

前記相接する固体ポリマーピクセルが、それぞれ、約 0.1 ミクロンから約 1 ミクロンの範囲の大きさを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 17】

前記第 2 の材料が、金属およびナノ粒子からなる群から選択されることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 18】

前記連続フィルムが、前記相接する固体ポリマーピクセルの複数の層を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 19】

前記連続フィルムが、前記光学素子の表面を形成することを特徴とする請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 20】

前記連続フィルムが、前記実質的に透明な基体内にあることを特徴とする請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 21】

第 2 の基体をさらに含み、前記連続フィルムが、前記実質的に透明な基体と前記第 2 の基体の間に層を形成することを特徴とする請求項 20 に記載の光学素子。

【請求項 22】

前記第 2 の基体が、実質的に透明であることを特徴とする請求項 21 に記載の光学素子。

【請求項 23】

前記第 2 の材料が、金属であることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 24】

前記金属が、約 1.6 以上の屈折率を有するナノ粒子の形態とされていることを特徴とする請求項 23 に記載の光学素子。

【請求項 25】

前記ナノ粒子が、 TiO_2 を含むことを特徴とする請求項 24 に記載の光学素子。

【請求項 26】

少なくとも第 1 のポリマーピクセルが、少なくとも第 2 のポリマーピクセルと相接しており、前記第 1 および第 2 のポリマーピクセルは、同一タイプのポリマーを含み、前記第 1 のポリマーピクセルは、第 2 のポリマーピクセルとは異なる量の金属を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 27】

前記連続フィルムが、不均一な厚さを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 28】

前記光学特性のプロフィールが、半径方向に非単調なプロフィールであることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 29】

前記光学特性のプロフィールが、角度方向に非単調なプロフィールであることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 30】

(a) 第 1 のポリマー組成物と第 2 のポリマー組成物とを第 1 の比率で含む第 1 のポリ

10

20

30

40

50

マーピクセルを基体上に形成するステップと、

(b) 前記第1のポリマー組成物と前記第2のポリマー組成物とを前記第1の比率とは異なる比率で含む第2のポリマーピクセルを、前記第1のポリマーピクセルと相接して形成するステップと、

(c) ステップ(a)~(b)を繰り返し、それによって複数の相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成するステップとを含む光学素子を製造する方法。

【請求項31】

前記第1のポリマーピクセルを形成するステップが、前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物を前記基体上に投射することによるものであることを特徴とする請求項30に記載の方法。 10

【請求項32】

前記基体がレンズブランクであり、前記連続フィルムが、半径方向に非単調なプロファイルおよび角度方向に非単調なプロファイルからなる群から選択される屈折率プロファイルを有することを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項33】

前記レンズブランクを、平面レンズ、正の集束力を有するレンズ、負の集束力を有するレンズ、および円柱屈折力を有するレンズからなる群から選択することを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項34】 20

前記光学素子がレンズであることを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項35】

前記レンズが、累進屈折力レンズであることを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】

(a) 基体からのある操作距離に、第1のスプレーヘッドおよび第2のスプレーヘッドを配置するステップと、

(b) 前記第1のスプレーヘッドから第1の液滴を、前記基体の予め選択した位置に投射して第1の堆積された液滴を形成し、前記第1の液滴が、第1のポリマー組成物の第1の量を含んでいるステップと、

(c) 前記第2のスプレーヘッドから第2の液滴を、前記第1の堆積された液滴に極めて近接させて基体上に投射し、前記第2の液滴が、第2のポリマー組成物の第2の量を含んでいるステップと、 30

(d) 第1のポリマーピクセルを前記基体上に形成し、前記第1のポリマーピクセルが、前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物を第1の比率で含んでいるステップと、

(e) 前記第1および第2のスプレーヘッドの少なくとも1つを調節して追加の液滴が投射されるようにし、前記追加の液滴が、少なくとも1つの前記第1および第2の液滴とは異なるものであるステップと、

(f) 前記基体に対して前記第1および第2のスプレーヘッドの前記配置を調節するステップと、 40

(g) ステップ(a)から(f)を繰り返し、それにより前記第1のポリマーピクセルと相接する第2のポリマーピクセルを形成し、前記第2のポリマーピクセルが、前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物を第2の比率で含んでいるステップとを含む光学素子を製造する方法。

【請求項37】

ステップ(a)から(g)を繰り返し、それにより複数の相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項36に記載の方法。

【請求項38】

前記第1のポリマーピクセルを形成するステップが、前記第1の堆積された液滴および 50

前記第 2 の堆積された液滴を少なくとも部分的に混合することを含むことを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記少なくとも部分的に混合するステップが、前記第 1 の堆積された液滴および前記第 2 の堆積された液滴を加熱することによって達成されることを特徴とする請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記第 1 の堆積されたポリマー液滴および前記第 2 の堆積されたポリマー液滴が、それぞれ、約 10 ピコリットルから約 10 マイクロリットルの範囲の容積を有することを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

10

【請求項 4 1】

前記第 1 の堆積されたポリマー液滴および前記第 2 の堆積されたポリマー液滴は混ざらず、前記ポリマーピクセルを形成するステップが、前記第 2 のスプレーヘッドから前記第 2 の液滴を前記第 1 の堆積された液滴と相接させるようにして基体上に投射するステップを含むことを特徴とする請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 2】

ステップ (a) ~ (g) を繰り返し、それにより前記第 1 の連続フィルム上に重ねて第 2 の連続フィルムを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記基体が、実質的に透明であることを特徴とする請求項 3 7 に記載の方法。

20

【請求項 4 4】

前記相接するポリマーピクセルの少なくともいくつかは、互いに異なる光学特性を有しており、それによって、半径方向に非単調なプロファイルおよび角度方向に非単調なプロファイルからなる群から選択された光学特性のプロファイルを備えた前記連続フィルムを提供することを特徴とする請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記光学特性が、屈折率、分極率、ヘルデ定数、カー定数、電気光学定数、複屈折、及び吸収からなる群から選択されることを特徴とする請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記光学特性が、屈折率であることを特徴とする請求項 4 5 に記載の方法。

30

【請求項 4 7】

前記光学素子が、レンズであることを特徴とする請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記基体をレンズブランクとし、さらに、眼に関する波面収差の測定値を得るステップを含み、前記眼の前に置かれる際に前記光学素子が前記波面収差を矯正することを特徴とする請求項 4 7 に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記波面収差が、低次収差および高次収差からなる群から選択される少なくとも 1 つの収差を含むことを特徴とする請求項 4 8 に記載の方法。

40

【請求項 5 0】

前記レンズブランクが、前記眼の低次収差の少なくとも一部を矯正することを特徴とする請求項 4 8 に記載の方法。

【請求項 5 1】

前記レンズブランクを、平面ブランク、正の集束力をもつ光学ブランク、負の集束力をもつ光学ブランク、集束力および円柱屈折力をもつ光学ブランク、ならびに累進屈折レンズパワーをもつ光学ブランクからなる群から選択することを特徴とする請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記第 1 のポリマー組成物および前記第 2 のポリマー組成物が、それぞれ個々に、ポリ

50

(アクリラート)、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリ(塩化ビニリデン)、ポリカーボネート、ポリ(ビニルブチラール)、ポリ(エチレン)、エチレン/1-アルケン共重合体、ポリ(エチレンテレフタラート)、ポリ(アクリロニトリル)、ポリ(ブタジエン)、ポリスチレン、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレンターポリマー、アリルジグリコールカーボネートポリマー、ポリ(メチルペンテン)、ポリアミド、ポリ(2,6-ジメチル-1,4-フェニレンオキシド)、ポリ(ビニルメチルエーテル)、エポキシポリマー、チオレンポリマー、シリコーンポリマー、およびそれらの共重合体からなる群から選択されるタイプのポリマーを含むことを特徴とする請求項37に記載の方法。

【請求項53】

前記第1のポリマー組成物が、金属を含むことを特徴とする請求項37に記載の方法。

10

【請求項54】

前記金属が、約1.6以上の屈折率を有するナノ粒子の形をしていることを特徴とする請求項53に記載の方法。

【請求項55】

前記ナノ粒子がTiO₂を含むことを特徴とする請求項54に記載の方法。

【請求項56】

前記第1および第2のポリマーピクセルが、同一タイプのポリマーを含み、前記第1のポリマーピクセルが、前記第2のポリマーピクセルとは異なる量の金属を含んでいることを特徴とする請求項37に記載の方法。

【請求項57】

前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物の少なくとも1つが、プレポリマーを含んでいることを特徴とする請求項38に記載の方法。

20

【請求項58】

前記プレポリマーを硬化させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項57に記載の方法。

【請求項59】

前記硬化させるステップが、前記プレポリマーを加熱することを含むことを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項60】

前記硬化させるステップが、X線、紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波、ミリメートル波、電子線、および粒子線からなる群から選択される照射により、前記プレポリマーを照射することを含むことを特徴とする請求項58に記載の方法。

30

【請求項61】

ステップ(a)の前に、前記基体に表面処理を施すことを特徴とする請求項36に記載の方法。

【請求項62】

前記表面処理を、界面活性剤を塗布すること、表面エネルギーを増大させること、表面エネルギーを減少させること、疎水性を増大させること、および疎水性を減少させることの群から選択することを特徴とする請求項61に記載の方法。

【請求項63】

ステップ(d)を、ステップ(e)の前、またはステップ(e)と同時に実施することを特徴とする請求項36に記載の方法。

40

【請求項64】

ステップ(c)を、ステップ(b)の直後には実施しないことを特徴とする請求項36に記載の方法。

【請求項65】

前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物の少なくとも1つが、溶媒を含むことを特徴とする請求項36に記載の方法。

【請求項66】

前記溶媒が、第1のポリマー組成物粘度、第2のポリマー組成物粘度、および前記第2

50

のポリマー組成物に対する前記第 1 のポリマー組成物の容積比からなる群から選択される少なくとも 1 つの特性を調節するために有効な量で存在することを特徴とする請求項 6 5 に記載の方法。

【請求項 6 7】

(a) スプレーヘッドを、基体からのある操作距離に配置するステップと、
 (b) 前記スプレーヘッドに第 1 のポリマー組成物を装填するステップと、
 (c) 第 1 の液滴を前記スプレーヘッドから前記基体に投射して、前記基体上に第 1 のポリマーピクセルを形成するステップと、
 (d) 前記スプレーヘッドに前記第 1 のポリマー組成物とは異なる第 2 のポリマー組成物を装填するステップと、
 (e) 前記基体に対する前記スプレーヘッドの配置を調節するステップと、
 (f) 第 2 の液滴を前記スプレーヘッドから前記基体上に投射して、前記第 1 のポリマーピクセルと相接する第 2 のポリマーピクセルを形成するステップと
 を含む光学素子を製造する方法。

10

【請求項 6 8】

ステップ (a) から (f) を繰り返して、それにより複数の相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 6 7 に記載の方法。

【請求項 6 9】

前記基体を実質的に透明であることを特徴とする請求項 6 7 に記載の方法。

20

【請求項 7 0】

ステップ (a) から (f) を繰り返して、それにより前記第 1 の連続フィルムの上に重ねて第 2 の連続フィルムを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 1】

前期複数の相接するポリマーピクセルが、互いに異なる光学特性を有しており、それによって、半径方向に非単調なプロファイルおよび角度方向に非単調なプロファイルからなる群から選択された光学特性のプロファイルを備えた前記連続フィルムを提供することを特徴とする請求項 6 9 に記載の方法。

【請求項 7 2】

前記光学特性が、屈折率、分極率、ベルデ定数、カー定数、電気光学定数、複屈折、及び吸収からなる群から選択されることを特徴とする請求項 7 1 に記載の方法。

30

【請求項 7 3】

前記光学特性が、屈折率であることを特徴とする請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 4】

前記光学素子が、レンズであることを特徴とする請求項 7 3 に記載の方法。

【請求項 7 5】

前記基体をレンズブランクとし、さらに、眼に関する波面収差の測定値を得るステップを含み、前記眼の前に置かれる際に前記光学素子が前記波面収差を矯正することを特徴とすることを特徴とする請求項 7 4 に記載の方法。

40

【請求項 7 6】

前記波面収差が、低次収差および高次収差を含むことを特徴とする請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 7 7】

前記レンズブランクが、前記低次収差の少なくとも一部を矯正することを特徴とする請求項 7 6 に記載の方法。

【請求項 7 8】

前記レンズブランクを、平面ブランク、正の集束力をもつ光学ブランク、負の集束力をもつ光学ブランク、集束力および円柱屈折力をもつ光学ブランク、ならびに累進屈折レンズパワーをもつ光学ブランクからなる群から選択することを特徴とする請求項 7 5 に記載

50

の方法。

【請求項 79】

前記第 1 のポリマー組成物および前記第 2 のポリマー組成物が、それぞれ個々に、ポリ(アクリレート)、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリ(塩化ビニリデン)、ポリカーボネート、ポリ(ビニルブチラール)、ポリ(エチレン)、エチレン/1-アルケン共重合体、ポリ(エチレンテレフタレート)、ポリ(アクリロニトリル)、ポリ(ブタジエン)、ポリスチレン、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレンターポリマー、アリルジグリコールカーボネートポリマー、ポリ(メチルペンテン)、ポリアミド、ポリ(2,6-ジメチル-1,4-フェニレンオキシド)、ポリ(ビニルメチルエーテル)、エポキシポリマー、チオレンポリマー、シリコーンポリマー、およびそれらの共重合体からなる群から選択されるタイプのポリマーを含むことを特徴とする請求項 67 に記載の方法。 10

【請求項 80】

前記第 1 のポリマー組成物が、金属を含むことを特徴とする請求項 67 に記載の方法。

【請求項 81】

前記金属が、約 1.6 以上の屈折率を有するナノ粒子の形をしていることを特徴とする請求項 80 に記載の方法。

【請求項 82】

前記ナノ粒子が TiO_2 を含むことを特徴とする請求項 81 に記載の方法。

【請求項 83】

前記第 1 および第 2 のポリマーピクセルが、同一タイプのポリマーをそれぞれ含み、前記第 1 のポリマーピクセルが、前記第 2 のポリマーピクセルとは異なる量の金属を含んでいることを特徴とする請求項 67 に記載の方法。 20

【請求項 84】

前記第 1 のポリマー組成物および前記第 2 のポリマー組成物の少なくとも 1 つが、プレポリマーを含んでいることを特徴とする請求項 67 に記載の方法。

【請求項 85】

前記プレポリマーを硬化させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 84 に記載の方法。

【請求項 86】

前記硬化させるステップが、前記第 1 および第 2 のポリマーピクセルを加熱することを 30 含むことを特徴とする請求項 85 に記載の方法。

【請求項 87】

前記硬化させるステップが、前記第 1 および第 2 のポリマーピクセルを照射することを含み、前記照射が、X線、紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波、ミリメートル波、電子線、および粒子線からなる群から選択されることを特徴とする請求項 85 に記載の方法。

【請求項 88】

ステップ(a)の前に前記基体に表面処理を施すことを特徴とする請求項 67 に記載の方法。

【請求項 89】

前記第 1 のポリマー組成物および前記第 2 のポリマー組成物の少なくとも 1 つが、溶媒を含むことを特徴とする請求項 67 に記載の方法。 40

【請求項 90】

前記溶媒が、第 1 のポリマー組成物粘度、第 2 のポリマー組成物粘度、および前記第 1 のポリマー組成物と前記第 2 の組成物との容積比からなる群から選択される少なくとも 1 つの特性を調節するために有効な量で存在することを特徴とする請求項 89 に記載の方法。

【請求項 91】

ステップ(d)を、ステップ(e)の前、またはステップ(e)と同時に実施することを特徴とする請求項 67 に記載の方法。 50

【請求項 9 2】

少なくとも1つのポリマーの液滴を収容するためのチャンバーを備え、前記チャンバーが、前記ポリマーの液滴を前記チャンバーから放出させることができるオリフィスを備えており、

第1の溶媒または第1のポリマー組成物を前記チャンバーへと通過させることができるようにするための、前記チャンバーに取り付けられた第1の入り口を備え、

前記第1の入り口に取り付けられた第1のバルブを備え、前記バルブは、予め選択した量の前記第1の溶媒または前記第1のポリマー組成物が、前記入り口から前記チャンバーに入れられるように調節でき、

第2の溶媒または第2のポリマー組成物を前記チャンバーへと通過させることができるようにするための、前記チャンバーに取り付けられた第2の入り口を備え、

前記第2の入り口に取り付けられた第2のバルブを備え、前記バルブは、予め選択した量の前記第2の溶媒または前記第2のポリマー組成物が、前記入り口から前記チャンバーに入れられるように調節でき、

前記チャンバーから前記ポリマーの液滴を放出するように機能的に配置された作動装置を備えたスプレーヘッド。

10

【請求項 9 3】

前記第1のバルブを、コンピュータにより制御し、それにより前記コンピュータが、前記第1の溶媒または前記第1のポリマー組成物の前記チャンバーに入る量を制御することができるようにしたことを特徴とする請求項 9 2に記載のスプレーヘッド。

20

【請求項 9 4】

前記第2のバルブを、前記コンピュータにより制御し、それにより前記コンピュータが、前記第2の溶媒または前記第2のポリマー組成物の前記チャンバーに入る量を制御することができるようにしたことを特徴とする請求項 9 3に記載のスプレーヘッド。

【請求項 9 5】

前記第1のポリマー組成物、前記第1の溶媒、前記第2のポリマー組成物および前記第2の溶媒からなる群から選択される少なくとも1つの流体を、加圧するための手段をさらに含むことを特徴とする請求項 9 2に記載のスプレーヘッド。

【請求項 9 6】

少なくとも1つの流体を、前記チャンバーに引き込むための手段をさらに含み、前記流体が、前記第1のポリマー組成物、前記第1の溶媒、前記第2のポリマー組成物および前記第2の溶媒からなる群から選択されることを特徴とする請求項 9 2に記載のスプレーヘッド。

30

【請求項 9 7】

ポリマーの液滴を収容するための混合用チャンバーを備え、前記混合用チャンバーは、前記ポリマーの液滴を前記混合用チャンバーから放出させることができるオリフィスを備えており、

前記混合用チャンバーを第1の貯蔵器に連結する第1の入り口を備え、前記第1の入り口は、第1の溶媒または第1のポリマー組成物を、前記第1の貯蔵器から前記混合用チャンバーへと通過させることができ、

40

予め選択した量の前記第1の溶媒または第1のポリマー組成物を、前記第1の貯蔵器から前記混合用チャンバーに、場合によっては、前記ポリマーの液滴の第1の成分として前記オリフィスから液滴を放出するように機能的に配置された第1の作動装置を備え、

前記混合用チャンバーを第2の貯蔵器に連結する第2の入り口を備え、前記第2の入り口は、第2の溶媒または第2のポリマー組成物を、前記第2の貯蔵器から前記混合用チャンバーへと通過させることができ、

予め選択した量の前記第2の溶媒または第2のポリマー組成物を、前記第2の貯蔵器から前記混合用チャンバーに、場合によっては、前記ポリマーの液滴の第2の成分として前記オリフィスから液滴を放出するように機能的に配置された第2の作動装置を備えたスプレーヘッド。

50

【請求項 98】

前記第1の作動装置を、コンピュータにより制御し、それにより前記コンピュータが、前記混合用チャンバーに入る第1の溶媒の量および前記混合用チャンバーに入る第1のポリマー組成物の量から選択される少なくとも1つの量を制御することができるようにしたことを特徴とする請求項97に記載のスプレーヘッド。

【請求項 99】

前記第2のバルブを、前記コンピュータにより制御し、それにより前記コンピュータが、前記混合用チャンバーに入る第2の溶媒の量および前記混合用チャンバーに入る第2のポリマーの量から選択される少なくとも1つの量を制御することができるようにしたことを特徴とする請求項98に記載のスプレーヘッド。

10

【請求項 100】

基体を備え、

少なくとも第1のポリマー組成物および第2のポリマー組成物を装填したスプレー装置を備え、前記スプレー装置は、前記第1の組成物および前記第2の組成物を前記基体上の予め選択した複数の場所に、前記第2のポリマー組成物に対する前記第1のポリマー組成物の予め選択した複数の比率で投射することができ、

前記スプレー装置に機能的に接続した制御装置を備え、前記制御装置は、前記第1の組成物および前記第2の組成物を前記基体上の予め選択した複数の場所に、前記第2のポリマー組成物に対する前記第1のポリマー組成物の予め選択した複数の比率で投射する前記ステップを制御する、
光学素子を製造するシステム。

20

【請求項 101】

前記スプレー装置が、複数のスプレーヘッドを備えていることを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 102】

前記スプレー装置が、請求項92に記載のスプレーヘッドを備えていることを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 103】

前記スプレー装置が、請求項97に記載のスプレーヘッドを備えていることを特徴とする請求項100に記載のシステム。

30

【請求項 104】

前記第1のポリマー組成物が、前記第2のポリマー組成物とは異なるタイプのポリマーを含むことを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 105】

前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物の少なくとも1つが、少なくとも約1.6の屈折率を有するナノ粒子を含むことを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 106】

前記第1のポリマー組成物が、前記第2のポリマー組成物と同一タイプのポリマーを含むことを特徴とする請求項105に記載のシステム。

40

【請求項 107】

前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物の少なくとも1つが、溶媒を含むことを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 108】

前記基体が、実質的に透明であることを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 109】

前記制御装置が、コンピュータを備えていることを特徴とする請求項100に記載のシステム。

【請求項 110】

前記制御を、予め選択した屈折率プロフィールに従って行うことを特徴とする請求項1

50

09に記載のシステム。

【請求項111】

前記基体が、平面ブランク、正の集束力をもつ光学ブランク、負の集束力をもつ光学ブランク、集束力および円柱屈折力をもつ光学ブランク、ならびに累進屈折レンズパワーをもつ光学ブランクからなる群から選択されるレンズブランクであることを特徴とする請求項110に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子、ならびに、基体上に堆積するポリマーのタイプ、位置および量を正確に制御するためにマイクロジェットプリンティング法を用いて光学素子を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

眼鏡レンズ等の光学素子は、一般的に、ガラス製のブランク、またはポリカーボネートおよびポリエチレン グリコール ジアリル ジカーボネート (CR39) 等のプラスチック製のブランクを成型し、研削しかつ/または研磨することによって製造する。しかしながら、これらの加工技術によって製造するレンズは、比較的単純な視覚障害を矯正することができるのみである。より複雑な視覚障害と取り組む他の加工技術も開発されているが、それらの技術は、それらが比較的複雑であり大量生産には適さないために、不経済である。

【0003】

空間的に変化する屈折率を有するレンズ素子が知られている (例えば、特許文献1としての米国特許第6089711号明細書を参照)。該レンズを加工するための材料は、ゾル・ゲル、注入、および拡散等様々な工程によって製造することができる。しかしながら、これらの加工技術によると、拡散工程によって勾配が生じるためにレンズの半径に沿って屈折率が単調に増加または減少する半径方向勾配プロフィールを有するレンズが生成される。これらの加工技術は、任意の特定点における屈折率が、半径方向に非単調な屈折率プロフィールを生ずるように制御された方式で特定され得るようなレンズの製造には適用できない。これまでに、光重合性または光架橋性物質に不均一な強度分布を有するレーザー光を照射することによりマイクロレンズのアレイが製造された (特許文献2としての米国特許第5998096号明細書参照)。しかしながら、照射した物品中に残留する未反応の光反応性物質が存在するために、しばしば安定性の問題をきたす。

【0004】

マイクロジェットプリンティング法が報告されており、そこには、基体上にマイクロレンズのアレイを印刷できることが述べられている (特許文献3としての米国特許第5498444号明細書、特許文献4としての米国特許第5707684号明細書、および非特許文献1としてのW. Royall Cox等の「Micro-Optics Fabrication by Ink-Jet Printing」、Optics and Photonics News、32~35頁、2001年6月、を参照)。光学収差を補正するためにレンズの表面を修正する方法もまた報告されている (特許文献5としての米国特許第6086204号明細書参照)。しかしながら、上記の方法は、レンズを製造する材料の屈折率を制御することよりはむしろレンズの厚さを制御することによって光学特性を制御することを狙っている。リソグラフィ法を使用することによりレンズ材料中に非常に小さいポアホールを生じさせて有効屈折率を変化させる方法も報告されている (特許文献6としての米国特許第5585968号明細書参照)。

【特許文献1】米国特許第6089711号明細書

【特許文献2】米国特許第5998096号明細書

【特許文献3】米国特許第5498444号明細書

【特許文献4】米国特許第5707684号明細書

【特許文献5】米国特許第6086204号明細書

【特許文献6】米国特許第5585968号明細書

【非特許文献1】W. Royall Cox等、「Micro-Optics Fabrication by Ink-Jet Printing」、Optics and Photonics News、32～35頁、2001年6月

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、光学素子、および、高い空間分解能で基体上に制御された量のポリマーを堆積してポリマーピクセルを形成することにより光学素子を製造する方法に関する。好ましい実施形態においては、それぞれ異なる個々の光学特性を有する2つ以上のポリマー組成物の選択された量を、生成する光学素子の任意の特定の点において個々の光学特性を平均化するように、基体上に堆積させる。例えば、それぞれが異なる屈折率を有する2つのポリマーを、基体の表面上の位置に応じて変化するように制御された割合で表面に堆積させることができ、その結果、屈折率が素子中の位置に応じて所望される仕方で変化する光学素子ができる。

10

【0006】

好ましい方法は、光学素子内の位置に応じて光学特性に関して格別に精密な制御を提供し、したがって、唯一無二の光学特性を有する光学素子を提供する。好ましい光学素子としては、視覚障害を引き起こすと考えられる比較的複雑な、すなわちより高次の収差を矯正できるレンズが挙げられる。

【0007】

これらの実施形態およびその他の実施形態について、以下により詳細に説明する。

20

【0008】

本発明のこれらおよびその他の態様は、以下の記述および添付の図面（実寸比ではない）から容易に明らかとなろう。しかしながら、これらは本発明を説明するためであり、限定することを意図するものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

好ましい実施形態は、光学素子を製造するための方法およびシステムを対象としている。好ましい光学素子は、比較的大きな数の比較的小さなポリマーの「ピクセル」を含有する連続フィルムを備えている。その個々のポリマーピクセルは、好ましい光学素子の基本構成要素であり、テレビジョン画面の像の基本構成要素である従来のピクセルと大まかには類似している。前記ポリマーピクセルは、好ましくは、テレビジョン画面の像が連続しているように見えるのと同じ様に、眼または観察手段が連続的に感知するように光学素子内に配列している。例えば、眼鏡レンズ等の光学素子中のポリマーピクセルは、好ましくは、非常に小さくて接近しているために、ヒトの裸眼はレンズによって生ずる集光効果が個々のピクセルによるものであることを殆ど感知しない。好ましくは、ポリマーピクセルは、それらの縁部が互いに隣接して連続フィルムを形成する（以下で検討している図9参照）。個々のポリマーピクセルの光学特性は、好ましくは、該ピクセル全体にわたって比較的一定である（一つのピクセルがもうひとつ別のピクセル〔異なる光学特性を有する〕と相接するときに混合が起こり得る境界近くを除く）。光学素子の光学特性は、前記光学素子を作り上げている個々のポリマーピクセルの光学特性を制御することによって光学素子全体を通して点から点へと変化させることができる。

30

40

【0010】

好ましい実施形態において、個々のポリマーピクセルの光学特性に関する制御は、各ポリマーピクセルを構成する材料の個々の光学特性を平均化することによって、結果として生ずる光学素子中の任意の特定のピクセルにおいて所望の光学特性が得られるよう、それぞれが異なる光学特性を有する2つ以上のポリマー組成物の選択された量を、ポリマーピクセルの形態で基体上に正確に堆積させることによって行う。この「平均化」は、2つ以上のポリマー組成物が混合して単一のピクセルを形成するとき生じ得る。2つのポリマー組成物の成分が基体表面への堆積後に分離したままであっても、これらが非常に小さく

50

て接近しているために、眼または観察の手段がそれらを単一のピクセルであるように感知するときにも光学的効果の平均化は発生する。

【0011】

ポリマーピクセルは、好ましくは、正確に制御された予め選択された基体上の場所に、多数の非常に小さいポリマー液滴を素早く投射するポリマー投射堆積システム (Polymer Projection Deposition System (PPDS)) を使用して堆積する。当業者には一般に知られているポリマーのマイクロジェットプリンティング法は、本明細書に記載するように使用するときのPPDSの例である。PPDSは、米国特許第5235352号明細書、第5498444号明細書、および第5707684号明細書に記載されている。PPDSは、米国テキサス州プラノの MicroFab Technologies, Inc. から市販されている。好ましいPPDSは、第1のポリマー組成物に対する第2のポリマー組成物の予め選択した幾つかの比率において基体の予め選択した場所に第1のポリマー組成物および第2のポリマー組成物の投射を制御するコンピュータ化した制御装置を備えている。

10

【0012】

得られる光学素子の多くの特性は、機械的、物理的、化学的、および光学的特性を含めて、本明細書に記載したように基体にポリマーを堆積させることによって制御することができる。好ましくは、限定することなく、屈折率、分極率、ベルデ定数、カー定数、電気光学定数、複屈折、および吸収を含めて、光学特性が制御される。より好ましくは、光学特性は、半径方向および/または角度方向に (円形座標で) 測定したときに非単調な特性プロファイルを提供するように、フィルム全体にわたって逐点制御される。例えば、好ましいフィルムは、半径方向に非単調な屈折率プロファイルおよび角度方向に非単調な屈折率プロファイルを有する。好ましい実施形態において、該光学素子は、半径方向に非単調な屈折率プロファイルおよび/または角度方向に非単調な屈折率プロファイルを有する連続したポリマーフィルムを含むレンズである。

20

【0013】

光学素子を製造する好ましい方法は、基体の予め選択した場所への2つ以上のポリマー組成物の投射を含む。本明細書で使用する「ポリマー組成物」の用語は、ポリマーを含む組成物を指す広範な用語である。「ポリマー」の用語は、あらゆる形のポリマーおよびその前駆物質を含み、プレポリマー、ポリマー溶液、ポリマーエマルジョン、ポリマーマイクロエマルジョン、固形ポリマー、ポリマー融成物、および/またはそれらの混合物を限定なしで含む。例えば、液体のプレポリマーを含むポリマー組成物は、PPDSにより基体上に投射され、次いで硬化 (熱または照射による) されて、固体のポリマーピクセルを形成することができる。そのプレポリマーを硬化するために使用する照射波長は、例えば、X線、紫外 (UV)、可視、赤外、マイクロ波、ミリメートル波など、広範にわたって変えられる。前記照射には、粒子放射、例えば、粒子線、電子線、および/またはイオン線が含まれる。好ましいプレポリマーは、UV硬化性である。溶媒を含むポリマー組成物も同様に基体に投射することができ、前記溶媒は、蒸発して固体のポリマーピクセルを形成する。固体の粒子状ポリマーを含むポリマー組成物を基体上に投射し、次いで加熱して固体のポリマーピクセルを形成することもできる。溶融ポリマーを含むポリマー組成物を基体に投射し、次いで冷却して固体のポリマーピクセルを形成することもできる。ポリマーのエマルジョンまたはマイクロエマルジョンは、基体上に投射し、担体の液体を蒸発させて固体のポリマーピクセルを形成することができるポリマー組成物である。2つ以上の高分子量のポリマーを投射する実施形態の場合、個々のポリマーは、好ましくは、すべての割合で相互に混和し得る配合物を形成する。個々のポリマーのそれぞれの間で、比較的大きな屈折率の違いが存在することが望ましい。

30

40

【0014】

光学素子およびそれらを形成するために使用するポリマー組成物は、広範なポリマータイプを含むことができる。ポリマータイプの非限定の例としては、ポリ (アクリレート)、ポリ (メチルメタクリレート)、ポリ (塩化ビニリデン)、ポリカーボネート、ポリ (ビニルブチラール)、ポリ (エチレン)、エチレン/1-アルケン共重合体、ポリ (エチ

50

レンテレフタレート)、ポリ(アクリロニトリル)、ポリ(ブタジエン)、ポリスチレン、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン(ABS)ターポリマー、アリルジグリコールカーボネートポリマー、ポリ(メチルペンテン)、ポリアミド(例えば、ナイロン)、ポリ(2,6-ジメチル-1,4-フェニレンオキシド)、ポリ(ビニルメチルエーテル)、エポキシポリマー、チオール-エンポリマー(thiol-ene polymer)、シリコーンポリマー、ならびにそれらの、配合物、混合物、共重合体、およびプレポリマーが挙げられる。プレポリマーの方が好まれる。芳香族化合物または窒素原子、および/または、硫黄、臭素もしくは金属等の大きい原子量の原子を含有するポリマーは、一般に、より高い屈折率を有する。大きな原子量の原子が全くない非芳香族ポリマーおよびフルオロポリマーは、一般に、より低い屈折率を有する。高屈折率ポリマーを、モノマーに溶解して高屈折率のポリマー組成物を得ることができる。

【0015】

ポリマー組成物は、様々な理由、例えば、得られるポリマーピクセルの特性に作用させるため、および/または加工工程を容易にするために1つまたは複数の添加物を組み込むことができる。そのような材料の非限定の例としては、界面活性剤、粘度調節剤、着色料、pH調節剤、充填剤、低屈折率粒子、高屈折率粒子、および金属が挙げられる。好ましいポリマー組成物は、前記組成物を基体に投射するために使用する温度および剪断速度において、約1センチポアズ(cP)から約2000cP、好ましくは約1cPから約80cPの粘度を有する。光学用途に対しては、高屈折率粒子および金属が好ましい添加物である。金属、金属酸化物および金属ハロゲン化物を含む高屈折率粒子は、好ましくは、ポリマー組成物中に、得られるポリマーピクセルの屈折率を約0.001以上増大させる量で組み込まれる。好ましい高屈折率粒子は、光学素子に組み込まれたときに、関与する波長を拡散しない大きさを有するナノ粒子である。好ましいナノ粒子は、ナノ粒子が組み込まれるポリマーピクセル中に含有されるポリマーより高い屈折率、より好ましくは、約1.6以上の屈折率を有する。好ましいナノ粒子には、ポリマー、金属、および/または金属酸化物、より好ましくは二酸化チタン(TiO_2)および/または酸化ランタン(La_2O_3)が含まれる。ナノ粒子は、好ましくは界面活性剤を使用してそれらをポリマー組成物中に分散させることにより、様々な方法でポリマー組成物中に組み込むことができる。金属は、ポリマー組成物中にナノ粒子の形で、またはその他の方法で組み込むことができる。例えば、関与する金属を含有する有機金属化合物は、ポリマー組成物中に溶解または分散させることができる。そのような使用法のための安定な有機金属化合物の例は、チタンのテトライソプロポキシドである(米国特許第6394613号明細書参照)。その他の有機金属化合物としては、トリフェニルビスマスおよび様々な有機スズ化合物が挙げられる。

【0016】

好ましくは、連続ポリマーフィルム中の固体ポリマーピクセルの少なくとも一部は、それぞれ、第1の材料および第2の材料を含み、前記第1の材料は、光学特性が前記第2の材料と異なる。例えば、特定のポリマーピクセル中の第1の材料は、1つのポリマーであり、前記ピクセル中の第2の材料は、異なるポリマー、金属、および/またはナノ粒子であって、前記異なるポリマー、金属、および/またはナノ粒子は、第1のポリマーの屈折率とは異なる屈折率を有することができる。好ましくは、ポリマーピクセル中の前記第1および第2の材料は、ポリマー/ポリマー、ポリマー/金属、またはポリマー/ナノ粒子の混合物を形成する。「ポリマー/ポリマー」の語は、好ましくは上で記載した2つ以上のポリマータイプを含有する混合物を指す。「ポリマー/金属」の語は、少なくとも1つのポリマーおよび少なくとも1つの金属を含有する混合物を指す。前記金属は、前記ポリマーに溶解および/または分散させる(例えば好ましくは上で記載したナノ粒子の形で分散させる)ことができる。「ポリマー/ナノ粒子」の語は、少なくとも1つのポリマーおよび少なくとも1つのタイプのナノ粒子、好ましくは上で記載した分散したナノ粒子を含有する混合物を指す。

【0017】

ポリマー組成物は、広範な基体に堆積することができる。好ましい基体としては、ガラ

ス、ポリマー、金属、セラミック、水晶、紙、および半導体等の表面が挙げられる。1つの実施形態において、該光学素子は、加工後基体から取り外される支えのない連続フィルムである。この実施形態のためには、前記基体は、フィルムを、それが加工された後に基体から容易に剥がすことができるように、前記フィルムへの接着性を最低限にする、こびりつかない表面を有することが望ましい。他の実施形態においては、前記基体は、実質的に透明である。当業者であれば、「実質的に透明」という語は、前記基体はその意図する用途に対して十分に透明であることを意味することを理解するであろう。例えば、眼鏡製造用を使用するレンズブランクは、実質的に透明な基体の好ましい例である。そのような基体は、それらの光学的透明性が、例えば、サングラスを製造するために着色またはコーティングすることによって減少する場合であってさえも、そのような着色またはコーティングの後、前記基体は、その意図した用途に対して十分に透明のままであるために、実質的に透明であると考えられる。レンズブランクとしては、平面のブランク（補正力/矯正力はもたない）、ならびに様々な程度の補正力を有するレンズが挙げられる。好ましいレンズブランクは、平面ブランク、正の集束力をもつ光学ブランク、負の集束力をもつ光学ブランク、集束力および円柱屈折力をもつ光学ブランク、ならびに累進屈折レンズ（progressive addition lens（PAL））力をもつ光学ブランクからなる群から選択する。好ましい実施形態において、実質的に透明な基体および連続フィルムは、共にレンズを構成する。他の好ましい基体としては、望遠鏡、顕微鏡、カメラ、双眼鏡等の観察機器、および走査型共焦点検眼鏡等の眼病の診断用機器、ならびに屈折素子（例えばレンズ）、反射素子（例えば、鏡およびビームスプリッタ）、および/または回折素子（例えば、回折格子ならびに音響光学および電気光学結晶）等の精密な光学素子を含有するその他の機器の光学的構成部分が挙げられる。

【0018】

光学素子中のポリマーピクセルは、それらが実質的に未硬化または部分硬化のポリマーを含まない「固体」であることが好ましい。変動性屈折率を有する波面収差が、ポリマーを選択的に硬化させることによって調製されているが（米国特許出願公開第2002/0080464A1号明細書参照）、ポリマーが完全に硬化していない非固体領域を含有している。ポリマーピクセル中のかなりの量の未硬化または部分硬化のポリマーの存在は、時間が経って硬化の程度が変化し、光学素子の光学特性に影響する場合、安定性の問題を生じ得ることが見出されている。固体のポリマーピクセルは、可撓または硬くすることができ、したがって、ポリマーピクセルを含む連続フィルムもまた、フィルムの厚さおよびポリマーのタイプ等の要因によって可撓または硬くなり得る。固体のポリマーピクセルは、連続フィルム上に堆積させることができ、または前記連続フィルムは、基本的に隣接して相接するポリマーピクセルから構成することができる。前記連続フィルムは、好ましくは各層が固体のポリマーピクセルを含んでいる複数の層から構成されてもよいし、または別の構造体内の一つの層とされてもよい。連続フィルムは、例えば、特別の構造形態を有する光学素子を形成するために、所望により、割れ目、穴、またはすき間を含有することができる。連続フィルムは、多数のポリマーピクセル、好ましくは少なくとも約50の相接するポリマーピクセル、より好ましくは、少なくとも約1000の相接するポリマーピクセルを含む。ポリマーピクセルの平均の大きさは、好ましくは約200ミクロン以下、より好ましくは、約0.1ミクロンから約200ミクロンの範囲、さらにより好ましくは、約0.1ミクロンから約10ミクロンの範囲、最も好ましくは、約0.1ミクロンから約1ミクロンの範囲である。非対称のポリマーピクセルに対しては、大きさは、最長寸法に沿って測定する。好ましい実施形態において、ピクセルの平均の大きさは、関心のある光を該ピクセルが散乱させる大きさよりも小さい。可視光に対しては、ピクセルの平均の大きさは、好ましくは約0.4ミクロン以下、より好ましくは、約0.3ミクロン以下である。

【0019】

好ましくは、任意の特定の固体ポリマーピクセルの特性は、2つ以上のポリマー組成物を混合し、それによって各ポリマー組成物の成分の対応する特性を平均化することによ

て制御される。基体上の任意の与えられた場所において堆積するそれぞれ個々のポリマー組成物の割合は、全体重量を基準とした重量で0%から100%まで変化し得る。堆積する個々のポリマー組成物の割合を制御するために様々な方法を使用することができる。光学素子を製造するための好ましい方法は、(a)第1のポリマーピクセル(前記第1のポリマーピクセルは、第1のポリマー組成物および第1の比率の第2のポリマー組成物を含んでいる)を、基体上に形成するステップ、(b)前記第1のポリマーピクセルと相接する第2のポリマーピクセル(前記第2のポリマーピクセルは、前記第1のポリマー組成物および前記第2のポリマー組成物を前記第1の比率とは異なる比率で含んでいる)を形成するステップ、および(c)ステップ(a)および(b)を繰り返し、それによって複数の相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成するステップを含む。

10

【0020】

例えば、図1Aは、2つのポリマー組成物を、コンピュータ化されたコントローラ105によって制御するスプレー装置100(該スプレー装置100は、第1のスプレーヘッド110および第2のスプレーヘッド115を備えている)を用いて基体上に投射する好ましい実施形態を表している。この実施形態において、第1のスプレーヘッド110は、高屈折率ポリマーを含む第1のポリマー組成物を含有するかまたは装填されており、第2のスプレーヘッド115は、低屈折率ポリマーを含有する第2のポリマー組成物を含有しているかまたは装填されている。スプレーヘッド110および115は、基体120から適切に作用する距離に配置されている。堆積は、第1のスプレーヘッド110からの第1のポリマー液滴(該第1のポリマー液滴は、第1のポリマー組成物の第1の量を含む)を基体120上の予め選択した場所に投射して、第1の堆積されたポリマー液滴(堆積ポリマー液滴)125を形成することにより行う。堆積は、さらに第1の堆積されたポリマー液滴125に極めて接近している第2のスプレーヘッド115から第2のポリマー液滴130(該第2のポリマー液滴は、第2のポリマー組成物の第2の量を含む)を投射することにより行う。

20

【0021】

堆積工程は、図1Bに示すように、第1の堆積ポリマー液滴125と第2のポリマー液滴130を混合することによって第1のポリマーピクセル135を形成することで続いていく。前記第1のポリマーピクセル135は、第1のポリマー組成物および第2のポリマー組成物を第1の比率で含んでいる。第1および第2のスプレーヘッド110および115の少なくとも1つは、そのとき、追加の液滴(該追加の液滴は、第1および第2の液滴125および130の少なくとも1つとは異なる)が投射され得るように調節される。図に示されている実施形態においては、第1および第2のスプレーヘッド110および115は、第1および第2のポリマー組成物をそれぞれに投射する相対的な量を改めるようにそれぞれ調節される。これは、様々な方法、例えば、液滴の組成および/または大きさ(以下で述べる図6を参照)、および/または液滴の数(これも以下で述べる)を調節することによって達成することができる。図1Bにおいて、第1および第2のスプレーヘッド、ヘッド110および115の基体120に対する配置もまた、例えば、基体を第1の矢印140で示すように横に移動し、かつ/またはスプレー装置を第2の矢印145で示すように横に移動し、かつ/またはスプレーヘッド110および115を回転する(図示されていない)、などによって調節する。スプレーヘッドおよびそれらの基体に対する配置の調節は、任意の順序で行うことができ、例えば、第1のスプレーヘッド110は、第2のスプレーヘッド115の前に調節されてもよいし、またはその逆でもよく、あるいはスプレーヘッドは、同時に調節されてもよく、好ましくは、コンピュータ化されたコントローラ105により制御される。堆積工程は、次に、図1Bに示すように、新たな第1および第2のポリマー液滴150および155を、スプレーヘッド110および115から投射して繰り返し、それによって図1Cに示すように第1のポリマーピクセル135に相接する第2のポリマーピクセル160(該第2のポリマーピクセルは、第1のポリマー組成物および第2のポリマー組成物を第1の比率とは異なる第2の比率で含んでいる)を形成する。複数の相接するポリマーピクセルを含んでいる連続フィルムは、続いて同様の方式の

30

40

50

堆積工程を繰り返すことによって、好ましくは、スプレーヘッドおよびそれらの位置を、所望の特性を有する連続フィルムを形成するために必要な程度および方式に調節することによって形成することができる。ポリマー組成物は、例えば、所望により第1および第2のスプレーヘッド110および115を加熱または冷却することにより加熱または冷却して、例えば、ポリマー組成物の粘度を調節することができる。1つのポリマーピクセル中の第1のポリマーに対する第2のポリマーの比率は、相接するポリマーピクセル中と同じであってもよいので、第1および第2のスプレーヘッド110および115は、それぞれに投射される第1および第2のポリマー組成物の相対的な量を改めるように常に調節する必要はない。

【0022】

図1に示す実施形態については、ポリマーピクセルの形成ステップは、基体の表面上に投射された液滴の中身が、少なくとも部分的に混合することによって起こることが好ましい。ポリマーピクセルの中心で測定して、連続フィルム中の相接する固体ポリマーピクセルの、好ましくは、少なくとも約50%、より好ましくは、少なくとも約75%は、第1のポリマーおよび第2のポリマーの混合物を含む。当業者にとっては当然のことであるが、そのような混合は、次の液滴の堆積の前に起こる必要はなく、したがって、例えば、図6に示す(後に述べる)ように、多数の液滴が、基体上に堆積した後になるものでもよい。また、これも当然のことながら、例えば1つだけのポリマー液滴から形成されるピクセルといったように、ピクセルが1つだけのポリマー組成物を含むものでもよいし(縁部の混合が起こり得る他のピクセルとの境界効果を除く)、あるいは、ピクセルに求められる大きさによってはピクセルが多数のポリマー液滴から形成されてもよい。したがって、好ましい実施形態においては、多数のポリマー液滴から形成されるピクセルの組成は、ポリマーピクセルが形成される基体の場所に各スプレーヘッドから相当数の液滴が投射されるように第1および第2のスプレーヘッド110および115を調節することで制御される。

【0023】

図1に示す実施形態において、スプレーヘッド110および115は、両方とも基体上のほぼ同じ点にポリマー液滴を投射する。第1および第2のポリマー液滴は、続けて(投射の間に時間経過を持たせるか持たせないかのいずれかで)、または同時に投射することができる。例えば、図2に示す実施形態(実寸比ではない)において、スプレー装置200は、コンピュータ化されたコントローラ201により制御され、スプレーヘッド205および210を備えている。図2Aに示すように、堆積される第1のポリマー液滴215は、スプレーヘッド205により基体225の1つの場所220に投射される。スプレー装置200および/または基体225は、図2Bに示すように、スプレーヘッド210から基体225に投射される第2のポリマー液滴230が、第1のポリマー液滴215に極めて近接させた状態で堆積されるように横に移動する。堆積後、第1および第2の液滴215および230は、自然に混合して、ポリマーピクセル、好ましくは、第1および第2の液滴215および230のそれぞれに含有されているポリマー組成物の重み付け平均した屈折率に相当する屈折率を有する固体のポリマーピクセルを形成する。図2Bに示すように、上記の堆積のプロセスは、新たな第1および第2のポリマー液滴235および240を、それぞれ第1および第2のスプレーヘッド205および210から投射することによって同じように続いていく。図示した実施形態においては、第1のスプレーヘッド205から投射されるポリマー液滴は、高屈折率ポリマーを含み、第2のスプレーヘッド210から投射されるポリマー液滴は、低屈折率ポリマーを含む。相接するポリマーピクセルの特性は、例えば、投射される液滴の大きさおよび/または投射される液滴に含有している高屈折率ポリマーおよび低屈折率ポリマーの相対的な量をそれぞれ変化させるように第1および第2のスプレーヘッド205および210を調節することによって異なるようにすることができる。相接するポリマーピクセルの特性は、また、各スプレーヘッドによって堆積される液滴の相対数を制御することによって相違させてもよい。ポリマー組成物は、所望により、例えば、ポリマー組成物の粘度を調節するために、例えば、第1および第

10

20

30

40

50

2のスプレーヘッド205および210を加熱または冷却することによって、投射する前に加熱または冷却することができる。図1および図2に示されている実施形態は、同様の方式でさらなるポリマー組成物を投射するためのさらなるスプレーヘッドを備えることができる。

【0024】

スプレーヘッドが、液滴の大きさおよび/または液滴中に含有されているポリマー組成物の成分の相対量を改変するように調節できることは前述のことから明らかである。したがって、前述のことから当業者には当然わかることであるが、堆積は、スプレーヘッドを繰り返し調節してスプレーヘッドに装填するポリマー組成物の相対的割合を改変することによって単一のスプレーヘッドを使用して行うこともできる。そのような方法は、例えば、図1または図2に示した1つだけのスプレーヘッドを使用することによって、上で一般的に説明したように行うことができる。好ましい方法は、スプレーヘッドを基体からある操作距離に配置するステップと、前記スプレーヘッドに第1のポリマー組成物を装填するステップと、第1のポリマー液滴を前記スプレーヘッドから前記基体に投射して、前記基体上に第1のポリマーピクセルを形成するステップと、前記スプレーヘッドに前記第1のポリマー組成物とは異なる第2のポリマー組成物を装填するステップと、前記基体に対する前記スプレーヘッドの配置を調節するステップと、さらに第2のポリマー液滴を前記スプレーヘッドから前記基体上に投射して、前記第1のポリマーピクセルと相接する第2のポリマーピクセルを形成するステップとを含む。これらのステップを繰り返すことによって、複数の相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成することができる。各ポリマー液滴は、別個のポリマーピクセルになることができるか、又は、ポリマーピクセルは、基体上に極めて接近して堆積される複数の液滴から形成することができる。

【0025】

当業者には当然のことであるが、多重スプレーヘッドまたはスプレー装置は、本明細書に記載されているPPDSにおいて使用することができ、PPDSの任意のまたはすべての機能は、好ましくは、コンピュータ化したコントローラによって制御される。好ましくは、前記コントローラは、所望の光学特性プロフィールを入力することによってプログラム化され、基体上の各場所に堆積される各ポリマーの量と種類(タイプ)を制御して、例えば、所望の屈折率プロフィールを有する光学素子を製造する。

【0026】

固体のポリマーピクセルの形成を促進するためにさらなるステップを行うことができる。好ましくは、ポリマーピクセルは、異なる成分を含有する堆積ポリマー液滴の間の局在化した相互拡散により形成される。斯かる拡散は、例えば基体を加熱することによって促進されることが好ましい。また、固体のポリマーピクセルを形成するために、加熱および/または減圧が、堆積したポリマーピクセル中に存在する溶媒を蒸発させるために使われてもよい。また、固体のポリマーピクセルを形成するため、加熱がプレポリマーを硬化させるために使われてもよい。プレポリマーは、また、当業者に知られている他の方法、特定のプレポリマーによっては、例えば、照射によって、好ましくは、紫外線または電子線によって、硬化することができる。

【0027】

ポリマー組成物の混合は、投射の前にも行なわれ得る。例えば、図3は、2つのポリマー組成物が、スプレーヘッド300中で予備混合され、続いて基体305の上に投射される好ましい実施形態を示している。堆積は、相接する固体のポリマーピクセルを形成するように、上で述べた一般的な方式で続けることができる。生じた各ポリマーピクセル中の成分の割合は、様々な方法で制御することができる。例えば、図3に示す実施形態においては、スプレーヘッド300は、ポリマー液滴315を含有する混合用チャンバー310を備えており、前記チャンバーは、ポリマー液滴315を前記チャンバーから放出させることができる大きさに作られたオリフィス320を有している。好ましくは、ポリマー液滴315の容積は、約10ピコリットルから約10マイクロリットルの範囲である。前記スプレーヘッド300は、また、混合用チャンバー310を第1の貯蔵器330に連結す

10

20

30

40

50

る第1の入り口325を有しており、前記第1の入り口325は、第1の溶媒または第1のポリマー組成物を、第1の貯蔵器330から混合用チャンバー310へと通せる大きさになっている。前記スプレーヘッド300は、また、予め選択した量の第1の溶媒または第1のポリマー組成物を、第1の貯蔵器330から混合用チャンバー310に、場合によっては、ポリマー液滴315の第1の成分としてオリフィス320から液滴を放出するように機能的に配置された第1の作動装置335を有する。前記スプレーヘッド300は、また、混合用チャンバー310を、第2の貯蔵器345に連結する第2の入り口340を有しており、前記第2の入り口340は、第2の溶媒または第2のポリマー組成物を、第2の貯蔵器345から混合用チャンバー310へと通せる大きさになっている。前記スプレーヘッド300は、また、予め選択した量の第2の溶媒または第2のポリマー組成物を、第2の貯蔵器345から混合用チャンバー310に、場合によっては、ポリマー液滴315の第2の成分としてオリフィス320から液滴を放出するように機能的に配置された第2の作動装置350を有する。

10

【0028】

第1および第2の作動装置330および345は、完全なポリマー液滴、またはポリマー液滴の一部を生成することが可能であり、各貯蔵器330および345のそれぞれからの各ポリマー組成物の混合用チャンバー310への流れを制御する。図示されている実施形態においては、第1の貯蔵器330中の第1のポリマー組成物は、高屈折率ポリマーを含有し、第2の貯蔵器345中の第2のポリマー組成物は、低屈折率ポリマーを含有する。ポリマー液滴315の組成は、混合用チャンバーへのポリマー組成物の流れを制御している第1および第2の作動装置335および350が、それぞれ第1および第2の入り口325および340から液滴の何割かの部分（小部分）をそれぞれ提供し、前記小部分が、好ましくは加算して1つになるので、変化させることができる。好ましくは、第1および/または第2の作動装置335および350は、コンピュータ化したコントローラ355によって制御し、それにより前記コンピュータが、混合用チャンバー310に入る第1の溶媒または第1のポリマー、および/または第2の溶媒または第2のポリマーの量を制御できるようにする。第1および第2の作動装置335および350は、混合用チャンバー310からポリマー液滴を投射するように操作することができ、あるいは、前記混合用チャンバーは、この目的のために第3の作動装置（図示はない）が装備されてもよい。当業者であれば当然わかることであるが、さらなるポリマー組成物を含有するさらなる貯蔵器を、さらなる入り口を介して混合用チャンバー310に取り付けることができる。スプレーヘッド300のすべてまたは一部を、所望により、例えば、ポリマー組成物の粘度を調節するために加熱または冷却することができる。

20

30

【0029】

投射の前に2つ以上のポリマー組成物を混合する他の方法を、図4（実寸比ではない）に示す。スプレーヘッド400は、ポリマー液滴410を含有するチャンバー405を備え、前記チャンバー405は、ポリマー液滴410がチャンバーから放出され得るようにする大きさのオリフィス415を備えている。好ましくは、ポリマー液滴410の容積は、約10ピコリットルから約10マイクロリットルの範囲である。前記スプレーヘッド400は、さらに、チャンバー405に取り付けられて第1の溶媒または第1のポリマー組成物を然るべき貯蔵器（図示されていない）からチャンバー405中に通せるようにする大きさの第1の入り口420を備えている。前記第1の入り口420は、コントローラ428により好ましくはコンピュータ制御される第1のバルブ425を装備しており、前記第1のバルブ425は、予め選択した量の第1の溶媒または第1のポリマー組成物が、入り口420からチャンバー405に入れられるように調節できる。前記スプレーヘッド400は、また、チャンバー405に取り付けられて第2の溶媒または第2のポリマー組成物を然るべき貯蔵器（図示されていない）からチャンバー405中に通せるようにする大きさの第2の入り口430を備えている。前記第2の入り口430は、好ましくはコンピュータ制御される（コントローラ428によるかまたは図示されている別種のコントローラ438のいずれかによる）第2のバルブ435を装備しており、前記第2のバルブ43

40

50

5は、予め選択した量の第2の溶媒または第2のポリマー組成物が、入り口430からチャンバー405に入れられるように調節できる。スプレーヘッド400は、また、ポリマー液滴410をチャンバー405からオリフィス415を通して放出するように適切に作動するように配置した作動装置440を備えている。好適にも、前記作動装置はまた、第1および第2のポリマー組成物をチャンバー405中に引き込む。また、スプレーヘッド400は、流体の第1のポリマー組成物および/または第2のポリマー組成物を加圧する手段、例えば入り口420、430および/またはそれぞれのポリマー貯蔵器に取り付けられている1つまたは複数のポンプ(図示されていない)を備えていることが好ましい。また、スプレーヘッド400は、流体の第1のポリマー組成物および/または第2のポリマー組成物をチャンバー中に引き込む手段、例えば、作動装置440またはチャンバー405に取り付けられているポンプを備えていることが好ましい。

10

【0030】

図4に示す実施形態においては、第1のポリマー組成物は高屈折率のポリマーを含み、第2のポリマー組成物は低屈折率のポリマーを含む。運転時には、ポリマー組成物のチャンバー405内への流れは、第1および第2のバルブ425および435によって制御される。これらのバルブは、好ましくは、電子機械的に始動されてコンピュータにより制御される。液量および/または液流を監視する装置もまた設けることができる(図示されていない)。チャンバー405は、投射されるポリマー液滴を素早く変えることができるように、小さい容積を有することが好ましい。スプレーヘッド400のすべてまたは一部は、所望により、例えば、ポリマー組成物の粘度を調節するために加熱または冷却することができる。図3および図4に示すスプレーヘッドは、図1および図2に示す方法において使用できるスプレーヘッドの例である。好ましくは、本明細書に記載したスプレー装置およびスプレーヘッドを含めて、PPDSを制御するためにコンピュータ化したコントローラが使用される。図示した実施形態における第1および第2のポリマー組成物の屈折率の違いは、異なる屈折率を有するポリマーを使用することにより制御しているが、当業者であれば、屈折率の違いは、他の方法でも得られることが分かるであろう。例えば、第1および第2のポリマー組成物は、同一ポリマーであるが、異なる量またはタイプの金属または高屈折率のナノ粒子を含有することができる。

20

【0031】

上述したように、ポリマー組成物は、溶媒を含んでいてもよい。好適な溶媒により、ポリマー組成物の粘度が、本明細書に記載した方法によって投射するのに適する範囲に低減される。様々なポリマーに対する溶媒は、当業者には知られており、好ましくは、性能、価格、毒性、および/または環境承認等の要因に基づいて選択される。スプレーヘッドは、ポリマー組成物中に、変化する量の溶媒を導入するように調節することができ、したがってその結果生ずる投射されたポリマー液滴に含有されるポリマーの量を変化させることができる。例えば、図5は、溶媒が第2の入り口530および第2のバルブ535を経由してチャンバー505に導入されること以外は図4に示すスプレーヘッド400と大体は類似しているスプレーヘッド500を示している。図5に示されているスプレーヘッド500は、ポリマー液滴510を含有するチャンバー505を備えており、前記チャンバー505は、チャンバーからポリマー液滴510が放出され得るようにする大きさに合わせたオリフィス515を備えている。ポリマー液滴510の容積は、約10ピコリットルから約10ミリリットルの範囲であることが好ましい。前記スプレーヘッド500は、さらに、チャンバー505に取り付けられて第1のポリマー組成物を貯蔵するべき貯蔵器(図示されていない)からチャンバー505中に導ける大きさになっている第1の入り口520を備えている。前記第1の入り口520は、コントローラ528により好ましくはコンピュータ制御される第1のバルブ525を装備しており、前記第1のバルブ525は、予め選択した量の第1のポリマー組成物が、入り口520からチャンバー505に入れられるように調節できる。また、前記スプレーヘッド500は、チャンバー505に取り付けられて、溶媒をチャンバー505内に通せるようにする大きさの第2の入り口530を備えている。前記第2の入り口530は、好ましくはコンピュータ制御される(コントローラ5

30

40

50

28によるかまたは図示されている別種のコントローラ538のいずれかによる)第2のバルブ535を装備しており、前記第2のバルブ535は、予め選択した量の第2の溶媒が、入り口530からチャンバー505に入れられるように調節できる。スプレーヘッド500は、また、ポリマー液滴510をチャンバー505からオリフィス515を通して放出するように適切に作動するように配置した作動装置540を備えている。好適にも、前記作動装置はまた、第1のポリマー組成物および溶媒をチャンバー505中に引き入れる。また、スプレーヘッド500は、流体の第1のポリマー組成物および/または溶媒を加圧する手段、例えば入り口520、530またはそれぞれの貯蔵器に取り付けられている1つまたは複数のポンプ(図示されていない)を備えていることが好ましい。また、スプレーヘッド500は、流体の第1のポリマー組成物または溶媒をチャンバー中に引き込む手段、例えば、作動装置540またはチャンバー505に取り付けられているポンプを好適にも備えている。

10

【0032】

投射された各液滴510中のポリマー組成物の量は、したがって、ポリマー組成物と溶媒の相対比を変化させることによって液滴単位で制御することができる。液滴中のポリマー組成物の量は、容積で0~100%まで変化させることができる。好適にも、溶媒は、第1のポリマー組成物の粘度、第2のポリマー組成物の粘度、および第1のポリマー組成物に対する第2のポリマー組成物の容積比からなる群から選択される少なくとも1つの特性を調節するために有効な量で存在する。この実施形態を実施することにより、液滴の組成および粘度を、好ましくは、比較的一定の液滴の大きさを維持しながら、溶媒によって変えることが可能となる。当業者には当然のことであろうが、本明細書に記載したスプレーヘッドはどれも、投射されて生じるポリマー液滴の組成および/または大きさを、同様に変化させることができる。

20

【0033】

連続フィルムの特性は、ポリマー液滴からなる1つまたは複数の層を堆積することによって、ピクセル単位で三次元的に制御することができる。例えば、図6は、堆積されたポリマー液滴(堆積ポリマー液滴)を含む層を概略的に示している。図示した実施形態において、高屈折率ポリマーは、黒の半円で表し、低屈折率ポリマーは白の半円で表している。説明を簡明にするため、混合または相互の拡散のない2つのタイプの堆積ポリマー液滴しか示されていないが、他のタイプのポリマー液滴が堆積すること、および局所的な混合が起こることは当然である。図6Aにおいては、堆積ポリマー液滴のすべてが、ほぼ同じ大きさであり、同じ数の高屈折率および低屈折率の液滴が存在する。混合(図示はない)後は、図示されている液滴は、個々のポリマーピクセルの屈折率のほぼ中ほどの屈折率を有するポリマーピクセルを形成するであろう。図6Bにおいては、同じ数の高屈折率および低屈折率の液滴が存在するが、高屈折率の液滴は、低屈折率の液滴の約1/3の大きさである。混合(図示はない)後は、生じるポリマーピクセルは、堆積したポリマーピクセル中に、高い割合の低屈折率ポリマーが含有されるために、図6Aにおけるよりも低い屈折率を有するであろう。図6Bに示す液滴の基体上での図6Aに示す液滴と極めて接近した堆積により、局所的な混合の後、屈折率がピクセル毎に次から次に変化する相接するポリマーピクセルが生じる。

30

40

【0034】

上に記載した方法は、得られる光学素子の位置に応じた屈折率に関して極めて優れた制御を提供する。各ピクセル中の様々な成分の割合(したがって、屈折率)、基体上に堆積されるピクセルの数、および各ピクセルの位置を制御することによって、光学特性が非単調なプロファイルを有する連続フィルムを形成することができる。光学特性(一般的には屈折率)が、半径方向に単調のプロファイルを有する光学素子は、開示されており、米国特許第6089711号明細書、および、H.J. Trost, "Using Drop-On-Demand Technology for Manufacturing GRIN Lenses,"、ASPE 2001年年次総会(2001年11月10~15日)会議録、(ASPE Raleigh NC 2001)、533~536頁、を参照されたい。上記の光学素子における屈折率プロファイルは、反転または振幅なしで中心点から半

50

径に沿って徐々に増加または低下する。これに関連して、当業者であれば、「半径方向に非単調の」プロフィールを有する光学素子とは、中心点から半径に沿って単に同じのままであったり又は徐々に増加したり又は徐々に低下するのではなく変化する光学特性を有することが分かるであろう。本明細書に記載した連続フィルムは、好ましくは、半径方向に非単調の屈折率プロフィールを、より好ましくは、少なくとも2つの変曲点（増大または減少している屈折率が方向を逆転する点）を、さらにより好ましくは、少なくとも3つの変曲点を、最も好ましくは、少なくとも4つの変曲点を有する半径方向非単調屈折率プロフィールを有する。これらの変曲点のそれぞれは、選択的に制御されて、光学素子の任意の場所に存在するようにできる。その屈折率プロフィールは、連続フィルムの表面と平行して測定され、またはフィルム表面が曲がっている場合は、曲面に対する接面と平行して測定される。 10

【0035】

本明細書に記載した方法は、また、光学特性が角度方向に非単調のプロフィールを有する光学素子の製造を可能にする。「角度方向プロフィール」は、中心点からの半径によって決まる弧に沿って測定し、やはり、連続フィルムの表面と平行に測定し、あるいは、フィルム表面が曲がっている場合は、曲面に対する接面と平行して測定する。角度プロフィールを測定する弧の長さは、45°（形態が45°の測定を許容しない場合はそれ未満）である。したがって、「角度方向に非単調の」プロフィールは、中心点からの特定の半径における45°の弧に沿って、単に同じのままであったり又は徐々に増加したり又は徐々に低下することだけではなく変化する光学特性を有する。本明細書に記載した連続フィルムは、好ましくは、角度方向に非単調の屈折率プロフィールを、より好ましくは、少なくとも2つの変曲点（増大または減少している屈折率が方向を逆転する点）を、さらにより好ましくは、少なくとも3つの変曲点を、最も好ましくは、少なくとも4つの変曲点を有する角度方向非単調屈折率プロフィールを有する。これらの変曲点のそれぞれは、光学素子の任意の場所にあるように、選択的に制御することができる。 20

【0036】

好ましくは、ポリマー組成物を基体上に投射するには、当業者には一般に知られているマイクロジェット法が使用される。これらのマイクロジェット法により、堆積されるポリマーの位置および量に関する非常に優れた制御が得られる。ポリマー組成物は、生ずる固体のポリマーピクセルが、相接しているように基体上の隣接する場所にPPDSによりポリマー液滴の形で好適に投射される。斯かる隣接した堆積は、好適にも連続したポリマーフィルムをもたらしかつ配合を促進する傾向がある。様々な液滴の大きさおよび大きさの分布を使用できる。液滴の大きさは、得られる光学素子特性の所望の段階的变化を提供するように選択することが好ましい。例えば、より小さい液滴は、より小さいピクセルを生じる傾向があり、そのため、より微細な空間分解能およびより微細な屈折率の制御が提供される。ポリマー液滴（および対応する堆積された液滴）の容積は、ピクセルに要求される大きさに応じて変化させることができ、好ましくは、約20ミクロン以下、より好ましくは、約2ミクロン以下、最も好ましくは、約0.2ミクロン以下である。 30

【0037】

混合せずに互いに隣接している非常に小さい堆積ポリマー液滴の形で、相溶性の配合物を形成しないポリマーを基体上に堆積させることが好ましい。これらの堆積ポリマー液滴の大きさは、生じる散乱が顕著でないように十分に小さいことが望ましい。散乱は、入射光の波長に対する堆積ポリマー液滴の大きさに依存する。堆積ポリマー液滴がその波長に対して小さいとき、眼または観察手段は、個々の堆積ポリマー液滴間が分離していることを分解することができず、したがって、ピクセルは、個々の堆積されたポリマー液滴の光学特性を平均化することによって光学的に形成される。可視光に対して、堆積されたポリマー液滴の平均径は、好ましくは、約0.4ミクロン以下、より好ましくは、約0.2ミクロン以下である。 40

【0038】

ポリマー組成物は、得られる連続フィルムの所望の光学特性を考慮することにより好ま 50

しくは調合される。例えば、相接するポリマーピクセルが第1のポリマーおよび第2のポリマーの混合物からなるような連続フィルムの場合には、第1のポリマーは、一定の範囲の屈折率を有するポリマーピクセルが調合され得るように、好ましくは、第2のポリマーとは異なる屈折率を有している。前記第1のポリマーは、好ましくは、約1.5以下、より好ましくは、約1.45以下の屈折率を有する。第2のポリマーは、好ましくは、1.5を超える、より好ましくは約1.6以上の屈折率を有する。金属またはナノ粒子、例えば高屈折率のナノ粒子を含有するポリマーピクセルに対しては、相接する固体のポリマーピクセルは、それぞれ同じタイプのポリマーを含むことができる。存在する金属および/またはナノ粒子の量および/または種類は、所望の屈折率プロファイルを提供するように好ましくは調節する。得られる固体のポリマーピクセルに所望の光学特性を生じるポリマー組成物および前記混合物中の成分の量は、よく知られた混合物の規準を用いて判断し、続いて所定の実験により確認することができる。別法では、屈折率プロファイルは、また、低屈折率のナノ粒子を組み込むことによって制御し、それにより低屈折率のピクセルを生成することができる。例えば、図1Aおよび図1Bに描いた装置を用いて屈折率のダイナミックレンジを最大にするためには、第1のスプレーヘッド110は、高屈折率のポリマーおよび高屈折率のナノ粒子（および/または金属）を含む第1のポリマー組成物を含有し、第2のスプレーヘッド115は、低屈折率ポリマーおよび低屈折率ナノ粒子を含む第2のポリマー組成物を含有する。かくして、第1と第2の組成物間の屈折率の差異は、ナノ粒子の添加によってさらに高められる。

10

【0039】

本明細書でいうところのコンピュータおよびコントローラとは、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、および同様のプログラム化できる電子装置を指す広義の語である。これらの装置は、好ましくは、本明細書に記載されているシステムの操作を、説明したステップおよび方法に従って制御するように構成されているハードウェア、ファームウェア、および/またはソフトウェアを好適に備えている。基体の様々な場所でそれぞれの正確な量が堆積されて局所的に所望の光学特性が得られるようにポリマー組成物の投射を制御するためには、コンピュータを使用するのが好ましい。本明細書で使用する「コンピュータ」の用語は、広義の語であって、計算をする任意の装置、特に、高速の数理演算もしくは論理演算を実施するプログラム化可能な電子機械、あるいは情報を収集し、記憶し、関連付けし、または処理をするプログラム化可能な電子機械を指す。したがって、好ましい実施形態は、本明細書に記載した光学素子を用意するためのPPDSの操作を指示するようにプログラム化されているコンピュータを提供する。

20

30

【0040】

堆積したポリマーフィルムの厚さがより厚いと、一般に光路差のダイナミックレンジがより大きくなる。すべての場所における堆積ポリマー材料の正味量を制御することによって、任意の所望厚さの光学フィルムを形成することができる。これは、スプレーヘッドを1回通過することにより、または複数通過することにより実現できる。必要であれば、例えば、スプレーヘッドの通過後毎にプレポリマーを部分硬化させることによって、堆積したフィルムの粘性を増大することができる。好ましい実施形態においては、固体のポリマーピクセルを製造する材料の違いが、光学特性における所望の半径方向に非単調なプロファイルの少なくとも一部を生成する。その所望の半径方向に非単調なプロファイルは、また、両方の効果を組み合わせることによって、すなわち、固体のポリマーピクセルを製造する材料の違いを利用することおよび様々な点におけるフィルムの厚さを変化させることによって得ることができる。したがって、これらの実施形態は、光学特性を変化させるために光学素子の形状もしくは厚さのみを用いる光学素子とは区別される。

40

【0041】

基体表面は、堆積ポリマー液滴が、過剰に広がることも、過剰にビーズ状に盛り上がることもなく、また基体を濡らすこともないように、調節するのが好ましい。表面の濡れは、基体に施すコーティングまたは処理によって調整することができる。好ましい表面処理は、界面活性剤を塗布すること、表面エネルギーを増大させること、表面エネルギーを減

50

小さくすること、疎水性を増大させること、および疎水性を減少させることからなる群から選択する。これらの処理を行う方法は、当業者には知られている。例えば、表面エネルギーは、表面をプラズマ処理することによって増加させることができる。表面エネルギーが増すことにより、一般的に、表面での広がりが増し、濡れが一層よくなる。様々な表面処理を行うための適した装置は、例えば、米国カリフォルニア州エルセグンドのTri-Star Technologiesから市販されている。上記の表面処理に加えて、またはそれに代わって、インキジェット用OHPフィルムの場合に一般的に行われているように、ポリマーの堆積の前に薄いコーティングを基体表面に塗布することができる。このコーティングは、吸収層から構成できるか、あるいは適した濡れ特性を有する非吸収性の層とすることができる。

【0042】

プレポリマーまたはモノマーを含有する堆積ポリマー液滴を硬化する前に、堆積ポリマー液滴は、好ましくは、得られる屈折率の変化が円滑である結果ピクセルから隣のピクセルへの屈折率の急な変化に結びついた散乱または空間周波数ノイズが最小化されるように、十分に混合および/または互いに拡散できるようにする。この拡散に要する時間は、適切な拡散が起こるようにするためばかりでなく、さらには、維持することが望ましい低い空間周波数の屈折率プロフィールに影響を及ぼしかねない過剰な拡散を防ぐためにも制御することが望ましい。より小さいポリマー液滴をより多量に投射し、かつ/またはピクセルを基体上に堆積させるときに該ピクセルが重なるようにすると、拡散時間は減少する傾向がある。また、拡散時間は、ポリマーの粘性および温度にも依存し、好ましくは、所定の実験により測定される。不適切な拡散は、微分干渉コントラスト(DIC: differential interference contrast)を使用して、固体ポリマーピクセルの規模での屈折率の変化として観察することができる。米国コネチカット州ミドルフィールドのZygo Corporationから市販されている位相シフト干渉計は、全体的に適正な光学特性が得られており、過剰な拡散が起こっていないことを確認するために使用することができる。

【0043】

光学素子を形成できるやり方としては様々なものがあり、自立フィルム様式、コーティング様式、およびサンドイッチ様式等が挙げられる。例えば、支えが無い自立型の連続フィルムは、非固着性基体の表面に形成され、続いて基体から剥離されて自立したフィルムに形成される。別法では、連続フィルムは光学基体の自由表面に塗布するか、または2枚の基体の間にはさむことができる。

【0044】

サンドイッチ様式は、厚さが制御され、連続フィルムの表面が強制的に光学的に平坦にさせられるという利点を有する。ポリマーフィルムの自由表面は殆ど存在しないため、ポリマーのあらゆる環境要件が緩くなり得る。例えば、1つの環境要件に、露出したポリマー表面が引っかけ又は湿気の吸収に対して耐性を有するといったことが考えられる。連続フィルムの表面は、該表面が2つの基体の間で保護されていれば、これらの要件を満たす必要がない。サンドイッチ様式においては、連続フィルムはまた、接着剤として機能することができる。例えば、上記のサンドイッチ様式は、本明細書の他所に記載されているように、最初にポリマー液滴を1つの基体上に投射して相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成し、その後続いて第2の基体を連続フィルムの自由表面にはり合わせることで形成することができる。連続フィルムの厚さは、固体ポリマーピクセルによって形成された光学特性プロフィールのゆがみを最小限にするために、殆ど変えられないことが好ましい。堆積ポリマー液滴が、プレポリマーを含んでいる場合は、第2の基体をはり合わす前にまたはその後で硬化を行うことができる。プレポリマーを含有する堆積された液滴(堆積液滴)の粘性が十分に高い場合には、硬化は、2つの基体の外部支持体なしで起こさせることができる。硬化中のプレポリマー含有液滴の体積変化が無視できる場合は、基体の分離は、基体の端に設置されているソリッドシムで制御することができる。プレポリマー含有液滴の収縮が無視できない場合は、圧縮性のシムを利用することができる。別法では、所望の基体間隙と同等の直径を有して平均屈折率と調和する屈折率を有するビーズを、前記プレポリマー含有液滴に添加することができる。好ましくは、屈折率整

10

20

30

40

50

合されたシムピーズは、該光学部品の屈折率が急激に変化する領域ではなく、一定の屈折率を与えようとしている領域だけに堆積される。

【0045】

サンドイッチ様式を実施する別の方法は、本明細書の他所に記載されているように、最初にポリマー液滴を1つの基体上に投射して相接するポリマーピクセルを含む連続フィルムを形成し、続いてその後前記連続フィルム上にコーティングを堆積することによるものである。この様式においては、耐引っ掻き性のコーティングを、下にある連続フィルムを保護するために塗布することができる。前記コーティングは、当業者には知られている従来のコーティング技術またはPPDS法によるか、あるいは本明細書に記載されている堆積法により（好ましくは、光学的に均一なコーティングが生じるように投射される液滴の組成を変化させないで）塗布することができる。

10

【0046】

別の方式は、プレポリマーフィルムを光学基体の自由表面にはり合わせ、それを外部のコーティングとしてその位置に硬化もしくは凝固させるものである。上記のポリマーフィルムは、硬さおよび耐湿性等の適切な環境特性を有していることが望ましい。この方式の1つの利点は、わずか1つの基体を必要とすることである。好ましくは、硬化したポリマーフィルムの自由表面は、光学的に平滑である。このことが起こるようにするために、ポリマー組成物は、堆積ポリマー液滴が自己平滑性を示すような粘度であることが望ましい。仕上げの研磨またはダイヤモンド旋盤を含めた機械加工を利用することができる。

【0047】

本明細書に記載した光学素子は、様々な用途で役立つ。1つの実施形態において、それらは、顕微鏡、望遠鏡、双眼鏡、カメラ、およびその他の光学機器の補正用光学部品の形で使用される。他の実施形態では、それらは、円柱および焦点の誤差を補正するだけの当技術の現況を超えて視力を改善するために、眼鏡に組み込む薄膜光学部品の形で使用することにより、ヒトの眼の低次および高次収差を除去する。

20

【0048】

従来のガラスは、ヒトの眼の円柱誤差および焦点誤差しか矯正しない。これらの収差の例が、図7Aおよび図7Bに図示されている波面プロファイルのプロットで示されている。プロットの縦軸（高さ）は、波面の歪みの度合いを表している。ヒトの眼は、さらに、円柱および焦点といったタームでは記述できないより高次の波面収差を含んでいることがある。もっとも、これらの収差は、ゼルニケ多項式によって記述できる。高次のゼルニケ多項式のいくつかの代表的な例を示すプロットが、図7C～図7Dに示されている。図7Eは、ヒト被験者の眼の低次および高次の波面収差を組み合わせた測定値を描いている。図7Fは、図7Eのヒトの眼の収差を補正（矯正）するすべての屈折率プロファイルを描いている。

30

【0049】

本明細書に記載した方法は、低次および高次収差の両方を補正するために応用することができる。図8には、視力矯正装置を製造する方法を説明するフローチャートが示されている。患者の眼の測定を最初に行い810、波面収差を確定する。収差は、一般に2種類、球面、円柱、および軸からなる低次収差820、ならびに様々な次数のコマ、三つ葉模様、および球面収差を含む高次収差830に分けることができる。上記の波面収差を測定する方法は、よく知られており、市販されている装置により、図7Fに示されているように実施することができる。次に、検眼士により一般に提供されるものと類似のやり方で、少なくとも一部の低次の収差を矯正する眼科用レンズブランクを選択840する。次に、本明細書に記載のPPDS850を使用し、連続フィルムを眼科用レンズブランクに堆積して、患者の眼前に置かれたときに高次の収差を矯正するレンズを作製する。この層は、眼科用レンズブランクの前面または裏面に塗布することができる。そのとき保護カバーを適用することができる。別法では、前記フィルム層は、耐引っ掻き性を高めるために保護コーティングでカバーすることができる。図8のフローチャートは、また、平面ブランク860を選択する代替経路を示しており、この場合のPPDSは、低次および高次収差の両方を補

40

50

正する連続フィルム870を作るために使用される。したがって、前記光学素子は、1つまたは複数の低次収差および/または高次収差、および/またはそれらの任意の一部を補正することができる。

【0050】

好ましい光学素子は、連続フィルムを含み、前記連続フィルムは、多数の固体ポリマーピクセルを含む。図9は、上記の連続フィルム900を説明する横断面透視図である。その図示されている実施形態において、第1の固体ポリマーピクセル905は、相接する第2の固体ポリマーピクセル910とは異なる屈折率を有している。1実施形態において、第1のピクセル905は、第1のエポキシポリマーおよび第2のエポキシポリマーを第1の比率で含有する。第1のエポキシポリマーは、第2のエポキシポリマーとは異なる屈折率を有しており、そのため、第1のピクセル905の屈折率は、第1および第2のエポキシポリマーの個々の屈折率の重み付け平均である。第2のピクセル910は、第1のエポキシポリマーおよび第2のエポキシポリマーを第1の比率とは異なる第2の比率で含有する。その比率が異なるために、第2のピクセル910の屈折率は、第1のピクセル905の屈折率とは異なる。別の実施形態においては、第1のピクセル905と第2のピクセル910は、両方とも同一ポリマーを含有しているが、第2のピクセル910が、第1のピクセル905より屈折率が高くなるような量の高屈折率のナノ粒子またはそのような量の金属添加物を含有している。図示されている実施形態においては、第1および第2ピクセル905、910は、第3および第4のピクセル915、920を含む下にある層の上に重なる層の一部を形成している。フィルム900の底側は、実質的に透明な基体925と接触した状態で示されている。フィルム900の上側は、第2の基体930と接触していることが可能で、その結果、連続フィルム900は、第1の基体925と第2の基体930の間の層を形成する。図示されている実施形態においてはフィルム900は、均一な厚さを有しているが、望ましい場合は、不均一な厚さを有することもできる。

10

20

【0051】

他の実施形態においては、本明細書に記載した方法は、望遠鏡、顕微鏡、カメラ、双眼鏡、走査型共焦点検眼鏡のような眼科診断機器等の観察機器、ならびに屈折素子（例えばレンズ、プリズム）、反射素子（例えば、鏡およびビームスプリッタ）、および/または回折素子（例えば、回折格子、回折レンズ、レンズアレイ、およびバイナリーオプティクス）等の精密な光学素子を含むその他の機器の分解能を改良するために使用することができる。本明細書に記載した方法は、また、任意の寸法の、レンズ、プリズム、反射素子および回折素子の製造に使用することができる。好ましくは、前記光学素子は、正の集束力（集光能）を有するレンズ、負の集束力を有するレンズ、および円柱屈折力を有するレンズからなる群から選択されるレンズである。大抵の場合、高度に精密な光学素子を製造するコストは、得られる機器のコストを著しく増加させる。このコストは、当初はあまり精密ではない（したがって、あまり高価ではない）光学素子を準備し、本明細書に記載した比較的 low コストの方法を利用してそれらの精密度を改良することにより低減することができる。

30

【0052】

光学素子は、可視波長および非可視波長を含む電波からX線までの広いスペクトル範囲にわたる電磁波を屈折するために使用することができる。好ましい光学素子は、マイクロ波、ミリメートル波、赤外線、可視光線、紫外線、およびX線からなる群から選択される電磁波を屈折する。好ましい実施形態においては、光学素子は、マイクロ波システムおよびミリメートル波システムで採用される。例えば、マイクロ波およびミリメートル波のアンテナは、かなりの収差を有した状態で製造されることが多いが、この収差は、本明細書に記載した光学素子により補正できる。

40

【0053】

本明細書に記載した方法および装置は、光学素子を製造する装置を提供するために様々な方法で組み合わせることができる。好ましい装置は、基体と、少なくとも第1のポリマー組成物および第2のポリマー組成物を装填したスプレー装置（前記スプレー装置は、前

50

記第 1 の組成物および前記第 2 の組成物を前記基体上の予め選択した複数の場所に、前記第 2 のポリマー組成物に対する前記第 1 のポリマー組成物の予め選択した複数の比率で投射できる)と、さらに前記スプレー装置に機能的に接続した制御装置(前記制御装置は、前記第 1 の組成物および前記第 2 の組成物を前記基体上の予め選択した複数の場所に、前記第 2 のポリマー組成物に対する前記第 1 のポリマー組成物の予め選択した複数の比率で投射する前記ステップを制御する)とを備えている。前記装置用として好ましいポリマー組成物、基体、およびスプレー装置は、上述されている。好ましくは、前記制御装置は、コンピュータを備えている。

【0054】

好ましくは、第 1 のポリマー組成物と第 2 のポリマー組成物の予め選択した場所への投射は、予め選択した屈折率プロファイルによって制御される。例えば、好ましい実施形態においては、ヒト被験者の眼の低次および高次の波面収差の測定値が得られ、この測定値が前記収差を補正する屈折率プロファイルを生じさせるように用いられる。図 7 E に示すような低次および/または高次の波面収差を測定するには、市販の設備、例えば、米国ニューメキシコ州アルバカーキの Wave Front Sciences, Inc. 製の COAS (商標) システムを使用することができる。収差は、また、2001 年 12 月 10 日出願の米国特許出願第 10/014037 号明細書および 2002 年 2 月 13 日出願の米国特許出願第 10/076218 号明細書に記載のように測定することができる。次いで、収差を補正する屈折率プロファイルは、当業者には知られている方式で、図 7 F に示されているように生成される。前記屈折率プロファイルは、続いて本明細書に記載されているように PPDS システムに機能的に接続したコンピュータ化されているコントローラに入力され、眼の前に置いたとき波面収差を補正するレンズを生成するように設定することができる。眼の測定、屈折率プロファイルの生成、レンズの製造、および患者へのレンズの取り付けは、1 つの場所または互いに離れた 2 つ以上の場所で行うことができる。例えば、眼は地域の検眼士が測定し、次に、得られた収差の情報(または対応する屈折率プロファイル)をそこからレンズの製造現場に送ることができる。製造後、完成品レンズは、次に検眼士のところに送って患者に取り付けることができる。メーカーは、基体としてレンズブランクを使用することができる。レンズブランクはそれ自体が低次のゆがみの少なくとも一部を補正するレンズであってもよいし、または平面ブランクであってもよい。本明細書に記載した方法は、低次の収差、高次の収差、および/またはそれらの任意の組み合わせを含む、収差の全部または一部を補正するレンズを製造するために使用することができる。例えば、好ましい実施形態において、完成品レンズは累進屈折レンズ(PAL)である。

【0055】

当業者であれば、様々な、省略、追加、および修正が、本発明の範囲から逸脱することなく上述した方法に対してなされ得るということ、さらにはそのような修正および変更はすべて特許請求の範囲により定義される本発明の範囲の対象であるということを理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図 1 A】相接するポリマーピクセルを形成するために様々な割合のポリマー液滴を基体のほぼ同じ位置に投射する複数のスプレーヘッドを概略的に示す図である。 40

【図 1 B】相接するポリマーピクセルを形成するために様々な割合のポリマー液滴を基体のほぼ同じ位置に投射する複数のスプレーヘッドを概略的に示す図である。

【図 1 C】相接するポリマーピクセルを形成するために様々な割合のポリマー液滴を基体のほぼ同じ位置に投射する複数のスプレーヘッドを概略的に示す図である。

【図 2 A】基体にポリマー組成物を投射する複数のスプレーヘッドを概略的に示す図である。

【図 2 B】基体にポリマー組成物を投射する複数のスプレーヘッドを概略的に示す図である。

【図 3】ポリマー組成物を基体上に様々な割合で投射するための好ましいプレミックス(50

予備混合)型スプレーヘッドを示す概略図である。

【図4】ポリマー組成物のプレミックスを制御するためのバルブを有する好適なプレミックス型スプレーヘッドを示す概略図である。

【図5】ポリマー/溶媒のプレミックスを制御するためのバルブを有する好適なプレミックス型スプレーヘッドを示す概略図である。

【図6A】堆積されるポリマー液滴の相対的な大きさを制御することによって、屈折率を制御する方法を例示する概略図である。

【図6B】堆積されるポリマー液滴の相対的な大きさを制御することによって、屈折率を制御する方法を例示する概略図である。

【図7A】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。 10

【図7B】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。

【図7C】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。

【図7D】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。

【図7E】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。

【図7F】様々なタイプの視覚または光学装置の収差に対する波面プロフィールを示す図である。 20

【図8】ヒトの眼の特定の収差を補正するレンズを製造するための実施形態を例示するフローチャートを示す図である。

【図9】相接するポリマーピクセルを含む好ましいフィルムの横断面図を示す概略図である。

【符号の説明】

【0057】

100 ; 200	スプレー装置	
105 ; 201 ; 355 ; 428 ; 438 ; 528 ; 538	コントローラ	
110	第1のスプレーヘッド	30
115	第2のスプレーヘッド	
120 ; 225	基体	
125 ; 150 ; 215 ; 235	第1のポリマー液滴	
130 ; 155 ; 230 ; 240	第2のポリマー液滴	
135	第1のポリマーピクセル	
140	第1の矢印	
145	第2の矢印	
160	第2のポリマーピクセル	
205 ; 210 ; 300 ; 400 ; 500	スプレーヘッド	
220	基体の1つの場所	40
305	基体	
310	混合用チャンバー	
315 ; 410 ; 510	ポリマー液滴	
320 ; 415 ; 515	オリフィス	
325 ; 420 ; 520	第1の入り口	
330	第1の貯蔵器	
335	第1の作動装置	
340 ; 430 ; 530	第2の入り口	
345	第2の貯蔵器	
350	第2の作動装置	50

- 4 0 5 ; 5 0 5 チャンバー
- 4 2 5 ; 5 2 5 第 1 のバルブ
- 4 3 5 ; 5 3 5 第 2 のバルブ
- 4 4 0 ; 5 4 0 作動装置
- 9 0 0 連続フィルム
- 9 0 5 第 1 の固体ポリマーピクセル
- 9 1 0 第 2 の固体ポリマーピクセル
- 9 1 5 第 3 のピクセル
- 9 2 0 第 4 のピクセル
- 9 2 5 第 1 の基体
- 9 3 0 第 2 の基体

【 図 1 A 】

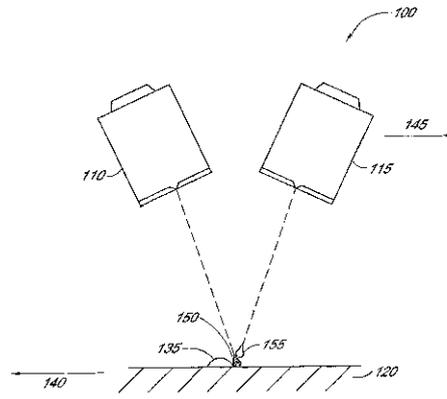
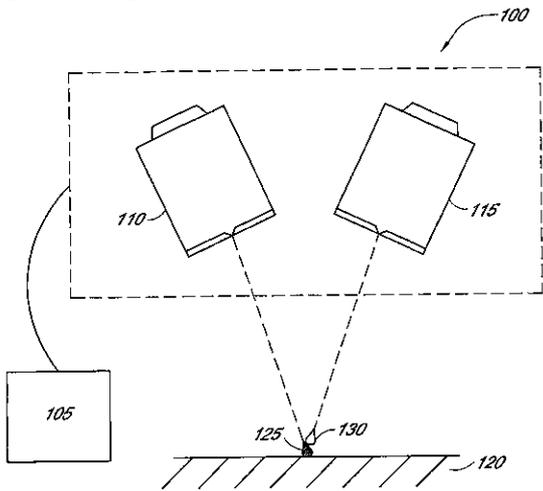


FIG. 1B

- 高屈折率ポリマー
- 低屈折率ポリマー

FIG. 1A

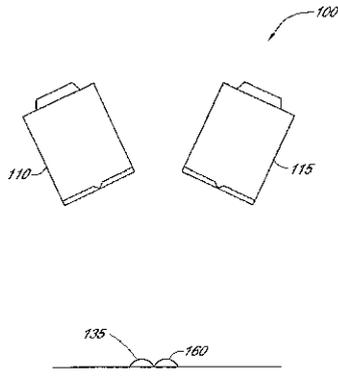


FIG. 1C

【 図 2 A 】

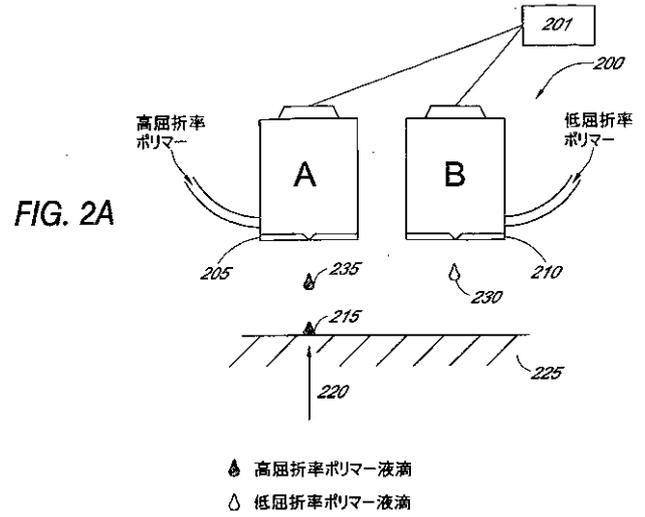


FIG. 2A

【 図 2 B 】

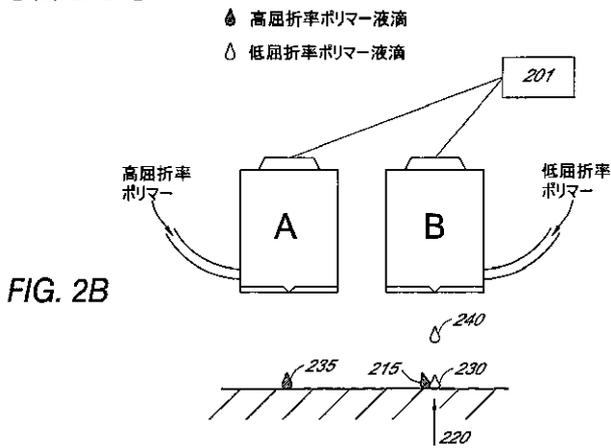


FIG. 2B

【 図 3 】

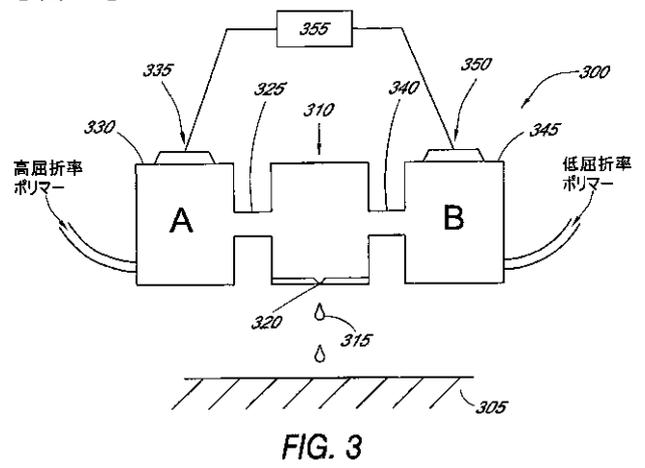


FIG. 3

【 図 4 】

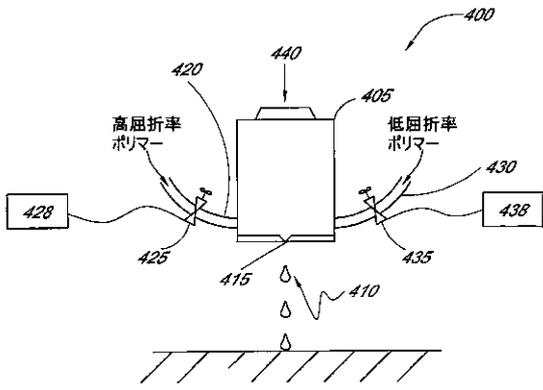


FIG. 4

【 図 5 】

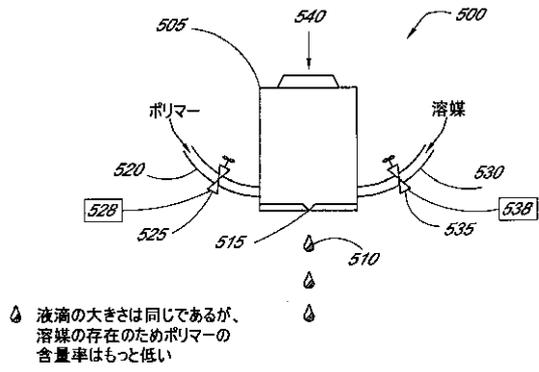


FIG. 5

【 図 6 A 】
FIG. 6A



 高屈折率
ポリマー
 低屈折率
ポリマー

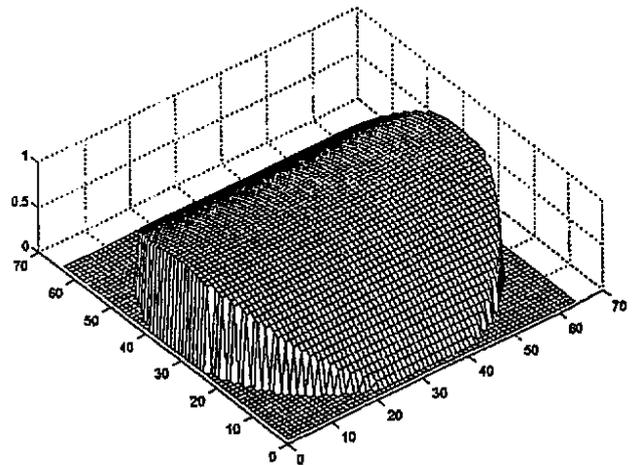
【 図 6 B 】

 高屈折率
ポリマー
 低屈折率
ポリマー

FIG. 6B



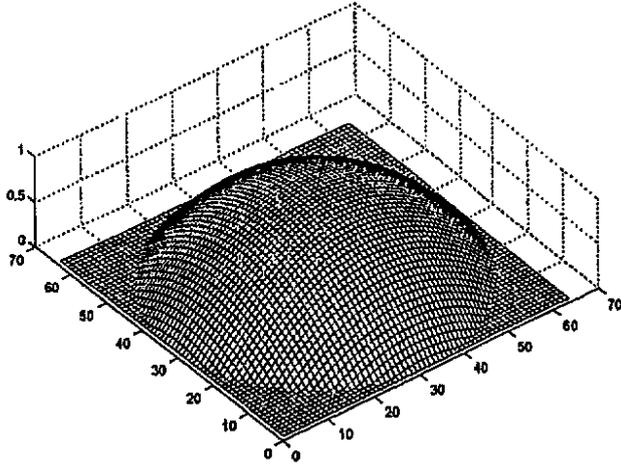
【 図 7 A 】



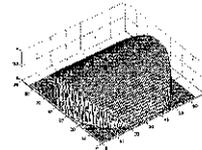
円柱

FIG. 7A

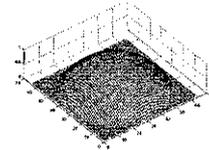
【 図 7 B 】



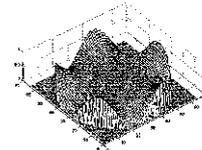
焦点
FIG. 7B



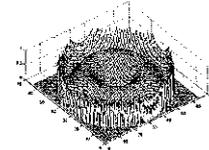
Cylinder
FIG. 7A



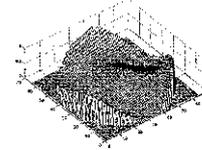
Focus
FIG. 7B



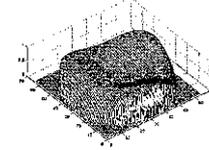
Z(5,5)
FIG. 7C



Z(6,0)
FIG. 7D

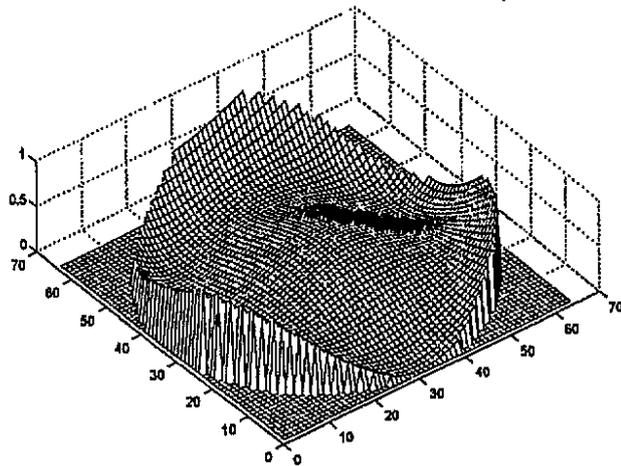


Human Eye
FIG. 7E



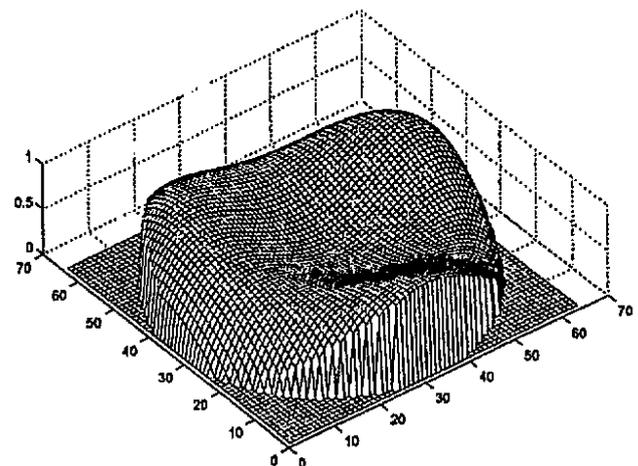
Human Eye Correction
FIG. 7F

【 図 7 E 】



ヒトの眼
FIG. 7E

【 図 7 F 】



ヒトの眼の矯正
FIG. 7F

【 図 8 】

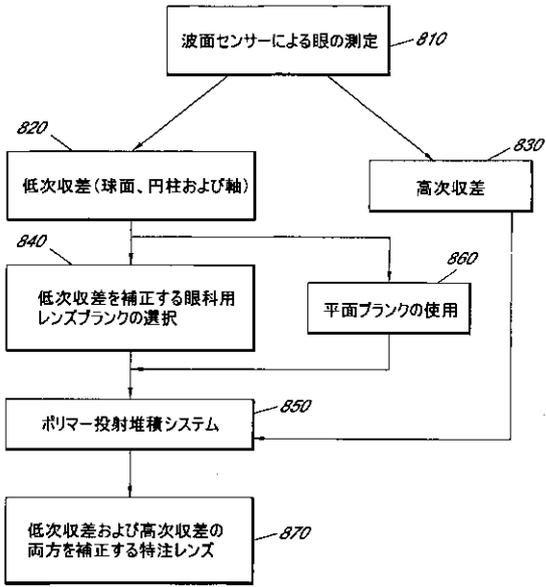


FIG. 8

【 図 9 】

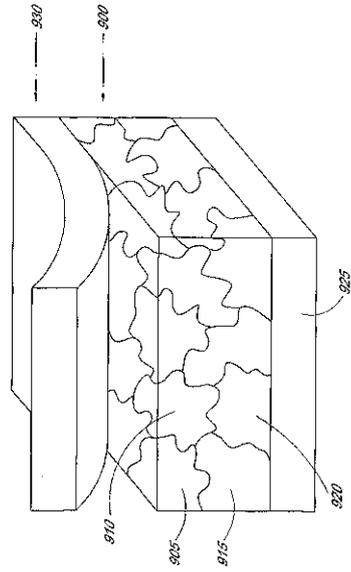


FIG. 9

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International Application No. PCT/US 03/19935
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G02B3/00 G02B1/04 B41J2/01		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B B41J G02C B29D B49C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001/048968 A1 (W ROYALL COX) 6 December 2001 (2001-12-06) claims 1-20 paragraph '0008! - paragraph '0014! paragraph '0029! - paragraph '0040!	1-7, 30, 36, 93, 100
X	EP 0 675 385 B (CANON KK) 4 October 1995 (1995-10-04) claims 1-23	1
X	EP 0 735 401 B (CANON KK) 2 October 1996 (1996-10-02) claims 1-22	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 28 October 2003		Date of making of the international search report 05/11/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Depijper, R

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatio	application No
PCT/US	03/19935

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 60 304 A (ZEHENTNER BENVENUTO ;DANZEBRINK ROLF (DE)) 6 June 2002 (2002-06-06) claims 1-21	1
E	EP 1 338 345 A (SEIKO EPSON CORP) 27 August 2003 (2003-08-27) claims 1-15,25-28 page 2, paragraph 5 page 7, paragraph 43	1
A	US 5 707 684 A (COX W ROYALL ET AL) 13 January 1998 (1998-01-13) cited in the application claims 1-4	1
A	US 5 498 444 A (HAYES DONALD J) 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application claims 1-27	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 03/19935

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001048968	A1	06-12-2001	NONE
EP 0675385	B	04-10-1995	JP 2839133 B2 16-12-1998 JP 7318723 A 08-12-1995 AT 225948 T 15-10-2002 CN 1116713 A ,B 14-02-1996 DE 69528487 D1 14-11-2002 EP 0675385 A1 04-10-1995 KR 198169 B1 15-06-1999 SG 30333 A1 01-06-1996 SG 64952 A1 25-05-1999 SG 85086 A1 19-12-2001 US 5670205 A 23-09-1997
EP 0735401	B	02-10-1996	JP 8327817 A 13-12-1996 DE 69619419 D1 04-04-2002 DE 69619419 T2 27-06-2002 EP 0735401 A2 02-10-1996 US 6341862 B1 29-01-2002
DE 10060304	A	06-06-2002	DE 10060304 A1 06-06-2002
EP 1338345	A	27-08-2003	CN 1438077 A 27-08-2003 EP 1338345 A1 27-08-2003 US 2003190419 A1 09-10-2003
US 5707684	A	13-01-1998	US 5498444 A 12-03-1996 AU 1935495 A 11-09-1995 WO 9523037 A1 31-08-1995
US 5498444	A	12-03-1996	AU 1935495 A 11-09-1995 WO 9523037 A1 31-08-1995 US 5707684 A 13-01-1998

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 シュイ・ティ・ライ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92024・エンシニータス・オーチャード・グレン・サークル・1224

(72) 発明者 ラリー・スヴァードラップ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92064・ポーウェイ・ゴールデン・アイ・レーン・12455