

(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2017-516155

(P2017-516155A)

(43) 公表日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02C 7/02 (2006.01)	G02C 7/02	2H006
G02C 7/10 (2006.01)	G02C 7/10	2H148
G02C 7/12 (2006.01)	G02C 7/12	2K009
G02B 1/111 (2015.01)	G02B 1/111	
G02B 1/14 (2015.01)	G02B 1/14	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-501525 (P2017-501525)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月26日 (2015. 3. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2015/001351
 (87) 国際公開番号 W02015/162498
 (87) 国際公開日 平成27年10月29日 (2015. 10. 29)
 (31) 優先権主張番号 14/226, 686
 (32) 優先日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516285917
 インディセン オプティカル テクノロジ
 ーズ、エセ、エレ
 スペイン国 エー28010 マドリッド
 、カジェ サンタ エングラシア、6、プ
 ランタ 1
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (72) 発明者 マッケンジー、アンドリュウ、ジェイ。
 アメリカ合衆国、カリフォルニア、ロング
 ビーチ、ダブリュー スイクス スト
 リート 110、ナンバー347

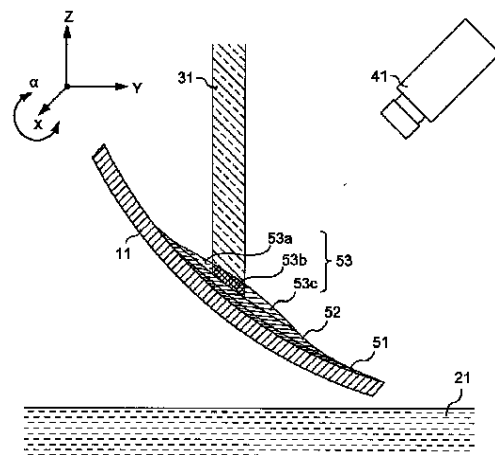
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層加法的技術によるアイウェア・レンズの作成

(57) 【要約】

加法的加工方法を使用して、カスタマイズされたアイウェア・レンズの光学的性質とは識別可能な程度に異なる屈折力特性を有するレンズ基材上に、放射線重合された材料の層を選択的に構築することによって、カスタマイズされたアイウェア・レンズを作成する。方法は、レンズ基材を得ることと、レンズ基材の性質をカスタマイズされたレンズの所望の一連の性質に変換するために必要な修正を計算することと、計算された修正を達成する加法的層設計を生成することと、加法的層設計の確認又は訂正のための少なくとも1つの制御点を特定することとを伴う。方法は更に、放射線重合可能な材料の液体層をレンズ基材に塗布することと、加法的層設計に従って、材料が重合されるのみであり、照射される選択された範囲にのみ添加層が形成されるように、選択された範囲の液体層を制御された放射線で照射することとを伴う。

FIG. 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カスタマイズされたアイウェア・レンズを作成する方法であって、

a) 着用したときに目に最も近い第 1 の表面と、着用したときに目から最も遠い第 2 の表面とを備え、前記カスタマイズされたアイウェア・レンズの屈折力特性とは肉眼で見ても識別可能な程度に異なる屈折力特性を備える、レンズ基材を得るステップと、

b) 前記レンズ基材の屈折力特性を前記カスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の一連の屈折力特性に変換するために必要な合計の修正を計算し、前記計算された合計の修正を達成するため、2 つ以上の添加層を含む加法的層設計を生成し、前記加法的層設計の確認又は訂正のための誤差限界を有する少なくとも 1 つの制御点を特定するステップと、

c) 第 1 の放射線重合可能な材料を含む第 1 の液体層を、前記レンズ基材の前記表面のうち 1 つの少なくとも一部分に塗布するステップと、

d) 前記第 1 の液体層の選択された範囲を、波長範囲、エネルギー、及び空間分布に関して制御された放射線で照射して、照射された前記選択された範囲のみの重合化によって第 1 の添加層を形成するステップであって、前記第 1 の液体層が前記加法的層設計に従って照射され、前記第 1 の添加層が前記レンズ基材に一体的に結合される、ステップと、

e) 第 2 の放射線重合可能な材料を含む第 2 の液体層を、前記レンズ基材の前記表面のうち 1 つの少なくとも一部分、前記第 1 の添加層の少なくとも一部分、又は、レンズ基材表面の一部分と前記第 1 の添加層の一部分の両方の組み合わせから成る群から選択された、第 1 の塗布区域に塗布するステップと、

f) 前記第 2 の液体層の選択された範囲を、波長範囲、エネルギー、及び空間分布に関して制御された放射線で照射して、照射された前記第 2 の液体層の前記選択された範囲のみの重合化によって第 2 の添加層を形成するステップであって、前記第 2 の液体層が前記加法的層設計に従って照射され、前記第 2 の添加層が前記第 1 の塗布区域に一体的に結合される、ステップと、

g) 前記少なくとも 1 つの制御点で、

g 1) 1 つ若しくは複数の測定位置で 1 つ若しくは複数の局所化された性質を測定するステップ、

g 2) 前記測定された局所化された性質と、各測定位置における前記加法的層設計に関して予期された結果との間の誤差を計算するステップ、

g 3) 前記誤差を、前記少なくとも 1 つの制御点の誤差限界と比較するステップ、及び、

g 4) 前記誤差が前記少なくとも 1 つの制御点の前記誤差限界よりも大きい場合、前記加法的層設計を訂正するステップを

行うステップと

を含む方法。

【請求項 2】

(h) 放射線重合可能な材料を含む 1 つ若しくは複数の追加の液体層を、前記レンズ基材の前記表面のうち 1 つの少なくとも一部分、前記第 1 の添加層の少なくとも一部分、前記第 2 の添加層の少なくとも一部分、レンズ基材表面の一部分と前記第 1 の添加層の一部分の両方の組み合わせ、レンズ基材表面の一部分と前記第 2 の添加層の一部分の両方の組み合わせ、前記第 1 の添加層の一部分と前記第 2 の添加層の一部分の両方の組み合わせ、及び、レンズ基材表面の一部分と前記第 1 の添加層の一部分と前記第 2 の添加層の一部分の組み合わせから成る群から選択された、塗布区域に塗布するステップと、

(i) 前記 1 つ若しくは複数の追加の液体層の各々の選択された範囲を、波長範囲、エネルギー、及び空間分布に関して制御された放射線で照射して、各追加の液体層の選択的重合化によって追加の添加層を形成するステップであって、各追加の添加層が、各追加の液体層が照射された前記選択された範囲のみで形成され、前記 1 つ若しくは複数の追加の液体層が前記加法的層設計に従って照射され、それらの塗布区域に一体的に結合される、

ステップと

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記レンズ基材が、完成品のレンズ・ブランク、半製品のレンズ・ブランク、プラノレンズ・ブランク、プラノ・エッジ加工レンズ、及び、完成品のエッジ加工レンズから選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 1 つ若しくは複数の局所化された性質が、各測定位置において、前記測定位置に存在する前記第 1 及び第 2 の添加層の高さ、傾斜、屈折力、及び、位置と、前記測定位置に存在する前記レンズ基材と前記第 1 及び第 2 の添加層の組み合わせの光通過力とから成る群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記第 1 の放射線重合可能な材料及び前記第 2 の放射線重合可能な材料が同じ放射線重合可能な材料である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の放射線重合可能な材料が前記第 2 の放射線重合可能な材料とは異なる構成要素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の放射線重合可能な材料が、光開始剤、UV 吸収剤、赤外線反射剤、可視色、染料、顔料、フォトリソミック剤、サーモクロミック剤、エレクトロクロミック剤、偏光子、熱安定化剤、導電性材料、液晶材料、光吸収粒子、光反射粒子、センサ、送信器、及び、ディスプレイの群から選択された構成要素を含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記第 1 の添加層が、前記レンズ基材とは測定可能な程度に異なる性質を有し、前記測定可能な程度に異なる性質が、屈折率、アッベ値、耐摩耗性、耐衝撃性、有機溶媒耐性、耐塩基性、Tg、可視光透過率、UV 透過率、偏光、及び、フォトリソミック性から成る群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 の液体層の 1 つ又は複数塗布するステップが、スピン、浸漬、スプレー、ローラ、ブレード、及び、カーテン・コーティングから成る群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記第 1 及び第 2 の液体層の 1 つ又は複数塗布するステップが、Y 方向の並進、Z 方向の並進、及び、角度の回転から選択された少なくとも 1 つの方向で、前記レンズ基材を移動させるステップを更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 の液体層が前記レンズ基材の前記第 1 の表面に塗布される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の液体層が、前記レンズ基材の前記第 1 の表面と前記第 2 の表面の両方に塗布される、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 13】

前記第 1 の液体層の選択された範囲を照射するステップが、前記レンズ基材の前記表面のうちの 1 つの一部分のみに前記第 1 の添加層を形成する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第 1 又は第 2 の液体層の選択された範囲を照射するステップが、Y 方向の並進、Z 方向の並進、及び、角度の回転から選択された少なくとも 1 つの方向で、前記レンズ基材を移動させるステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

光開始剤を含む層を塗布するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 16】

前記放射線の前記波長範囲が、熱、マイクロ波、高周波、紫外、可視、及び、赤外放射線から成る群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 2 の液体層の選択された範囲を照射するステップが、前記第 1 の添加層の少なくとも 1 つの縁部、前記第 2 の添加層の少なくとも 1 つの縁部、前記レンズ基材の少なくとも 1 つの表面の一部分における不連続性、及び、前記レンズ基材の少なくとも 1 つの表面の一部分における凹凸から選択された特徴を滑らかにするようにして、前記第 2 の添加層を形成するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記加法的層設計が、偏光、フォトリソミック性、UV 透過率、可視光透過率、光反射率、疎水性、耐薬品性、耐摩耗性、耐衝撃性、及び、導電性から選択された、前記カスタマイズされたレンズの 1 つ又は複数の性質の修正を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

前記加法的層設計における添加層の数が少なくとも 50 層を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

前記加法的層設計における添加層の数が少なくとも 200 層を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

前記追加の液体層のうち少なくとも 1 つの選択された範囲を照射するステップが、前記第 1 の添加層の少なくとも 1 つの縁部、前記第 2 の添加層の少なくとも 1 つの縁部、1 つの追加の添加層の少なくとも 1 つの縁部、前記レンズ基材の少なくとも 1 つの表面の一部分における不連続性、及び、前記レンズ基材の少なくとも 1 つの表面の一部分における凹凸から選択された特徴を滑らかにするように、少なくとも 1 つの追加の添加層を形成するステップを更に含む、請求項 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の分野は、全体として、余剰材料の除去ではなく加法的技術を使用して、アイウェア・レンズ、特に眼鏡レンズ及びレンズ・ブランクを作成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

処方アイウェア・レンズは、一般に、遺伝、年齢、疾病、又は他の要因によって引き起こされる、人間の視力の誤差、光学収差、及び焦点合わせの欠陥を矯正するのに使用される。生理学的な視力の問題を矯正するのに加えて、アイウェア・レンズは、ファッション・アクセサリとして、又は目を危険若しくは不快感から保護するのに使用されてもよい。

【0003】

処方アイウェア・レンズは、各個人の特定の視力要件を満たすように製作されなければならない。この目的を達成するため、長年にわたって様々な技術が開発されてきた。1 つの一般的技術は、所与の処方を達成するためにブランクの片面のみを更に形作る必要があるような別個の表面曲率を有する一連の開始ブロックを形成する、半製品のレンズ・ブランクを貯蔵又は取得することを伴う。表面仕上げしたレンズは、次に、光学面まで研磨し、エッジ（縁ずり）加工して、個別に選択されるアイウェア・フレーム形状にする必要がある。これは時間がかかるプロセスであり得る。別の技術は、個人の選択されたアイウェア・フレームにするためにエッジ加工のみが施される、完成品のレンズを貯蔵又は取得することを伴う。しかしながら、完成品のレンズは、一般的に、増分 0.25 D の球面及び円筒面補正で処方に近似するのみであり、したがって矯正の精度が低いことがある。それに加えて、アイケアの専門家が遭遇する広範囲の処方を網羅するため、より多くの貯蔵単

10

20

30

40

50

位が必要である。最近は、コンピュータ制御の機械加工を使用して、レンズをデジタル表面仕上げする別の技術が、注目を集めてきている。デジタル表面仕上げは、多くの場合、限定された数の半製品のレンズ・ブランク又は他の開始レンズ構造物のみを要するが、コンピュータ制御の表面仕上げ機器によって、より複雑な（例えば、多焦点の）又は個別化された処方を作成することが可能である。この方法は、機器及び熟練した作業者に関して著しい出費を伴う可能性がある。

【0004】

これらの技術はそれぞれ、所望の処方又はレンズ特性を作り出すのに余分なレンズ材料が除去される、減法的作成方法として説明することができる。かかるプロセスでは、著しい量の材料が廃棄される場合が多く、それらは安全に取り扱い、格納し、排除しなければならない。

10

【0005】

そのため、アイウェア・レンズ製作のため、制御された加法的プロセスを考案できることが望ましいであろう。

【0006】

スペクトル・フィルタ処理のための加法的プロセスが薄膜体積技術において良く知られているが、これらの技術は、最終レンズの屈折力の変化を作り出すには使用されない。その代わりに、元の光学部のあらゆるレンズ特性を維持したまま、特定のスペクトル特性を変化させることに焦点を当てている。

20

【0007】

加法的技術の他のいくつかの初期の開発が、従来技術に記載されているが、それらは依然として少なくとも1つの追加の成形表面を使用することを要する。例えば、特許文献1～3はそれぞれ、既存のレンズ又は型を成形表面に対して位置付けてレンズ成形キャビティを作り出し、液状のレンズ形成材料をキャビティに入れ、レンズ形成材料を既存のレンズ又は型の上に凝固させて、成形表面を除去したときに新しい光学部を形成するように組み合わせることによって、様々な光学部を作成する方法について記載している。しかしながら、これらの技術は依然として、製造のために少なくとも1つの精密成形表面を要し、その成形表面は、一貫した許容可能な光学品質の作成を達成するために準備され、適切に格納され、維持されなければならない。

30

【0008】

ステレオリソグラフィ、溶融堆積、インクジェット、又は3-D印刷の進歩に基づく他の加法的技術も興味の対象である。これらの多くは、所望の三次元部品をその上に構築するための支持体を要する。多くの場合、これらの支持体は平坦なプラットフォームであり、処方アイウェア・レンズには本質的に適していない。それに加えて、多くの支持体は、最終的な印刷物体から慎重に除去又は分離されるものであり、所望の物体をその上に構築するための基部としてのみ作用する。これらのタイプの技術を使用して、可撓性のコンタクト・レンズの作成に関していくつかの開発が行われてきた。例えば、特許文献4～7は、コンタクト・レンズをその上に構築するための除去可能なプラットフォームとして、精密型又は成形光学部品を使用することを記載している。反応性溶液の重合化を引き起こす照射エネルギーは、精密型又は成形光学部品を通して方向づけられて、その表面に接して部品が構築される。眼用部品又はコンタクト・レンズは、次に、型又は成形光学部品から除去されて、複製によって、作成された部品の接触側に対して光学表面仕上げ及び所望のレンズ曲率が提供される。特許文献8は、液体浴の頂部で、具体的にはいかなる型又は支持体も使用することなく、ステレオリソグラフィによって作成されるコンタクト・レンズについて記載している。所望のレンズの全ての特徴は、好ましくは異なる角度の2つの光線による放射線暴露を介して、液体浴の表面の空間的に制御された重合化によって作り出される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

50

- 【特許文献1】米国特許第4873029号明細書
- 【特許文献2】米国特許第5178800号明細書
- 【特許文献3】米国特許第7002744号明細書
- 【特許文献4】米国特許第7905594号明細書
- 【特許文献5】米国特許第8240849号明細書
- 【特許文献6】米国特許第8318055号明細書
- 【特許文献7】欧州特許第2265430号明細書
- 【特許文献8】米国特許第7235195号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

しかしながら、加法的作成のいくつかの不利な点が、アイウェア・レンズに関するこれらの技術を実践する妨げになっている。層の精密な配置及び制御にはコスト及び時間がかかる。アイウェア・レンズは、コンタクト・レンズ又は眼内インプラントよりもはるかに多くの材料を要し、したがってこれらの不利な点が悪化する。プラスチック部品の加法的作成に適した材料、又は更には小型で薄い可撓性のコンタクト・レンズに適した材料は、眼鏡フレームに装着されるアイウェア・レンズに関して要する必要な光学的及び構造的特性を合わせ持たないことがある。これらの方法の潜在的な利点を前提として、加法的作成技術の分野における改善及び新しい発明に向けた更なる努力が保証される。

【課題を解決するための手段】

20

【0011】

発明者らは、加法的作成技術を使用してアイウェア・レンズを作り出す、有効で革新的な方策を決定した。既存の光学レンズ基材が開始構造体として使用され、その上に、加法的作成技術を使用して特定の眼用機構が構築される。加法的製造の他の方策とは対照的に、レンズ基材は最終アイウェア・レンズの一体部品となり、本発明の加法的作成プロセスは、その光学的及び物理的特性を変化させて、特定の着用者のニーズに合わせてカスタマイズされたアイウェア・レンズを作り出すのに使用される。

【0012】

好ましくは、レンズ基材は、完成品のレンズ・ブランク、半製品のレンズ・ブランク、プラノレンズ・ブランク、プラノ・エッジ加工レンズ(plano edged lenses)、及び完成品のエッジ加工レンズから選択される。レンズ基材は、少なくとも第1及び第2の表面を備え、着用したときにその一方は目に最も近く位置付けられ、一方は目から離れて位置付けられる。好ましい一実施例では、レンズ基材の表面は、後続層の付着を向上させる処理剤又はコーティングを備えてもよい。好ましい一実施例では、レンズ基材は、肉眼で見たときに、カスタマイズされたアイウェア・レンズの屈折力特性とは識別可能な程度に異なる屈折力特性を有する。

30

【0013】

プロセスは、レンズ基材の屈折力特性をカスタマイズされたアイウェア・レンズにとって望ましい特性へと変換するのに必要な修正を計算し、次に、これらの修正を達成する加法的層設計を生成することを含む。本発明の別の実施例では、屈折力特性の修正に加えて、偏光、フォトクロミック性、UV透過率、可視光透過率、光反射率、疎水性、耐薬品性、耐摩耗性、耐衝撃性、及び導電率など、カスタマイズされたアイウェア・レンズに関するレンズ基材の他の性質を修正する、加法的層設計が計算され生成される。

40

【0014】

加法的層設計の層を作り出すため、第1の放射線重合可能な材料が液体層として、基材の表面のうちの1つの少なくとも一部分上に塗布され、次に、液体層の選択された範囲が、波長範囲、エネルギー、及び空間分布が制御された放射線で照射されて、選択された照射範囲のみの重合化によって添加層が形成される。液体層は、選択的に照射され重合化されて、加法的層設計に従って添加層が形成される。それに加えて、添加層はレンズ基材に一体的に結合される。

50

【0015】

好ましい一実施例では、放射線重合可能な液体材料は、基材の1つの表面のみに塗布される。別の好ましい実施例では、放射線重合可能な液体材料は、基材の第1及び第2の表面の両方に、同時に若しくは連続して塗布される。好ましい実施例では、放射線重合可能な材料は、スピン、浸漬、スプレー、ローラ、ブレード、又はカーテン・コーティングなどの方法によって塗布される。

【0016】

好ましい一実施例では、液体層が塗布される間、放射線重合可能な材料に対するレンズ基材の角度及び位置を制御することができる。好ましい一実施例では、材料が塗布される際、レンズ基材は放射線重合可能な材料に対して移動している。更なる好ましい一実施例では、放射線重合可能な材料が塗布される間、レンズ基材は、Y方向の並進、Z方向の並進、及び角度の回転から選択された少なくとも1つの方向で移動する。別の好ましい実施例では、レンズ基材は、塗布されている放射線重合可能な材料に対して垂直以外の角度で移動している。別の好ましい実施例では、放射線重合可能な材料が塗布される間、レンズ基材の移動の角度、速度、及び/又は方向は変動する。

10

【0017】

更なる好ましい一実施例では、レンズ基材は、液体層を照射する間、放射線重合可能な材料に対して垂直以外の角度で移動している。好ましい一実施例では、放射線重合可能な材料が照射されている間、レンズ基材は、Y方向の並進、Z方向の並進、及び角度の回転から選択された少なくとも1つの方向で移動する。別の好ましい実施例では、塗布される液体層の放射線重合可能な材料が照射されている間、レンズ基材の移動の角度、速度、及び/又は方向は変動する。

20

【0018】

好ましい一実施例では、液体層を照射するのに使用される放射線は、熱、マイクロ波、高周波、紫外、可視、及び赤外エネルギーから選択される。

【0019】

放射線重合可能な材料の追加の液体層は、カスタマイズされたアイウェア・レンズの機構を構築し続けるために塗布されてもよい。好ましい一実施例では、第2の液体層が、第1の添加層の少なくとも一部分、レンズ基材の表面のうちの1つの少なくとも一部分、又はレンズ基材表面の一部分と第1の添加層の一部分の両方の組み合わせから選択された塗布区域に塗布される。好ましい一実施例では、このプロセスは、レンズ基材の表面のうちの1つの少なくとも一部分及び/又は既に塗布された添加層の部分から選択された塗布区域に塗布されてもよい、複数の追加の液体層に対して繰り返される。

30

【0020】

好ましい一実施例では、レンズ基材は、追加の液体層が塗布されている間移動しており、この移動は、第1の液体層が塗布されたときの基材の移動と同じでなくてもよい。好ましい一実施例では、追加の液体層の放射線重合可能な材料が塗布される間、レンズ基材の移動の角度、速度、及び/又は方向は変動する。

【0021】

追加の添加層を形成するため、追加の液体層それぞれの選択された範囲は、波長範囲、エネルギー、及び空間分布が制御された放射線で照射される。この選択的照射は、照射される各液体層の選択された範囲のみの重合化によって、各添加層を形成する。追加の液体層は加法的層設計に従って照射され、追加の添加層はそれらの塗布区域に一体的に結合される。

40

【0022】

更なる好ましい実施例では、レンズ基材は、追加の液体層が照射されている間移動しており、この移動は、第1の液体層が照射されたときの基材の移動と同じでなくてもよい。別の好ましい実施例では、追加の液体層の放射線重合可能な材料が照射される間、レンズ基材の移動の角度、速度、及び/又は方向は変動する。

【0023】

50

好ましい一実施例では、加法的層設計は2つ以上の添加層を含む。別の好ましい実施例では、加法的層設計は少なくとも50の添加層を含む。別の好ましい実施例では、加法的層設計は少なくとも200の添加層を含む。

【0024】

別の好ましい実施例では、方法は、加法的層設計に対する誤差限界を有する少なくとも1つの制御点を備える。制御点において、1つ若しくは複数の測定位置におけるレンズ基材及び/又は添加層の局所化された光学的及び/又は物理的性質を測定し、所望のカスタマイズされたアイウェア・レンズの加法的層設計に対して測定された性質と予期される結果との間の誤差を計算し、誤差を制御点の誤差限界と比較し、誤差が誤差限界よりも大きい場合、測定結果と設計との間の差に基づいて加法的層設計を訂正する。好ましい一実施例では、局所化された性質は、制御点の測定位置で測定され、測定位置に存在する添加層の傾斜、屈折力、位置、及び/又は厚さ(高さ)、並びに測定位置に存在するレンズ基材及び添加層の組み合わせの光通過力(optical through-power)から選択される。

10

【0025】

局所化された性質の測定に関するいくつかの好ましい技術としては、反射光偏向計測法、透過光偏向計測法、モアレ・パターン比較、及び三角測量が挙げられる。

【0026】

好ましい一実施例では、放射線重合可能な材料から形成された添加層は、レンズ基材とは測定可能な程度に異なる光学的又は物理的性質を有する。好ましい一実施例では、添加層の測定可能な程度に異なる性質は、屈折率、アッベ値、耐摩耗性、耐衝撃性、有機溶媒耐性、耐塩基性、Tg、可視光透過率、UV透過率、偏光、又はフォトクロミック性から選択される。

20

【0027】

本発明の好ましい実施例では、放射線重合可能な材料は、アイウェア・レンズの光学的、機械的、化学的、又は物理的性質を調整する成分を更に含む。好ましい一実施例では、成分は、光開始剤、UV吸収剤、UV反射剤、赤外線反射剤、赤外線吸収剤、可視色、染料、顔料、フォトクロミック剤、エレクトロクロミック剤、サーモクロミック剤、熱安定化剤、導電性材料、液晶材料、及び能動偏光材料を含む偏光子から選択される。別の好ましい実施例では、成分は、装飾、光吸収若しくは光反射粒子など、放射線重合可能な材料の物理的又は光学的性質を強化若しくは修正する性質を備えた粒子、埋込みセンサ、送信器、或いはディスプレイを含んでもよい。

30

【0028】

好ましい実施例では、追加の添加層の放射線重合可能な材料は、第1の添加層に使用される放射線重合可能な材料と同じであるか、又はそれとは異なってもよい。好ましい実施例では、追加の添加層の放射線重合可能な材料は、第1の添加層に使用される放射線重合可能な材料とは異なる成分を含む。別の好ましい実施例では、追加の添加層は、第1の放射線重合可能な材料とは測定可能な程度に異なる光学的又は物理的性質を有する。

【0029】

別の好ましい実施例では、少なくとも1つの液体層の選択された範囲の照射によって、レンズ基材の表面上、又は1つ若しくは複数の既に塗布された添加層の縁部における不連続性、欠陥、又は凹凸などの特徴を滑らかにするように、ある位置に結果として得られる添加層が形成される。別の好ましい実施例では、光開始剤を含む層が、カスタマイズされたアイウェア・レンズを作成する方法の一部として塗布される。

40

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1A】代替実施例に関する任意のステップに加えて、本発明の一実施例のステップを示す例示のフローチャートである。

【図1B】代替実施例に関する任意のステップに加えて、本発明の一実施例のステップを示す例示のフローチャートである。

【図2】放射線重合可能な材料を塗布し、塗布された層及び/又はレンズ基材の光学的性

50

質を測定する方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

本発明は、放射線重合可能な層を既存のレンズ基材に選択的に添加することによってアイウェア・レンズを作成する、加法的方法の形で具体化される。このように、本発明により、標準的なレンズ基材上に構築することによって、所望の光学的及び物理的性質を備えた、個別にカスタマイズされたアイウェア・レンズを作り出すことが可能になる。光学部品を形成する追加の高価な精密型又は複製は、本発明には不要である。

【0032】

アイウェア・レンズは、目の前方に装着される眼用レンズである。プラノレンズ、処方レンズ、又は非処方レンズであってもよい。個人のニーズ及び要望に応じて、視力を矯正すること、目の保護若しくは改善された快適さを提供すること、又は流行のアクセサリであることを含む、1つ又は複数の目的に役立ってもよい。アイウェア・レンズは、一般に、ユーザの目の前方でレンズを保持するように設計された構造体に装着される。かかる構造体としては、眼鏡（めがね）フレーム、ゴーグル、ヘルメット、シールド、バイザー、レンズキャリア、及び他の装着デバイスが挙げられる。

10

【0033】

本発明は、特定の人に合わせてレンズをカスタマイズするニーズに対処する。これは、個人の視力矯正の処方を提供すること、及び/又はその人が要求した他のアイウェア・レンズ属性を含むことが可能である。人が要望することがある他の属性のいくつかの実例としては、ファッション性若しくは機能性の色、太陽光に対するフォトリソミック応答、又は耐摩耗性若しくは耐衝撃性の向上が挙げられる。それに加えて、カスタマイズされたレンズの光学設計は、個人の特定のフレーム構成、ユーザが行う特定の作業、又は個人が所望の作業を遂行するために目若しくは頭を移動させるやり方に合わせて、選択又は最適化されてもよい。例えば、非常に幅の狭いフレームが選択されているが、個人が遠方及び近方視力両方の矯正を必要としている場合、カスタマイズされたアイウェア・レンズは、非常に限定された空間内で両方の視力のニーズに適応しなければならない。別の実例として、カスタマイズされたアイウェア・レンズが、手持ち式デバイスを見ているときに主に使用することが意図される場合、レンズの透過率、及びその近方対遠方の処方範囲の比率は、航海中の遠方視に合わせてカスタマイズされたレンズとは大きく異なってもよい。本発明は、既知の眼用レンズ製造をカスタムの3-D加法的作成技術と組み合わせることによって、これら及び他のレンズをカスタマイズする、効率的で実用的な方法を提供する。

20

30

【0034】

本発明の加法的プロセスは、屈折力特性を、レンズ基材から、カスタマイズされたアイウェア・レンズにとって望ましいものへと変化させることを少なくとも含む。加法的プロセスはまた、レンズ基材とカスタマイズされたアイウェア・レンズとの間の、他の光学的、化学的、又は物理的变化を含んでもよい。

【0035】

理解を助けるものとして、図1A及び図1Bは、いくつかの任意のステップを含む、本発明のステップの例示的なフローチャートを提供する。任意のステップ及びそれに関連するあらゆる付随する動作は、フローチャートに点線で示される。フローチャートのステップの詳細について、更に以下に説明する。

40

【0036】

ステップ100で、本発明で使用するレンズ基材が得られる。アイウェア・レンズの製造業者による一般市場において、多くのレンズ基材が利用可能である。レンズ基材は、様々な方法によって自身で、又は契約製造によって基材を作成することによって得ることができるが、当業者には理解されるであろう。レンズ基材は、熱硬化プロセス、熱可塑性の射出若しくは射出圧縮成形、反応射出成形、初期部品を整形若しくは研磨する制御された材料除去技術、基材を構築する加法的技術、及び他の方法を含む、多くの異なる方法によって製造することができる。

50

【0037】

レンズ基材は、アイウェア・レンズに求められる必須の性質の少なくともいくつかを有するように設計されるが、個人が必要とする全ての属性を備えて完全に構成されなくてもよく、又は装着するために求められる最終的なレンズ外形のものでなくともよい。レンズ基材は、平面であるか、球面状に湾曲しているか、又は単純若しくは複雑な非球面曲率を有してもよい。それらの表面は、段状の多焦点区画、又は累進的若しくはレンズ形の機構などの変化する曲率など、不連続性を含んでもよい。

【0038】

一般的なレンズ基材の実例としては、眼用レンズに適した材料及び設計で作られているが、着用者が使用するための最終形態ではない、レンズ・ブランクが挙げられる。レンズ・ブランクは、処方又は非処方の屈折力を作成するため、又はアイウェア・フレーム内に適合させるため、更に整形又は修正する必要がある。多くのアイウェアレンズ・ブランクは、アイウェア・フレームに装着し、何らかの眼用の属性を供給するように適切に湾曲又は形成された1つの表面を有するが、他方の対向面は、個人の着用者が要する十分な処方倍率を完成させるため、研削し研磨する必要がある。かかるアイウェアレンズ・ブランクは、当該分野では「半製品の」レンズ・ブランクとして知られている。「完成品の」レンズ・ブランクは、特定の球面及び円筒面状の視力矯正屈折力を提供するように製作された両方の表面を有するが、これらのブランクはほとんどのアイウェア・フレームよりも大きい直径を有するので、個人が選択したフレームに適合させるのに必要な最終形状及びサイズへと、カスタムで少しずつエッジ加工されてもよい。本発明に適した他のレンズ基材としては、視力矯正力を有さないが、色、偏光、フォトクロミック応答、耐衝撃性、又は個人が要望する他の特徴など、他のアイウェア属性を含んでもよい、プラノレンズ・ブランクが挙げられる。本発明に適した他のレンズ基材としては、最終の選択されたアイウェア・フレームに適合するように整形されている、エッジ加工レンズ又はレンズ・ブランクが挙げられる。かかるエッジ加工レンズは、視力を矯正する屈折力を有するか、又は倍率を有さなくてもよい(プラノ)。

【0039】

好ましくは、得られるレンズ基材は、個人が自身のカスタマイズされたアイウェア・レンズに求める少なくともいくつかの属性を有する。これらは、フレーム内で許容できないほど変形しない、又は使用中の劣化が早すぎないプラスチック若しくはガラス材料と同様に基本的なものであってもよい。レンズ基材はまた、所望の視力矯正(例えば、遠距離矯正であって近距離加入度数ではない)の一部を提供してもよい。他の実例として、半製品のレンズ・ブランクは、視力矯正を準備するための開始曲率、又はフレーム構成に適したレンズ曲率を提供してもよい。レンズ基材はまた、例えば、偏光、色、勾配色、フォトクロミック特性、紫外光(UV)若しくは赤外光の遮断、光吸収粒子、又はエレクトロクロミック特性など、追加の所望の機構を含んでもよい。レンズ基材はまた、能動表示素子、センサ、送信器、装飾、微小光学部品、又は他の機構を備えてもよい。レンズ基材は、基本的な耐衝撃性、耐摩耗性、熱安定性、所望の屈折率、又は他の属性など、所望のいくつかの物理的性質を提供してもよい。レンズ基材はまた、フィルム、ウェハ、インサート、又は他の物体など、他の要素を備えてもよい。

【0040】

しかしながら、全ての例において、レンズ基材はカスタマイズされたアイウェア・レンズにとって望ましい全ての属性は具体化しない。本発明の加法的作成技術は、追加のカスタマイズされた属性をレンズに提供するのに使用される。この方策は、貯蔵する基材の在庫を大幅に制限することができることを意味するので、望ましく、また有用である。それに加えて、このように在庫が少なくなることは、レンズ基材がより単純で安価であることを含み、本発明は、個人の基準に対してより複雑な、独自の、又はコストがかかる属性を提供するのに使用されてもよい。

【0041】

本発明の好ましいレンズ基材としては、完成品のレンズ・ブランク、半製品のレンズ・

10

20

30

40

50

ブランク、プラノレンズ・ブランク、プラノ・エッジ加工レンズ、及び完成品のエッジ加工レンズが挙げられる。

【0042】

レンズ基材は、少なくとも第1及び第2の表面を備え、アイウェア・フレームに装着したときにその一方は目に最も近く位置付けられ、一方は目から離れて位置付けられる。

【0043】

レンズ基材はその表面にコーティング又は処理剤を含んでもよい。例えば、その表面の一方又は両方に、耐摩耗性及びノ又は耐薬品性を改善するハードコートが供給されてもよい。他の可能なコーティングとしては、例えば、導電性、偏光、フォトリソミック、エレクトロクロミック、電気活性、疎水性、反射防止、UV若しくは可視光フィルタ、又は色が挙げられる。処理は、例えば、清浄性、後続層に対する付着、耐亀裂性、耐薬品性、熱安定性、又は他の属性等の表面特性を、提供、向上、又は変更するため、基材に対して行われていてもよい。かかる処理剤は、中でも特に、プラズマ、コロナ、溶液、溶媒、蒸気、及び表面活性化を含む、多くの既知の技術によって塗布することができる。好ましい一実施例では、レンズ基材の表面は、加法的作成層に対する付着を含む、後続層の付着を向上させる処理剤又はコーティングを含んでもよい。

【0044】

ステップ200は、レンズ基材の性質をカスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の特性へと変換する、最初の計算及び設計動作の概要をなす。第一に、カスタマイズされたアイウェア・レンズの所望の性質を達成するために必要なレンズ基材の修正が計算される。次に、これらの修正が、レンズ基材に転嫁される層の設計に変換される。本明細書では、計算された設計は加法的層設計と呼ばれる。それに加えて、カスタマイズされたアイウェア・レンズを達成するのに必要な確認又は訂正を可能にするため、加法的層設計に対して1つ又は複数の制御点が特定される。

【0045】

具体的には、本発明の場合、レンズ基材がカスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の屈折力特性を有さないことが予期される。一実施例では、レンズ基材は、カスタマイズされたアイウェア・レンズとは識別可能な程度に異なる屈折力特性を有する。1つの非限定実例として、レンズ基材は、-2ジオプトリの屈折力を有する単焦点球面仕上げレンズであってもよく、カスタマイズされたレンズは、-2ジオプトリの球面距離屈折力と、+1.5ジオプトリの屈折力を有する、光心の下10mmの加入度数近用部（add power reading area）とを要する。本発明の好ましい一実施例では、レンズ基材とカスタマイズされたアイウェア・レンズとの屈折力の差は、肉眼で識別可能であろう。例えば、上述の非限定実例では、これらのサンプルそれぞれを通して印刷ページを見たときに顕著な差が分かるであろう。

【0046】

本発明の好ましい一実施例では、加法的層設計は、レンズ基材の屈折力特性を、カスタマイズされたアイウェア・レンズに対して所望のような識別可能な程度に異なる屈折力特性へと変換するために生成される。更なる好ましい実施例では、この屈折力の識別可能な変化は、レンズ基材の屈折力を、カスタマイズされたアイウェア・レンズの最終処方に対して求められる総屈折力へと変換してもよい。別の好ましい実施例では、加法的層設計は、レンズ基材屈折力特性を、求められる最終処方ではないが、それらの値に対して中間であり、したがってカスタマイズされたアイウェア・レンズの更なるレンズ加工を単純化する、カスタマイズされたレンズに対する識別可能な程度に異なる屈折力特性へと変換してもよい。この中間の屈折力特性への変化は、レンズ基材が半製品のレンズ・ブランクであるときに特に好ましいことがある。加法的層設計による中間値への屈折力特性の変換は、また、カスタマイズされたレンズの他の特殊なコーティング又は処理が行われることが予想される場合に、カスタマイズされたアイウェア・レンズにとって望ましいことがある。したがって、本発明の加法的層設計は、レンズ基材の屈折力の識別可能な変化を提供するが、最終的なカスタマイズされたアイウェア・レンズに対する処方倍率全体の全て又は一

10

20

30

40

50

部を提供してもよいことが予想される。

【0047】

更なる好ましい実施例では、加法的層設計は、レンズ基材の屈折力を、カスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の別の屈折力へと変換するだけでなく、カスタマイズされたレンズに対して他のカスタマイズされた性質も提供する。追加のカスタマイズを提供するため、加法的層設計は、レンズ基材とカスタマイズされたアイウェア・レンズとの間での光学的、化学的、及び物理的性質の修正を含むように、計算され生成されてもよい。非限定実例として、加法的層設計は、偏光、フォトクロミック性、UV透過率、可視光透過率、光反射率、疎水性、耐薬品性、耐摩耗性、耐衝撃性、又は導電性など、最終的なカスタマイズされたアイウェア・レンズの性質を修正してもよい。

10

【0048】

加法的層設計によって供給されるカスタマイズされたアイウェア・レンズの属性は、ステップ100のレンズ基材の特性に加えて、ステップ200で、設計計算のために入力される。レンズ基材の表面は（例えば、光学的若しくは物理的計量によって）測定されるか又は既知であり、1つ若しくは複数の式によって表現するか、又はx y z座標の固有の組によって記述することができる。屈折力の所望の変化と併せたこれらの式又は座標値と、加法的層設計が対処することが意図される他の任意の特徴は、次に、レンズ基材表面からカスタマイズされたアイウェア・レンズへと変換するのに必要な変化全体を最適化し規定するため、計算ルーチンに入力される。これらの計算は、光線追跡、波面伝播分析、曲率計算、これらの技術の組み合わせ、及び当業者には知られている他の技術を含む、多くの既知の技術によって遂行することができる。

20

【0049】

一例として、レンズ基材表面（若しくは複数の表面）を、ワイアント・クリーン方式に従って整理した複数の直交ゼルニク多項式の合計として、数学的にモデル化することができ、この表面表現の係数が、処方されたレンズ計算の入力となる。次に、このレンズ基材情報をカスタマイズされたアイウェア・レンズのパラメータと組み合わせ、カスタマイズされたレンズに対する所望の屈折力要件を満たすのに必要な添加層設計（*added layer design*）の特性を判断するため、正確な光線追跡によって計算が行われる。別の実例として、カスタマイズされたアイウェア・レンズに対して（加法的層設計によってレンズ基材に添加される材料によって）作り出される新しい表面もまた、複数のゼルニク多項式の別の展開式によって表現されてもよい。カスタマイズされたレンズの所望の屈折力要件を達成するため、この第2のゼルニク多項式の展開式の設定係数は、計算の任意の段階における実際のパワー・マップを理論上のパワー・マップと比較するメリット関数の最小化によって見出される。最適化は、BFGS（ブロイデン・フレッチャー・ゴールドファルブ・シャノ）最適化アルゴリズムを使用して実施することができる。他の計算及び最適化の方策が当業者によって認識されるであろう。

30

【0050】

レンズ基材に対して行わなければならない変更の総量がカスタマイズされたレンズの所望の属性に達すると、変更を達成するためのレンズ基材表面に対する加法的加工によって塗布される一連の層へと変換される。加法的層設計は、必要な範囲のみに材料を選択的に添加するように計算され生成される。この加法的プロセスは、カスタマイズされたアイウェア・レンズを作り出すための非常に異なる技術を表す。過去の方策は、単純な球面及び円環表面仕上げ技術によって処方設計に必要な屈折力を近似するが、一般的に、ハードツリーングによって、力の変化の間の離散的で比較的大きい増分に限定されていた。より高度な技術は、様々な計算及び最適化ステップを用いることがあるが、次にこの情報をコンピュータ制御の表面加工機器に供給し、それによってやはりレンズ基材又はレンズ・ブランクから余分な材料が除去されて、除去プロセスで廃棄物が生じる。対照的に、発明者らの技術はこの問題に異なる形でアプローチし、革新的に、既存のレンズ・ブランク又は材料のブロックから材料を除去するのではなく、カスタマイズされたレンズを達成するために選択的に材料を添加する。

40

50

【 0 0 5 1 】

加法的層設計を生成するため、各添加層の厚さ、並びにレンズ基材表面上（若しくは以前の添加層上）におけるその位置、及びレンズ基材若しくは以前の添加層に対するその傾斜が計算され、実際の作成用途に合わせて最適化される。例えば、作成において、0.1ナノメートルの精度に制御しなければならない、0.1ミリメートルの層厚さを有するのは妥当ではないことがあり、その代わりに、同じ結果を達成するのに複数のより雨水槽を設計してもよい。或いは、厚さ0.1ミリメートルの塗布された層が1マイクロメートル（0.001ミリメートル）の精度に制御されるように、加法的層設計を再計算してもよい。

【 0 0 5 2 】

加法的層設計の計算及び設計は、層の合計数、層が基材の片面及び両面どちらに添加されるか、各層に対して同じ又は異なる材料のどちらが使用されるか、並びに各層の位置、厚さ（高さ）、及び傾斜、更にこれら3つの層パラメータそれぞれに対する許容可能な最大/最小限界などの因子を含むことができる。これらの因子は、より精密にカスタマイズされたレンズを提供するため、レンズ基材の表面全体にわたる複数の位置で判断され最適化されてもよい。更なる好ましい実施例では、加法的層設計に対する決定は、使用される層の数又は放射線重合可能な材料の数を、意図される作成環境内で管理可能且つ効率的であるように保つこと、及び層に対して起こり得る誤差又は制御限界を、積み重なった誤差が最終設計性能を損なわないように計画することなど、実際の因子を検討してもよい。当業者であれば、組み込むことができる他の設計因子を認識するであろう。

【 0 0 5 3 】

加法的層設計計算のこの時点で、カスタマイズされたアイウェア・レンズに対する最終的な所望の表面 $z_F(x, y)$ と、基材の初期表面 $z_S(x, y)$ の両方が既知である。したがって、各設計位置 (x, y) において、カスタマイズされたレンズを達成するため、 $z_S(x, y)$ と $z_F(x, y)$ との間で材料を構築する必要がある。各設計位置で構築される材料の合計高さは、 $z(x, y) = z_F(x, y) - z_S(x, y)$ である。

【 0 0 5 4 】

本発明のプロセスの一例として、この材料の合計高さが、同じ最大局所厚さ h_L の層を使用して構築される選択肢を考慮してもよい。したがって、異なる層の添加によってカスタマイズされたアイウェア・レンズの所望の最終表面がもたらされるように、レンズ基材表面上の様々な (x, y) 位置において各層内で添加される材料の局所厚さを計算することが必要である。各層のその局所厚さは、 $t_L(x, y) = \max(0, \min(z_F(x, y) - z_{L-1}(x, y), h_L))$ として計算することができ、式中、 $(z_L(x, y) = t_L(x, y) + z_{L-1}(x, y))$ は、添加される放射線重合された材料のL番目の層の表面サジタル高さである。レンズ基材に対する値 $z_0(x, y)$ は、レンズ基材によって形成される実際の表面を直接測定することによって導き出すか、又は得ることができ、加法的層設計における $t_L(x, y)$ の初期計算に使用することができる。 $t_L(x, y)$ の計算に使用される $z_{L-1}(x, y)$ 層に対する値は、加法的層設計が計算される際に追加される層の数に基づいて評価することができる。

【 0 0 5 5 】

本発明の好ましい一実施例では、加法的層設計は1つの添加層を含む。別の好ましい実施例では、加法的層設計は2つの添加層を含む。他の好ましい実施例では、加法的層設計は、2つ以上の添加層、3つ以上の添加層、10以上の添加層、50以上の添加層、又は200以上の添加層を含む。一部のカスタマイズされたアイウェア・レンズの場合、500以上の添加層が所望のレンズ特性を作り出すのに使用されてもよい。

【 0 0 5 6 】

ステップ200の設計動作はまた、加法的層設計と関連付けられた1つ又は複数の制御点を組み込む。制御点で、発明者らは、添加層が予測される許容差内にあるか、又は加法的層設計に対して調節若しくは訂正を行う必要があるかを判断するために、塗布される添加層の1つ又は複数の局所化された性質を調査する。これらの制御点は、例えば、加法的

10

20

30

40

50

処理ステップを支配するコンピュータ命令の一部を含んでもよく、又は加法的プロセスを支援するために行われる別個の動作であってもよい。制御点における測定は、レンズ基材上の1つ若しくは複数の位置、最後に塗布された添加層上の1つ若しくは複数の位置、又は異なる添加層上の1つ若しくは複数の位置で実施されてもよい。制御点に関する1つの選択肢として、同じ又は異なる局所化された性質が異なる測定位置で測定されてもよい。

【0057】

制御点で測定された結果は、その点における加法的層設計の予期される結果、及び制御点に対して規定される誤差限界と比較される。後述するように、比較は、所望のカスタマイズされたレンズを達成するため、加法的層設計、又はその塗布方法に対する訂正が必要かを判断するのに使用される。補正が必要であることを比較が示している場合、測定結果と誤差の比較は、レンズ基材からカスタマイズされたアイウェア・レンズへの変換結果を達成するための継続処理に対して、訂正された加法的層設計を生成するのに使用される。

10

【0058】

加法的層設計及びその制御点が生成されると、ステップ300で加法的加工を始めることができる。任意に、第1の添加層が塗布される前に、レンズ基材を測定又は感知して、その表面の性質、配向、装着、又は他の特性を確認し、レンズ基材が加法的加工のための適正な開始位置にあることを担保してもよい。

【0059】

加法的層設計に基づいて、放射線重合可能な材料を含む液体層が、レンズ基材の1つの表面の少なくとも一部分に塗布される。より詳細に後述するように、液体層は添加層に対する前駆体である。選択される放射線重合可能な材料及び他の構成要素に応じて、広範囲の粘性を有する液体層が使用されてもよい。加法的層設計による液体層の選択的照射によって、放射線重合化された材料で構成される添加層が、レンズ基材上及び/又は以前の添加層上に形成される。加法的層設計に従って堆積された添加層とレンズ基材との組み合わせによって、カスタマイズされたアイウェア・レンズが作り出される。

20

【0060】

液体層は放射線重合可能な材料を含んでもよく、つまり、材料は、波長及びエネルギー密度を含む指定の範囲の性質を備えた放射線に晒されると固体高分子系を形成する。例えば、材料は、紫外線放射による重合化には応答し、赤外線放射には応答しないように設計され配合されてもよい。別の実例では、放射線重合可能な材料は、長いUV波長ではなく短いUV放射線で(例えば、365nmではなく320nmで)照射されたときに重合化に選択的に応答してもよい。これにより、反応プロセスを更に制御することが可能になり、取扱いの困難さを減らすことができる。放射線の波長範囲、エネルギー密度、及び空間分布を制御することによって、照射された範囲のみで材料の重合化の所望の効果を達成することができ、設計によって、照射される範囲外のエネルギーは、材料を反応させるのに不十分である。エネルギー密度はまた、反応の深さ(厚さ)と、材料の重合化に要する時間とを制御することができる。

30

【0061】

いくつかの異なる放射線重合可能な材料が、加法的加工の分野で知られている。多くは有機化学に基づいているが、無機及び金属有機種も含んでもよい。本発明のプロセスの1つの明確な利点は、レンズ基材が、単純に加法的加工材料を用いては達成することができない、眼用アイウェア・レンズに関する特定の必要な物理的及び光学的性質を有してもよいことである。例えば、レンズ基材は、アイウェア・フレーム内でレンズの一体性を維持するのに必要な構造的安定性の全て又はほとんどを提供してもよく、添加層は他の特徴を追加するが、この構造的一体性を低下させないのに十分な薄さである。別の実例として、添加層は、それらをバルクレンズ材料として許容できないものにする、わずかな残留色を有することがあり、又はUV遮断が不十分なことがあるが、レンズ基材に添加される薄層の性能は損なわない。したがって、添加層は、光学的又は物理的性質に対してレンズ基材と同じ制約を有さないことがあるが、基材と組み合わせられて、実現可能なアイウェア・レンズを形成してもよい。

40

50

【0062】

本発明の一実施例では、放射線重合可能な材料は、レンズ基材と同じ性質を有する層を作り出してもよい。この例では、添加層は、レンズ基材の光学的又は物理的性能を改良するのに使用することができる。例えば、添加層は、最終的なアイウェア・レンズのそれらの領域における追加の屈折力に対応する、より厚い厚さ又は高い曲率の特定の選択範囲を作り出すために添加されてもよい。別の实例では、添加層は、レンズ基材の不連続性、欠陥、又は凹凸を含む特徴を滑らかにするように位置付け、設計することができる。

【0063】

別の好ましい実施例では、放射線重合可能な材料は、レンズ基材とは測定可能な程度異なる光学的若しくは物理的性質を有し、又は重合化の際に、レンズ基材とは測定可能な程度異なる性質を有する添加層を形成する。例えば、遠方及び近方視力両方の矯正要件を有するが、非常に幅の狭いフレームを選択している個人の、上述した適用例について考慮する。本発明は、遠用処方満足させるレンズ基材と、大幅に高い屈折率の添加層とを使用することができる、それによって添加層は、1つの屈折率のみを有するレンズよりも薄い構造で、近用部の加入度数を提供する。それに加えて、添加層を、特に、小さいフレームで必要とされるレンズの範囲で加入度数を提供するように位置付けることができる。別の实例として、航海中の遠方視用にカスタマイズされた上述のレンズの場合、添加層は、水からのグレアを遮断する偏光を提供することができ、したがってより良い快適さ及び視界の明瞭度が担保される。

10

【0064】

好ましい一実施例では、放射線重合可能な材料から形成された添加層の測定可能な程度異なる性質は、屈折率、アップ値、耐摩耗性、耐衝撃性、有機溶媒耐性、耐塩基性、T_g、可視光透過率、UV透過率、偏光、又はフォトリソミック性から選択される。

20

【0065】

レンズ基材とは異なる性質を有する放射線重合可能な材料に加えて、放射線重合可能な材料は、アイウェア・レンズの光学的又は物理的性質を調整する成分を含んでもよい。例えば、成分は、光開始剤、UV吸収剤、UV反射剤、赤外線反射剤、赤外線吸収剤、可視色、染料、顔料、フォトリソミック剤、サーモクロミック剤、エレクトロクロミック剤、偏光子、熱安定化剤、導電性材料、液晶材料、活性偏光材料、光吸収粒子、光反射粒子、及び放射線重合可能な材料の耐衝撃性若しくは耐摩耗性を増加させる粒子又は材料を含んでもよい。それに加えて、装飾、センサ、送信器、ディスプレイ、及び他の小型デバイスなどの構成要素が、放射線重合可能な材料に添加されてもよい。これらの構成要素の1つ又は複数は、放射線重合可能な材料内で、又はそれと共に組み合わせられてもよい。

30

【0066】

液体層は、レンズ基材の範囲及び/又は以前の添加層の範囲に、少なくともその結果として得られる添加層が被覆するように設計される範囲と同じ範囲にわたって塗布される。液体層は、レンズ基材の表面の一方又は両方に塗布されてもよい。液体層は、全表面にわたって、又は表面の一部分のみに、連続層の形で塗布されてもよい。例えば、遠方及び近方視力両方の矯正要件を有するが、非常に幅の狭いフレームを選択している個人の例示において言及したように、液体層は、近方視に使用されるレンズ表面の範囲にのみ塗布することができ、結果として得られる添加層はその領域でのみ余分の加入度数を提供する。層はまた、パターンニングされるか又は不連続であってもよい。これらは、例えば、能動的なディスプレイ又は装飾的設計が、カスタマイズされたアイウェア・レンズ上に作り出される場合に有用であり得る。

40

【0067】

液体層は、コーティング業界で知られている異なる方法によって塗布され、塗布の容易さ、作成の有益性、多用性、コスト、利用可能性、及び他の製造上の考慮点に関して選択されてもよい。例えば、放射線重合可能な材料がレンズ基材の一方の表面のみに塗布される場合、スピン、スプレー、ローラ、ブレード、及びカーテン・コーティングなどの単一表面コーティング方法が使用されてもよい。所望の場合、レンズ基材の他方の表面は、放

50

射線重合可能な材料が不用意に接触しないように、保護材料で被覆又は保護されてもよい。例えば、保護用プラスチックの薄いシートが塗布され、静電気によって保持されるか、又は他方の表面を保護するためにそれに接して機械的に保持されてもよい。保護材料の別の事例として、レンズ基材の一方の表面は、加法的層設計の1つ又は複数の層が塗布された後に除去されてもよい、保護コーティング又は層を備えてもよい。

【0068】

多くの例では、レンズ基材は、一方の表面が凹状であり他方の表面が凸状であるような構成を有してもよい。理論的には、液体層はどちらの表面に塗布されてもよい。どちらの表面を使用するかの実際的な決定は、多くの因子に基づく場合があり、入力値として提供されるか、又は設計プログラムの間に更に最適化することができる。考慮すべき因子のいくつかの実例としては、コーティング機器の能力及び制限、液状の放射線重合可能な材料の粘性及び均一性、所望の層厚さ、合計層厚さ、並びに最終的なカスタマイズされたアイウェア・レンズの美容的、光学的、及び構造的要件が挙げられる。

【0069】

別の好ましい実施例では、放射線重合可能な液体材料は、レンズ基材の第1及び第2の表面両方に塗布される。層は、両方の表面に同時に、又は各表面に連続的に塗布することができる。

【0070】

液体層を両方の表面位同時に塗布する好ましい一実施例は、浸漬コーティングである。浸漬コーティング機器は、放射線重合可能な材料をレンズ基材の一方の表面のみに塗布するのにも使用されてもよい。この場合、他方の表面は、加法的加工が基材の保護されていない表面のみを対象とするように、被覆又は保護される。例えば、他方の表面、又はその部分は、塗布されたプラスチック・シート、除去可能なコーティング若しくはフィルム、又はコーティング分野において知られている他の保護材料によって、被覆又は保護されてもよい。

【0071】

好ましい一実施例では、放射線重合可能な材料に対するレンズ基材の角度及び位置は、液体層が塗布されている間、制御される。かかる配向制御は、特に湾曲したレンズ基材表面上における、結果として得られる添加層の位置及び厚さの制御を支援する。

【0072】

レンズ基材は、液状の放射線重合可能な材料を塗布する間静止していてもよい。しかしながら、特に浸漬コーティング方法が使用される場合、材料が塗布される際にレンズ基材が放射線重合可能な材料に対して移動することが好ましい。かかる移動は一軸に限定することができ、又は複数軸での変動を可能にすることができる。それに加えて、移動は、1つ又は複数の軸に対するレンズ基材の並進及び回転の両方を含んでもよい。

【0073】

レンズ基材移動の好ましい方法の一例が図2に示される。この例示的な図では、浸漬コーティング・システムと組み合わせたレンズ移動の構成が示される。部品を浸漬する一般的な方法は、部品を液面に垂直に入れる。対照的に、レンズ基材11を液状の放射線重合可能な材料21の浴に入れ、レンズ表面と液体メニスカスとの間を更に制御し、接触面積をより大きくするために、より狭い角度で移動させることが好ましい。図示されるように、この好ましい実施例の基材11は次の方向制御で移動させることができる。X軸を中心にしてレンズを回転させ（図面の面に対して垂直な、即ち見る者に向かう方向のX軸を中心にした、便宜上角度として指定される角移動）、Y方向（図2の水平方向）で移動させ、Z方向（図2の垂直方向）で移動させ、これらの因子の任意の組み合わせを同時に変更する。それに加えて、好ましい一実施例では、任意の軸又は軸の組み合わせ（液体との接触角度を含む）での移動速度は、層が塗布される時間の間に変更又は反転することができる。レンズ基材の移動の角度、速度、及び/又は方向のこれらの制御は、放射線重合可能な材料が塗布されている間にこれらのパラメータを変動させることが可能であることと併せて、塗布される添加層の厚さを変更し、誤差を補正するか、又は表面上にある以前の

10

20

30

40

50

特徴に適応するという追加の利点を提供する。この方法の追加の利益は、レンズ基材のかかる制御された移動を使用して、以前の添加層又は塗布され照射されている液体層の欠陥若しくは縁部を滑らかにできるという点である。

【0074】

レンズ基材の支持メカニズムは図2には示されていないが、いくつかの技術が当業者には知られている。例えば、レンズ基材は、その縁部で、連続ホルダによって、別個の縁部グリップによって、又は1つ若しくは複数の点支持体によって保持又は支持されてもよい。或いは、放射線重合可能な材料が一方の表面のみに（又は一度に一方の表面のみに）塗布されている場合、レンズ基材は、真空、接着剤、又は他の物理的装着技術によって、他方の表面で支持されてもよい。上述したように、他方の表面も、その元の表面特性を維持

10

【0075】

レンズ基材の並進及び回転移動は、図2では浸漬コーティング・システムに対して示されるが、回転及び/又は並進移動制御は本発明の他の方法にも適用可能である。例えば、同じタイプのレンズ基材移動が、スプレー又はカーテン・コーティング・システムに適用可能であってもよい。それに加えて、回転/並進移動の他の組み合わせが、添加層となる液状の放射線重合可能な材料を塗布する様々な方法に対して適用可能であってもよい。

【0076】

別の方法として、又はレンズ基材移動に加えて、放射線重合可能な材料は塗布される間動いていてもよい。例えば、液浴が使用されるとき、液体は機械的に攪拌されるか、又は超音波エネルギー若しくはガス・フローに晒されて、液体材料のバルク内又は液体表面上での移動が起こる。かかる移動は、液体が塗布され重合化されるとき先の鋭な又は段状の縁部を減らすのに好ましいことがある。

20

【0077】

好ましい一実施例では、レンズ基材及び液状の放射線重合可能な材料の周りの環境は、液体層塗布の間制御される。好ましい一実施例では、低酸素又は不活性雰囲気（例えば、アルゴン若しくは窒素）が、コーティング機器の近傍で使用される。一実施例として、雰囲気は、タンク（浸漬タンクなど）又はコーティング塗布中に使用される液体の露出した体積の上で制御されてもよい。別の好ましい実施例では、雰囲気の相対湿度は、放射線重合可能な材料の望ましくない水分凝結、副反応、又はヘイズを減らすように制御される。別の好ましい実施例では、コーティング機器の近傍の温度及び/又は液状の放射線重合可能な材料の温度は、粘性若しくは制御反応速度の変化を防止するか又は減らすように調整される。別の好ましい実施例では、雰囲気は、微粒子又は汚染物質を低減させるように制御若しくは濾過される。

30

【0078】

別の好ましい実施例では、放射線重合可能な材料は、液体層を塗布する前及びその間、保持タンク又はリザーバ内で保持されてもよい。液状の放射線重合可能な材料は、望ましくない微粒子形成を低減するように濾過されてもよい。別の好ましい実施例では、液状の放射線重合された材料は、特に固体の添加剤又は粒子が材料中に存在するとき、一貫性を維持するのに助けるため、循環又は攪拌される。別の好ましい実施例では、液状の放射線重合可能な材料は、化学的構成成分の濃度、固体含量、粘性、色、又は他の物理的性質に関して、監視され制御される。他の好ましい実施例では、液状の放射線重合された材料及び/又はその容器は、温度、湿度、及び雰囲気若しくは他のガスに対する暴露に関して制御されてもよい。

40

【0079】

図1Aのステップ320、330、及び340は、本発明で使用されてもよい任意の動作について記載している。これらのステップは補助制御点として機能する。これらのステップは、添加層の性質の制御を更に改良又は最適化する際に実用的なことがあるため、発明者らによって特定されている。これらの任意のステップは、多数の液体層が塗布される

50

とき、又は図2に記載されるような浸漬コーティングの方策が用いられるときに、特に好

ましいことがある。

【 0 0 8 0 】

任意のステップ 3 2 0 で、レンズ表面に対する液体層の位置、厚さ、及び / 又は傾斜を判断する測定値が得られる。これ r は、加法的層設計の材料が適正に塗布されているか、また液体層が予期されたように挙動しているかを判断するのに有用であり得る。例えば、液体がレンズ基材上でわずかなメニスカスを作り出すものと予期することがある。これらの任意の測定値は、メニスカスが予期されたように起こっているか、又は液体と表面との相互作用が異なるプロファイルを作り出しているかをチェックすることができる。

【 0 0 8 1 】

いくつかの異なる技術を使用してこの情報を得ることができる。好ましくは、任意の以前の添加層、基材、及び液体層、並びにまだ重合化されていないその放射線重合可能な材料の品質を保存するために、非接触分析技術が使用される。好ましくは、測定は非接触光分析を含むが、それは、これらの技術が、最終的なアイウェア・レンズに対して予期される光学的性質に直接関連させることができる結果をもたらす場合が多いためである。

【 0 0 8 2 】

様々な測定技術の中で、好ましい技術としては、反射又は透過光偏向計測法、モアレ・パターン比較、及び三角測量が挙げられる。

【 0 0 8 3 】

好ましい非接触測定技術は、基材上における層の位置、局所的傾斜、及び層の局所的高さ（厚さ）といった層パラメータの 1 つ若しくは複数に関して、情報又は直接データを供給することができる。これらの値は、ステップ 2 0 0 の加法的層設計と比較することができるか、或いは、以前に塗布された添加層を用いて達成される、又は塗布された液体層を所与として予期される、屈折力若しくは他の光学的変化（例えば、透過率、偏光）を計算するための入力として使用することができる。それに加えて、いくつかの技術は、層によって達成される屈折力、又は層とレンズ基材（及び適用可能な場合、1 つ若しくは複数の以前の添加層）との組み合わせによって達成される屈折力に関して、直接データを提供することができる。好ましくは、測定はいくつかの別個の点で実施される。或いは、層を横切って測定される線又は複数の線に沿って、データを得ることができる。

【 0 0 8 4 】

反射光偏向計測法は、鏡面に特に適している。多くの例では、レンズ基材及び液体層の両方が適切な鏡面を提示する。この技術の場合、制御された光、及びより好ましくはコリメートされた光線若しくはレーザービームが表面に方向づけられ、表面における誤差を検出するため、位置及び歪みに関して反射ビームが分析される。別の可能な技術は、より多くの位置で分析するため、表面積を横切って制御された光線を走査するか又は前進させる、走査ビーム偏向計測法である。画像のアレイのセンサ面における点変位を測定する、シャック - ハルトマン波面センサ技術も使用することができる。局所化された傾斜を変位から計算し、層及びその予期される屈折力に関する情報を導き出すのに使用することができる。これらの測定に有用であり得る偏向計測法の別の形態は、位置及び傾斜の誤差を示す歪みに関して別個の点の反射像が分析される、反射像スクリーン試験である。画像スクリーンは、能動手段（例えば、LED）、又は反帰光スクリーン（retro-illuminated screen）などの受動光スクリーンによって生成されてもよい。拡張構造偏向計測法は、能動手段（例えば、コンピュータスクリーン画像）又は受動手段（例えば、投射光 / 暗パターン）を使用して、誤差の反射及び分析のための画像を作り出す、別の例示的な測定技術である。

【 0 0 8 5 】

拡散表面が測定される場合、三角測量は、ステップ 3 2 0 で使用することができる測定技術の一実例である。拡散表面の場合、液体層及び / 又は隣接するレンズ基材表面上に構造化パターンが投射され、変位させた検出器を使用して、層の位置及び高さ（厚さ）を三角測量する。互いに近接して、又は既知のオフセットで位置付けられた 1 つ若しくは複数のカメラを、三角測量のための検出器として使用することができる。

10

20

30

40

50

【0086】

透明基材の場合、反射又は透過光測定技術を用いて測定することができる。上述の反射光技術に加えて、透過光偏向計測法も光通過力の測定に使用することができる。このようにして、添加層とレンズ基材又は任意の以前の層との組み合わせが、レンズ基材の屈折力をどのように変化させているかを分析することができる。拡張され構造化された供給源は、液体層及びレンズ基材を通して方向付けられ、スルー画像の歪みが測定され、位置、厚さ、及び傾斜の誤差に関連付けられる。制御されたグリッドパターンがレンズを通過した後、再構成グリッド上に結像され、誤差パターンが観察される、モアレ・パターン比較技術も使用することができる。別の例示的なモアレ技術は、レンズを透過したビームを使用して1つのグリッドを別のグリッド上に結像し、歪みはレンズ内の誤差に相関する。

10

【0087】

別の例示的な透過光測定技術は光路の三角測量である。この方法の1つの例示的な構成では、構造化された光源は、液体層及びレンズ基材を通して方向付けられ、透過光線の束の予期される挙動との差が記録される。別の例示的な構成では、校正されたカメラを使用して、レンズを通して反射又は透過された光が測定される。かかる光路の三角測量技術を用いて、反射光及び/又は透過光の測定が、観察された入力及び出力光線の束と一致する表面及び材料の組を計算するのに使用され、最良適合が判断される。

【0088】

光路及びパターンに関する測定結果は、図1Aのステップ200で規定された設計に対して予期される計算結果と比較され、特定の層が塗布される。液体層対重合された添加層の性質の差を考慮に入れるように注意しなければならない、これらの層は、例えば異なる指数、厚さ、及び傾斜を有してもよい。液体層と重合化層との間で予期される差に関して、補正又は適応を計算に含めることができる。いずれにしても、これらの技術、特に三角測量及び偏向計測法は、液体層がレンズ基材(及び/又は以前の添加層)の表面上の予期される位置で、十分な厚さで塗布されるかを少なくとも判断するのに有用であってもよい。

20

【0089】

ステップ330は、ステップ320で測定された誤差(ある場合)が本発明のユーザによって確立された誤差限界と比較される決定点について記載している。測定が誤差範囲内の場合、ステップ400に続く。誤差が許容可能な値よりも大きい場合、ステップ340に進む。

30

【0090】

この任意の一連のステップが使用され、予期されるよりも大きい誤差が測定された場合、ステップ340は、補正基準の計算及び適用を提供する。かかる補正基準は、加法的層設計に対する、又はその塗布方法に対する修正を含むことができる。これは、例えば、レンズ基材表面上の以前に塗布された範囲の一部若しくは全体の上に液体層を再塗布又は除去することを伴うことができる。或いは、液体層に対する変化があまり望ましくないか、問題がありすぎるか、又は不純物若しくは他の新しい誤差を導入するような場合、誤差に対する他の補正方法を用いることができる。例えば、液状の放射線重合可能な材料に後で適用される照射条件を調節するための計算を行うことができる。例えば、測定された液体層が予期されたものよりも厚い場合、材料の全厚さを重合化するのに、より多くのエネルギー又はより長い暴露時間を要することがある。別の実施例では、1つ若しくは複数の後で塗布される層の位置、高さ、及び/又は傾斜条件が、ステップ340で再計算され調節され、ステップ320で測定された誤差を補正する、加法的層設計に対する訂正として格納されてもよい。

40

【0091】

ステップ400で、液体層が照射されて、材料がレンズ基材の表面上に重合化される。任意の添加層に関する重要な考慮点は、レンズ基材及び他の層(使用される場合)に良好に付着しなければならない、レンズの光学的性能を低下させないことである。これは、アイウェア・レンズの有用性を維持し、その寿命を短縮しないために重要である。眼用レンズのコーティング又は層の離層、剥離、及び亀裂は、特に新しい技術が導入されるときに従

50

来的な問題である場合が多かった。アイウェア・レンズが（最初の構成要素の加工、アイウェアの組立て、及び着用者による使用の間に）晒される応力、並びに大きく変動する熱的、物理的、及び化学的暴露によって、層状のレンズ構造の付着及び一体性に対する予期しない厳格な要求が課される場合がある。したがって、重合化層はレンズ表面（及び／又は以前に塗布された添加層）に一体的に結合されなければならない。一体的に結合されるとは、重合化層が以前の表面及び／又は以前の添加層に化学的に結合されるか、又は強力に物理的に結合され、それにより、組み合わせられた構造が損なわれないうまであり、通常のレンズ加工の間、及びアイウェア・レンズとしての通常の使用において、肉眼で識別可能な損傷を有さないことを意味する。照射条件は、本発明のプロセスがかかる一体的な結合を達成することを担保するように選択され管理される。

10

【0092】

ステップ400の照射条件は、液体層で使用される特定の放射線重合可能な材料を具体的に参照して、重合化される液体層の位置、傾斜、及び厚さに関して選択される。例えば、放射線の波長又は波長範囲、放射線のエネルギー密度、及びエネルギー・ビームの空間分布は全て、特定の放射線重合可能な材料及び塗布される液体層の物理的及び化学的性質に合うように制御又は選択されてもよい。エネルギー・ビームの異なるエネルギー密度又は空間分布は、液体層がレンズ基材の片方のみではなく両方の表面に塗布される場合に使用されてもよく、ステップ400の照射は、両方の表面上の材料を同時に選択的に重合化することが予期される。別の実例では、レンズ基材の一方の表面のみの材料を選択的に重合化するため、より少ないエネルギー又は異なる照射条件が、具体的に選択されてもよい。照射条件はまた、レンズ基材による吸収又は反射を考慮に入れるように調整されてもよく、これらの基材の性質は、塗布される液体層の選択的重合化を向上するために有利に使用されるか、又は基材に対する（若しくはそれを通した）損失を補正する照射条件の更なる調節を要する場合がある。

20

【0093】

それに加えて、液体層がどのように照射に晒されるかは、層に関して選択的に制御される。これは、暴露時間の長さ、及び単一又は複数のどちらの照射期間が用いられるかを含んでもよい。

【0094】

本発明にとって重要なことには、照射条件は、液体層の選択された範囲を照射するように制御される。これは液体層の全範囲を包含することがあるが、本発明は、具体的には、照射され、その照射によって選択的に重合化される液体層の個別の範囲のみを想到する。したがって、一実例として、均一な液体層を、カーテン・コーティングによってレンズ基材の表面全体に塗布することができるが、重合された添加層を形成するのに十分な波長範囲及びエネルギー密度を有する照射は、レンズ全体にわたって5mm間隔で2mmのドットを含む選択範囲のみに塗布されて、ドット状の整列パターンを形成することがある。別の非限定実例として、上述の均一な液体層は、重合された添加層を形成するのに十分な波長範囲及びエネルギー密度を有する光によって、ただし、カスタマイズされたアイウェア・レンズの近用部として使用される、レンズ基材表面の下側半分に幅10mm及び長さ20mmの楕円形区画を作り出す選択範囲でのみ照射することができる。発明者らは、放射線源が、重合化プロセスが直接照射される選択範囲に限定されるように、位置及び照射条件を十分に制御して、液体層に方向付けられることを意図する。これは、照射範囲の外側でのエネルギー移動によって、液体層全体又は放射線重合可能な材料の質量の全体的な重合化をもたらす、以前の方法とは対照的である。このことは、選択的に形成される重合された添加層を生成するため、選択的に照射することを意味する。

30

40

【0095】

照射エネルギーは、幅の狭いビームへと集中されるか、コリメートされるか、又はより拡散して提示されてもよい。選択される供給源及び重合化の要件に応じて、単色源、レーザー、能動若しくは受動の波長濾過源、LED、黒体源、原子発光ランプ、蛍光灯、及び当該分野で知られている他の供給源を含む、異なるタイプの放射線源が選択されてもよい

50

。照射エネルギーの周波数は、UV、可視、若しくは赤外範囲、又はマイクロ波、高周波、ガンマ線、及びX線放射を含む他のエネルギー範囲であってもよい。選択的照射に合わせて適切に制御されれば、熱エネルギーも使用することができる。

【0096】

好ましい一実施例では、液体層を照射するのに使用される放射線は、マイクロ波、高周波、紫外、又は可視エネルギーから選択される。別の好ましい実施例では、UV又は可視エネルギースペクトル内のより限定された波長範囲が、液体層を照射するのに使用される。好ましい一実施例では、可視スペクトルの青色波長範囲のエネルギーが照射に使用される。別の好ましい実施例では、350～380nmの範囲のUVエネルギーが液体層を照射するのに使用される。

10

【0097】

別の好ましい実施例では、照射は、重合化層を形成するための制御された放射線として、(R, G, B) (赤-緑-青) プロジェクタの青色チャンネル(B) エネルギーを使用することを含む。

【0098】

他の光プロジェクタも使用されてもよい。これらは、UV及び可視光の両方を含むプロジェクタ、又はいくつかの可視波長範囲若しくは異なる色のチャンネルを使用するプロジェクタを含んでもよい。プロジェクタの光源は、レーザー・ダイオード、異なる波長範囲の別個の複数の供給源、単一の供給源上のフィルタ・ホイール、及び当該分野で知られている他の技術を含んでもよい。一般的に、ほとんどのプロジェクタでは3つ以上の波長範囲が利用可能であり、これらの波長範囲の1つ又は複数が本発明で使用されてもよい。

20

【0099】

別の好ましい実施例では、UV光源を使用するデジタル・ライト・プロセッシング(DLP) プロジェクタが、適切な液状の放射線重合可能な材料を照射するのに使用されてもよい。別の好ましい実施例では、UV DLP プロジェクタを、UVレーザー源と、圧電アクチュエータを使用して配向されたミラーとを使用する、スキャニング・レーザー・ビームと置き換えることができる。

【0100】

本発明の好ましい一実施例では、照射源及び/又はレンズ基材は互いに対して移動してもよい。それに加えて、照射源は、照射ステップ400の間、1回又は複数回、同じ照射範囲上に方向付けられてもよい。一実施例として、液体層の選択された範囲が照射されて、その範囲に重合された添加層を形成してもよい。次に、その範囲の縁部が、液体層の一部の周囲範囲と組み合わせて再び照射されて、重合化層の縁部にある段状の特徴を滑らかにするか又は減少させてもよい。別の実施例として、複数回の暴露を使用して、放射線重合化反応の時間を進行させ、十分なエネルギーが吸収されて反応を完了することを担保するか、或いはレンズ基材及び/又は以前に塗布された添加層に対する重合された添加層の一体的結合を強化することができる。

30

【0101】

発明者らによって提案され、上記に考察したレンズ基材の回転/並進移動は、照射の間、並びに液体層の塗布の間使用されてもよい。照射中のレンズ基材のかかる制御された移動を使用して、塗布され照射されている層の欠陥若しくは縁部を滑らかにするか、又は添加層で選択されたそれらの範囲で照射が起こることを担保することができる。

40

【0102】

液体層は、連続的な形で供給源によって直接照射されてもよく、或いはエネルギーは、濾過されるか、パルス化されるか、チョッピングされるか、時系列化されるか、若しくは反射されるか、又は層に達する前に他の制御光学部品を通して伝送されてもよい。

【0103】

加法的層設計による屈折力修正のために添加層を形成することに加えて、ステップ400の選択的照射は、カスタマイズされたアイウェア・レンズの他のレンズ特性を提供又は改善することができる。非限定実例として、選択的照射は、黄色度を減少させるか、層付

50

着を向上するか、架橋若しくは緻密化を増加させることによって層の耐久性を改善するか、又は蒸発若しくはアブレーションによって特定の位置から材料を除去してもよい。それに加えて、選択的照射は、可視又は半可視の印をカスタマイズされたアイウェア・レンズ上に刻印するのに使用されてもよい。

【0104】

任意のステップ500で、未反応の液状の放射線重合可能な材料を重合化層及び/又はレンズ基材から除去してもよい。当業者であれば、この任意のステップは、作成動作、重合化層の検査、液状の放射線重合可能な材料の保存、及び他の工学的な考慮事項にとって有用である場合に含めることができる。未反応の材料は、レンズ基材を液体と接触しないように移動させるか、又は液体材料をレンズ基材から離すことによって除去することができる。例えば、図2では、液状の放射線重合可能な材料21が、レンズ基材11の下方のレベルで示されている。この任意のステップの別の例示的な実施例では、未反応の材料は、溶剤すすぎ、溶液浸漬、蒸気清浄化、プラズマ処理、又は当該分野で知られている他の技術などの化学的方法によって、表面から除去されてもよい。この任意のステップの別の例示的な実施例では、未反応の材料は、エッチング、洗浄、軟質研磨剤、ドクター・ブレードの接触、ウィッキング、又は当該分野で知られている他の技術などの物理的方法によって除去されてもよい。

【0105】

ステップ600は、ステップ200で生成された設計に対して特定されるような制御点の可能な位置を特定する。少なくとも1つの制御点が、本発明の方法の全ての実施例に含まれる。制御点は、重合された添加層の性質、及びその点に堆積されるような設計の性能を確認するため、各層の後に配置されてもよい。或いは、制御点は、各層の後よりも低い頻度で配置されてもよく、例えば、重要な層が塗布された後、又は複数の重合された添加層の決定された組み合わせ厚さの後に起こってもよい。設計の制御点がこの点に配置されている場合（層がステップ300で塗布され、ステップ400で照射された後）、プロセスはステップ700に続く。設計が、ステップ400の照射の後に制御点を含まない場合、プロセスはステップ900に続く。

【0106】

ステップ600が制御点を特定すると、ステップ700、800、及び820（必要であれば）に続く。ステップ700で、重合された添加層（又は添加層の組み合わせ）が測定されて、レンズ基材の表面に関連する、層の局所化された位置、厚さ（高さ）、傾斜、及び/又は屈折力が判断される。別の好ましい実施例として、光通過力又は他の透過光特性（例えば、光透過率、偏光、フォトクロミック性、UV吸光度など）が、ステップ700で測定されて、所与の測定位置におけるレンズ基材と重合された添加層との組み合わせがレンズ基材の光学的性質をどのように変化させているかが判断される。好ましい一実施例では、レンズ基材表面の測定値は、参照及び局所化された比較のため、添加層における測定値と組み合わせで使用される。

【0107】

液体層の測定に関して上記に概説したように、いくつかの異なる技術を使用して、このタイプの情報又はデータを得ることができる。ステップ320で記載した技術は、好ましく、またステップ700で使用するのにも選択することができる、技術のいくつかの例示である。同じ測定技術が液体層及び重合された添加層の両方に使用されてもよく、又は異なる測定技術が各ステップに対して選択されてもよい。別の好ましい実施例では、複数の技術が、重合された添加層の測定に使用されてもよい。測定技術の同じ又は異なる組が、異なる添加層に、又は添加層とレンズ基材の異なる組み合わせに使用されてもよい。1つの非限定実例として、表面反射技術が、第1のいくつかの層の誤差を測定し計算するのに使用されてもよいが、透過率測定技術は、レンズの光通過力（即ち、レンズ基材及びレンズ基材に塗布された添加層の1つ若しくは複数を通して、光が方向付けられたときに結果として得られる、組み合わせされた屈折力の変化）をチェックするため、加法的層設計の重要な設計ステップ又は完了に近付いた際に使用されてもよい。同じ又は異なる測定技術が

10

20

30

40

50

異なる制御点で使用されてもよい。それに加えて、同じ又は異なる測定技術が、所与の制御点に対する1つ又は複数の測定位置で使用されてもよい。

【0108】

非接触測定技術は、重合された添加層に対する損傷を回避するために好ましい。好ましい一実施例では、反射光偏向計測法が測定に使用される。別の好ましい実施例では、透過光偏向計測法が用いられる。別の好ましい実施例では、三角測量が反射モード又は透過モードのどちらかで使用される。制御点の測定は、最近堆積された添加層上の1つ若しくは複数の位置で行われてもよく、また、比較計算のため、以前の層上又はレンズ基材上の1つ若しくは複数の位置で行われてもよい。

【0109】

反射光測定を用いて、主に重合された添加層に関して情報が取得される。この情報は、レンズ基材（及び任意の以前の添加層）に関するデータと組み合わせられて、実際の結果を予期される結果とどのように比較するかが判断される。透過光測定を用いて、添加層がレンズ基材（及び任意の以前の添加層）とどのように組み合わせられてレンズ基材の性質を変更するかに関して、直接又は計算によって情報が得られてもよい。

【0110】

好ましい一実施例では、カメラは、照射光源とは異なる既知の位置に装着され、ステップ700の測定に使用される。この一実施例が、照射ビーム31及びカメラ41に関して図2に示されている。別の好ましい実施例では、(R, G, B)プロジェクタが使用され、プロジェクタの青色光は照射源として動作し、放射線重合可能な材料はプロジェクタの赤色又は緑色光には影響されない。その代わりに、カメラは、プロジェクタの赤色及び緑色チャンネルをその光源として使用して、塗布された層の光学的性質、及びレンズ表面又は以前の層に対する層の三次元形状を測定する。

【0111】

好ましい一実施例では、レンズ基材及びその重合された添加層は、これらの制御点測定に関して新しい位置に移動されない。再位置決め誤差を回避するため、インシチューの測定が望ましい場合がある。かかる測定システムでは、非重合化液体は、排水されるか、スピンオフされるか、又は別の方法で、所望に応じてステップ700の測定の前に、重合化層及びレンズ基材表面から除去されてもよい。別の実施例では、非重合化材料は制御点での測定の間除去されない。その代わりに、液体層と添加層とを区別する測定技術が設計される。例えば、測定技術は、精査されている全ての液体材料が重合化材料へと変換されたときにそれを検出してもよく、これは例えば、液体材料が、重合化材料とは異なる屈折率、反射率、又は透過率特性を有するとき可能であり得る。

【0112】

本発明の別の実施例では、レンズ基材はその重合化層と共に、ステップ700の測定のため、異なる好ましくは固定の位置へと移動させられる。これは、特に、液体塗布機器の周りで位置付けるのには適用可能又は便利ではないことがある光通過力測定を用いて、いくつかのタイプの測定デバイスを適応させるために好ましいことがある。

【0113】

精度及び再現性のため、使用される任意の測定システムが、層及び基材の位置を精密且つ繰り返し可能に特定することが重要となる。これは、加法的層設計に、また設計されたパラメータに従って適正な範囲で、添加層が塗布され重合化されているかを判断するために重要である。制御点測定に関してサンプルの位置付けの不正確さが大きすぎる場合、誤差が添加層の位置付けミスによって引き起こされているのか、又は単にカスタマイズされたアイウェア・レンズの誤った範囲で測定しているのかを判断することができない。

【0114】

これらの測定値は、重合化層によって引き起こされる実際の変化を、加法的層設計、及び塗布される重合された添加層の予期される結果と比較するのに使用される。次に、実際の結果と設計との間の誤差又は差の計算が行われる。

【0115】

10

20

30

40

50

本発明の添加層を塗布する方法の利点は、層の局所化された傾斜及び厚さほどには、塗布される各層の全体的な寸法精度に依存しない点である。添加層上の小さい点のわずかな不規則性は、後続の液体層塗布の間に滑らかにされるか、又は制御点の測定及び検査を介して（必要に応じて）補正されてもよい。これは、所与の範囲における特定の屈折力変化のための局所化された位置制御ではなく、全表面にわたって均一な変化を要し、またそれが予期される、スペクトル濾過に使用される従来の薄膜添加処理との明確な違いである。特に、カスタマイズされたレンズを作り出すのにいくつかの添加層が使用される場合、本発明によって製造プロセスのより広い許容差が可能になり、制御点における測定及び再計算は、任意の以前の許容不能な誤差に対して後続の添加層を調節するのに使用される。有利には、これらの制御点及び再計算により、本発明の方法を使用して、個々の層の誤差を補償し、カスタマイズされたアイウェア・レンズが構築される際の誤差の蓄積を防ぐことが可能になる。

10

【0116】

図1Bのステップ800で、ステップ700で測定された誤差（存在する場合は）、本発明のユーザによって確立された誤差限界と比較される。これらの誤差限界は、参照のため、またステップ700の計算において、ステップ200の加法的層設計計算内での最適化に使用するために含まれてもよく、又は別個の測定から予期される結果と手動で比較されてもよい。測定が許容される誤差範囲内である場合、ステップ900に続く。誤差が許容可能な値よりも大きい場合、ステップ820に進む。

20

【0117】

ステップ820が必要な場合、加法的層設計に対して補正基準が判断される。これは、重合化層の実際の性質に基づいた最適化計算の別の過程を伴ってもよく、訂正された加法的層設計をもたらしてもよい。訂正された加法的層設計に対して訂正された $t_L(x, y)$ の計算で使用される $z_{L-1}(x, y)$ の値は、制御点測定位置における、実際のレンズ基材表面及び/又は1つ若しくは複数の以前の添加層の直接測定から導き出すか又は得ることができる。それに加えて、計算は、加法的層設計に従って既に添加された層の数、又は以前の制御点以降に添加された層の数に基づいた、推定を使用してもよい。

30

【0118】

次に、加法的層設計に対する補正基準が、訂正された加法的層設計において実現するために計画され選択される。例えば、重合化材料が厚すぎる層で堆積されたことを誤差が示した場合、以前の誤差に適応するため、別の層がより薄く塗布されてもよい。別の実施例では、重合化材料が、その添加層に関して元々意図されていなかったレンズ基材の範囲上に存在する場合（例えば、別の範囲上にいくつかの液滴が飛んだ場合）、異なる屈折率を有する、又はこの誤差を隠すように改良するための光学的性質を有する後続層を塗布することによって、補正することが可能であってもよい。本発明によって包含される他の補正は、当業者によってこれらの実施例から認識されるであろう。訂正計画及び最適化に使用される計算方法は、光線追跡、波面伝播分析、曲率計算、及びゼルニク多次元多項式フィッティングなど、上述したのから選択されてもよく、又は当該分野で知られている他の方法が用いられてもよい。

40

【0119】

ステップ820で、塗布される次の重合化層に対する調節が判断される。好ましい一実施例では、これらの調節は、設計の1つ又は複数の追加の添加層に対する変化の形で具体化されてもよい。これは、大きい変化が必要な場合に望ましいことがあり、又は複数の放射線重合可能な材料若しくは複数の添加層塗布によってより簡単に適応される。

【0120】

ステップ820の調節は、次の添加層の位置、厚さ、及び/又は傾斜に対する変化を含んでもよい。別の実施例では、添加層の合計数が調節されてもよい。別の好ましい実施例では、調節は、1つ若しくは複数の後続の添加層に対する放射線重合可能な材料及び/又はその成分の変化を含んでもよい。別の好ましい実施例では、次の又は後続の添加層の選択的照射は、ステップ820で訂正を実施するように修正されてもよく、照射の変化を単

50

独で、又は塗布される層の変化と組み合わせて用いることができる。

【0121】

次の添加層に対する所望の調節がステップ820で判断されると、図1Bのステップ1000に進む。

【0122】

上述したように、ステップ800で大きすぎる誤差が測定され計算された場合、ステップ820の経路を辿る。堆積した重合された添加層に関してステップ800で測定した誤差（存在する場合）が許容可能な限界内であった場合、又は塗布される層の照射後に制御点がなかった場合（ステップ600）、ステップ900への代替の経路を辿る。これらの例では、追加の塗布された液体層に関してステップ900の決定点に進む。カスタマイズされたアイウェア・レンズに関する所望の新しい性質を作り出すために、1つの層で十分なことがある。いずれにせよ、発明者らは、一層設計の場合であっても結果を測定することを選択し（ステップ700）、カスタマイズされたレンズの実際の性能が設計から予期される結果と合致することを確認する。したがって、本発明による一層設計の場合、ステップ500、600、700、及び800を辿り、必要であれば、ステップ820及び1000を介した調節が必要に応じて行われる。他方で、ステップ200の加法的層設計は、カスタマイズされたアイウェア・レンズを達成するため、1つ又は複数の追加の添加層を要することがある。ステップ900は、次のどの一連のステップを辿るかをチェックする、設計のこの照会について記載している。

10

【0123】

カスタマイズされたレンズの所望の性質をもたらすために、加法的層設計によって追加の重合化層が不要の場合、プロセスの終了に進む。任意のステップ920は、加法的層設計が完了した後に、他のコーティングがカスタマイズされたレンズに添加されてもよいことを認識する。他のいくつかのコーティングの実例としては、ハードコート又は耐摩耗性コーティング、平滑化コーティング、フォトクロミック、清浄性を改善するコーティング、偏光コーティング、及びディスプレイ用途のための導電性コーティング又は能動コーティングが挙げられる。これらは、液相又は気相蒸着を含む、様々な既知の技術によって塗布されてもよい。気相蒸着技術（蒸気、雰囲気、コロナ、プラズマ、及び物理又は化学蒸着など）に特に適した例示的な追加のコーティングとしては、反射防止コーティング、フィルタ・コーティング、及び導電性コーティングが挙げられる。これら及び他のコーティングは、任意の追加のレンズ機構を提供するため、単独で又は組み合わせて塗布されてもよい。

20

30

【0124】

それに加えて、ステップ920の任意のコーティングは、コーティング内で、コーティングと共に、コーティング上に、又はコーティングの内部でレンズに追加される他の特徴を含んでもよい。これらの特徴のいくつかの実例としては、装飾的な刻印、転写マーク、装身具、埋込みチップ、ディスプレイ又はセンサ、微小光学部品、及びレンズ特定のための半可視の印が挙げられる。

【0125】

任意のステップ940は、所望に応じてレンズを後硬化するために使用することができる。後硬化は、塗布される添加層及びカスタマイズされたレンズのアニーリング、安定化、材料応力の緩和、緻密化、又はそれらの最終的性質の向上のために使用されてもよい。好ましい一実施例では、熱及び光に対する後硬化の暴露によって、一部の重合化材料の黄色度を低減させることができる。別の好ましい実施例では、後硬化は、レンズ基材及び/又は互いに対する添加層の一体的結合を強化することができる。後硬化ステップは、広いスペクトルの熱、赤外、若しくは他の形態のエネルギーに対するレンズの全体的な暴露、又は特定の波長若しくはエネルギー範囲に対する制御された暴露を伴うことがある。これは、場合によっては、アイウェア・レンズ作成における仕上げステップとして使用される。

40

【0126】

50

この時点で、加法的層設計（元の設計、若しくは制御点測定に基づいて訂正されたもの）に従って、最後の添加層が塗布され照射され、いずれかの任意のステップが行われると、本発明によるカスタマイズされたレンズの作成が完了する。

【0127】

本発明の別の実施例では、追加の重合化層が（ステップ900で照会されるような）加法的層設計の一部である場合、ステップ1000に進む。ステップ1000で塗布される放射線重合可能な材料は、ステップ300で塗布されるものと同じであってもよい。或いは、別の好ましい実施例では、ステップ1000で塗布される放射線重合可能な材料は、ステップ300で塗布されるものとは異なる放射線重合可能な材料を含んでもよい。別の好ましい実施例では、追加層の放射線重合可能な材料は、最初に塗布された層とは異なる成分を含む。別の好ましい実施例では、追加層の放射線重合可能な材料は、第1の放射線重合可能な材料とは測定可能な程度に異なる光学的又は物理的性質を有する。後続層はそれぞれ、以前の層とは異なる放射線重合可能な材料及び/又は成分を含んでもよく、或いは1つ若しくは複数の以前の層と同じであってもよい。かかるばらつきは本発明の範囲内であり、当業者には理解される。

【0128】

液状の放射線重合可能な材料の追加層は、以前の放射線重合された添加層に、添加層が以前に塗布されていない元のレンズ基材表面の部分に、又は層が以前に塗布されていない元の基材の表面に塗布されてもよい。別の好ましい実施例では、ステップ1000で塗布される層は、元のレンズ基材と1つ又は複数の以前に塗布された添加層との両方の組み合わせを架橋してもよい。参照をより簡単にするため、これらの選択肢及び他のばらつきは、追加の液体層がレンズ基材上に、及び/又は塗布区域と呼ばれるいずれか若しくは全ての以前の添加層の部分上に、にどのように存在するかを記載する。塗布区域は、追加の液体層がその選択的照射に先立って、どこに塗布されるか又は拡散されているかを特定する。例えば、第1の液体層が塗布され照射されて第1の添加層を形成した後、第2の液体層が、第1のレンズ基材表面の少なくとも一部分、第2のレンズ基材表面の少なくとも一部分、第1の添加層の少なくとも一部分、又はレンズ基材表面のうちの1つの少なくとも一部分と第1の添加層の一部分との組み合わせを含む、塗布区域に塗布されてもよい。同様の方式で、追加の液体層が、例えば、レンズ基材表面のうち1つ若しくは複数の部分、1つ若しくは複数の以前に塗布された添加層の部分、レンズ基材表面の一部分と以前に塗布された添加層の一部分両方の組み合わせ、又は2つ以上の以前に塗布された添加層の部分とレンズ基材表面の一部分との組み合わせを含む、塗布区域で塗布されてもよい。同じ塗布区域が複数の後続の液体層に対して使用されてもよく、又は異なる塗布区域が用いられてもよい。

【0129】

液体層から作成される添加層の最終範囲は、ほとんどの場合、塗布区域に等しいか又はそれよりも小さい範囲を占めるであろう。添加層の最終範囲は、添加層の前駆体液体層の塗布区域及び選択的照射の両方に応じて決まり、本発明の追加の添加層は、選択的に、制御された照射のその選択範囲でのみ形成される。それに加えて、液体層の制御された照射は、制御された照射の選択範囲内の結果として得られる添加層を、その範囲の塗布区域を構成する以前の層及び/又はレンズ基材表面に一体的に結合する。

【0130】

複数の液体層の塗布区域から得られる添加層の様々な位置付けのいくつかの実例が、図2に示される。添加層51は、レンズ基材11の表面の一部分上における、その一体的結合位置で示される。例示の添加層52は、添加層51の一部分又はレンズ基材11の表面の一部分上に（水平の断面線によって示されるように）重合化されている。これは、以前の構造を架橋する層の一実施例である。範囲53a、53b、及び53cを含む、本発明の一実施例に従って加工されているような、例示の層53が示される。この実施例では、レンズ基材は、照射の間に少なくとも正のy軸方向で移動されており（図面の右側に移動）、また、z方向の移動及びx方向の回転又は並進移動に晒されてもよい。照射ビームの左側

10

20

30

40

50

にある層 5 3 の部分 (5 3 a) は、レンズ基材の下方に 2 1 で示される液状の放射線重合可能な材料と同じく破線の印で示されるように、まだ液体層である。照射ビーム 3 1 の直下にある層 5 3 の範囲 (斜交平行線で示される範囲 5 3 b) は、選択的放射によって重合化されている。層 5 3 が水平の断面線で示される図 2 の右側の範囲 5 3 c は、照射ビーム 3 1 に対する暴露によって重合された添加層へと既に変換されている、塗布された液体層の範囲を示す。この実例の層 5 3 は、以前の添加層 5 2 の一部分上に塗布されており、その層は、層 5 1 若しくは 5 3 のどちらかと同じ又は異なる放射線重合された材料 (若しくは成分) を含んでもよい。

【 0 1 3 1 】

加法的層設計に従って塗布される放射線重合可能な材料の追加層は、複数の目的に役立つことができる。例えば、添加層は、以前の添加層の縁部作用を滑らかにすると共に、カスタマイズされたアイウェア・レンズの屈折力に寄与するように位置付けられ設計されてもよい。本発明のこの実施例では、平滑化層としても機能する添加層は、例えば、より薄くてもよく、又は以前の層よりも低い粘性若しくは低い表面張力を有してもよく、それによって、以前の添加層の縁部の上に拡散し、層状の輪郭を滑らかにする。これはまた、以前の層とはわずかに異なるレンズ上の位置で、平滑化添加層を塗布することによって遂行されてもよい。好ましい一実施例では、平滑化添加層の屈折率は、光学干渉作用を低減するため、以前の添加層に対して一致される。これはまた、添加層の縁部における段状の高さを低減するため、より薄い層と散在するより厚い層との組み合わせとして、加法的層設計を作り出すのに有用なことがある。

【 0 1 3 2 】

追加の添加層はまた、基材によって又は以前の添加層によって供給されるのとは異なる性質を有するカスタマイズされたレンズ表面上に、新しい範囲を提供するように設計されてもよい。この一実施例は、第 1 の塗布された添加層が 1 つの屈折率を有し、それをレンズ基材に添加することによって 1 つの屈折率を作り出す一方、ステップ 1 0 0 0 で塗布される層が、塗布されている領域に異なる屈折率及び異なる屈折率を作り出す、放射線重合可能な材料及び / 又は成分を含む場合であろう。

【 0 1 3 3 】

図 1 B のステップ 1 0 0 0 で次の液体層を塗布した後、ステップ 3 2 0、3 3 0、及び 3 4 0 で概説されている任意の測定及び後続の任意の動作のどちらかに進むか、又はステップ 4 0 0 に進む。任意のステップ 3 2 0、3 3 0、及び 3 4 0 を辿った場合、測定は、レンズ基材に対する、及び / 又は以前に塗布された添加層に対する、ステップ 1 0 0 0 で塗布された液体層の性質及び位置を評価してもよい。

【 0 1 3 4 】

ステップ 4 0 0 で、放射線は、第 1 の層に使用したのと同じ又は異なる周波数であってもよく、追加の重合された添加層を形成するため、同じ又は異なる値の波長範囲、エネルギー、及び空間分布に制御されてもよい。これらの制御されたパラメータは、層に使用される放射線重合可能な材料、並びに個々の層の位置、厚さ、及び / 又は傾斜によって判断される。例えば、ステップ 1 0 0 0 で塗布される層が、その波長範囲に対して透明である材料の代わりに反射性である以前の添加層の上に塗布される場合、放射線の異なるエネルギーが必要なことがあり、反射層は、實際上、照射範囲における液体層の二重暴露を可能にしてもよく、したがってかかる範囲に必要なエネルギーがより少なくてもよい。それに加えて、照射は、選択された範囲でのみ液体層から添加層を形成するように、加法的層設計に従って添加層を形成するように、また、添加層をその塗布区域に一体的に結合するように制御される。照射される任意の所与の液体層の選択された範囲はその層に特異的であるが、加法的層設計の要件に応じて、以前の添加層と同じ又は異なる位置で、その前駆体液体層から添加層を形成してもよい。

【 0 1 3 5 】

図示されるように、ステップのシーケンスは 2 つ以上の液体層に対して継続されてもよく、例えばステップ 3 4 0 又は 8 2 0 で生じる任意の訂正を含む、ステップ 2 0 0 で生成

10

20

30

40

50

される設計に依存する。シーケンスは、ステップ 900 でそれ以上の層が示されなくなるまで繰り返され、その時点で、任意のステップ 920 及び 940 に進んで、本発明のプロセスを完了する。

【0136】

別の好ましい実施例では、光開始剤を含む層が、ステップ 300 の直前若しくは直後に、又はステップ 1000 の直前若しくは直後に塗布される（この動作は、図 1A 及び図 1B のフローチャートには示されない）。光開始剤を含む層は、プロセスで使用される放射線重合可能な材料と適合性をもち、それらに一体的に結合することができる材料を含んでもよい。一実施例では、光開始剤を含む層は非常に薄くてもよいので、加法的層設計の屈折力全体に影響しない。光開始剤のこれらの任意の層は、隣接した放射線重合可能な層の硬化の深さ及び程度を制御し向上するための、発明者らによる 1 つの好ましい追加である。

10

【0137】

本発明の別の実施例では、添加層を形成する液状の放射線重合可能な液体層の 1 つ又は複数塗布される前に、プライマー層が塗布されてもよい。かかるプライマー層は、レンズ基材と後続の添加層との間で、又は積み重ねられた添加層の間で、付着を向上するか、又は応力若しくは熱膨張の不一致を改良してもよい。

【0138】

カスタマイズされたアイウェア・レンズが完成すると、個別に選択されたアイウェア・フレームに入れられてもよい。このステップを遂行するため、カスタマイズされたアイウェア・レンズをその最終サイズにエッジ加工するのが必要なことがある。或いは、本発明の好ましい一実施例では、レンズ基材は、添加層プロセスを行う前にフレームに適合するようにエッジ加工され、これによって最終的なアイウェアの組立てが単純化される。別の好ましい実施例では、レンズ基材及びアイウェア・フレームは、本発明のプロセスの前に共に適合され、アイウェアの組全体が添加層の塗布に進む。この実施例では、所望に応じて、新しい又は向上した特徴のため、添加層をアイウェア・フレーム並びにレンズ基材に塗布することができる。別の好ましい実施例では、添加層プロセスは、カスタマイズされたレンズと共に使用されるアイウェア・フレームを作り出すことができる。

20

【0139】

本発明の別の実施例では、レンズ基材の屈折力を、中間の屈折力値を含むカスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の屈折力の組へと変換する、加法的層設計が生成された場合、眼鏡フレームに挿入する前に、微細な研磨を完了するか、又はカスタマイズされたアイウェア・レンズを滑らかにするのが必要なことがある。本発明のこの実施例は、例えば、カスタマイズされたアイウェア・レンズをその最終仕向地まで運送しなければならず、運搬の際に掻き傷が作られる恐れがあるときに実用的であってもよく、カスタマイズされたレンズを作成した後の最終仕上げは、複雑な包装及び取扱いよりも効率的であり、コストが低いことがある。

30

【0140】

別の実施例では、加法的層設計は、レンズ基材の屈折力特性を、カスタマイズされたアイウェア・レンズに対する所望の光学的性質の組へと変換し、レンズ基材の他の性質をカスタマイズされたレンズに対する追加の中間的性質へと変換してもよい。一実施例として、加法的層設計は、屈折力の変化に加えて、カスタマイズされたレンズに対してフォトリソミック、偏光、又は耐引っ掻き性能を追加する、放射線重合可能な材料又は成分を含んでもよい。この実施例などのカスタマイズされたアイウェア・レンズは、任意に、ステップ 920 で、平滑化層、AR コーティング、又はカスタマイズされたアイウェア・レンズの機能的若しくは保護属性を完成させる他のコーティングを用いて、更にコーティングされてもよい。

40

【0141】

これらのばらつき及び構成は、全ての可能な実施例の包括的なものではないが、当業者が本発明の範囲内であると認識するであろう実施例を提供する。

50

【 0 1 4 2 】

次に、本発明について、以下の非限定的実例を参照して更に具体的な詳細を記載する。

【 0 1 4 3 】

「実例 1」

完成品の収束レンズ基材は、凹状面が露出するようにして固定のマウント内で保持される（レンズ基材の凹状面は、カスタマイズされたレンズが着用されたときに目に最も近くなる表面である）。この実例では、加法的層設計は、それぞれ約 10 マイクロメートルの厚さであり、スプレーコーティングメカニズムを使用してレンズ基材の凹状面上に堆積される放射線重合可能な材料で構成される、連続する添加層で生成される。この実例における加法的層設計の目的は、そのフレームに装着されたときにカスタマイズされたアイウェア・レンズの下側半分になる部分上に位置する、+ 2.00 ジオプトリの加入度数領域を形成することである。この実例では、 $n = 1.5$ の屈折率を有するレンズ基材が使用され、添加層が、1.5 の屈折率を有する放射線重合された材料を含む場合、+ 2.00 ジオプトリの屈折力を有する領域を作り出すため、それぞれ厚さ約 10 マイクロメートルの 200 の添加層を塗布することが必要になる。この実例では、スプレーコーティングによって塗布される液体層は、照射の際に蒸発し緻密化して、添加層の重合化され一体的に結合された材料を形成するのを可能にするため、10 マイクロメートルよりもわずかに厚くすることが必要になる。

10

【 0 1 4 4 】

各液体層は、放射線重合された材料の添加層を作り出すため、UV レーザー光源及びデジタル光加工プロジェクトを使用して作られる、投射パターンを照射される。放射線重合可能な材料は、レンズ基材との、また連続する重合された添加層との一体的な結合を形成するように選択される。堆積され重合された層の局所的な曲率を測定するのに、シャック - ハルトマンセンサが使用され、各添加層の予期される結果と比較される。

20

【 0 1 4 5 】

この実例では、第 1 の層は、完成品のレンズ基材における凹状面の範囲の約半分に塗布される（このレンズ基材の半分は、最終的なアイウェア・フレームに装着されるような結果として得られるカスタマイズされたアイウェア・レンズの下側半分に対応する）。UV 放射の投射パターンは、レンズ基材上に一体的に結合される重合化材料のパターンを作り出す。この実例の場合、投射パターンは、円形の形状であり、選択された範囲で液体層に方向付けられる照射ビームとして選択されて、少なくとも直径 8 mm であってレンズ基材の凹状面上の中心の下少なくとも 8 mm を中心とする、放射線重合された材料の円形範囲を作り出す。この実例の場合、照射される選択された範囲（重合化材料の添加層を作り出す）は、液体層が塗布される合計面積よりも小さい。非重合化材料は基材から洗い流される。

30

【 0 1 4 6 】

この実例の制御点において、添加層を有する凹状面は、シャック - ハルトマン型センサを用いて測定されて、 $N - 1$ と指定される最後の添加層を塗布した後の現在の凹状面の曲率が計算される。測定結果は、層 $N - 1$ における計算された加法的層設計と比較され、続く層の幾何学形状が、層 N （塗布される次の層）の要求される曲率が次式の通り調節されるように補償される。（層 N に対して設計された曲率） - （層 $N - 1$ の誤差曲率）

40

【 0 1 4 7 】

測定によって見出される誤差調節を使用して、放射線重合可能な材料の次の層が、以前の液体層と同じ範囲上にスプレーコーティングによって塗布される。この実例では、次の液体層範囲は、以前に重合された添加層の縁部を越えて延在する。この次の液体層は、第 1 の層と同じ放射線パターンで照射されて、放射線重合された材料の以前の添加層の上に別の添加層を作り出す。シャック - ハルトマンセンサを使用した測定は、塗布される次の添加層に対する結果を確認するか、又は調節を生成するのに使用される。このプロセスは、このカスタマイズされたアイウェア・レンズの添加層の範囲で所望の + 2.00 ジオプトリの加入度数が達成されるまで、複数層に対して繰り返される。

50

【 0 1 4 8 】

この事例では、10層毎に、円形照射ビームの範囲を越えて延在する別の投射光パターンで照射されて、縁部を滑らかにする目的でわずかに大きい添加層が作り出される。

【 0 1 4 9 】

「事例2」

仕上げられ研磨された凸状面を有する完成品のプラノレンズ基材は、図2に示されるようなものなどの構成で凹状面が添加層プロセスに対して暴露されるようにして、支持メカニズムに取り付けられる。初期基材の上に構築される層の体積は、個々の層がそれぞれ任意の点で100マイクロメートル以下の厚さであるように、異なる厚さを有する一連の連続層として計算される。

10

【 0 1 5 0 】

(R, G, B) プロジェクタからの青色光が、加法的層設計における液状の放射線重合可能な材料を照射し、選択的に重合化するのに使用される。赤色及び青色チャンネルは、具体的には、材料の反応又は重合化を引き起こすことができる範囲外の波長分布を有するように選択される。

【 0 1 5 1 】

支持メカニズムに取り付けられる前に、レンズの凸状面は、重合化に使用されている青色光に対して不透明なプラスチックフィルム(図2には図示なし)で被覆される。これにより、レンズ基材の凸状面が、添加層プロセスの間に変更されないように保護される。支持メカニズムは、1マイクロメートルの精度で、Y及びZ方向でのレンズ基材11の移動を可能にするように設計される。支持メカニズムはまた、1mradの精度を有する角度で、X軸を中心にしてレンズ基材を回転させることができる。支持メカニズムは、液状の放射線重合可能な材料21を保持しているタンクにレンズを導入する。レンズ基材の位置(Y, Z,)は任意の時間tに対して既知であり、レンズの凹状面に塗布される各層に対して計算された軌道を進む。軌道は、任意の瞬間tに対して液面とレンズの凹状面との接触点を推定する。軌道はまた、凹状面と液体との接触角を推定する。

20

【 0 1 5 2 】

(R, G, B) プロジェクタは、液状の放射線重合可能な材料21を保持するタンクの上で、垂直位置(図2にビーム31として示される)で装着される。

【 0 1 5 3 】

カメラ(図2の41)は、液状の放射線重合可能な材料21を保持するタンクの上で、傾斜位置で装着される。プロジェクタの赤色及び緑色チャンネル並びにカメラは、構造化された光パターンを使用する三角測量システムとして使用されて、照射ビーム31と液体層(53)との間の推定される接触区域の周りにおける液面の三次元形状、又はビーム31とカメラ41の視界との交差領域における添加層の三次元形状のどちらかが測定される。プロジェクタ及びカメラのシステムは、投射及び集光光学部品をそれぞれ組み込んで、測定野がY方向に沿って約5mm、X方向に沿って20mmであることを担保する。液体層の(図1Aのステップ320と同様の)、又は添加層の(図1Bのステップ700と同様の)(X, Y, Z)座標の測定は、測定野の1/1000の精度で達成することができる。

30

40

【 0 1 5 4 】

構築されている層それぞれの滑らかさは、照射プロセス中のレンズの一定運動によって、また、各点(X, Y, Z)に関して塗布される液面に対する照射の異なる分布による、異なる配向(角度)で構築される異なる添加層の組み合わせによって達成される。滑らかさはまた、レンズ基材表面又は以前の添加層上における位置に対する、後続の添加層の異なる位置によって達成することができる。

【 0 1 5 5 】

この配置では、液体層の表面(図1Aのステップ320と同様)及び重合された添加層の表面(図1Bのステップ700と同様)の両方が、同じプロジェクタカメラの3D位置合わせメカニズムを使用して、接触なしで測定される。重合された添加層を測定する場合

50

、液状の放射線重合可能な材料 2 1 を、図 2 に示されるように、重合された添加層の範囲の下方に下げることができる。

【 0 1 5 6 】

測定は、各層の後に、又は N 層毎の後に行われる。表面で検出された誤差は、所望の全体設計を構築するために塗布される次の層の調節を計算するのに使用される。

【 0 1 5 7 】

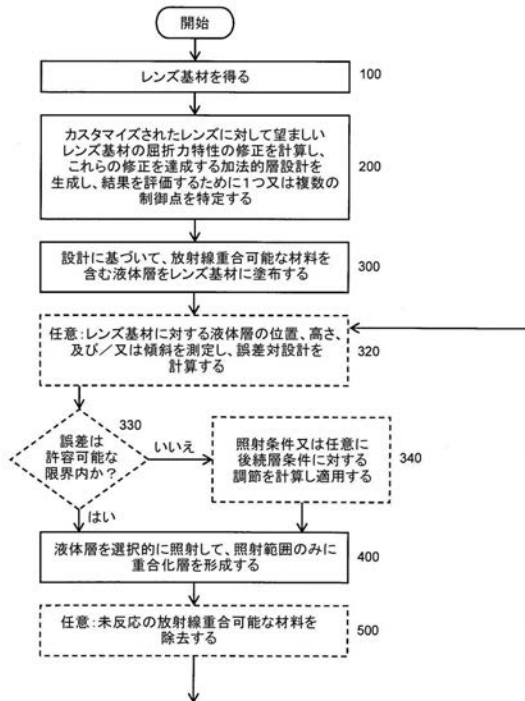
「 実 例 3 」

別の実施例では、実例 2 の支持メカニズム及び浸漬方法が、異なる光源及び測定システムと共に使用される。実例 3 の場合、LCD スクリーンのような拡大され構造化された光源が照射に使用される。カメラ及び拡大光源は、三角測量によって、レンズ基材の凹状面に近接した液体の表面を測定する。それに加えて、カメラ及び拡大光源は、何らかの誤差に関して重合された添加層の形状を測定するのに使用され、加法的層設計の次の層の位置、厚さ、又は傾斜は、計算された誤差に基づいて調節される。

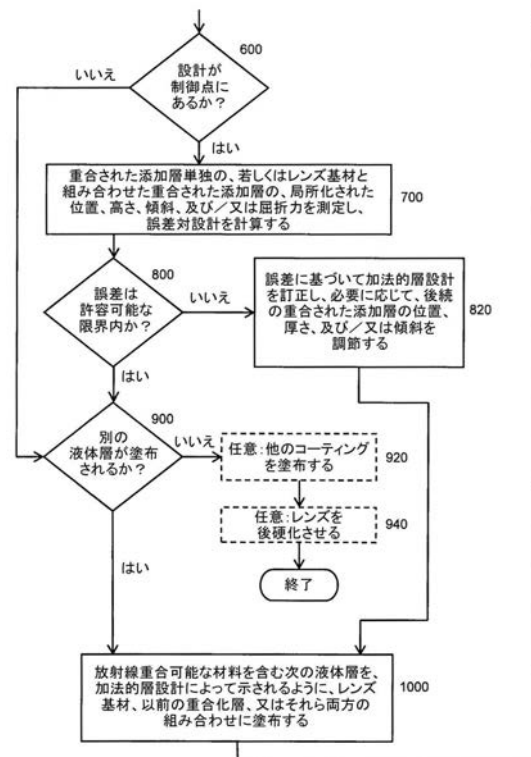
【 0 1 5 8 】

好ましい実施例、及びそれら実施例の複数の変形又は派生を参照して、本発明について詳細に開示してきたが、当業者であれば、本発明の概念及び範囲から逸脱することなく、追加の置換、組み合わせ、及び修正が可能であることを認識するであろう。これら及び類似の変形は、本明細書の説明及び図面を精査した後で当業者には明白となる。したがって、本発明は以下の特許請求の範囲によって特定される。

【 図 1 A 】

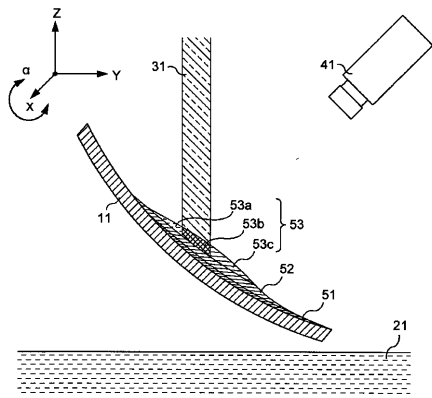


【 図 1 B 】



【 図 2 】

FIG. 2



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2015/001351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B29D11/00 G02B27/00 ADD.		
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) B29D G02B		
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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 474 404 A1 (LUXEXCEL HOLDING BV [NL]) 11 July 2012 (2012-07-11) paragraphs [0032], [0034]; figure 2	1-21
X	WO 2013/167528 A1 (LUXEXCEL HOLDING B V [NL]) 14 November 2013 (2013-11-14) page 2, lines 23-29; claims	1-21
A	EP 2 604 414 A1 (ESSILOR INT [FR]) 19 June 2013 (2013-06-19) paragraphs [0019], [0026]; claims 1, 3, 6	1-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 September 2015		Date of mailing of the international search report 08/10/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Pipping, Lars

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2015/001351

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2474404	A1	11-07-2012	CN 103459116 A	18-12-2013
			EP 2474404 A1	11-07-2012
			EP 2661345 A1	13-11-2013
			JP 2014502931 A	06-02-2014
			US 2013286073 A1	31-10-2013
			WO 2012093086 A1	12-07-2012

WO 2013167528	A1	14-11-2013	CN 104302464 A	21-01-2015
			EP 2846983 A1	18-03-2015
			JP 2015515937 A	04-06-2015
			US 2015093544 A1	02-04-2015
			WO 2013167528 A1	14-11-2013

EP 2604414	A1	19-06-2013	AU 2012351564 A1	26-06-2014
			CN 103998215 A	20-08-2014
			EP 2604414 A1	19-06-2013
			EP 2790901 A1	22-10-2014
			JP 2015501010 A	08-01-2015
			KR 20140103937 A	27-08-2014
			US 2014375950 A1	25-12-2014
			WO 2013087860 A1	20-06-2013

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 1/18 (2015.01)	G 0 2 B 1/18	
G 0 2 B 1/16 (2015.01)	G 0 2 B 1/16	
G 0 2 B 5/23 (2006.01)	G 0 2 B 5/23	
G 0 2 B 5/22 (2006.01)	G 0 2 B 5/22	
G 0 2 B 5/26 (2006.01)	G 0 2 B 5/26	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 アンブラー、デイヴィッド、マーク
アメリカ合衆国、カリフォルニア、ランチョ パロス ベルデス、スプリングブレーク ロード
2 7 1 0 5

(72) 発明者 クレスポ ヴァスケス、ダニエル
スペイン国、マドリッド、カジェ エンシナス、2 3

(72) 発明者 アロンソ フェルナンデス、ホセ
スペイン国、マドリッド、カジェ セザール パストール、1、エ - 4 - 1

(72) 発明者 キローガ、フアン、アントニオ
スペイン国、マドリッド、カジェ サンタ エングラシア、6、プランタ 1、インディセン オ
プティカル テクノロジーズ、エセ . エレ . 気付

F ターム(参考) 2H006 BE00 BE02

2H148 CA04 CA13 CA19 CA20 CA23 CA24 DA04 DA12 DA22 DA24

FA09 FA12 FA22

2K009 AA09 AA15 BB02 BB11 CC21 DD02 DD05