

明 細 書

発明の名称：眼鏡レンズの製造方法、および眼鏡レンズ

技術分野

[0001] 本発明は、眼鏡レンズの製造方法、および眼鏡レンズに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、近視等の屈折異常の進行を抑制する眼鏡レンズが記載されている。具体的には、眼鏡レンズの物体側の面である凸面に対し、例えば、直径 1 mm 程度の球形状の微小凸部を形成している。眼鏡レンズでは、通常、物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、装用者の網膜上にて焦点を結ばせる。その一方、上記の微小凸部を通過した光束は、装用者の網膜よりも物体側寄り（手前側）の位置にて焦点を結ばせる。その結果、近視の進行が抑制される。

[0003] また、特許文献 2 には、上記の微小凸部を形成するための凹部を有する眼鏡レンズ成形型の製造方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：米国出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 3 1 5 6 7 号

特許文献 2：国際公開 2 0 1 9 / 1 2 4 3 5 3 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 2 に記載されている製造方法では、金属製の成形型（以下、金型ともいう）を用いるため、レンズ基材の材料や設計タイプが限定されてしまうという問題がある。また、金型の製造コストが高いため、金型の凸面の種類を多く準備するのが難しく、眼鏡レンズの凸面カーブが限定されることで、眼鏡レンズの光学処方が限定されてしまうという問題がある。

[0006] 本発明の一実施形態は、凹部を有する成形型を用いることなく、近視進行を抑制できる眼鏡レンズを製造できる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の第1の態様は、
少なくとも一方の主面上に、樹脂を含むハードコート膜が形成されたレンズ基材を準備する工程と、
前記ハードコート膜に対してレーザを照射し、前記レンズ基材または前記ハードコート膜の少なくとも一方が隆起した隆起部を複数形成する隆起部形成工程と、を有する、眼鏡レンズの製造方法である。
- [0008] 本発明の第2の態様は、
前記隆起部形成工程では、前記ハードコート膜が、レーザの照射によって局所的に膨張することにより、前記隆起部を形成する、上記第1の態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。
- [0009] 本発明の第3の態様は、
前記隆起部形成工程では、前記レンズ基材が、レーザの照射によって局所的に膨張することにより、前記隆起部を形成する、上記第1の態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。
- [0010] 本発明の第4の態様は、
樹脂を含むレンズ基材を準備する工程と、
前記レンズ基材に対してレーザを照射し、前記レンズ基材が隆起した隆起部を複数形成する隆起部形成工程と、を有する、眼鏡レンズの製造方法である。
- [0011] 本発明の第5の態様は、
前記レンズ基材が隆起した隆起部を含む前記レンズ基材の少なくとも一方の主面上に、ハードコート膜を形成する工程をさらに有する、上記第4の態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。
- [0012] 本発明の第6の態様は、
前記ハードコート膜は、紫外線硬化樹脂を含む、上記第5の態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。
- [0013] 本発明の第7の態様は、

前記レーザは、 CO_2 レーザである、上記第1から第6のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。

[0014] 本発明の第8の態様は、

前記レーザの放射強度分布は、ガウシアン分布である、上記第1から第7のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。

[0015] 本発明の第9の態様は、

前記隆起部形成工程では、前記レーザの照射距離を、前記レーザの焦点距離より大きく、または小さくして照射する、上記第1から第8のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。

[0016] 本発明の第10の態様は、

眼鏡レンズは近視進行抑制レンズであって、
前記隆起部は、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ、上記第1から第9のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズの製造方法である。

[0017] 本発明の第11の態様は、

物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース部と、
前記ベース部と接する隆起部であって、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数の隆起部と、を備える眼鏡レンズであって、
前記眼鏡レンズは、レンズ基材と、前記レンズ基材上に形成されたハードコート膜を含み、
前記複数の隆起部は、前記ハードコート膜の表面が隆起したものである、眼鏡レンズである。

[0018] 本発明の第12の態様は、

物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース部と、
前記ベース部と接する隆起部であって、前記隆起部の少なくとも一部を通過

する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数の隆起部と、を備える眼鏡レンズであって、

前記眼鏡レンズは、レンズ基材と、前記レンズ基材上に形成されたハードコート膜を含み、

前記複数の隆起部は、前記レンズ基材の熱膨張による表面の隆起を、前記ハードコート膜が被覆して形成されたものである、眼鏡レンズである。

[0019] 本発明の第 13 の態様は、

眼鏡レンズは近視進行抑制レンズであって、前記隆起部は、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が、眼球を介し、網膜に到達する手前に収束し、発散光として網膜に入射する構成を有する、上記第 11 または第 12 の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0020] 本発明の第 14 の態様は、

前記複数の隆起部の表面形状は、中央に凹部を有する、上記第 11 または第 12 の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0021] 本発明の第 15 の態様は、

前記複数の隆起部の表面形状は、ガウシアン分布を有する釣鐘形状である、上記第 11 または第 12 の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0022] 本発明の第 16 の態様は、

前記複数の隆起部の表面形状は、球面形状である、上記第 11 または第 12 の態様に記載の眼鏡レンズである。

発明の効果

[0023] 本発明の一実施形態によれば、凹部を有する成型型を用いることなく、近視進行を抑制できる眼鏡レンズを製造できる技術を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る眼鏡レンズ 100 の物体側の面の平面図である。

[図2A]図 2 A は、本発明の第 1 実施形態に係る隆起部 20 の表面形状の一例

を模式的に示す断面図である。

[図2B]図2Bは、本発明の第1実施形態に係る隆起部20の表面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[図2C]図2Cは、本発明の第1実施形態に係る隆起部20の表面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[図3]図3は、本発明の第1実施形態に係る眼鏡レンズ100の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図4]図4は、本発明の第1実施形態に係る隆起部形成工程S103におけるレーザの照射の様子を模式的に示す図である。

[図5]図5は、本発明の第2実施形態に係る眼鏡レンズ100の製造方法の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0025] [本発明の実施形態の詳細]

次に、本発明の一実施形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0026] 本明細書で挙げる眼鏡レンズは、物体側の面と眼球側の面とを有する。「物体側の面」とは、眼鏡レンズを備えた眼鏡が装用者に装用された際に物体側に位置する表面であり、「眼球側の面」とは、その反対、すなわち眼鏡レンズを備えた眼鏡が装用者に装用された際に眼球側に位置する表面である。この関係は、眼鏡レンズの基礎となるレンズ基材においても当てはまる。つまり、レンズ基材も物体側の面と眼球側の面とを有する。

[0027] なお、本明細書において、「A～B」とは、「A以上B以下」の数値範囲であることを意味する。

[0028] <本発明の第1実施形態>

(1) 眼鏡レンズ

図1は、本実施形態の眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。本実

施形態の眼鏡レンズ１００は、ベース部１０と、複数の隆起部２０とを備えている。ベース部１０は、物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるように構成されている。複数の隆起部２０は、ベース部１０と接しており、隆起部２０の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つように構成されている。例えば、隆起部２０の少なくとも一部を通過する光束が、眼球を介し、網膜に到達する手前（網膜よりも物体側の位置）に収束し、発散光として網膜に入射する構成とすることができる。

- [0029] ベース部１０は、装用者の処方にもとづいて決定された光学面を有する。すなわち、装用者の処方屈折力を実現可能な形状の部分であり、特許文献１の第１の屈折領域に対応する部分である。
- [0030] 隆起部２０は、その領域の中の少なくとも一部がベース部１０による集光位置には集光させない領域である。隆起部２０は、隆起した形状の部分であり、特許文献１の微小凸部に対応する部分である。本実施形態の眼鏡レンズ１００は、特許文献１に記載の眼鏡レンズと同様、近視進行抑制レンズである。特許文献１の微小凸部と同様、本実施形態の複数の隆起部２０は、眼鏡レンズ１００の２つの主面のうち、物体側の面または眼球側の面の少なくとも一方に形成されていればよい。本実施形態においては、眼鏡レンズ１００の物体側の面（凸面）のみに複数の隆起部２０を設けた場合を例示する。
- [0031] 複数の隆起部２０は、例えば、島状に（つまり、互いに隣接することなく離間した状態で）配置されている。複数の隆起部２０の配置態様は、特に限定されない。本実施形態においては、図１に示すように、各隆起部２０の中心が正三角形の頂点となるように各々独立して離散配置されている場合（以下、正三角形配置ともいう）を例示する。なお、眼鏡レンズ１００が備える複数の隆起部２０の個数は、特に限定されない。
- [0032] 特許文献１の図１に記載のように、眼鏡レンズ１００の中央部に隆起部２０を形成しない領域を設けてもよいし、特許文献１の図１０に記載のように、眼鏡レンズ１００の中央部に隆起部２０を形成しない領域を設けなくてもよ

い。本実施形態では、図 1 に示すように、眼鏡レンズ 100 の中央部に隆起部 20 を形成しない領域を設けた場合を例示する。なお、本明細書において、眼鏡レンズ 100 の中央部とは、眼鏡レンズ 100 のレンズ中心（幾何中心、光学中心、または芯取り中心）およびその近傍を意味する。本実施形態では、眼鏡レンズ 100 の装用者が正面視をした際の視線がレンズ中心を通過する場合を例示する。

[0033] 図 2 A、図 2 B、および図 2 C は、隆起部 20 の表面形状の一例を模式的に示す断面図である。隆起部 20 の表面形状は、図 2 A に示すように、中央に凹部を有していてもよいし、図 2 B に示すように、ガウシアン分布（正規分布曲線）を有する釣鐘形状であってもよいし、図 2 C に示すように、球面形状であってもよい。また、それらが混在していてもよい。なお、本明細書において、ガウシアン分布を有する釣鐘形状とは、ガウシアン分布に近似できる曲線を有する形状も含むものとする。また、球面形状とは、表面が完全な球面である形状の他、表面が球面に近似できる形状も含むものとする。

[0034] 隆起部 20 の径 D は、例えば、 $0.6 \sim 2.0 \text{ mm}$ であり、高さ h は、例えば、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ である。また、隆起部 20 の表面形状が、図 2 A に示すように、中央に凹部を有している場合、凹部の深さ d は、例えば、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。

[0035] (2) 眼鏡レンズの製造方法

図 3 は、本実施形態の眼鏡レンズ 100 の製造方法の一例を示すフローチャートである。図 3 に示すように、本実施形態の眼鏡レンズ 100 の製造方法は、例えば、レンズ基材形成工程 S101 と、ハードコート膜形成工程 S102 と、隆起部形成工程 S103 と、反射防止膜形成工程 S104 と、を有している。

[0036] (レンズ基材形成工程 S101)

レンズ基材形成工程 S101 は、例えば、ガラスモールド等の成型型を用いて、注型重合を行うことにより、レンズ基材を形成する工程である。

[0037] レンズ基材としては、眼鏡レンズに一般的に使用される各種レンズ基材を使

用可能である。レンズ基材は、例えばプラスチックレンズ基材またはガラスレンズ基材としてもよい。ガラスレンズ基材は、例えば無機ガラス製のレンズ基材としてもよい。レンズ基材としては、軽量で割れ難いという観点から、プラスチックレンズ基材が好ましい。プラスチックレンズ基材としては、(メタ)アクリル樹脂をはじめとするスチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、アリル樹脂、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート樹脂(CR-39)等のアリルカーボネート樹脂、ビニル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエーテル樹脂、イソシアネート化合物とジエチレングリコールなどのヒドロキシ化合物との反応で得られたウレタン樹脂、イソシアネート化合物とポリチオール化合物とを反応させたチオウレタン樹脂、分子内に1つ以上のジスルフィド結合を有する(チオ)エポキシ化合物を含有する硬化性組成物を硬化した硬化物(一般に透明樹脂と呼ばれる。)が挙げられる。硬化性組成物は、重合性組成物と称しても構わない。レンズ基材としては、染色されていないもの(無色レンズ)を用いてもよく、染色されているもの(染色レンズ)を用いてもよい。レンズ基材の厚さおよび直径は特に限定されるものではないが、例えば、厚さ(中心肉厚)は1~30mm程度としてよく、直径は50~100mm程度としてもよい。レンズ基材の屈折率は、例えば、1.60~1.75程度としてもよい。ただしレンズ基材の屈折率は、この範囲に限定されるものではなく、この範囲内でも、この範囲から上下に離れていてもよい。本発明および本明細書において、屈折率とは、波長500nmの光に対する屈折率をいうものとする。

[0038] ここで、従来の近視進行を抑制する眼鏡レンズの製造方法においては、微小凸部を形成するための凹部を有する成型型を用いていた。これに対し、本実施形態のレンズ基材形成工程S101では、凹部を有する成型型を用いる必要はない。これにより、眼鏡レンズ100の製造コストを低減することができる。また、微小凸部の設計に応じた成型型をそれぞれ準備する必要がなく、成型型に汎用性を持たせることができる。

[0039] また、従来の近視進行を抑制する眼鏡レンズの製造方法においては、微小凸

部を形成するための成形型に対する凹部の加工を精度よく行うため、切削加工を施した金型を用いていた。これに対し、本実施形態のレンズ基材形成工程S101では、微小凸部を形成するための凹部の加工を行う必要がないため、金型の他、ガラスモールド等の成形型も用いることができる。したがって、上述のような、多種多様なレンズ基材の材料を用いることが可能となる。つまり、近視進行抑制レンズである眼鏡レンズ100の設計の自由度を向上させることができるといえる。特に、金型を用いた場合、製造上の問題から、レンズ基材の材料がポリカーボネート樹脂に限定されてしまうことが懸念される。具体的には、例えば、ポリカーボネート樹脂等の熱可塑性樹脂は、射出成型によって短時間での成形が実現可能であり、高価な金型を多数用意しなくてもレンズ基材の大量生産に対応することができる。ところが、ポリカーボネート樹脂以外の重合タイプの樹脂材料（例えば、熱硬化性樹脂）は、反応に時間がかかるため、生産性が低下する。そして、この問題を解消して、レンズ基材の大量生産に対応しようとする、高価な金型を多数用意しなくてはならない。一方、本願発明によれば、金型の用意が不要となる。したがって、レンズ基材の材料にかかわらず、効率が良く、生産コストを過大にさせない条件での製造が可能となる。例えば、屈折率が1.60超の高屈折率材料等（熱硬化性樹脂である場合が多い）の樹脂材料を用いる場合に、本発明の効果が顕著に得られる。

[0040]（ハードコート膜形成工程S102）

ハードコート膜形成工程S102は、例えば、レンズ基材形成工程S101にて形成したレンズ基材の少なくとも一方の主面上（好ましくは両主面上）に、樹脂を含むハードコート膜を形成する工程である。なお、レンズ基材形成工程S101とハードコート膜形成工程S102とを合わせて、少なくとも一方の主面上に、樹脂を含むハードコート膜が形成されたレンズ基材を準備する、レンズ基材準備工程としてもよい。

[0041] ハードコート膜形成工程S102では、ハードコート膜を形成する方法は特に限定されず、例えば、スピコート法やディップ法等を用いることができ

る。

[0042] ハードコート膜としては、硬化性化合物を含む硬化性組成物を硬化して形成される硬化膜が挙げられる。ハードコート膜は、眼鏡レンズの耐久性向上に寄与する。硬化性化合物とは硬化性官能基を有する化合物を意味し、硬化性組成物とは硬化性化合物を一種以上含む組成物を意味する。

[0043] ハードコート膜を形成するための硬化性組成物としては、硬化性化合物として有機ケイ素化合物を含む硬化性組成物を挙げることができ、有機ケイ素化合物とともに金属酸化物粒子を含む硬化性組成物を挙げることできる。ハードコート膜を形成可能な硬化性組成物の一例としては、特開昭63-10640号公報に記載されている硬化性組成物が挙げられる。

[0044] また、有機ケイ素化合物の一態様としては、下記一般式(1)で表される有機ケイ素化合物およびその加水分解物を挙げることできる。



[0045] 一般式(1)中、 R^1 は、グリシドキシ基、エポキシ基、ビニル基、メタクリルオキシ基、アクリルオキシ基、メルカプト基、アミノ基、フェニル基等を有する有機基を表し、 R^2 は炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアシル基または炭素数6～10のアリール基を表し、 R^3 は炭素数1～6のアルキル基または炭素数6～10のアリール基を表し、 a および b はそれぞれ0または1を示す。

[0046] R^2 で表される炭素数1～4のアルキル基は、直鎖または分岐のアルキル基であって、具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基等が挙げられる。 R^2 で表される炭素数1～4のアシル基としては、例えば、アセチル基、プロピオニル基、オレイル基、ベンゾイル基等が挙げられる。 R^2 で表される炭素数6～10のアリール基としては、例えば、フェニル基、キシリル基、トリル基等が挙げられる。 R^3 で表される炭素数1～6のアルキル基は、直鎖または分岐のアルキル基であって、具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル等が挙げられる。 R^3 で表される炭素数6～10のアリール基としては、例えば、フェニル基、キ

シリル基、トリル基等が挙げられる。一般式(1)で表される化合物の具体例としては、特開2007-077327号公報の段落0073に記載されている化合物を挙げられる。一般式(1)で表される有機ケイ素化合物は硬化性基を有するため、塗布後に硬化処理を施すことにより、ハードコート膜を形成できる。

[0047] 金属酸化物粒子は、硬化膜の屈折率の調整および硬度向上に寄与し得る。金属酸化物粒子の具体例としては、酸化タングステン(WO₃)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ケイ素(SiO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化チタニウム(TiO₂)、酸化ジルコニウム(ZrO₂)、酸化スズ(SnO₂)、酸化ベリリウム(BeO)、酸化アンチモン(Sb₂O₅)等の粒子が挙げられ、単独または2種以上の金属酸化物粒子を組み合わせ使用可能である。金属酸化物粒子の粒径は、ハードコート膜の耐擦傷性と光学特性とを両立する観点から、5～30nmの範囲であることが好ましい。硬化性組成物の金属酸化物粒子の含有量は、形成されるハードコート膜の屈折率および硬度を考慮して適宜設定可能であり、通常、硬化性組成物の固形分あたり5～80質量%程度としてもよい。また、金属酸化物粒子は、ハードコート膜中での分散性の点から、コロイド粒子であることが好ましい。

[0048] ここで、従来の近視進行を抑制する眼鏡レンズの製造方法においては、微小凸部が形成されたレンズ基材上に、ハードコート膜を形成するため、微小凸部がハードコート膜によって埋もれないよう、ハードコート膜の膜厚を薄くする必要があった(例えば、2μm未満)。これに対し、本実施形態のハードコート膜形成工程S102では、微小凸部が形成されていないレンズ基材上に、ハードコート膜を形成するため、ハードコート膜の膜厚に特に制限がない(例えば、ハードコート膜の膜厚を0.1～100μmとしてもよい)。つまり、近視進行抑制レンズである眼鏡レンズ100の設計の自由度を向上させることができるといえる。特に、ハードコート膜の膜厚を2μm以上とすることで、眼鏡レンズ100の対擦傷性を向上させることができる。また、微小凸部の周辺に液だまりが発生することもなく、設計通りのデフォー

カスが得られないといったリスクを低減することができる。

[0049] (隆起部形成工程 S 1 0 3)

隆起部形成工程 S 1 0 3 は、例えば、ハードコート膜形成工程 S 1 0 2 にて形成したハードコート膜に対してレーザを照射し、ハードコート膜上に、レンズ基材またはハードコート膜の少なくとも一方が隆起した隆起部 2 0 を複数形成する工程である。ハードコート膜は樹脂を含んでいるため、レーザの照射によって局所的に軟化・膨張することで、隆起部 2 0 が形成される場合がある。すなわち、レンズ基材上に形成されたハードコート膜がレーザ照射によって熱膨張して局所的に膜厚が増加し、その表面が隆起して、隆起部 2 0 が形成される。つまり、この場合の隆起部 2 0 は、ハードコート膜の表面が隆起したものである。また、レンズ基材が樹脂を含んでおり、ハードコート膜よりもレーザの吸収性が高い場合には、レンズ基材が軟化・膨張し、ハードコート膜が押し上げられることで、隆起部 2 0 が形成されることも考えられる。この場合、レンズ基材がレーザ照射によって熱膨張し、形成されたレンズ基材の表面の隆起をハードコート膜が被覆して、隆起部 2 0 が形成されることもある。つまり、この場合の隆起部 2 0 は、レンズ基材の熱膨張による表面の隆起を、ハードコート膜が被覆して形成されたものである。本実施形態では、主にハードコート膜が隆起する場合について説明する。

[0050] 隆起部形成工程 S 1 0 3 にて用いるレーザは、CO₂レーザであることが好ましい。CO₂レーザを用いることで、ハードコート膜へのレーザの吸収率が高くなり、ハードコート膜を軟化・膨張させやすくなるため、隆起部 2 0 が形成されやすくなる。なお、隆起部形成工程 S 1 0 3 では、CO₂レーザ以外のレーザ（例えば、赤外レーザ、グリーンレーザ、紫外レーザ等）を用いてもよい。この場合、ハードコート膜上に、レーザを吸収しやすくする吸収剤を塗布することが好ましい。

[0051] 隆起部形成工程 S 1 0 3 では、ひとつの隆起部 2 0 を形成する際、レーザを定点照射してもよいし、ガルバノスキャナ等を用いてスキャンさせながら照射してもよい。

- [0052] 隆起部形成工程 S 1 0 3 にて用いるレーザの放射強度分布は、ガウシアン分布であることが好ましい。これにより、隆起部 2 0 のエッジを滑らかに立ち上げやすくなるため、隆起部 2 0 が形成されていることによる、眼鏡レンズ 1 0 0 の見え方への影響を小さくすることができる。なお、隆起部形成工程 S 1 0 3 では、ビームシェイパ等を用いて、レーザの放射強度分布を制御してもよい。
- [0053] 図 4 は、隆起部形成工程 S 1 0 3 におけるレーザの照射の様子を模式的に示す図である。隆起部形成工程 S 1 0 3 では、レーザ照射装置とハードコート膜との距離（以下、照射距離 a という）を、レーザの焦点距離 f よりも大きくするか、または小さくして照射することが好ましい。すなわち、ハードコート膜を、レーザ照射装置によるフォーカス位置よりも遠方または近方のいずれかにシフトして照射することが好ましい。それによって、ハードコート膜上の照射エネルギーの分布を制御し、隆起部 2 0 のサイズや形状を調整することができる。図 4 では、照射距離 a を、焦点距離 f より大きくし、ハードコート膜をレーザ照射装置のフォーカス位置から遠方側にシフトして照射する場合を示している。これにより、隆起部 2 0 の径を制御しやすくなる。具体的には、例えば、レーザの照射距離 a を、レーザの焦点距離 $f \pm 0.1 \sim 30 \text{ mm}$ とすることが好ましい。
- [0054] 隆起部形成工程 S 1 0 3 では、例えば、レーザの出力、照射距離、照射時間、および放射強度分布等を調整することで、隆起部 2 0 のサイズおよび表面形状を制御することができる。具体的には、例えば、レーザの放射強度分布をガウシアン分布とすることで、隆起部 2 0 の表面形状を、図 2 B に示すような、ガウシアン分布を有する釣鐘形状とすることができる。また、例えば、レーザの出力、照射距離、および照射時間の少なくともいずれかを調整することで、隆起部 2 0 の表面形状を、図 2 A に示すような、中央に凹部を有する表面形状にすることができる。これは、レーザの中央付近において、ハードコート膜の軟化が顕著に進み、ハードコート膜が溶解することから、中央に凹部を有する表面形状が得られると考えられる。

- [0055] ここで、従来の近視進行を抑制する眼鏡レンズの製造方法においては、凹部を有する成型型を用いて、微小凸部を形成していたため、成型型の設計によって、微小凸部の設計（デフォーカスパワー、サイズ、形状、配置態様等）が限定されていた。これに対し、本実施形態の眼鏡レンズ１００の製造方法では、凹部を有する成型型を用いることなく、レーザ加工によって後付けで隆起部２０を形成しているため、隆起部２０の設計が限定されない。したがって、同じ成型型を用いた場合でも、隆起部２０の設計を柔軟に変化させることができる。つまり、近視進行抑制レンズである眼鏡レンズ１００の設計の自由度を向上させることができるといえる。
- [0056] 樹脂を含むレンズ基材を用いている場合、隆起部形成工程Ｓ１０３では、レーザの照射によって、ハードコート膜と同時にレンズ基材も軟化・膨張する場合がある。この場合、ハードコート膜形成工程Ｓ１０２にて、レンズ基材が有する熱膨張係数より、大きい熱膨張係数を有するハードコート膜を形成することが好ましい。これにより、レンズ基材が軟化・膨張したとしても、隆起部２０を安定的に形成することができる。
- [0057] （反射防止膜形成工程Ｓ１０４）
- 反射防止膜形成工程Ｓ１０４は、例えば、隆起部形成工程Ｓ１０３にて隆起部２０を形成したハードコート膜上に、反射防止膜を形成する工程である。反射防止膜形成工程Ｓ１０４では、反射防止膜に加えて（または替えて）、撥水性または親水性の防汚膜、防曇膜等の各種被膜を形成してもよい。これら被膜の形成方法については、公知技術を適用できる。なお、反射防止膜形成工程Ｓ１０４は、省略することもできる。
- [0058] 反射防止膜形成工程Ｓ１０４は、例えば、８０～１００度程度の低温環境下で行うことが好ましい。これにより、隆起部形成工程Ｓ１０３にて形成した隆起部２０が再度軟化し、変形等が起きるリスクを低減することができる。
- [0059] 反射防止膜形成工程Ｓ１０４にて形成する反射防止膜（および上述の各種被膜）は、隆起部２０の高さに比べて、かなり薄い（例えば、０．１μm程度）ため、反射防止膜等によって、隆起部２０が埋もれてしまうリスクは低減

できる。

[0060] 以上の工程により、ベース部１０（隆起部形成工程Ｓ１０３にて隆起部２０を形成しなかった部分）と、複数の隆起部２０とを備えた眼鏡レンズ１００を製造することができる。複数の隆起部２０は、隆起部２０の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つため、眼鏡レンズ１００は、近視進行を抑制することができる。したがって、本実施形態の眼鏡レンズ１００の製造方法は、凹部を有する成型型を用いることなく、近視進行を抑制できる眼鏡レンズ１００を製造可能である。

[0061] ＜本発明の第２実施形態＞

続いて、本発明の第２実施形態について、第１実施形態と異なる点を中心に説明する。第１実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0062] 図５は、本実施形態の眼鏡レンズ１００の製造方法の一例を示すフローチャートである。図５に示すように、本実施形態の眼鏡レンズ１００の製造方法は、例えば、レンズ基材形成工程Ｓ１０１と、隆起部形成工程Ｓ１０３と、ハードコート膜形成工程Ｓ１０２と、反射防止膜形成工程Ｓ１０４と、を有しており、第１実施形態とは、ハードコート膜形成工程Ｓ１０２と、隆起部形成工程Ｓ１０３との順番が入れ替わっている。

[0063] （レンズ基材形成工程Ｓ１０１）

本実施形態のレンズ基材形成工程Ｓ１０１は、第１実施形態と同様に、例えば、ガラスモールド等の成型型を用いて、注型重合を行うことにより、レンズ基材を形成する工程である。但し、本実施形態では、レンズ基材として、樹脂を含むプラスチックレンズ基材を用いる。

[0064] （隆起部形成工程Ｓ１０３）

本実施形態の隆起部形成工程Ｓ１０３は、例えば、レンズ基材形成工程Ｓ１０１にて形成したレンズ基材に対してレーザを照射し、レンズ基材が隆起した隆起部２０を複数形成する工程である。本実施形態では、レンズ基材が樹脂を含んでいるため、レーザの照射によってレンズ基材が局所的に軟化・膨

張することで、隆起部20が形成されることが考えられる。なお、レーザの照射は、第1実施形態と同様に行うことができる。

[0065] (ハードコート膜形成工程S102)

本実施形態のハードコート膜形成工程S102は、例えば、レンズ基材形成工程S101にて形成したレンズ基材の少なくとも一方の主面上（好ましくは両主面上）に、ハードコート膜を形成する工程である。本実施形態のハードコート膜形成工程S102では、隆起部20を含むレンズ基材の少なくとも一方の主面上に、樹脂を含むハードコート膜を形成する。

[0066] 本実施形態のハードコート膜形成工程S102では、UV硬化型の樹脂（紫外線硬化樹脂）を含むハードコート膜を形成することが好ましい。隆起部20が形成されたレンズ基材上に、例えば、熱硬化型の樹脂を含むハードコート膜を形成した場合、ハードコート膜の硬化時に加熱をするため、隆起部20が再度軟化し、変形等が起きる可能性がある。これに対し、UV硬化型の樹脂を含むハードコート膜を形成することで、ハードコート膜を光硬化できるため、隆起部20が再度軟化し、変形等が起きるリスクを低減することができる。

[0067] 隆起部形成工程S103にて、図2Aに示すような、中央に凹部を有する表面形状を有する隆起部20を形成した場合、本実施形態のハードコート膜形成工程S102では、隆起部20の凹部を埋めるように、ハードコート膜を形成してもよい。

[0068] (反射防止膜形成工程S104)

本実施形態の反射防止膜形成工程S104は、第1実施形態と同様に行うことができるため、説明を省略する。

[0069] 以上の工程によっても、第1実施形態と同様に、ベース部10と、複数の隆起部20とを備えた眼鏡レンズ100を製造することができる。したがって、本実施形態の眼鏡レンズ100の製造方法も、凹部を有する成型型を用いることなく、近視進行を抑制できる眼鏡レンズ100を製造可能である。

[0070] <本発明の他の実施形態>

以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0071] 例えば、上述の実施形態では、眼鏡レンズ100において、複数の隆起部20の設計が一定である場合について説明したが、眼鏡レンズ100において、複数の隆起部20の設計を変化させてもよい。具体的には、例えば、眼鏡レンズ100の中心部から周辺部に向かうほど、隆起部20の径Dを増加させてもよい。

実施例

[0072] 次に、本発明に係る実施例を説明する。これらの実施例は本発明の一例であって、本発明はこれらの実施例により限定されない。

[0073] (1) レンズ基材の準備

まず、両主面上に、ハードコート膜が形成されたレンズ基材を準備した。レンズ基材としては、屈折率が1.60のプラスチックレンズ基材を用いた。ハードコート膜は、熱硬化型コーティング剤を用いて形成した。

[0074] (2) 隆起部20の形成

次に、(1)で準備したレンズ基材のハードコート膜に対して、CO₂レーザーを照射し、隆起部20を複数形成し、サンプル1～12とした。CO₂レーザーとしては、焦点距離145mm、平均出力12W、ピーク波長10.6μm、放射強度分布はガウシアン分布のものを用いた。ひとつの隆起部20を形成するにあたっては、CO₂レーザーを50～200ミリ秒間定点照射した。サンプル1～12における、照射条件（照射距離、出力）は、表1に示す。なお、表1において、照射距離はCO₂レーザーの焦点距離を基準（0mm）とし、出力はCO₂レーザーの平均出力を基準（100%）として示す。

[0075] (3) 隆起部20の形状測定

(2)で形成した隆起部20（サンプル1～12）に対して、表面形状測定機（タリサーフCCIMP-HSXL）を用いて、表面形状（径D、高さh、凹部の深さd）を測定した。その結果を表1に示す。なお、表1の形状分

類では、図2Aに示すような、中央に凹部を有するものをA、中央に凹部のないもの（例えば、図2Bに示すような、ガウシアン分布を有する釣鐘形状や、図2Cに示すような、球面形状）をBとし、AとBが混在しているものをA～Bとした。

[0076] [表1]

	照射条件		表面形状測定結果			
	照射距離	出力 (W)	形状分類	径D(mm)	高さh(μm)	深さd(μm)
サンプル1	0	100%	A	1.75	1.698	0.722
サンプル2	-1mm	95%	A	1.39	1.432	0.23
サンプル3	-7mm	100%	A	1.523	1.938	2.468
サンプル4	-2mm	100%	A	1.384	1.333	0.338
サンプル5	0	84%	A～B	1.024	1.343	0.031
サンプル6	0	84%	A	1.434	1.585	0.294
サンプル7	+2mm	179%	A～B	1.017	1.202	0.034
サンプル8	-5mm	132%	A	1.112	1.075	0.284
サンプル9	+2mm	126%	A	1.327	1.393	0.185
サンプル10	+2mm	105%	A	1.378	1.613	0.189
サンプル11	+13mm	737%	A～B	1.137	0.814	0.018
サンプル12	+18mm	737%	A	1.144	0.98	0.118

[0077] 表1に示すように、レーザの照射条件（照射距離、出力）を調整することで、隆起部20のサイズおよび表面形状を制御できることを確認した。したがって、凹部を有する成型型を用いることなく、レーザ加工によって後付けで隆起部20を形成することで、近視進行抑制レンズである眼鏡レンズ100の設計の自由度を向上させることができることを確認した。

符号の説明

[0078] 10 ベース部

20 隆起部

100 眼鏡レンズ

S101 レンズ基材形成工程

S102 ハードコート膜形成工程

S103 隆起部形成工程

S104 反射防止膜形成工程

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも一方の主面上に、樹脂を含むハードコート膜が形成されたレンズ基材を準備する工程と、
前記ハードコート膜に対してレーザを照射し、前記レンズ基材または前記ハードコート膜の少なくとも一方が隆起した隆起部を複数形成する隆起部形成工程と、を有する、眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項2] 前記隆起部形成工程では、前記ハードコート膜が、レーザの照射によって局所的に膨張することにより、前記隆起部を形成する、請求項1に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項3] 前記隆起部形成工程では、前記レンズ基材が、レーザの照射によって局所的に膨張することにより、前記隆起部を形成する、請求項1に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項4] 樹脂を含むレンズ基材を準備する工程と、
前記レンズ基材に対してレーザを照射し、前記レンズ基材が隆起した隆起部を複数形成する隆起部形成工程と、を有する、眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項5] 前記レンズ基材が隆起した隆起部を含む前記レンズ基材の少なくとも一方の主面上に、ハードコート膜を形成する工程をさらに有する、請求項4に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項6] 前記ハードコート膜は、紫外線硬化樹脂を含む、請求項5に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項7] 前記レーザは、 CO_2 レーザである、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項8] 前記レーザの放射強度分布は、ガウシアン分布である、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項9] 前記隆起部形成工程では、前記レーザの照射距離を、前記レーザの焦点距離より大きく、または小さくして照射する、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の眼鏡レンズの製造方法。

- [請求項10] 眼鏡レンズは近視進行抑制レンズであって、前記隆起部は、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ、請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の眼鏡レンズの製造方法。
- [請求項11] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース部と、
前記ベース部と接する隆起部であって、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数の隆起部と、を備える眼鏡レンズであって、
前記眼鏡レンズは、レンズ基材と、前記レンズ基材上に形成されたハードコート膜を含み、
前記複数の隆起部は、前記ハードコート膜の表面が隆起したものである、眼鏡レンズ。
- [請求項12] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース部と、
前記ベース部と接する隆起部であって、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数の隆起部と、を備える眼鏡レンズであって、
前記眼鏡レンズは、レンズ基材と、前記レンズ基材上に形成されたハードコート膜を含み、
前記複数の隆起部は、前記レンズ基材の熱膨張による表面の隆起を、前記ハードコート膜が被覆して形成されたものである、眼鏡レンズ。
- [請求項13] 眼鏡レンズは近視進行抑制レンズであって、前記隆起部は、前記隆起部の少なくとも一部を通過する光束が、眼球を介し、網膜に到達する手前に収束し、発散光として網膜に入射する構成を有する、請求項11または請求項12に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項14] 前記複数の隆起部の表面形状は、中央に凹部を有する、請求項11または請求項12に記載の眼鏡レンズ。

- [請求項15] 前記複数の隆起部の表面形状は、ガウシアン分布を有する釣鐘形状である、請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項16] 前記複数の隆起部の表面形状は、球面形状である、請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の眼鏡レンズ。