

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6923998号
(P6923998)

(45) 発行日 令和3年8月25日 (2021.8.25)

(24) 登録日 令和3年8月3日 (2021.8.3)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 1/118 (2015.01)
 G O 2 B 3/00 (2006.01)
 G O 2 B 5/00 (2006.01)
 B 3 2 B 7/023 (2019.01)

G O 2 B 1/118
 G O 2 B 3/00 Z
 G O 2 B 5/00 B
 B 3 2 B 7/023

請求項の数 14 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-60043 (P2016-60043)
 (22) 出願日 平成28年3月24日 (2016.3.24)
 (65) 公開番号 特開2017-173593 (P2017-173593A)
 (43) 公開日 平成29年9月28日 (2017.9.28)
 審査請求日 平成31年3月22日 (2019.3.22)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74) 代理人 100128668
 弁理士 齋藤 正巳
 (72) 発明者 寺本 洋二
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学部材およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学有効部である第一面と、非光学有効部であって前記第一面に第一の稜線部を介して隣接する第二面と、非光学有効部であって前記第二面に第二の稜線部を介して隣接する第三面と、光学有効部であって前記第三面に第三の稜線部を介して隣接する第四面と、を含む外表面を有する透光性基材からなり、前記第一面と前記第二面とが前記第一の稜線部上で45度以上90度以下の角度をなしている光学部材であって、

前記透光性基材の外表面上において、前記第一面から前記第一の稜線部を超えて前記第二面の前記第一の稜線部に沿った領域まで連続的に形成された使用波長以下の面内寸法を有するサブ波長構造と、前記第二面の前記第一の稜線部に沿って前記サブ波長構造が形成された領域である境界部の前記サブ波長構造上と前記境界部以外の前記第二面上に形成された遮光膜とを有し、このとき前記基材と前記サブ波長構造の間または前記基材と前記遮光膜の間には前記基材と前記サブ波長構造の中間の屈折率をもつ中間層が形成されていてもよいことを特徴とする光学部材。

【請求項 2】

前記境界部の前記第一の稜線部に沿った幅が1mm以上8mm以下である請求項1に記載の光学部材。

【請求項 3】

前記幅が2mm以上5mm以下である請求項2に記載の光学部材。

【請求項 4】

10

20

前記サブ波長構造が基材とは異なる材料からなる請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光学部材。

【請求項 5】

前記サブ波長構造が酸化アルミニウムを主成分とする板状結晶からなる凹凸構造である請求項 4 に記載の光学部材。

【請求項 6】

前記遮光膜の膜厚が $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の光学部材。

【請求項 7】

前記遮光膜の膜厚が $1 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下である請求項 6 に記載の光学部材。

10

【請求項 8】

前記基材と前記サブ波長構造との間に前記中間層が形成されている請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光学部材。

【請求項 9】

前記中間層の膜厚が 1nm 以上 200nm 以下である請求項 8 に記載の光学部材。

【請求項 10】

前記中間層の膜厚が 5nm 以上 100nm 以下である請求項 9 に記載の光学部材。

【請求項 11】

前記中間層が金属の酸化物からなる請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の光学部材。

【請求項 12】

前記中間層が有機ポリマーを含む請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の光学部材。

20

【請求項 13】

光学有効部である第一面と、非光学有効部であって前記第一面に第一の稜線部を介して隣接する第二面と、非光学有効部であって前記第二面に第二の稜線部を介して隣接する第三面と、光学有効部であって前記第三面に第三の稜線部を介して隣接する第四面と、を含む外表面を有する透光性基材からなり、前記第一面と前記第二面とが前記第一の稜線部上で 45 度以上 90 度以下の角度をなしている光学部材の製造方法であって、

前記基材の外表面上に、前記第一面から前記第一の稜線部を超えて前記第二面の前記第一の稜線部に沿った領域まで使用波長以下の面内寸法を有するサブ波長構造を連続的に形成する工程と、前記非光学有効部の前記第一の稜線部に沿って前記サブ波長構造が形成された領域である境界部の前記サブ波長構造上と、前記境界部以外の前記第二面上と、に遮光膜を形成する工程とからなり、前記基材の表面には前記基材と前記サブ波長構造の中間の屈折率を持つ中間層が予め形成されていてもよいことを特徴とする光学部材の製造方法。

30

【請求項 14】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の光学部材を有する光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カメラ、双眼鏡、顕微鏡、プロジェクターの如き光学機器に使用される、反射防止性を有することが必要な光学部材、典型的にはレンズ、特に凹メニスカスレンズ、ならびに、それを用いた光学系およびそのような光学部材の製造方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

カメラ、双眼鏡、顕微鏡、プロジェクター等の光学機器の光学系に用いられているレンズ、プリズム等の光学部材には、結像光束以外のいわゆる有害光が像面に入射することを防止するための反射防止手段が設けられている。そのような有害光としては、当該光学部材の光入出射面（光が反射せずに透過すべき面、以下「光学有効部」という）からの反射光や当該光学部材の端面のコバ部等（光が透過したり反射したりせずに吸収されるべき面、以下「非光学有効部」という）からの反射光がある。このため、これらを抑制する工夫

50

として、大きく分けて二つの手法が用いられている。

(1) 光学有効部での光の透過率を向上することで反射を低減する手法

(2) 非光学有効部での光の吸収率を向上することで反射を低減する手法

【0003】

上記(1)の手法としては、光学有効部にスパッタリング法や真空蒸着法等により、誘電体薄膜を多層化した反射防止膜を形成する方法が広く利用されている。また、使用波長以下のサブ波長構造、いわゆるSWS(Sub-Wavelength-Structure)を形成して基材内外間における当該使用波長の光に対する屈折率変化を緩和するようにした反射防止膜を設ける方法(特許文献1、特許文献2)も知られている。

【0004】

上記(2)の手法としては、使用波長で不透明な塗料を非光学有効部、例えば、レンズの側端部であるコバ部に塗布し、遮光膜を形成する方法が広く利用されている(特許文献3)。また、特許文献4では、非光学有効部において、使用波長以下のサブ波長構造上に使用波長で不透明な遮光膜を形成することで、サブ波長構造を非光学有効部に単独で形成した場合に比べても、さらに反射を低減している。

【0005】

これらの遮光膜は、反射を低減して有害光が像面へ入射するのを防止するだけでなく、外観上の品位を高める役割も有しているため、反射を低減するための優れた光学特性だけでなく、色ムラの無い均一な質感をも有していなければならない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-259711号公報

【特許文献2】特開2005-275372号公報

【特許文献3】特開2014-178502号公報

【特許文献4】特開2008-276059号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献3に記載の遮光膜や、特許文献4に記載のサブ波長構造と遮光膜との組合せでは、当該非光学有効部における反射率は均一である。しかしながら、実際には、図2に示すように、レンズの光学有効部2bと非光学有効部3とのなす角7が大きくなると、入射光8の光学有効部2bでの反射光9が、光学有効部2bに隣接する非光学有効部3の光学有効部近傍領域(以下「境界部」という)5(図1B参照)に集中して照射される、という現象が生じる。この場合、境界部5からの反射光量が他の領域からの反射光量に比べて突出して大きくなってしまいうため、境界部5からの反射光が、光入射側から見たときに白いリング状の色ムラとして現れ、外観上の品位を損なってしまう。

【0008】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、境界部5での反射を抑制して、外観品位の高い光学素子を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の光学部材は、互いに隣接する光学有効部と非光学有効部とを含む表面を有する透光性基材からなり、該光学有効部と該非光学有効部とがそれらの境界線上で45度以上90度以下の角度をなしている光学部材であって、

該基材の表面上において、該光学有効部から該非光学有効部の該境界線に沿った領域である境界部に亘って連続的に形成された使用波長以下の面内寸法を有するサブ波長構造と、該非光学有効部の少なくとも該境界部を含む領域に形成された遮光膜とを有することを特徴とする。

前記境界部の前記境界線に沿った幅は1mm以上8mm以下であることが好ましく、2

10

20

30

40

50

mm以上5mm以下であることがより好ましい。

前記サブ波長構造は基材とは異なる材料からなることが好ましく、酸化アルミニウムを主成分とする板状結晶からなる凹凸構造であることがより好ましい。

前記遮光膜の膜厚は0.1μm以上100μm以下であることが好ましく、1μm以上50μm以下であることがより好ましい。

前記基材と前記サブ波長構造との間に該基材の屈折率と該サブ波長構造の屈折率の間の屈折率を有する中間層が形成されていることが好ましい。

【0010】

本発明の光学部材の製造方法は、互いに隣接する光学有効部と非光学有効部とを含む表面を有する透光性基材からなり、該光学有効部と該非光学有効部とがそれらの境界線上で45度以上90度以下の角度をなしている光学部材の製造方法であって、

10

該基材の表面上に、該光学有効部から該非光学有効部の該境界線に沿った領域である境界部に亘って使用波長以下の面内寸法を有するサブ波長構造を連続的に形成する工程と、

該非光学有効部の少なくとも該境界部を含む領域に、該サブ波長構造を覆うように遮光膜を形成する工程と、からなることを特徴とする。

【0011】

本発明の光学部材の製造方法は、また、互いに隣接する光学有効部と非光学有効部とを含む表面を有する透光性基材からなり、該光学有効部と該非光学有効部とがそれらの境界線上で45度以上90度以下の角度をなしている光学部材の製造方法であって、

該基材の表面上に、該光学有効部および該非光学有効部の該境界線に沿った領域である境界部に中間層を形成する工程と、

20

該中間層を形成した後、該光学有効部から該境界部に亘って、使用波長以下の面内寸法を有するサブ波長構造を連続的に形成する工程と、

該非光学有効部の少なくとも該境界部を含む領域に該サブ波長構造を覆うように遮光膜を形成する工程と、からなることを特徴とする。

【0012】

本発明の光学部材は、前記の光学部材を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、光学有効部と非光学有効部とが境界線上でなす角が大きい場合にも、フレア、ゴーストを抑制する光学特性が良好で、かつ、外観品位の高い光学部材、ならびに、そのような光学部材の製造方法が提供される。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1A】本発明の光学部材の一実施形態を示す断面図である。

【図1B】図1Aの光学部材に対する比較例を示す断面図である。

【図2】色ムラの発生を説明する図である。

【図3】光学有効部と非光学有効部とがなす角と色ムラの発生し易さとの関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

40

【0015】

以下、本発明の好適な実施の形態について説明する。

図1Aは、本発明の光学部材の一実施形態を示す概略断面図である。図1Aの実施形態においては、本発明の光学部材は、透光性基材1からなる凹メニスカスレンズであり、その表面が、光の入射面および出射面である光学有効部2aおよび2bと、レンズ外周部である非光学有効部3から構成されている。光学有効部2aおよび2b（両者を合わせて光学有効部2という）のそれぞれと非光学有効部3とは互いに隣接しており、それらの間にはそれぞれ円環状の境界線が存在する。光出射面側の光学有効部2bと非光学有効部3とはその間の境界線上で45度以上90度以下の角度をなして接続している。

【0016】

50

ここで「角度をなして接続」するときの「角度」とは、図2に示すように、光学有効部2bと非光学有効部3との境界線上における光学有効部2bの接平面10と非光学有効部3とがなす角 θ を示す。すなわち、一般に、光学有効部と非光学有効部とはその間に稜線状の境界線を形成して接続するので、当該基材の表面は当該境界線上で基材側に折れ曲がることになるが、このときの折れ曲がり角のことを上記「角度」とよぶことにするのである。もっとも、典型的には、光学有効部は球面であり、非光学有効部は平面または円筒面であるから、必ずしも両者が平面であるわけではない。そこで、少なくとも一方が平面でない場合には、両者の境界線上の各点における当該非平面の接平面を想定し、そのように想定した接平面と相手方の平面または接平面とがなす角度をもって、その点における上記「角度」とするのである。なお、光学有効部と非光学有効部との境界線を含む稜線部は、部材の欠けを防止するために面取り加工を行う場合があるが、その場合は、面取り加工を行う前の形状について上記「角度」を定める。

10

【0017】

基材の屈折率、厚み、形状等にもよるが、上記「角度」が 45° から 90° のときに、色ムラが発生し易い。図3に、上記「角度」と色ムラの発生との関係を示す。この関係は、図1Bに示すような、非光学有効部上にサブ波長構造4を持たない光学部材を用いて検討した結果である。このとき、基材1としては、材質がS-LaH53($n_d = 1.806$; オハラ社製)である凹メニスカスレンズを用いた。このレンズの外径は75mm、内径は55mmであり、光学有効部2bは球面形状である。図3の縦軸にとった色ムラの幅(mm)は、光入射側から目視により確認できたリング状の色むらの幅とした。図3から上記「角度」が 45° 以上のときに色ムラの発生が見られることがわかる。

20

【0018】

図1Aに示す本発明の光学部材では、光出射側の光学有効部2bの全面と、非光学有効部3の一部である当該光出射側の光学有効部2bとの境界線に沿った領域(境界部)5には、基材1の表面上に使用波長以下のサブ波長構造4が連続的に形成されている。また、前記非光学有効部3の少なくともサブ波長構造4が形成されている境界部5を含む領域(図1Aでは非光学有効部3の全領域)には遮光膜6が形成されている。すなわち、境界部5以外の非光学有効部3では、基材1上に遮光膜6だけが形成されているが、境界部5では、基材1上にサブ波長構造4が形成された上に遮光膜6が形成されているので、光学有効部2bで反射した光が集中的に照射される境界部5の反射率が、境界部5以外の非光学有効部に比べてより強く低減されることになり、境界部5からの反射光が原因となって現れる白いリング状の色ムラが抑えられるのである。

30

【0019】

なお、本発明は、非光学有効部の一部である境界部における反射率を、境界部以外の非光学有効部における反射率に比べて強く低減した点に特徴を有するわけであるから、光学有効部におけるサブ波長構造や、非光学有効部における遮光膜は、必ずしもそれらの全面に亘って設けられていなくてもよい。肝心なことは、境界部においてサブ波長構造の上に遮光膜が形成され、そのサブ波長構造は光学有効部から境界線を超えて連続的に形成されているということと、境界部以外の非光学有効部にはサブ波長構造が設けられていないということである。

40

【0020】

図1Aにおいては、本発明の光学部材が凹メニスカスレンズの場合を示したが、本発明の光学部材はこれに限定されるものではない。例えば、両凹レンズ、平凹レンズ、非球面レンズ、自由曲面レンズなどの形状のレンズでも良いし、プリズムでもよい。但し、プリズムの場合には、本発明でいう光学有効部は光が基材内に入射する面と基材内から出射する面であり、本発明でいう非光学有効部はプリズムの側面である。プリズム基材内で光が全反射する面は本発明の光学有効部でも非光学有効部でもない。また、本発明は、一般にレンズの凹面側、特に凹レンズの凹面側に適用されるものである。それは、凸面側では隣接する光学有効部と非光学有効部とが 45° 以上 90° 以下の角度をなして接続する場合があったとしても白いリング状の色ムラの出現といった問題は生じにくいからである。

50

【 0 0 2 1 】

本発明の光学部材に用いられる透光性基材 1 は、通常、ガラス、プラスチック等の透明材料からなる。但し、本発明の光学部材に用いられる透光性基材の構成材料は、これに限定されるわけではなく、所望の形状に形成することが可能な透光性の材料であれば、いかなるものであってもよい。

【 0 0 2 2 】

プラスチックとしては、ポリエステル、トリアセチルセルロース、酢酸セルロース、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ABS樹脂、ポリフェニレンオキサイド、ポリウレタン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニルなどの熱可塑性樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、架橋型の飽和ポリエステル樹脂などの熱硬化性樹脂が、一般に用いられる。

10

【 0 0 2 3 】

ガラスとしては、アルカリ含有ガラス、無アルカリガラス、アルミナケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウム系ガラス、ランタン系ガラス、チタン系ガラス、フッ素系ガラスなどが、一般に用いられる。

【 0 0 2 4 】

なお、光学有効部 2 b は、鏡面であり、一般的に非光学有効部 3 は、粗面である。光学有効部 2 b と非光学有効部 3 の接する部分は、光学有効部の鏡面の研磨時の位置精度の関係から、非光学有効部 3 の一部 (0 . 5 mm 程度) の幅においても鏡面研磨されることもある。

20

【 0 0 2 5 】

本発明におけるサブ波長構造 4 は、基材表面に反射防止膜として形成されるものであって、基材表面に使用波長以下の面内寸法 (すなわち表面に沿った方向で測った寸法) を有する構造からなることにより当該使用波長の光に対して反射防止機能を発揮する。そのようなサブ波長構造 4 としては、たとえば特許文献 1 や特許文献 2 に記載される、板状結晶からなる凹凸構造 (表面が凹凸形状となっている膜) がある。この板状結晶は、アルミニウムを含む膜を温水に浸漬することにより、膜の表面が溶解して再析出することで形成される。上記アルミニウムを含む膜は、ゾルゲル法等の液相法により形成される酸化アルミニウムを主成分とする膜であってもよいし、化学気相堆積 (C V D) 法、蒸着、スパッタ等の気相法を用いて形成されるアルミニウムを含む金属または金属酸化物からなる膜であってもよい。なお、本発明におけるサブ波長構造は、上に述べた膜に限定されるものではなく、同じような構造と屈折率 (および光透過性) を有する材料からなる膜であれば、その材質の如何を問うものではない。

30

【 0 0 2 6 】

図 1 A においては、本発明のサブ波長構造 4 は、光学有効部 2 b から境界部 5 に亘って連続的に形成される。この境界部 5 の幅の範囲は、光学有効部と非光学有効部とがなす角や光学有効部の形状および寸法にもよるが、1 mm 以上 8 mm 以下であることが好ましく、2 mm 以上 5 mm 以下であるとより好ましい。本発明では、境界部 5 にサブ波長構造 4 を形成した上にさらに遮光膜 6 を形成することで、境界部以外の非光学有効部 3 に比べて境界部 5 の反射率を大きく低減することができるため、白いリング状の色ムラの出現が有効に抑制される。

40

【 0 0 2 7 】

本発明における遮光膜 6 は、使用波長において不透明な材料からなり、黒色のみならず種々の色の染料および顔料、不透明粒子、樹脂等を調合した塗料を用いて形成される。ただし、本発明における遮光膜は、そのような塗膜に限定されるものではなく、光の吸収率が高く反射を抑制できる吸収層であれば別のものでよい。

【 0 0 2 8 】

遮光膜 6 の膜厚は、遮光膜の光学特性、機械強度等から適宜選択可能であるが、一般に十分な遮光性能を得るには、0 . 1 μ m 以上 1 0 0 μ m 以下が必要であり、好ましくは、1 μ m 以上 5 0 μ m 以下とするのがよい。遮光膜 6 の端部の膜厚は、0 になってしまうが

50

、遮光膜としての性能を十分に得るための厚さになるまでの端部からの幅が、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。これは、十分な遮光性能が無い遮光膜の幅が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上になると、目視で確認出来てしまうため、外観品位を損なってしまうためである。

【0029】

基材1上または基材上に形成したサブ波長構造4の上に遮光膜6を形成するには、使用波長において遮光可能な膜を形成する塗料を基材表面に塗布して乾燥させるのが一般的である。塗布方法は、刷毛塗りやスプレー、インクジェット、ジェットディスペンサー、ダイコート等から適宜選択すればよい。

【0030】

本発明においては、基材1の表面とサブ波長構造4の間または基材1の表面と遮光膜6の間に中間層を設けることができる。本発明における中間層は、基材1の光学有効部2bから非光学有効部3の少なくとも一部にわたって、基材1に密着して連続的に形成された、少なくとも1層からなる膜である。中間層は、全体で 1 nm 以上 200 nm 以下の厚さを有することが好ましく、全体で 5 nm 以上 100 nm 以下の厚さであることがより好ましい。

10

【0031】

本発明における中間層は、基材1の屈折率とサブ波長構造4の基板側における屈折率とが大きく異なる場合に、当該中間層の屈折率および膜厚を適宜調整することで、光学有効部2bにおける反射率を最小にするような屈折率調整機能を有する。

【0032】

20

本発明の中間層としては、酸化物を含む膜を用いることができる。酸化物の例としては、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化 tantalum、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、アルミナ、シリカ、フッ化マグネシウムなどを挙げることができる。

【0033】

また、本発明の中間層としては、有機化合物からなる膜を用いることもできる。

そのような有機化合物の例としては、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、オキセタン樹脂、マレイミド樹脂、メラミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、フェノール樹脂、レゾール樹脂、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリアリレート、ポリウレア、ポリウレタン、ポリエステル、ポリオルガノシルセスキオキサン、ポリカーボネート、ポリキシリレン、ポリケトン、ポリシクロフォレフィン、ポリスルホン、ポリフェニレンなどの有機ポリマーを好適なものとして挙げることができる。

30

【0034】

本発明における中間層は、公知のCVD法、蒸着、スパッタなどのPVD気相法、およびゾルゲルや溶液の塗布等の液相法により形成できる。例えばゾルゲルコーティング液を用いて、ディッピング法、スピンコート法、スプレー法、フローコート法、印刷法等により、本発明の中間層を形成することができる。

【0035】

[実施例1]

以下の手順に従って、図1Aに示す光学部材を製造した。

【0036】

40

基材1として、ランタンを含む高屈折率光学ガラスS-LaH53($n_d = 1.806$;オハラ社製)からなる、外径11が 66 mm 、内径12が 34 mm 、光学有効部2bと非光学有効部3とのなす角(以下では単に「なす角」という)7が 88° の凹メニスカスレンズを用意した。この基材1に対し、純水リンスおよびアルコール洗浄を行った後、境界部5を 5 mm の幅となる様に、基材上にマスクを施し、反応性スパッタにより、光学有効部2bおよび境界部5に、アルミナ膜 45 nm を形成した。

次に、上の手順でアルミナ膜を形成した基材1を、 75° の温水中に30分間浸漬して引き上げた後、乾燥させることにより、光学有効部2bおよび境界部5にサブ波長構造4を形成した。

【0037】

50

続いて、境界部 5 を含む非光学有効部 3 の全面に、使用波長において遮光可能な膜として、レンズ内面反射防止塗料 G T - 7 (キヤノン化成社製) を塗布することにより、遮光膜 6 を形成した。なお、境界部 5 に形成されているサブ波長構造 4 は構造的に脆いため、上記塗料の塗布は非接触の塗布方式であるジェットディスペンサーを用いて行った。

【 0 0 3 8 】

以上のようにして基材上にサブ波長構造 4 および遮光膜 6 を形成した凹メニスカスレンズに対し、非光学有効部 3 からの反射光に起因する色ムラを、光の入射側からの外観の目視観察により行った結果を表 1 に示す。評価基準としては、色ムラが見られたものを有とし、見られなかったものを無とした。

【 0 0 3 9 】

10

[実施例 2 ~ 3]

なす角 7 および境界部 5 の長さを変更した点を除き、実施例 1 と同様にして、光学部材である凹メニスカスレンズの表面にサブ波長構造 4 (光学有効部 2 b および境界部 5 に) と遮光膜 6 (境界部 5 を含む非光学有効部 3 の全面に) とを形成した。得られた光学部材は、表 1 に示すように、色ムラが無い良好な外観品質を示した。

【 0 0 4 0 】

[実施例 4]

サブ波長構造 4 の形成をウェット法で行うように変更した点を除き、実施例 1 と同様にして、光学部材である凹メニスカスレンズの表面にサブ波長構造 (光学有効部 2 b および境界部 5) と遮光膜 (境界部 5 を含む非光学有効部 3 の全面) とを形成した。サブ波長構造の形成は、具体的には次の手順に従って行った。まず、実施例 1 と同様にして洗浄を行った後の基材 1 を、真空チャック式の回転ステージに載せた。次に、光学有効部 2 b および境界部 5 に酸化アルミニウムを含有する塗布液を適量滴下し、約 3 0 0 0 r p m で 3 0 秒間程度回転させた、光学有効部 2 b と境界部 5 以外の不要な部分についての塗布液は、スポンジで拭きとった。続いて、1 1 0 のオープンで 4 0 分間乾燥させた後、温水に浸漬することでサブ波長構造 4 を形成した。その後、実施例 1 と同様にして遮光膜を形成した。以上のようにして得られた光学部材は、表 1 に示すように、色ムラが無い良好な外観品質を示した。

20

【 0 0 4 1 】

[実施例 5 ~ 7]

30

基材 1 の材質を表 1 に示すように変更した点を除き、実施例 1 と同様にして、光学部材である凹メニスカスレンズの表面にサブ波長構造 (光学有効部 2 b および境界部 5) と遮光膜 (境界部 5 を含む非光学有効部 3 の全面) とを形成した。なお、実施例 5 ~ 7 で基材として用いたものもオハラ製の光学ガラスであり、S - T i H 5 3、S - N B H 8、S - F P M 2 の屈折率はそれぞれ 1 . 8 4 7、1 . 7 2 0、1 . 5 9 5 である。得られた光学部材は、表 1 に示すように、色ムラが無い良好な外観品質を示した。

【 0 0 4 2 】

[実施例 8]

遮光膜を形成するレンズ内面反射防止塗料を G T - 7 I I (キヤノン化成社製) に変更した点を除き、実施例 1 と同様にして、光学部材である凹メニスカスレンズの表面にサブ波長構造 (光学有効部 2 b および境界部 5) と遮光膜 (境界部 5 を含む非光学有効部 3 の全面) とを形成した。得られた光学部材は、表 1 に示すように、色ムラが無い良好な外観品質を示した。

40

【 0 0 4 3 】

[実施例 9]

洗浄後の基材 1 の光学有効部 2 b および境界部 5 に中間層を形成した後、実施例 1 と同様にしてサブ波長構造 4 を形成した。中間層は、スパッタ法により、異なる酸化物の層を積層することにより形成した。続いて、実施例 1 と同様にして遮光膜 6 を形成した。得られた光学部材は、表 1 に示すように、色ムラが無い良好な外観品質を示した。

【 0 0 4 4 】

50

【比較例１～６】

比較例として、図１（ｂ）に示すように境界部５にサブ波長構造４を形成せず、その他の条件は、表１に示す以外は実施例１と同様にして、光学部材を製造した。得られた光学部材の色ムラの発生の有無を表１に示す。表１に示すように、境界部５にサブ波長構造４が無い場合、なす角が４５°以上から目視確認で色ムラが発生した。

【００４５】

【実施例１０】

本発明の実施例１０として、本発明の光学部材を用いて撮像光学系を作製した。本発明の光学部材は十分な内面反射特性を示し、それを用いた撮像光学系は均一な黒味により良好な外観品質を示した。

【００４６】

【表１】

表１

実施例	色ムラの発生の有無	なす角 (°)	境界部の長さ (mm)	サブ波長構造の製造方法	基材の種類	遮光膜
実施例１	無	88	5	スパッタ法	S-LaH53	GT-7
実施例２	無	70	4	スパッタ法	S-LaH53	GT-7
実施例３	無	45	2.5	スパッタ法	S-LaH53	GT-7
実施例４	無	88	5	ウエット法	S-LaH53	GT-7
実施例５	無	88	5	スパッタ法	S-TiH53	GT-7
実施例６	無	88	5	スパッタ法	S-NBH8	GT-7
実施例７	無	88	5	スパッタ法	S-FPM2	GT-7
実施例８	無	88	5	スパッタ法	S-LaH53	GT-7II
実施例９	無	88	5	スパッタ法（中間層有）	S-LaH53	GT-7
比較例１	有	88	0	無	S-LaH53	GT-7
比較例２	有	80	0	無	S-LaH53	GT-7
比較例３	有	70	0	無	S-LaH53	GT-7
比較例４	有	45	0	無	S-LaH53	GT-7
比較例５	無	40	0	無	S-LaH53	GT-7
比較例６	無	30	0	無	S-LaH53	GT-7

【産業上の利用可能性】

【００４７】

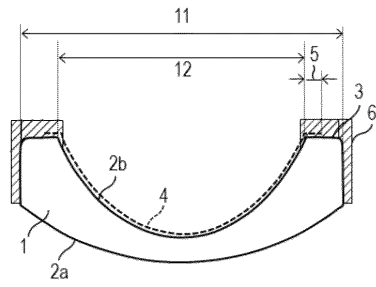
本発明の光学素子は、カメラ、双眼鏡、顕微鏡、半導体露光装置の如き光学機器に用いることが可能である。

【符号の説明】

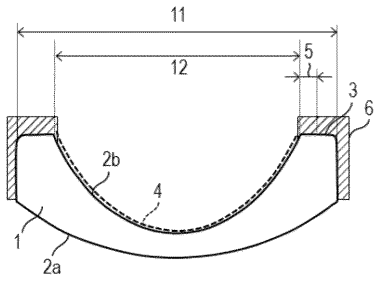
【００４８】

- １ 基材
- ２ 光学有効部
- ２ a 光学有効部（光入射面）
- ２ b 光学有効部（光出射面）
- ３ 非光学有効部
- ４ サブ波長構造
- ５ 境界部
- ６ 遮光膜
- ７ 光学有効部と非光学有効部とがなす角
- ８ 入射光
- ９ 光学有効部での反射光
- １０ 光学有効部の接平面
- １１ 光学部材の外径
- １２ 光学部材の内径

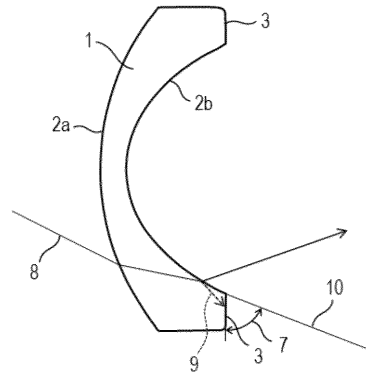
【図 1 A】



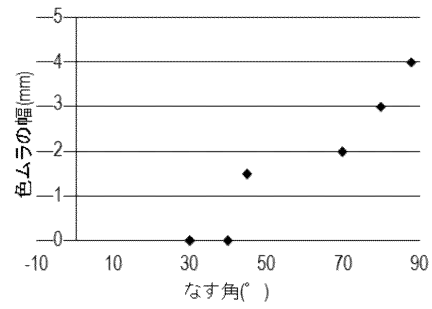
【図 1 B】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 杉山 輝和

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 7 6 0 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 7 8 5 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 7 3 5 9 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 6 6 7 0 4 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 2 3 5 3 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 7 6 0 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 5 / 0 0
G 0 2 B 3 / 0 0
G 0 2 B 1 / 1 1 8
B 3 2 B 7 / 0 2 3