

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】令和3年2月25日(2021.2.25)

【公開番号】特開2018-136529(P2018-136529A)

【公開日】平成30年8月30日(2018.8.30)

【年通号数】公開・登録公報2018-033

【出願番号】特願2018-10318(P2018-10318)

【国際特許分類】

G 02 B 5/18 (2006.01)

【F I】

G 02 B 5/18

【手続補正書】

【提出日】令和3年1月18日(2021.1.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の表面に、複数の壁面と前記壁面によって区画される複数の斜面と、を有する第1の樹脂層と、

前記第1の樹脂層の前記一方の表面に密着して配置され、前記第1の樹脂層側の表面が複数の壁面と前記壁面によって区画される複数の斜面とを有し、前記壁面及び前記斜面が前記第1の樹脂層の前記壁面及び前記斜面に対応する第2の樹脂層と、

前記第1の樹脂層の壁面と前記第2の樹脂層の壁面との間に、前記第1の樹脂層及び前記第2の樹脂層よりも屈折率が高い高屈折率層を有する回折光学素子であって、

前記高屈折率層は、前記第1の樹脂層の少なくとも1つの壁面から前記壁面と隣接する前記第1の樹脂層の斜面の一部に跨って設けられていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項2】

厚さ方向断面において、前記第1の樹脂層の格子山部において、前記第1の樹脂層の斜面に占める前記高屈折率層の長さが0.1μm以上であり、前記第1の樹脂層の格子谷部において、前記第1の樹脂層の斜面に占める前記高屈折率層の長さより前記壁面に設けられた前記高屈折率層の厚さを除いた長さが0.2μm以上であることを特徴とする請求項1に記載の回折光学素子。

【請求項3】

前記第1の樹脂層の格子山部における前記第1の樹脂層の斜面に占める前記高屈折率層の長さより、前記第1の樹脂層の格子谷部における前記斜面に占める前記高屈折率層の長さより前記第1の樹脂層の壁面に設けられた前記高屈折率層の厚さを除いた長さが長いことを特徴とする請求項2に記載の回折光学素子。

【請求項4】

厚さ方向断面において、前記第1の樹脂層の斜面に占める前記高屈折率層の長さより前記壁面に形成された前記高屈折率層の厚さを除いた長さの合計が、前記第1の樹脂層の斜面の長さの合計の5%以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の回折光学素子。

【請求項5】

前記回折光学素子を平面視した際に、前記壁面は同心円状に設けられていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の回折光学素子。

**【請求項 6】**

前記第1の樹脂層の他方の表面が、第1のベース基板と接していることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の回折光学素子。

**【請求項 7】**

前記第2の樹脂層の前記第1の樹脂層とは反対側の表面が、第2のベース基板と接していることを特徴とする請求項6に記載の回折光学素子。

**【請求項 8】**

前記高屈折率層が、無機材料を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の回折光学素子。

**【請求項 9】**

前記無機材料が、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ のうちの一種或いは二種以上の混合物であることを特徴とする請求項8に記載の回折光学素子。

**【請求項 10】**

筐体と、該筐体内に複数のレンズを有する光学系を備える光学機器であって、  
前記複数のレンズの少なくとも1つが請求項1乃至9のいずれか1項に記載の回折光学素子であることを特徴とする光学機器。

**【請求項 11】**

前記光学機器は、カメラ、ビデオカメラ、顕微鏡、内視鏡及び交換レンズからなる群より選ばれる少なくとも1つであることを特徴とする請求項10に記載の光学機器。

**【手続補正2】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

特許文献1に開示された構成では、フレアを低減することは可能であるが、係る構成を密着二層型の回折格子に適用した場合には、導波路層を設けたことによる以下のような問題が発生する。

密着二層型の回折格子では、レリーフパターンが形成された格子界面を介して、第1の格子層と第2の格子層とを、密着させて一体化している。よって、係るレリーフパターンの壁面に上記導波路層を形成した場合には、係る壁面においては、第1の格子層と導波路層と第2の格子層と、の3種類の材料が互いに接した状態となる。透過型の回折格子の場合、第1の格子層及び第2の格子層はガラスや光学樹脂で構成されているが、少なくとも一方は光学樹脂が使用されている場合が多い。一方、導波路層には、第1の格子層や第2の格子層よりも高い屈折率が要求されている点、及び薄い膜厚で均一に形成する点から、無機材料が用いられる。

よって、密着二層型の回折格子に特許文献1の導波路層を設けた場合には、壁面において、有機材料と無機材料とが混在していることになる。有機材料と無機材料とでは、線膨張係数が大きく異なり、例えば、光学材料として一般的に使用されるアクリル樹脂では $5 \times 10^{-5} /$ であるのに対して、アルミナなどの無機材料では $7 \times 10^{-6} /$ と、一桁低い値となる。

密着二層型の回折格子を製造する際、一般的には、第1の格子層をレプリカ法などで成形し、その後、導波路層を壁面に形成してから、最後に第2の格子層を第1の格子層と密着する形で成形する手順を踏むと考えられる。第2の格子層は、第1の格子層に密着させた状態で樹脂を硬化させて形成するが、一般的な樹脂であれば硬化前後で5乃至10%程度の体積変化を生じる。そのため、双方の材料の粘弾性特性にもよるが、第2の格子層の樹脂の硬化反応は、既に成形されている第1の格子層へも影響を及ぼすことになる。つまり、第2の格子層の成形時に第1の格子層が変形することになるが、壁面は形状的に応力が生じ易いため、該壁面において変形が大きくなり、格子層と導波路層との界面で剥離が生じ、格子層と導波路層との間に空気層が発生してしまう。格子層と導波路層との界面に

空気層が存在すると、格子層と導波路層との界面での屈折率が設計値とは異なる値となってしまう。そのため、導波路層内に入射した光が導波路層内で全反射を行わずに、途中で格子層側に抜けてしまい、設計通りに導波路層端部から出力せず、フレアの低減効果が得られなくなってしまうおそれがある。

また、格子層と導波路層との界面で剥離が生じる現象は、高温や低温、高温高湿といった環境によっても引き起こされやすい。よって、初期には光学性能を満足していても、経時的に変化してしまうおそれもある。

本発明の課題は、壁面に導波路層を設けた密着二層型の回折光学素子において、導波路層と格子層との界面における剥離を抑制し、フレアの発生を初期から長期にわたって低減することにある。

#### 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0005】

本発明の第一は、一方の表面に、複数の壁面と前記壁面によって区画される複数の斜面と、を有する第1の樹脂層と、

前記第1の樹脂層の前記一方の表面に密着して配置され、前記第1の樹脂層側の表面が複数の壁面と前記壁面によって区画される複数の斜面とを有し、前記壁面および前記斜面が前記第1の樹脂層の前記壁面及び前記斜面に対応する第2の樹脂層と、

前記第1の樹脂層の壁面と前記第2の樹脂層の壁面との間に、前記第1の樹脂層及び前記第2の樹脂層よりも屈折率が高い高屈折率層を有する回折光学素子であって、

前記高屈折率層は、前記第1の樹脂層の少なくとも1つの壁面から前記壁面と隣接する前記第1の樹脂層の斜面の一部に跨って設けられていることを特徴とする。

本発明の第二は、筐体と、該筐体内に複数のレンズを有する光学系を備える光学機器であって、前記複数のレンズの少なくとも1つが上記本発明の回折光学素子であることを特徴とする。

#### 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0009】

図1は、本発明の回折光学素子の一実施形態の構成を模式的に示すであり、図1(a)は厚さ方向の断面の全体図であり、図1(b)はその部分拡大図である。また、図1(c)は入射光側から見た平面図である。図1(a)及び(b)は、図1(c)のA-A'部分で切断した時の回折光学素子の断面を示した図であり、A-A'部分は回折光学素子の中心にある光軸を通る。即ち、厚さ方向断面とは、回折光学素子を上面(入射光側)から見た時の中心を通るように切断した時の、回折光学素子の断面のことである。図1に示すように、本発明の回折光学素子は、第1の樹脂層2と、第2の樹脂層3とを有する密着二層型である。第1の樹脂層(ブレーズド回折格子)2は、一方の表面側に、厚さ方向の断面が鋸歯状となる複数の段差が、光の入射方向から見た場合に同心円状となるように形成されている。また、係る段差は、壁面2bによって形成され、第1の樹脂層2の一方の表面は、係る壁面2bと、該壁面2bによって区画された斜面2aとを、それぞれ複数備えている。即ち、壁面2bと斜面2aとで、レリーフパターンが形成されている。第2の樹脂層3は、第1の樹脂層2と密着して配置されているため、第1の樹脂層側の表面に、第1の樹脂層2の段差に対応する段差を有している。そして、第1の樹脂層2の壁面2bと第2の樹脂層3の壁面3bとの間には、高屈折率層5が設けられている。

尚、本例においては、第1の樹脂層2に高屈折率層5を形成し、次いで、第1の樹脂層

2 及び高屈折率層 5 に対して密着するように樹脂を硬化させて第 2 の樹脂層 3 を形成したものとする。

#### 【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0018】

しかしながら、高屈折率層 5 を壁面 2 b に形成する方法にもよるが、通常想定される方法によれば斜面 2 a に形成される長さは略一定になると推定される。その場合には、図 1 (b) に示した上記 L 2 が 0.1  $\mu\text{m}$  以上、上記 L 3 が 0.2  $\mu\text{m}$  以上であることが好ましい。また、L 2 が 0.1  $\mu\text{m}$  以上、L 3 が 0.2  $\mu\text{m}$  以上で、且つ、L 2 < L 3 が好ましい。

#### 【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0021】

図 2 は、図 1 の壁面 2 b、3 b 近傍を拡大した図であり、図中の  $\alpha$  は、厚さ方向断面において、第 1 の樹脂層 2 の格子山部 2 c のなす角度、 $\beta$  は第 1 の樹脂層 2 の格子谷部 2 d のなす角度を示している。また、h 1 は、第 1 の樹脂層 2 の格子山部 2 c から第 2 のベース基板 4 までの距離（格子山部 2 c における第 2 の樹脂層 3 の厚さ）、h 2 は第 1 の樹脂層 2 の格子谷部 2 d から第 2 のベース基板 4 までの距離（格子谷部 2 d における第 2 の樹脂層 3 の厚さ）である。尚、図 2 において、高屈折率層 5 は便宜上、省略した。

#### 【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0023】

高屈折率層 5 の材料としては、樹脂層 2、3 を構成する材料にもよるが、これらの樹脂材料よりも高い屈折率を有していることと低い線膨張係数を有していることが重要である。高屈折率層 5 はその屈折率にもよるが膜厚は最大でも数百  $\text{nm}$  の薄膜であり、設計からの形状ズレに関しても数十  $\text{nm}$  レベルである。更に、設計によるが材料屈折率の許容ズレも 0.05 以下程度であることを考慮すると、高屈折率層の形成には真空成膜プロセスが想定される。しかしながら、レンズなどの曲面に成膜する場合には、入射する角度によって屈折率が大きく変化してしまい、所望の効果が得られなくなる懸念がある。屈折率の成膜角依存は材料としての特性もあるが、狙い屈折率にも依存する。正対入射で成膜した時は、材料本来が持つ密度、屈折率になるが、入射角度が浅くなるにつれて密度が小さくなり、結果的に屈折率も小さくなる。正対入射時に高い屈折率を有する材料ほど、その変化が大きくなるので、安定的に製造する観点からは正対入射時の屈折率は高くない方が良い。樹脂で形成された回折格子間で導波路の効果を持ち、製造安定性も得られる屈折率範囲としては、正対入射時に 1.6 以上 2.1 以下程度までの無機材料が好適に使用される。無機材料として具体的には  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、などのガラス材料成分が挙げられ、更にその二種以上の混合物なども好適に使用される。

#### 【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

**【補正の内容】****【0027】**

図6は、本発明の光学機器の好適な実施形態の一例である一眼レフカメラの交換レンズ鏡筒の光学系の断面図である。レンズ鏡筒30は筐体31とその内部に光学系を有する。光学系は、レンズ21乃至29及び回折光学素子20が光軸Oに対して垂直に配列されている。ここでレンズ21側が光学系の入射光側であり、レンズ29側がカメラとの着脱マウント側である。本発明の回折光学素子20を光学系の適切な位置に配置させることにより、色収差を低減した小型かつ軽量のレンズ鏡筒を提供することができる。また、図6のように回折光学素子20をレンズ21の内側に設けることにより、回折光学素子20に外光が直接当たることを防止できるため、フレアの発生を抑制することができる。

**【手続補正9】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0031****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0031】**

本実施例の回折光学素子をフレア測定用に改造を施した撮像光学系（キヤノン（株）製EFレンズ鏡筒）に組み込んで、壁面によるフレアの測定を行った。壁面によるフレアの測定は、光軸中心から数えて10番目の輪帯の格子部分にのみ赤（635nm）、緑（532nm）、青（473nm）のレーザー光線を入射させ、得られる回折光をCCDで捉えて、入射した光に対する不要回折光の割合として算出した。レーザー光線は、昭和オプトロニクス（株）製のレーザー「JUNO-Compact」を用いて照射した。本実施例の回折光学素子では、+1次回折光を使用する設計なので、それ以外の回折光は設計想定外の不要光であるが、有効画素内で結像してしまうのは0、+2次光、-1、+3次光の位置に現れる回折光であるため、その不要回折光量を測定することとした。具体的には、CCDセンサーの直前に0、+2次光、-1、+3次光のみを透過させるスリットを配することで、CCDセンサーに入射する光は所望の回折光のみである状態を作った。尚、測定の精度を保証するため、測定は温度が23±0.5、湿度が50±10%の環境下で実施し、更に外部の光の影響を無くすために、実験系は遮光幕の中に設定した。測定の結果、本実施例の回折光学素子の壁面によるフレアは0.002%であった。