

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6053262号
(P6053262)

(45) 発行日 平成28年12月27日(2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 1/111 (2015.01)

G02B 1/111

G02B 1/118 (2015.01)

G02B 1/118

G02B 1/02 (2006.01)

G02B 1/02

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-169008 (P2011-169008)

(22) 出願日 平成23年8月2日(2011.8.2)

(65) 公開番号 特開2013-33124 (P2013-33124A)

(43) 公開日 平成25年2月14日(2013.2.14)

審査請求日 平成26年7月28日(2014.7.28)

(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 100114775

弁理士 高岡 亮一

(72) 発明者 天野 佐代子

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

(72) 発明者 桃木 和彦

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

審査官 後藤 亮治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学素子、それを用いた光学系および光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材と、該基材上に形成された反射防止膜と、を有する光学素子であって、
前記反射防止膜は、複数の中空微粒子と、該中空微粒子を互いに結合するバインダーと
、を有する低屈折率層を含み、

前記低屈折率層は、最表層としての第1層と、該第1層に隣接して前記基材の側に位置
する第2層と、からなり、

前記第1層での前記バインダーの充填率は、前記第2層での前記バインダーの充填率よ
りも低く、

前記第1層での前記中空微粒子の充填率は、前記第2層での前記中空微粒子の充填率よ
りも低く、

前記第1層のd線に対する屈折率は、1.1以上1.25以下であり、

前記第1層は、前記バインダーの充填率が互いに異なる上層及び下層を含み、前記下層
での前記バインダーの充填率は、前記第2層での前記バインダーの充填率よりも高いこと
を特徴とする光学素子。

【請求項 2】

前記上層での前記バインダーの充填率は、前記第2層での前記バインダーの充填率より
も低いことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記第2層のd線に対する屈折率は、1.26以上1.35以下であることを特徴とす

10

20

る請求項 1 又は 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記低屈折率層の物理膜厚は、90 nm 以上 150 nm 以下であり、前記第 1 層の物理膜厚は、20 nm 以上 70 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記第 1 層および前記第 2 層は、同一の中空微粒子を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 6】

前記中空微粒子の粒径は、20 nm 以上 70 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の光学素子。 10

【請求項 7】

前記中空微粒子の材質は、シリカであることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 8】

前記第 1 層における前記複数の中空微粒子の夫々は、前記バインダーに覆われていない部分を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 9】

前記第 2 層における前記複数の中空微粒子の夫々は、全体が前記バインダーの中に埋まっていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の光学素子。 20

【請求項 10】

前記反射防止膜は、前記基材と前記低屈折率層との間に、1 以上の層を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 11】

前記 1 以上の層は、酸化ジルコニア、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、アルミナ、シリカ、及びフッ化マグネシウムのうち、少なくとも 1 つを含む材料から成ることを特徴とする請求項 10 に記載の光学素子。

【請求項 12】

複数の光学素子を有する光学系であって、前記複数の光学素子のうち少なくとも 1 つは、請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の光学素子であることを特徴とする光学系。 30

【請求項 13】

光学系を有する光学機器であって、前記光学系は、請求項 12 に記載の光学系であることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子、それを用いた光学系および光学機器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ビデオカメラ、写真カメラ、またはテレビカメラなどの光学機器に用いられる撮影レンズでは、その結像光学系に採用される光学素子の両面または片面に、透過光量を上げ、不要光によるゴーストやフレアを回避するための反射防止膜が施されている。特に、近年のビデオカメラやテレビカメラにおける HD などの高精細化、および写真カメラにおける高画質化に伴い、反射防止性能も高性能化が求められている。ここで、高性能な反射防止性能を得るために、反射防止膜の最表層に用いられる材料を、屈折率の低い材料とする必要がある。この屈折率の低い材料としては、例えば、シリカやフッ化マグネシウムなどの無機系材料、またはシリコーン樹脂や非晶質のフッ素樹脂などの有機材料などがある。さらに、シリカやフッ化マグネシウムの層内に空隙を形成することで、より屈折率を低く抑える技術も存在する。例えば、屈折率が 1.38 のフッ化マグネシウムの薄膜層内に 30% (体積) の空隙を設けると、屈折率を 1.27 まで下げることができる。このよ 40

うな層内に空隙を形成する方法として、特許文献1は、シリカやフッ化マグネシウム微粒子をバインダーと共に成膜し、微粒子間に空隙が形成された低屈折率材料を用いる反射防止膜（シリカエアロゲル膜）の製造方法を開示している。これに対して、特許文献2は、内部が空洞である中空微粒子をバインダーで結合させて形成し、さらに中空微粒子間に別のバインダーを充填して微粒子間の結合を強化した低屈折率層を有する反射防止膜とその製造方法を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-151800号公報

10

【特許文献2】特開2004-258267号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、特許文献2に示す反射防止膜では、中空微粒子が低屈折率層内に高充填され、かつ、バインダーが中空微粒子間の空隙に充填されることで中空微粒子間の結合を強化して、中空微粒子の内部の空洞により低屈折率を確保する。しかしながら、バインダーの高充填は、結果的に屈折率が高くなる一因となり得る。

【0005】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、低屈折率を確保しつつ、耐擦傷性に優れ、さらに高い反射防止性能を有する光学素子を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は、基材と、該基材上に形成された反射防止膜と、を有する光学素子であって、反射防止膜は、複数の中空微粒子と、該中空微粒子を互いに結合するバインダーと、を有する低屈折率層を含み、低屈折率層は、最表層としての第1層と、該第1層に隣接して基材の側に位置する第2層と、からなり、第1層でのバインダーの充填率は、第2層でのバインダーの充填率よりも低く、第1層での中空微粒子の充填率は、第2層での中空微粒子の充填率よりも低く、第1層のd線に対する屈折率は、1.1以上1.25以下であり、第1層は、バインダーの充填率が互いに異なる上層及び下層を含み、下層でのバインダーの充填率は、第2層でのバインダーの充填率よりも高いことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、低屈折率を確保しつつ、耐擦傷性に優れ、さらに高い反射防止性能を有する光学素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光学素子の構成を示す図である。

40

【図2】第1実施形態に係る光学素子の反射率特性を示すグラフである。

【図3】本発明の第2実施形態に係る光学素子の構成を示す図である。

【図4】第2実施形態に係る光学素子の反射率特性を示すグラフである。

【図5】第1実施形態に対する第1比較例に係る光学素子の構成を示す図である。

【図6】第1比較例に係る光学素子の反射率特性を示すグラフである。

【図7】第2実施形態に対する第2比較例に係る光学素子の構成を示す図である。

【図8】第2比較例に係る光学素子の反射率特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための形態について図面等を参照して説明する。

【0010】

50

(第1実施形態)

まず、本発明の第1実施形態に係る光学素子について説明する。図1は、本実施形態に係る光学素子1の構成を示す概略断面図である。この光学素子1は、光透過性を有する基材2と、この基材2の表面上(基材上)に形成された反射防止膜である低屈折率層3とを含む。ここで、「反射防止膜」とは、例えば、ビデオカメラなどの光学機器に用いられる撮影レンズにて、その結像光学系に採用される光学素子の両面または片面に形成され、透過光量を上げて、不要光によるゴーストやフレアを回避するための膜を示す。まず、基材2は、例えば、石英などのガラスや、樹脂などからなる透明部材である。また、基材2の形状は、図1では説明の簡単化のために平板(平面)としているが、例えば曲板やフィルム状板でもよく、また、低屈折率層3が形成される表面も、曲面、凹面、または凸面であってもよい。

10

【0011】

低屈折率層3は、多数の中空微粒子4をバインダー5で相互に結合させた膜からなる。また、中空微粒子4は、内部に空孔6を有するシェル7からなる。この中空微粒子4は、空孔6に含まれる空気(屈折率1.0)により屈折率を下げる性質を有する。なお、空孔6は、単孔または多孔のどちらでもよく、適宜選択される。さらに、シェル7を構成する材料(材質)としては、屈折率の低いものが好ましく、例えば、SiO₂(シリカ)、MgF₂、フッ素、またはシリコーンなどの有機樹脂が上げられるが、粒子の製造が容易であるSiO₂がより好ましい。また、低屈折率層3は、最表層として配置され、中空微粒子4に対するバインダー5の充填率が低い第1層3aと、最表層の下部で基材2の側に位置する下層部として配置され、バインダー5の充填率が高い第2層3bとの2つの隣接した層を含む。このバインダー5の充填率は、バインダー5の希釈濃度を変更することで調整できる。まず、第1層3aでは、中空微粒子4は、図1に示すように不均一に配置されており、バインダー5の充填率が低いため、各中空微粒子4の間の空隙(空気)8の量が多くなることで、屈折率がより低くなる。ここで、中空微粒子4の粒径(ばらつきがある場合は平均粒径)は、20nm以上70nm以下、より好ましくは30nm以上60nm以下とすることが望ましい。これは、中空微粒子4の粒径が20nm未満の場合には、空孔6の大きさが小さくなり、屈折率を低くすることが難しく、粒径が60nm以上になると、粒子間の空隙の大きさが大きくなり、粒子の大きさに伴う散乱が発生し好ましくないためである。また、第1層3aの膜厚は、20nm以上70nm以下とし、一方、第1層3aの屈折率は、1.1以上1.25以下とすることが望ましい。次に、第2層3bでは、各中空微粒子4は、その間の空隙にバインダー5が充填されることで結合されているため、第2層3bは、強度が増加し、結果的に膜の耐擦傷性が保たれている。ここで、第2層3bの屈折率は、1.26以上1.35以下とすることが望ましい。最終的に、低屈折率層3の膜厚は、反射防止性能を得るために、90nm以上150nm以下とすることが望ましい。

20

【0012】

この低屈折率層3の形成に際しては、まず、例えば、ディップコート法、スピンドルコート法、スプレーコート法、またはロールコート法などの塗工方法(湿式成膜法)を用いて、基材2の表面上に中空微粒子4とバインダー5との混合液を塗工(塗布)する。特に、本実施形態の塗工処理では、レンズ表面のような曲面を有する基材に対しても膜厚を均一として成膜可能な観点から、スピンドルコート法の採用が好適である。次に、基材2上の塗工された混合液を乾燥させる。この乾燥処理は、ホットプレートや電気炉などを用いて実施される。このときの乾燥条件としては、基材2に影響を与えることなく、かつ、中空微粒子4内の有機溶媒を蒸発させることができ程度の温度と時間とに設定し、この温度は、例えば300以下とすることが望ましい。なお、通常、1回の塗工処理で低屈折率層3の膜を形成することが望ましいが、塗工処理と乾燥処理とを複数回繰り返して形成してもよい。

30

【0013】

次に、本実施形態の光学素子1の具体例として、材質および数値を示し、その効果について説明する。まず、基材2は、d線(587.6nm)での屈折率が1.52である透

40

50

明ガラス基板とする。次に、低屈折率層3における第2層3bの屈折率が1.30になるように、中空SiO₂含有溶液に対するバインダー溶液の重量比率を1:0.71として混合液を生成する。このとき、低屈折率層3における第1層3aでのバインダー5の充填率が、第2層3bでのバインダー5の充填率よりも低くなるように、バインダー溶液の濃度を調整する。次に、上記混合液を基材2の表面上に滴下し、スピンドルコーター(3000 rpm、30秒間回転)により塗工処理する。次に、この塗工処理が終了したものを、クリーンオーブン(200℃、1時間焼成)により乾燥処理する。これにより、基材2上に低屈折率層3を有する光学素子1が形成される。

【0014】

次に、反射率測定器により、光学素子1における波長400nmから700nmの反射率を測定した。図2は、この反射率測定の結果である反射率特性を示すグラフであり、横軸は、波長(nm)であり、縦軸は、反射率(%)である。この図2において、実線は、入射角0度の反射率特性を示し、一方、点線は、入射角45度の反射率特性を示す。図2に示すように、本実施形態の光学素子1によれば、波長400nmから700nmまでの全域0度反射で0.7%以下、一方、45度反射でも2.0%以下の良好な反射防止性能が確認できる。また、低屈折率層3の断面の状態を走査型透過電子顕微鏡により観察すると、低屈折率層3において、中空微粒子4の充填密度(バインダー5の充填率)の異なる第1層3aと第2層3bとを確認できる。本例の場合、この断面観察と反射率測定との結果より、低屈折率層3の膜厚は、125nmであることが確認できる。同様に、第1層3aの屈折率は、1.15であり、第1層3aの膜厚(物理膜厚)は、45nmであり、第2層3bの屈折率は、1.30であり、第2層3bの膜厚(物理膜厚)は、80nmであることもそれぞれ確認できる。なお、(表1)は、この光学素子1の構成に対する屈折率および膜厚を、基材2側から順に示す表である。

【0015】

【表1】

	屈折率($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)	物理膜厚(nm)
基材	1.52	—
第2層	1.30	80.0
第1層	1.15	45.0
空気	1.00	—

【0016】

さらに、光学素子1に対して、コットン布クリント(旭化成ケミカルズ株式会社の商品名)で300g/cm²の荷重を負荷し、20回往復させた後、低屈折率層3の表面を確認しても、傷が観察されない。

【0017】

以上のように、本実施形態によれば、低屈折率を確保しつつ、耐擦傷性に優れ、さらに高い反射防止性能を有する光学素子を提供することができる。

【0018】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る光学素子について説明する。第1実施形態の光学素子1は、基材2上に低屈折率層3のみを有するが、例えば、基材2と低屈折率層3との間に、高屈折率層や中屈折率層などを単層または複数層として有する構成もあり得る。この高屈折率層または中屈折率層としては、例えば、酸化ジルコニア、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、アルミナ、シリカ、またはフッ化マグネシウムなどの少なくともいずれかの材料を含む層が適用される。さらに、低屈折率層3における外部環境と接する表面に、撥水や撥油などの機能性を有する層を形成してもよい。この機能層の材料としては、例えば、フッ素を含有した塗料や、シリコーン塗料などが採用可能である。なお、このような屈折率層や機能層は、真空蒸着法、スパッタ法、CVD法、ディッ

10

20

30

40

50

プロコート法、スピンドルコート法、スプレーコート法などを用いて形成できる。

【0019】

次に、本実施形態の光学素子の具体例として、材質および数値を示し、その効果について説明する。図3は、本実施形態に係る光学素子10の構成を示す概略断面図である。まず、基材11は、d線(587.6nm)での屈折率が1.806である透明ガラス基板とする。次に、この基材11上に、本実施形態の特徴である多層反射防止膜12を形成する。この多層反射防止膜12は、一例として、5つの層で構成される多層膜13と、低屈折率層14とを含む。多層膜13は、基材11上に、d線での屈折率が2.11の無機系酸化物皮膜と、d線での屈折率が1.63の無機系酸化物皮膜とを5層真空蒸着により交互に形成する。次に、この多層膜13上に、低屈折率層14を形成する。まず、低屈折率層14における第2層14bの屈折率が1.35になるように、中空SiO₂含有溶液に対するバインダー溶液の重量比率を1:0.71として混合液を生成する。このとき、低屈折率層14における第1層14aでのバインダー15の充填率が、第2層14bでのバインダー15の充填率よりも低くなるように、すなわち各中空微粒子4の間の空隙16の量が多くなるようにバインダー溶液の濃度を調整する。次に、上記混合液を基材11の表面上に滴下し、スピンドルコーター(3000rpm、30秒間回転)により塗工処理する。次に、この塗工処理が終了したものを、クリーンオーブン(200℃、1時間焼成)により乾燥処理する。これにより、基材11上には、低屈折率層14を含む多層反射防止膜12を有する光学素子10が形成される。

【0020】

次に、反射率測定器により、光学素子10における波長400nmから700nmの反射率を測定した。図4は、この反射率測定の結果である反射率特性を示すグラフであり、横軸は、波長(nm)であり、縦軸は、反射率(%)である。この図4においても、実線は、入射角0度の反射率特性を示し、一方、点線は、入射角45度の反射率特性を示す。図4に示すように、本実施形態の光学素子10によれば、0度反射で、波長400nmで0.3%以下、450nmから650nmまでで0.1%以下、700nmで0.2%以下となる。一方、波長400nmから700nmまでの45度反射でも、約1.5%以下となり良好な反射防止性能が確認できる。また、多層反射防止膜12の断面の状態を走査型透過電子顕微鏡により観察すると、低屈折率層14において、中空微粒子4の充填密度の異なる第1層14aと第2層14bとを確認できる。本例の場合、この断面観察と反射率測定との結果より、低屈折率層14の膜厚は、131nmであることが確認できる。同様に、第1層14aの屈折率は、1.15であり、第1層14aの膜厚(物理膜厚)は、50nmであり、第2層14bの屈折率は、1.35であり、第2層14bの膜厚(物理膜厚)は、81nmであることもそれぞれ確認できる。なお、(表2)は、この光学素子10の構成に対する屈折率および膜厚を、基材11側から順に示す表である。

【0021】

【表2】

	屈折率($\lambda = 587.6\text{ nm}$)	物理膜厚(nm)
基材	1.806	—
多層膜1層目	2.11	21.7
多層膜2層目	1.63	16.7
多層膜3層目	2.11	78.5
多層膜4層目	1.63	23.1
多層膜5層目	2.11	23.5
第2層	1.35	81.0
第1層	1.15	50.0
空気	1.00	—

【0022】

10

20

30

40

50

(第1比較例)

次に、参考として、第1実施形態に係る光学素子1に対する、第1比較例としての光学素子について説明する。図5は、第1実施形態に対する第1比較例に係る光学素子20の構成を示す概略断面図である。この図5において、第1実施形態に係る光学素子1の構成と同一のものには同一の符号を付し、説明を省略する。この光学素子20では、第1実施形態に係る低屈折率層3とは異なり、低屈折率層21は、中空微粒子4間の空隙がバインダー5で充填された1種類の膜からなる。まず、基材2は、第1実施形態と同一である。次に、低屈折率層21の屈折率が1.30になるように、中空SiO₂含有溶液に対するバインダー溶液の重量比率を1:0.71として混合液を生成する。このとき、低屈折率層21では、上記のとおり中空微粒子4間の空隙がバインダー5で充填されるように、バインダー溶液の濃度が調整される。次に、第1実施形態と同様に、塗工処理および乾燥処理が実施され、基材2上に低屈折率層21を有する光学素子20が形成される。ここで、第1実施形態と同様に評価、観察した結果、図6に示すように、光学素子20によれば、第1実施形態に比べて反射率が高くなり、反射防止性能が劣ることが確認できる。これにより、第1実施形態に係る光学素子1の有用性が示される。なお、(表3)は、この光学素子20の構成に対する屈折率および膜厚を、基材2側から順に示す表である。

【0023】

【表3】

	屈折率 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)	物理膜厚 (nm)
基材	1.52	—
低屈折率層	1.30	100.0
空気	1.00	—

10

20

【0024】

(第2比較例)

さらに、参考として、第2実施形態に係る光学素子10に対する、第2比較例としての光学素子について説明する。図7は、第2実施形態に対する第2比較例に係る光学素子30の構成を示す概略断面図である。この図7において、第2実施形態に係る光学素子10の構成と同一のものには同一の符号を付し、説明を省略する。この光学素子30も、第2実施形態に係る光学素子10と同様に、多層反射防止膜31を含むものである。一方、多層反射防止膜31を構成する本比較例に係る低屈折率層32は、低屈折率層14とは異なり、中空微粒子4間の空隙がバインダー15で充填された1種類の膜からなる。まず、基材11は、第2実施形態と同一である。また、本比較例においても、多層反射防止膜31は、第2実施形態と同様に、5つの層で構成される多層膜33を含む。次に、低屈折率層32の屈折率が1.35になるように、中空SiO₂含有溶液に対するバインダー溶液の重量比率を1:0.71として混合液を生成する。このとき、低屈折率層32では、上記のとおり中空微粒子4間の空隙がバインダー5で充填されるように、バインダー溶液の濃度が調整される。次に、第2実施形態と同様に、塗工処理および乾燥処理が実施され、基材11上に低屈折率層32を有する光学素子30が形成される。ここで、第2実施形態と同様に評価、観察した結果、図8に示すように、光学素子30によれば、第2実施形態に比べて反射率が高くなり、反射防止性能が劣ることが確認できる。これにより、第2実施形態に係る光学素子10の有用性が示される。なお、(表4)は、この光学素子30の構成に対する屈折率および膜厚を、基材11側から順に示す表である。

30

40

【0025】

【表4】

	屈折率 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)	物理膜厚 (nm)
基材	1.806	—
多層膜1層目	2.11	18.9
多層膜2層目	1.63	19.4
多層膜3層目	2.11	79.7
多層膜4層目	1.63	17.5
多層膜5層目	2.11	28.9
低屈折率層	1.35	100.0
空気	1.00	—

10

【0026】

(光学系および光学機器)

次に、本発明の一実施形態の光学系および光学機器について説明する。本実施形態の光学系は、例えば、ビデオカメラ、写真カメラ、またはテレビカメラなどの光学機器が備えるレンズ(光学素子)部、またはレンズ鏡筒の内部に構成される結像光学系である。この結像光学系は、光軸方向に並ぶ、少なくとも2つ以上のレンズを有し、例えば、光入射側から順に、接合レンズである第1レンズ、反射防止膜を有する第2レンズなどを含む。この第2レンズとして、上記実施形態にて説明した光学素子が採用可能である。本実施形態の光学系および光学機器によれば、従来よりも少なくとも結像性能の面で有利となる。

20

【0027】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

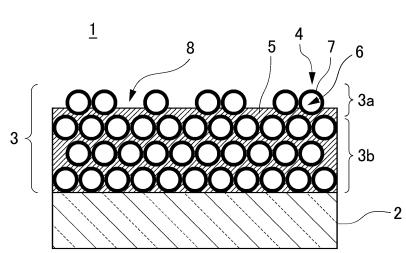
【符号の説明】

【0028】

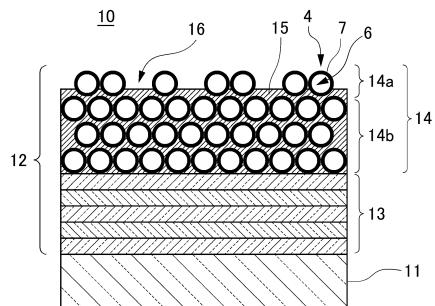
- 1 光学素子
- 2 基材
- 3 低屈折率層
- 3 a 第1層
- 3 b 第2層
- 4 中空微粒子
- 5 バインダー

30

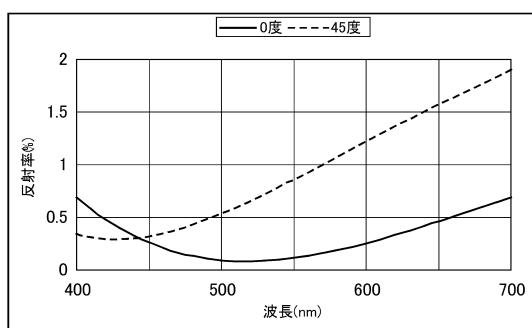
【図1】



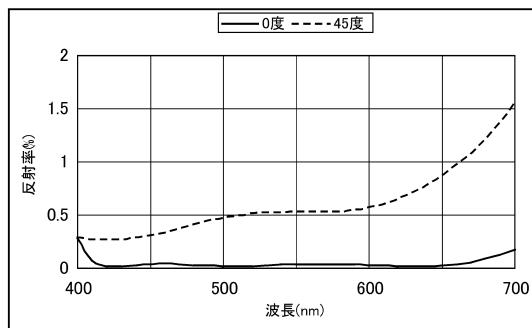
【図3】



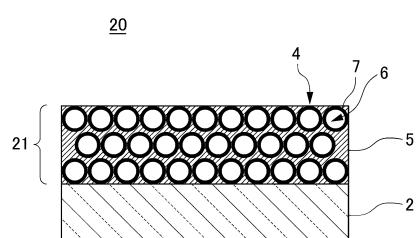
【図2】



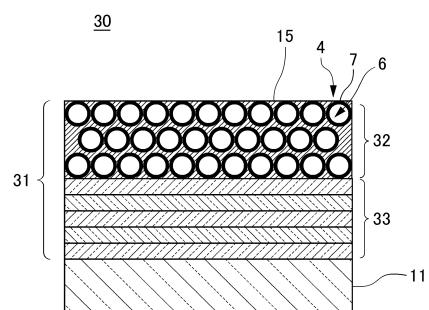
【図4】



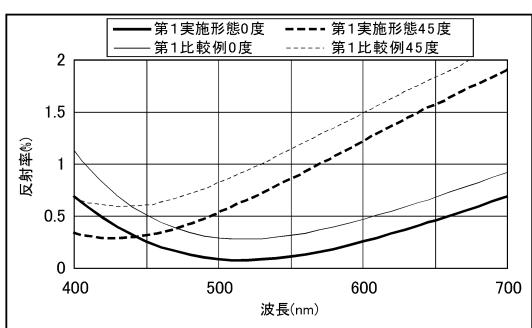
【図5】



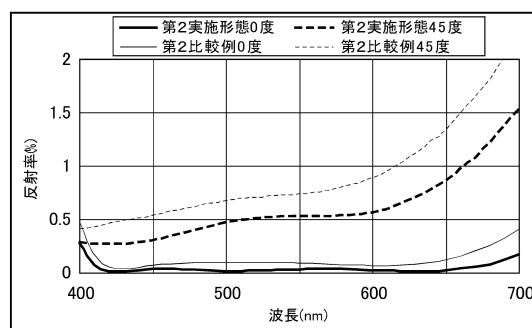
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-052345(JP,A)
特開2005-352303(JP,A)
特開2009-211078(JP,A)
特開2010-160262(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 1/10 - 1/18