(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-334012
(P2004-334012A)
(43)公開日　平成16年11月25日(2004.11.25)

(51)Int.Cl.[7]		F I			テーマコード（参考）
G02B	1/11	G02B	1/10	A	2H048
B32B	7/02	B32B	7/02	103	2K009
B32B	15/04	B32B	15/04	Z	4F100
C03C	17/36	C03C	17/36		4G059
G02B	5/28	G02B	5/28		

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 8 頁）

(21)出願番号　特願2003-131688(P2003-131688)
(22)出願日　平成15年5月9日(2003.5.9)

(71)出願人　503170673
南部　信政
埼玉県草加市瀬崎町１３０２－８－１０６
(71)出願人　396004888
辻　二夫
石川県金沢市専光寺町ツ７２－３
(74)代理人　100078673
弁理士　西　孝雄
(72)発明者　南部　信政
埼玉県草加市瀬崎町１３０２－８－１０６
(72)発明者　辻　二夫
石川県金沢市専光寺町ツ７２－３

Ｆターム(参考)　2H048 BA04　BB10　BB41
2K009 AA03　BB11　CC01　CC02　DD04

最終頁に続く

(54)【発明の名称】反射防止膜及び光学フィルター

(57)【要約】
【課題】ガラス、透明プラスチックレンズなどの透明基材表面に設けられる反射防止膜及び光学的色分解フィルターに関し、その膜厚さを大幅に低減させる画期的な技術手段を提供する。
【解決手段】透明基材表面に形成した光学的な反射防止膜であって、基材表面に中屈折率膜、高屈折率膜及び低屈折率膜の３層の膜がこの順序で形成され、高屈折率膜は、銀、アルミニウム又はスズを材料とする物理的膜厚（ｄ）が５０～５００Åの金属膜であることを特徴とする。中屈折率膜を、二酸化珪素を材料とする低屈折率膜と窒化珪素（Si_2N_3）又は銀、アルミニウム若しくはスズを材料とする金属膜からなる高屈折率膜との等価多層膜で形成すれば、それらの膜厚さの変化により最適な屈折率の膜を得ることができる。

【特許請求の範囲】
【請求項１】
透明基材表面に形成した光学的な反射防止膜であって、前記基材表面に中屈折率膜、高屈折率膜及び低屈折率膜がこの順序で形成されており、前記高屈折率膜は、銀、アルミニウム又はスズを材料とする物理的膜厚（ｄ）が５０～５００Åの金属膜であることを特徴とする、反射防止膜。
【請求項２】
前記中屈折率膜が、二酸化珪素を材料とする低屈折率膜と高屈折率膜とで形成した等価多層膜構成を備え、この多層膜の合計の光学的膜厚（ｎｄ）が光学的設計中心波長をλとして、０．１６λ＞ｎｄ＞０．０８λであることを特徴とする、請求項１記載の反射防止膜。
【請求項３】
前記等価多層膜中の高屈折率膜が、窒化珪素膜であることを特徴とする、請求項２記載の反射防止膜。
【請求項４】
二酸化珪素膜の上に銀、アルミニウム又はスズを材料とする金属膜を成膜した膜構造を備えた請求項１、２又は３記載の反射防止膜において、前記金属膜の上に当該金属膜の酸化を防止する窒化膜が設けられている、反射防止膜。
【請求項５】
銀、アルミニウム又はスズを材料とする金属膜の上に膜厚３００Å以下の窒化珪素膜が単層又は数層で設けられている、請求項１、２、３又は４記載の反射防止膜。
【請求項６】
銀、アルミニウム又はスズを材料とする物理的膜厚さが１００Å以下の高屈折率金属膜と、酸化珪素を材料とする低屈折率膜とを備えた光学的色分解フィルターにおいて、前記金属膜の上に膜厚１００Å以下の窒化珪素膜を設けて、当該金属膜の酸化を防止したことを特徴とする、光学的色分解フィルター。
【請求項７】
反射防止膜を構成する各膜がスパッタリング法により成膜されている、請求項１ないし５のいずれか１記載の反射防止膜。
【請求項８】
光学的色分解フィルターを構成する各膜がスパッタリング法により成膜されている、請求項６記載の光学的色分解フィルター。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、ガラス、透明プラスチックレンズなどの透明基材表面に設けられる反射防止膜及び光学的色分解フィルターに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
レンズや窓ガラスのように、光を透過させる目的で用いる透明基材は、表面での反射を最小にするために、基材表面に反射防止膜が設けられる。またこれらの透明基材を通過する光の波長範囲を制限するために、基材表面に膜構造の紫外線フィルターや赤外線フィルターなどを設けることも広く行われている。これらの膜は、一般に、所望の機能を実現するために多層の膜構造を備えている。
【０００３】
従来のこの種の光学的反射防止膜や光学フィルターは、波としての光はその波長λの１／４を基準にエネルギーの強弱を生ずることから、各層の基本膜厚を設計中心波長（λ）の１／４を基本として構成されている。そして位相差エネルギーの干渉で目的の光学特性をえられないときには、基本の膜厚に適宜量（±α）で補正した膜厚さとして、光学膜が当初の狙いの光学分光特性を示すように設計されている。

【０００４】
その結果、反射防止膜においては、基材表面に設ける小屈折率膜、中屈折率膜及び高屈折率膜の光学膜厚は、設計中心波長（例えばλ＝５５０ｎｍ）のλ／４、λ／２、λ／４が基本の膜厚となる。その結果反射防止膜の光学的なトータル膜厚＝１λとなり、物理的な膜厚は各膜の光学的膜厚をそれぞれの屈折率で割算することで得られ、それらの関係の一例を下記に示す。（λ＝５５０ｎｍ）

【０００５】

（材　料）	屈折率	光学的膜厚	物理的膜厚
［硝子］	1.52	(∞)	(∞)
第１層	1.61	0.25λ	0.155λ＝85.25nm
第２層	2.34	0.50λ	0.213λ＝117.15nm
第３層	1.465	0.25λ	0.171λ＝94．05nm
［大気］	1.0	(∞)	(∞)
			物理的膜厚合計＝２９６．４５ｎｍ

上記例の膜材料は、１層目がAl_2O_3、２層目がTiO_2（あるいはNb_2O_5等）、３層目がSiO_2（又はMgF_2）である。

【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
反射防止膜や光学的フィルター膜のような薄膜の成膜には、各種の物理的又は化学的成膜法が用いられるが、これらによる成膜には、膜材料分子が基材上に堆積するときに大きな温度変化を伴い、そのために堆積した薄膜内に大きな熱歪みが残り、従って膜内に大きな内部応力が残留することとなる。この内部応力は、歪みに起因するものであるから、膜厚に略比例した剪断力が膜と基材の間及び膜相互の間に作用することとなる。そのため、膜厚が大きいと、成膜に時間がかかって生産性が低くなるばかりでなく、膜に亀裂や剥離が生じやすくなり、特に基材がプラスチックの場合には、膜の基材の熱変形や吸湿による経年変化のために、膜の亀裂や剥離が顕在化しやすく、膜の耐久性が損なわれる問題がある。

【０００７】
この発明は、ガラスや透明プラスチックなどの透明基材表面に設けられる反射防止膜や色分解フィルターの膜厚さを大幅に低減させる画期的な技術手段を提供することを課題としている。

【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決した本願請求項１の発明に係る光学的反射防止膜は、透明基材表面に形成した光学的な反射防止膜であって、前記基材表面に中屈折率膜、高屈折率膜及び低屈折率膜の３層の膜がこの順序で形成されており、前記高屈折率膜は、銀、アルミニウム又はスズを材料とする物理的膜厚（ｄ）が５０～５００Åの金属膜であることを特徴とするものである。

【０００９】
これらの金属膜の屈折率（ｎ）は、通常、２．０～２．６で、従来の反射防止膜においては、屈折率に物理的膜厚を乗じた光学的膜厚（ｎｄ）が０．５λ（λは光の波長）程度となる。設計基準波長をλ＝５５０ｎｍとすると、ｄ＝２１１５Åとなる。上記本願請求項１の発明によれば、膜厚が従来の１／３～１／４以下になる。レンズなどの透明基材と膜の間の歪力は膜厚の３乗に比例して大きくなることが知られており、本願の反射防止膜によれば、基材との間の歪力が従来の１／２７～１／６４という画期的な値にまで低減できる。

【００１０】
本願請求項２の発明は、上記請求項１記載の反射防止膜において、透明基材に接する中屈折率膜として低屈折率膜と高屈折率膜、又は低屈折率膜と項屈折率膜と低屈折率膜の等価多層膜構成を用い、そのトータルの光学的膜厚（ｎｄ）を０．１６λ＞ｎｄ＞０．０８λ（λは設計中心波長）としたことを特徴とするものである。低屈折率膜は、二酸化珪素の薄膜で形成され、高屈折率膜は、窒化珪素（Si_2N_3）又は銀、アルミニウム若しくはスズを材料とする薄膜である。
【００１１】
中屈折率膜の屈折率の範囲は、１．６～２．０の範囲で、最適値は理論計算で求められ、最適値を採用しないと反射率が最適化できないが、その値は下地の透明基材の屈折率により大きく変わるから、透明基材の種類に応じて個々に求める必要がある。この中屈折率膜を、二酸化珪素を材料とする低屈折率膜と窒化珪素（Si_2N_3）又は銀、アルミニウム若しくはスズを材料とする金属膜からなる高屈折率膜との等価多層膜で形成すれば、それらの膜厚さの変化により、トータルとしての最適な屈折率の膜を得ることができる。
【００１２】
すなわち、請求項１記載の反射防止膜の膜における中屈折率膜を、窒化珪素膜とする構成、窒化珪素と二酸化珪素の等価多層膜とする構成、更に、銀、アルミニウム若しくはスズを材料とする金属膜と窒化珪素膜及び／又は二酸化珪素膜を組み合わせた等価多層膜とする構成を適宜採用することができる。
【００１３】
本願請求項３の発明は、中屈折率膜として窒化珪素と二酸化珪素の等価多層膜を採用したものである。また、請求項４の発明は、酸化珪素膜と銀、アルミニウム又はスズを材料とする金属膜とからなる多層膜構成において、金属膜の上にその酸化物化を防止する窒化物を成膜して、金属膜の上に金属窒化膜を形成したものである。
【００１４】
これらの膜構成においては、請求項５に記載のように、銀などの金属膜の上に窒化珪素膜などの窒化膜を単層又は数層で３００Å以下の光学的膜厚で設けることができ、これにより銀膜などの金属膜の酸化を防止することができる。
【００１５】
本願請求項６に係る発明は、光学的色分解フィルターについてのもので、高屈折率膜として銀、アルミニウム又はスズを材料とする膜厚１００Å以下の金属膜を用い、低屈折率膜として二酸化珪素膜を用いた光学的色分解フィルターにおいて、金属膜の次に膜厚１００Å以下の窒化珪素（Si_2N_3）の成膜を行い、下層の金属膜の酸化物化を防止したことを特徴とするものである。
【００１６】
この発明の反射防止膜及び光学的色分解フィルターなどの光学膜の成膜には、スパッタリング法を用いるのが有効で、スパッタリング成膜におけるカソードターゲットを２種類の材料で形成し、低屈折率を酸化物膜とし、高屈折率を金属膜とした基本膜構成とする。この場合において、金属膜の酸化物化を防止する目的で、金属膜表面を膜厚２００Å以下の窒化膜で覆うように、当該金属膜の上に窒化膜をスパッタリング法により成膜する。
【００１７】
【発明の実施の形態】
本発明の反射防止膜の構成関係を以下に示す。

実施例１　４層反射防止膜　　ａｔ　λ＝５５０ｎｍ

（材　料）	屈折率	光学的膜厚	物理的膜厚
[硝子]	１．５２	(∞)	(∞)
第１層	１．９０３	０．１１６７λ	３０．６６ｎｍ
第２層	１．４７９	０．０１９２λ	６．５１ｎｍ
第３層	０．０４９－ｉ２．８８５	０．００４１λ	４．１１ｎｍ
第４層	１．４７９	０．２１０２λ	７１．０８ｎｍ
[大気]	１．０	(∞)	(∞)

物理的膜厚合計＝１１２．３６ｎｍ

成膜材料は、１層目がSi_2N_3、２層目がSiO_2、３層目がＡｇ、４層目がSiO_2である。

【００１８】

実施例２　３層反射防止膜　　ａｔ　λ＝５５０ｎｍ

（材　料）	屈折率	光学的膜厚	物理的膜厚
[硝子]	１．５２	(∞)	(∞)
第１層	１．９０３	０．１１６７λ	３０．６６ｎｍ
第２層	０．０４９－ｉ２．８８５	０．００４１λ	４．１１ｎｍ
第３層	１．４７６	０．１９２７λ	７１．７７ｎｍ
[大気]	１．０	(∞)	(∞)

物理的膜厚合計＝１０６．５４ｎｍ

成膜材料は、１層目がSi_2N_3、２層目がＡｇ、３層目がSiO_2である。

【００１９】

実施例３　金属膜を窒化膜で保護した４層反射防止膜　ａｔ　λ＝５５０ｎｍ

（材　料）	屈折率	光学的膜厚	物理的膜厚
[硝子]	１．５２	(∞)	(∞)
第１層	１．９０３	０．１２１０λ	３５．０２ｎｍ
第２層	０．０４９－ｉ２．８８５	０．００４８λ	４．８９ｎｍ
第３層	１．９０３	０．０２００λ	５．７９ｎｍ
第４層	１．４７６	０．１７８０λ	６６．３１ｎｍ
[大気]	１．０	(∞)	(∞)

物理的膜厚合計＝１１２．０１ｎｍ

成膜材料は、１層目がSi_2N_3、２層目がＡｇ、３層目がSi_2N_3、４層目がSiO_2である。

【００２０】

上記本発明の実施例１、２共に分光反射領域：４００ｎｍ～７５０ｎｍの範囲で最大反射率０．４％以下で平均分光反射率０．２５％程度となる。本発明での光学的なトータル膜

厚は約０．３～０．３５λで、その物理的膜厚のトータルは１００ｎｍ～１２０ｎｍ程度となり、従来の反射防止膜に比べ膜厚が大幅に薄くなっていて、成膜時間の短縮が可能であると共に、膜の保有する内部応力が小さいため、膜の亀裂や剥離の発生を防止できる点で、画期的な効果が得られる。

【００２１】

すなわち、従来の反射防止膜は、その構成膜のトータルの光学的膜厚は略１λとなる。その分光反射率は３層膜では可視光領域（４００ｎｍ～７００ｎｍ）で一般的には平均で０．４％程度となる。

【００２２】

これに対して本発明によれば、分光反射特性が従来膜より優れ、反射防止膜のトータル膜厚さが従来膜厚さの約３３％程度の厚さに低減される。特に実用性において、膜厚が約１／３に圧縮されたことで、応力の理論から内部応力値は概略１／２７程度まで減少させることができ、近年のプラスチック光学材料表面の反射防止膜の耐久性、及び成膜コストの大幅な改善効果が得られる。

【００２３】

プラスチック光学材料の応用分野は近年益々増大し、デジタルカメラ・カメラ付き携帯電話のレンズ及びディスプレープレート、ＬＣＤ・ＰＤＰ・ＥＬディスプレープレート、ＣＤ・ＤＶＤプレーヤーの光学系レンズ及びディスク、眼鏡レンズその他の各種光学レンズ・フィルター等々の反射防止表面処理（反射防止膜成膜）において、従来の成膜膜厚を３３％の厚さに減少させることで、成膜処理時間が大幅に低減されると共に、形成された反射防止膜は下地プラスチック特有の温度変化及び吸湿による表面収縮の追従適合性に優れている。

【００２４】

この発明の反射防止膜の成膜を真空蒸着法で行った場合、その膜構成はミクロ的にポーラスとなり多層膜は吸湿性が大きく、時間経過に伴う吸湿膨張で経年変化を生ずる。これに対し、スパッタ法で成膜された多層膜は、その高圧放電をベースとした成膜プロセスにより、緻密性が高く耐吸湿性に富み経年変化は生じ難い。従って、今後の急拡大が期待されるプラスチック製光学部品に対する反射防止膜として、成膜時間の短縮によるコスト低下、亀裂や剥離性の改善、経年変化の防止などの面で画期的な貢献が可能である。

【００２５】

金属と金属酸化物を組み合わせた光学フィルターを上記と同様に設計製作した。その結果は以下に示す。

実施例４　光学フィルター　　ａｔ　λ＝６００ｎｍ

（材　料）	屈折率	光学的膜厚	物理的膜厚
[硝子]	ＰＭＭＡ　１．５２	∞	∞
第１層	Ａｇ　０．０６２-i3.7551	０．００１１λ	１０．４３７ｎｍ
第２層	Si_2N_3　１．８９９	０．０２００λ	６．３１８ｎｍ
第３層	SiO_2　１．４７４	０．２５４５λ	１０３．６０８ｎｍ
第４層	Ａｇ　０．０６２-i3.7551	０．００１８λ	１７．６８２ｎｍ
第５層	Si_2N_3　１．８９９	０．０２００λ	６．３１８ｎｍ
第６層	SiO_2　１．４７４	０．２７６５λ	１１２．５５９ｎｍ
第７層	Ａｇ　０．０６２-i3.7551	０．００１１λ	１０．７７９ｎｍ
第８層	Si_2N_3　１．８９９	０．０２００λ	６．３１８ｎｍ
第９層	SiO_2　１．４７４	０．１９４１λ	７９．０１７ｎｍ
「大気」	１．０	∞	∞

トータル物理的膜厚＝３５３．０３６ｎｍ

【００２６】
従来の方法で７００ｎｍ～１２００ｎｍ迄の赤外線カットフィルターを１２００ｎｍで透過率０．５％以下にするように設計製作する場合、その膜構成は約３２層から４２層となるが、本発明のものでは金属膜を保護する窒化膜を入れても９層の構成で、層数で約１／４になり、物理的膜厚で１／１０以下になり、画期的な赤外線カットフィルターが得られる。

【００２７】
物理的膜厚が薄くなったことで、プラスチック製光学部品表面に従来技術では成膜が不可能だった高性能の光学的フィルターの成膜が、膜構成から生ずる歪みが１／１０００になったことで、実用的に可能となったと言える。特に赤外線カットフィルターの用途は、各種ＴＶカメラ（含む：デジタルビデオカメラ）、デジタルカメラ等では必需部品で、画像センサーと組み合わせて視感度に画像色温度を合わせる部品として使用されている。

【００２８】
【発明の効果】
以上説明した本願発明によれば、レンズ、窓カラスなどの透明基材表面に形成する反射防止膜、特定波長範囲の光を遮断する光フィルター膜などの膜厚を従来技術による膜厚に比べて大幅に低減することができ、これらの膜の成膜に要する時間を大幅に低減できて生産性の向上を図れるばかりでなく、膜の内部歪みに起因する応力を劇的に低減できるので、これらの膜の亀裂や剥離が防止され、特に熱や吸湿による変形の大きいプラスチックレンズやプラスチック板などに設ける光学膜として用いたとき、これらの膜の耐久性を大幅に改善できる効果がある。

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 4F100 AA12C AA20B AB10C AB21C AB24C AG00 AR00A AR00B AR00C AR00D
BA04 BA07 BA10A BA10D BA26 EH66B EH66C EH66D GB90 JN01A
JN06 JN18B JN18C JN18D YY00B YY00C
4G059 AA01 AC04 DA01 EA05 EA12 EB04 GA02 GA14