

(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2012-108204

(P2012-108204A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012. 6. 7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 2 B 5/28 (2006.01)	G O 2 B 5/28	2 H O 4 8
G O 2 B 1/11 (2006.01)	G O 2 B 1/10 A	2 K O O 9
G O 2 B 5/26 (2006.01)	G O 2 B 5/26	2 K 1 O 3
B 3 2 B 7/02 (2006.01)	B 3 2 B 7/02 1 O 3	4 F 1 O O
G O 3 B 21/14 (2006.01)	G O 3 B 21/14 Z	4 M 1 1 8
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2010-255124 (P2010-255124)
 (22) 出願日 平成22年11月15日 (2010. 11. 15)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 古里 大喜
 東京都日野市日野421-8 エプソント
 ヨコム株式会社内
 Fターム(参考) 2H048 FA12 FA13 FA18 FA24 GA12
 GA24 GA33 GA51 GA61
 2K009 AA03 EE03
 2K103 AA01 AA05 AA11 AB10 BC08
 BC33 CA17 CA26 CA67 CA75
 CA76

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子、光学素子の製造方法、及び電子機器

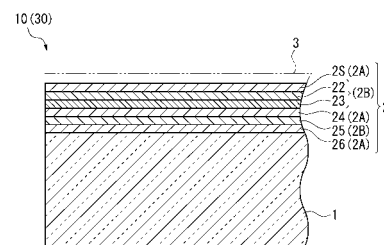
(57) 【要約】

【課題】防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた光学素子、光学素子の製造方法、及び電子機器を提供する。

【解決手段】

基板 1 と、当該基板 1 上に配置され、低屈折率層 2 A と高屈折率層 2 B とを交互に順にそれぞれ複数積層された光学機能膜と、を備える光学素子であって、前記光学機能膜の基板 1 から最も離れた最表層 2 S は、第 1 低屈折率層 2 A であり、第 1 低屈折率層 2 A に隣接する第 1 高屈折率層 2 B は、複数層から構成され、当該複数層は最表層 2 S 側から順に導電層 2 2 と非導電層 2 3 を配置して構成され、前記光学機能膜が UV - IR カットフィルター膜である場合、前記導電層 2 2 の物理膜厚は 60 nm 未満である。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

当該基板上に配置され、低屈折率層と高屈折率層とを交互に順にそれぞれ複数積層された光学機能膜と、

を備える光学素子であって、

前記光学機能膜の前記基板から最も離れた最表層は、第 1 低屈折率層であり、

当該第 1 低屈折率層に隣接する第 1 高屈折率層は、複数層から構成され、

当該複数層は前記最表層側から順に導電層と非導電層を配置して構成され、

前記光学機能膜が UV - IR カットフィルター膜である場合、前記導電層の物理膜厚は 60 nm 未満であることを特徴とする光学素子。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光学素子において、

前記導電層は、前記非導電層に比べて物理膜厚が小さいことを特徴とする光学素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光学素子において、

前記第 1 低屈折率層は、前記複数の低屈折率層のうちで最も密度が小さいことを特徴とする光学素子。 20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか一項に記載の光学素子において、

前記光学機能膜の表面抵抗値が、 $1 \times 10^6 / \text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする光学素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか一項に記載の光学素子において、

前記光学機能膜が可視光領域である 400 nm から 800 nm までの波長帯域で機能することを特徴とする光学素子。 30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか一項に記載の光学素子において、

前記光学機能膜が反射防止膜であることを特徴とする光学素子。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光学素子において、

前記導電層の物理膜厚は、5 nm よりも大きく 40 nm よりも小さいことを特徴とする光学素子。

【請求項 8】

基板と、

当該基板上に配置され、低屈折率層と高屈折率層とを交互に順にそれぞれ複数積層して構成される光学機能膜と、 40

を備える光学素子を製造する光学素子の製造方法であって、

前記光学機能膜の前記基板から最も離れた最表層を第 1 低屈折率層とし、

当該第 1 低屈折率層に隣接する層を第 1 高屈折率層とし、

前記低屈折率層の表面に、前記第 1 高屈折率層を積層する第 1 工程と、

前記第 1 高屈折率層に、前記第 1 低屈折率層を積層する第 2 工程と、を実施し、

前記第 1 工程で積層される前記第 1 高屈折率層は導電層と非導電層とを形成してなり、

前記導電層は前記最表層側に形成され、

前記光学機能膜が UV - IR カットフィルター膜である場合、前記導電層の物理膜厚が 50

60nm未満となるように形成される
ことを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 9】

光源と、
ダイクロイックプリズムと、
前記光源と前記ダイクロイックプリズムとの間の光路に配置された光学素子と、
を備え、
前記光学素子が、請求項 6 又は 7 に記載の光学素子である
ことを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

撮像素子と、
当該撮像素子に対向配置された光学素子と、
を備え、
前記光学素子が、請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか一項に記載の光学素子であり、
前記光学機能膜が、UV - IR カットフィルター膜である
ことを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

光源と、
対物レンズと、
前記光源と前記対物レンズとの間の光路に配置された光学素子と、
を備え、
前記光学素子が、請求項 6 又は 7 に記載の光学素子である
ことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子、光学素子の製造方法、及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクター等の映像装置、デジタルカメラ等の撮像装置、光ピックアップ等の記録・再生装置等の電子機器には、UV - IR カットフィルター膜や反射防止膜を有する光学素子が組み込まれている。

このような光学素子は、埃が付着すると、光学特性に悪影響を及ぼすため、防塵性が求められる。

防塵性を有する光学素子は、反射防止膜又はUV - IR カットフィルター膜が低屈折率層と高屈折率層とを交互に順次積層された構成を有し、最表層の低屈折率層に隣接する高屈折率層が、ITO (Indium Tin Oxide) にて形成されている。このように、最表層に隣接してITOの導電層を形成することにより、最表層の帯電性を低下させて、防塵性を向上させている (特許文献 1 から特許文献 3 まで)。

また、特許文献 3 の従来例では、反射防止膜として、基板側から順に、物理膜厚が 71nm の酸化セリウムの層、物理膜厚が 118nm の酸化シリコンの層、物理膜厚が 8.1nm のITOの導電層、物理膜厚が 10nm の最表層としての酸化シリコンの層が形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4207083 号公報

【特許文献 2】特許第 4462197 号公報

【特許文献 3】国際公開第 2008 / 018340 号

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、特許文献1から特許文献3までのような光学素子では、ITOのような光を吸収する導電性材料を用いた場合、光の透過率が低くなり、高精細化が求められる撮像装置などに適用するには光学特性が不十分であるという問題がある。

ここで、ITOによる光の吸収量を低減するために、ITOの導電層を薄くすることも考えられる。しかし、導電層の物理膜厚が小さい場合、高屈折率層として必要な光学膜厚を確保できなくなる。その結果、光の反射を良好に防止できなくなり、光の透過率が低下するという問題が生じる。

さらに、上述の特許文献3のような光学素子では、最表層及び導電層が薄いため、剥がれやすく光学特性の劣化を引き起こす虞があるという問題もある。また、特許文献3のような光学素子では、最表層及び導電層の2層のみが反射防止膜として機能しているので、光の反射を防止できる帯域が非常に狭いという問題がある。このような観点からも、特許文献3のような光学素子では、光学特性が不十分であり、高精細化が求められる撮像装置などに適用することが困難であるという問題がある。

【0005】

本発明の目的は、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた光学素子、光学素子の製造方法、及び電子機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0006】****[適用例1]**

本適用例に係わる光学素子は、基板と、当該基板上に配置され、低屈折率層と高屈折率層とを交互に順にそれぞれ複数積層された光学機能膜と、を備える光学素子であって、前記光学機能膜の前記基板から最も離れた最表層は、第1低屈折率層であり、当該第1低屈折率層に隣接する第1高屈折率層は、複数層から構成され、当該複数層は前記最表層側から順に導電層と非導電層を配置して構成され、前記光学機能膜がUV-IRカットフィルター膜である場合、前記導電層の物理膜厚は60nm未満であることを特徴とする。

【0007】

この構成の本適用例では、最表層の第1低屈折率層側に導電層を形成するため、第1低屈折率層の電荷を導電層に移動させて、帯電性を低下させることができる。従って、光学素子の防塵性を容易に向上させることができる。

また、第1高屈折率層は、導電層と、他の高屈折率材料からなる非導電層とにより構成されているため、導電層の物理膜厚を小さくすることにより光の透過率の低下を抑制するとともに、非導電層により第1高屈折率層として必要な光学膜厚を確保できる。これにより、光の透過率を向上できる。

また、光学機能膜が反射防止膜である場合、反射防止膜は複数の低屈折率層と複数の高屈折率層とにより構成されているため、広い帯域で良好に反射を防止できる。そして、第1高屈折率層を構成する非導電層の物理膜厚を大きくすることにより、第1高屈折率層を剥がれにくくすることができる。

従って、本適用例では、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた光学素子を提供できる。

【0008】**[適用例2]**

本適用例に係わる光学素子では、前記導電層は、前記非導電層に比べて物理膜厚が小さいことを特徴とする。

この構成の本適用例では、非導電層に比べて導電層の物理膜厚を小さくすることにより、光の吸収を抑制して、光の透過率を向上できる。

【0009】**[適用例3]**

本適用例に係わる光学素子では、前記第1低屈折率層は、前記複数の低屈折率層のうち

10

20

30

40

50

で最も密度が小さいことを特徴とする。

この構成の本適用例では、最表層の密度を低くすることにより、層内に空隙が形成されるため、導電層への電荷移動の効率が増し、防塵性能を高めることができる。

【0010】

[適用例4]

本適用例に係わる光学素子では、前記光学機能膜の表面抵抗値が、 $1 \times 10^6 \text{ } \Omega / \text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、表面抵抗値が $1 \times 10^6 \text{ } \Omega / \text{cm}^2$ 以下であるため、防塵性を向上できる。

【0011】

10

[適用例5]

本適用例に係わる光学素子では、前記光学機能膜が可視光領域である400nmから800nmまでの波長帯域で機能することを特徴とする。

この構成の本適用例では、可視光領域において、光学機能膜を、例えば、反射防止膜又はUV-IRカットフィルター膜として機能させることができる。

【0012】

[適用例6]

本適用例に係わる光学素子では、前記光学機能膜が反射防止膜であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、上述した導電層及び非導電層を有するので、光学機能膜を反射防止膜として良好に機能させることができる。

20

【0013】

[適用例7]

本適用例に係わる光学素子では、前記導電層の物理膜厚は、5nmよりも大きく40nmよりも小さいことを特徴とする。

この構成の本適用例では、反射防止膜の導電層の物理膜厚を5nmよりも大きく40nmよりも小さくすることにより、さらに光の吸収を良好に抑制して、光の透過率を向上できる。

【0014】

[適用例8]

30

本適用例に係わる光学素子の製造方法は、基板と、当該基板上に配置され、低屈折率層と高屈折率層とを交互に順にそれぞれ複数積層して構成される光学機能膜と、を備える光学素子を製造する光学素子の製造方法であって、前記光学機能膜の前記基板から最も離れた最表層を第1低屈折率層とし、当該第1低屈折率層に隣接する層を第1高屈折率層とし、前記低屈折率層の表面に、前記第1高屈折率層を積層する第1工程と、前記第1高屈折率層に、前記第1低屈折率層を積層する第2工程と、を実施し、前記第1工程で積層される前記第1高屈折率層は導電層と非導電層とを形成してなり、前記導電層は前記最表層側に形成され、前記光学機能膜がUV-IRカットフィルター膜である場合、前記導電層の物理膜厚が60nm未満となるように形成されることを特徴とする。

この構成の本適用例では、上述したように、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた光学素子の製造方法を提供できる。

40

【0015】

[適用例9]

本適用例に係わる電子機器は、光源と、ダイクロイックプリズムと、前記光源と前記ダイクロイックプリズムとの間の光路に配置された光学素子と、を備え、前記光学素子が、適用例6又は7に記載の光学素子であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、上述の光学素子を備えるため、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた電子機器を提供できる。

【0016】

[適用例10]

50

本適用例に係わる電子機器は、撮像素子と、当該撮像素子に対向配置された光学素子と、を備え、前記光学素子が、上述の光学素子であり、前記光学機能膜が、UV-I Rカットフィルター膜であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、上述の光学素子を備えるため、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた電子機器を提供できる。

【0017】

[適用例11]

本適用例に係わる電子機器は、光源と、対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路に配置された光学素子と、を備え、前記光学素子が、適用例6又は7に記載の光学素子であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、上述の光学素子を備えるため、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた電子機器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第一実施形態に係る電子機器を示す概略図。

【図2】第一実施形態の光学素子の断面図。

【図3】第一実施形態の光学素子と、特許文献3の光学素子との透過率を示す図。

【図4】基板に成膜するための装置の概略図。

【図5】第二実施形態に係る電子機器を示す概略図。

【図6】第二実施形態の光学素子の断面図。

【図7】第三実施形態に係る電子機器を示す概略図。

【図8】第一実施形態の光学素子に対応する実施例と参考例と比較例における反射率を示す図。

【図9】第一実施形態の光学素子に対応する実施例と参考例と比較例における透過率を示す図。

【図10】第二実施形態の光学素子に対応する実施例と参考例と比較例における透過率を示す図。

【図11】図10の部分拡大図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。ここで、各実施形態において、同一の構成要素は同一符号を付して説明を省略もしくは簡略にする。

[第一実施形態]

まず、第一実施形態を図1及び図2に基づいて説明する。

第一実施形態は電子機器をプロジェクターなどの投射装置とし、その投射装置に組み込まれる光学素子を防塵ガラスとした例である。

図1はプロジェクターの概略構成図である。

図1において、プロジェクター100は、インテグレーター照明光学系110と、色分離光学系120と、リレー光学系130と、電気光学装置140と、投写レンズ150とを備えている。

インテグレーター照明光学系110は、光源111と、第1レンズアレイ112と、第2レンズアレイ113と、偏光変換素子114と、重畳レンズ115とを備えている。このインテグレーター照明光学系110は、電気光学装置140を構成する3枚の透過型液晶パネル141（赤、緑、青の色光毎にそれぞれ液晶パネル141R、141G、141Bとする）の画像形成領域をほぼ均一に照明する。

【0020】

色分離光学系120は、2枚のダイクロイックミラー121、122と、反射ミラー123とを備えている。この色分離光学系120は、ダイクロイックミラー121、122によりインテグレーター照明光学系110から射出された複数の部分光束を赤（R）、緑（G）、青（B）の3色の色光に分離する。

10

20

30

40

50

ダイクロイックミラー 1 2 1 及び反射ミラー 1 2 3 は、青色光を透過型液晶パネル 1 4 1 B に導く。

ダイクロイックミラー 1 2 2 は、ダイクロイックミラー 1 2 1 を透過した赤色光と緑色光のうちで緑色光を、フィールドレンズ 1 5 1 を通して、透過型液晶パネル 1 4 1 G に導く。

リレー光学系 1 3 0 は、ダイクロイックミラー 1 2 2 を透過した赤色光を、入射側レンズ 1 3 1 と、リレーレンズ 1 3 3 と、反射ミラー 1 3 2、1 3 4 とを通して、赤色光を透過型液晶パネル 1 4 1 R に導く。

【0021】

電気光学装置 1 4 0 は、入射された光束を画像情報に応じて変調してカラー画像を形成する。この電気光学装置 1 4 0 は、透過型液晶パネル 1 4 1 R、1 4 1 G、1 4 1 B と、各透過型液晶パネル 1 4 1 R、1 4 1 G、1 4 1 B の光入射面に設けられる防塵ガラス 1 0 と、クロスダイクロイックプリズム 1 4 2 とを備えている。

防塵ガラス 1 0 は、光源 1 1 1 とクロスダイクロイックプリズム 1 4 2 との間の光路に配置され、クロスダイクロイックプリズム 1 4 2 は、色光毎に変調された光学像を合成してカラー画像を形成する。

投写レンズ 1 5 0 は、クロスダイクロイックプリズム 1 4 2 にて形成されたカラー画像を拡大して投写する。

【0022】

図 2 は、防塵ガラス 1 0 の概略構成図である。

図 2 において、防塵ガラス 1 0 は、基板 1 と、この基板 1 に形成された反射防止膜 2 とを備え、図示しないケースに収納されている。基板 1 は、例えば、石英、水晶、無アルカリガラス等から形成される。

この反射防止膜 2 は、可視光領域である 400 nm から 800 nm までの波長帯域で機能し、低屈折率層 2 A と、高屈折率層 2 B とが交互に順次積層されている。基板 1 から最も離れた最表層 2 S は、第 1 低屈折率層 2 A である。この第 1 低屈折率層 2 A に隣接する層は、複数層から構成された第 1 高屈折率層 2 B である。

【0023】

第 1 高屈折率層 2 B は、最表層 2 S 側から順に第 2 層としての導電層 2 2 と、第 3 層としての非導電層 2 3 とを有する。

第 1 高屈折率層 2 B に隣接する第 4 層 2 4 は、第 2 低屈折率層 2 A であり、第 2 低屈折率層 2 A に隣接する第 5 層 2 5 は、第 2 高屈折率層 2 B であり、第 2 高屈折率層 2 B に隣接する第 6 層 2 6 は、基板 1 に隣接した第 3 低屈折率層 2 A である。第 1 高屈折率層 2 B は、2 層からなるため、反射防止膜 2 は全体として 6 層からなる。なお、第 1 高屈折率層 2 B は、3 層以上からなってもよい。

この第 1 低屈折率層 2 A は、第 1 低屈折率層 2 A と、第 2 低屈折率層 2 A と、第 3 低屈折率層 2 A とのうちで最も密度が低いことが好ましい。

【0024】

導電層 2 2 は、非導電層 2 3 に比べて物理膜厚が小さいことが好ましい。すなわち、導電層 2 2 の物理膜厚を t_i とし、非導電層 2 3 の物理膜厚を t_h としたとき、 $t_i < t_h$ であることが好ましい。また、 t_i の厚みは、 $5 \text{ nm} < t_i < 40 \text{ nm}$ であることが好ましい。

低屈折率層 2 A を形成する低屈折率材料としては、二酸化ケイ素 (SiO_2)、フッ化マグネシウム (MgF_2) などが挙げられる。高屈折率層 2 B を形成する高屈折率材料としては、酸化チタン (TiO_2)、ITO、IWO、 SnO_2 、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、五酸化ニタンタル、五酸化二ニオブ、酸化ハフニウム (HfO_2)、ランタンチタネート (混合物) などが挙げられる。これらの材料のうち導電層 2 2 を形成する導電性材料としては、ITO、IWO、 SnO_2 、酸化亜鉛 (ZnO) などが挙げられる。非導電層 2 3 を形成する非導電性材料としては、 TiO_2 、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、五酸化ニタンタル、五酸化二ニオブ、酸化ハフニウム (HfO_2)、

10

20

30

40

50

ランタンチタネート(混合物)などが挙げられる。

なお、反射防止膜 2 は、第 1 低屈折率層 2 A の基板 1 と反対側の表面に防塵層 3 を有してもよい。

反射防止膜 2 が防塵層 3 を有する場合、その反射防止膜 2 の表面抵抗値が $1 \times 10^6 / \text{cm}^2$ 以下であることが好ましい。

防塵層 3 を形成する防塵性材料としては、フッ素含有有機ケイ素化合物、フッ化マグネシウムなどが挙げられる。

【0025】

ここで、第一実施形態の防塵ガラス 10 と、上記特許文献 3 に記載された光学素子とについて、可視光領域における光の透過率を対比した結果が図 3 に示されている。

特許文献 3 の光学素子では、上述したように、反射防止膜として機能する層が 1 つの低屈折率層と 1 つの高屈折率層との 2 層しかないため、可視光領域のうちの狭い波長領域でしか反射を防止できない。

一方、第一実施形態の防塵ガラス 10 では、反射防止膜として機能する層が 3 つの低屈折率層 2 A と 2 つの高屈折率層 2 B とで構成されているため、可視光領域において全体的に反射を防止できる。

【0026】

次に、防塵ガラス 10 を製造する方法について説明する。

図 4 は、基板 1 に反射防止膜 2 を形成するための装置の概略図である。

図 4 において、成膜装置は、アースされた室 50 と、この室 50 の天井部分に回動自在に支持されたドーム 51 を備えている。

ドーム 51 は、その中央部に設けられた回転軸 51 A を介してモーター 52 により回動される。ドーム 51 には成膜対象となる基板 1 が複数取り付けられており、これらの基板 1 に対向するように室 50 の下部に第一蒸着源 53 と第二蒸着源 54 1 と第三蒸着源 54 2 とが設けられている。第一蒸着源 53 には SiO_2 などの低屈折率材料が収納され、第二蒸着源 54 1 には、 TiO_2 などの高屈折率材料が収納され、第三蒸着源 54 2 には、ITO などの導電性材料が収納されている。

第一蒸着源 53 と第二蒸着源 54 1 との間にはイオン源 55 と電子銃 56 とが配置されている。イオン源 55 はイオンを放出してアシストするものである。電子銃 56 は電子ビームを照射するものである。ドーム 51 の中央部には監視装置 57 が設けられている。この監視装置 57 は、基板 1 に成膜される膜厚を管理する光学モニターと、レート管理する水晶モニターとを備えている。

【0027】

次に、この成膜装置を用いて基板 1 に 6 層からなる反射防止膜 2 を形成する方法を説明する。まず基板 1 がドーム 51 にセットされた後、ドーム 51 が回転しつつ、電子銃 56 から電子ビームが照射され、第一蒸着源 53 に収納される SiO_2 と、第二蒸着源 54 1 に収納される TiO_2 とが基板 1 に蒸着される。

この際、イオン源 55 からイオン化した酸素が加速照射されることにより、基板 1 の上に SiO_2 の第 3 低屈折率層 2 A と、 TiO_2 の第 2 高屈折率層 2 B と、 SiO_2 の第 2 低屈折率層 2 A と、 TiO_2 の非導電層 23 とが交互に積層される。

そして、非導電層 23 が形成された後、第三蒸着源 54 2 に収納される ITO が非導電層 23 に積層されて、導電層 22 が形成される。これにより、第 1 高屈折率層 2 B が形成される(第 1 工程)。そして、導電層 22 に SiO_2 の最表層 2 S が形成される(第 2 工程)。

ここで、最表層 2 S 及び導電層 22 は、ノンアシストパワー(EB 蒸着)又は 300 V 以上 500 V 以下の加速電圧(450 mA 以上 600 mA 以下の加速電流)の低アシストパワー(IAD)で形成されることが好ましい。

一方、最表層 2 S 及び導電層 22 以外の第 3 低屈折率層 2 A と、第 2 高屈折率層 2 B と、第 2 低屈折率層 2 A と、非導電層 23 とは、700 V 以上 1000 V 以下の加速電圧(800 mA 以上 1200 mA 以下の加速電流)の高アシストパワー(IAD)で形成され

10

20

30

40

50

ることが好ましい。

【0028】

基板 1 に反射防止膜 2 が形成された後、この反射防止膜 2 の上に防塵層 3 が必要に応じで形成される。

この防塵層 3 が形成される際は、反射防止膜 2 が形成された基板 1 と、防塵性材料が収納された蒸着源が真空装置の内部にセットされ、減圧排気が行われる。そして、基板 1 の温度を 60 °C とした状態で蒸着源が約 600 °C に加熱され、防塵性材料が蒸発して反射防止膜 2 に防塵層 3 が形成される。

【0029】

[第一実施形態の効果]

本実施形態によれば、以下の効果を奏することができる。

(1) 最表層 2 S 側に導電層 2 2 を形成するため、最表層 2 S の電荷を低減でき、防塵ガラス 1 0 の防塵性を容易に向上できる。また、最表層 2 S は、導電層 2 2 と、非導電層 2 3 とにより構成されているため、導電層 2 2 の物理膜厚を小さくして光の透過率の低下を抑制するとともに、非導電層 2 3 により第 1 高屈折率層 2 B として必要な光学膜厚を確保して光の反射を防止できる。

【0030】

(2) 反射防止膜 2 が複数の低屈折率層 2 A と複数の高屈折率層 2 B とにより構成されているため、可視光領域である 400 nm から 800 nm までの波長帯域において広く光の反射を防止できる。

(3) 非導電層 2 3 の物理膜厚を大きくすることにより、第 1 高屈折率層 2 B を剥がれにくくすることができる。

(4) 導電層 2 2 の物理膜厚を非導電層 2 3 よりも小さくすることにより、さらに光の吸収を抑制して、光の透過率を向上できる。

(5) 導電層 2 2 の物理膜厚を 5 nm よりも大きく 40 nm よりも小さくすることにより、さらに光の吸収を良好に抑制して、光の透過率を向上できる。

(6) 最表層 2 S を 3 つの低屈折率層 2 A の中で最も低密度とすることにより、防塵性能を向上できる。

(7) 反射防止膜 2 の表面抵抗値を $1 \times 10^6 \text{ } \Omega / \text{cm}^2$ 以下とすることにより、さらに防塵性を向上できる。

【0031】

(8) 本実施形態の製造方法は、第 1 高屈折率層 2 B として、最表層 2 S 側から順に導電層 2 2 と非導電層 2 3 とを形成するため、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れた防塵ガラス 1 0 の製造方法を提供できる。

(9) プロジェクター 1 0 0 は、防塵ガラス 1 0 を備えるため、防塵性を向上させることができ、光学特性に優れる。

【0032】

[第二実施形態]

次に、第二実施形態を図 5 及び図 6 に基づいて説明する。

第二実施形態は電子機器をデジタルスチールカメラの撮像装置とし、その撮像装置に組み込まれる光学素子を光学多層膜フィルターとした例である。

図 5 は、撮像装置の概略構成図である。

図 5 において、撮像装置 2 0 0 は、撮像モジュール 2 1 0 と、光入射側に配置されるレンズ 2 2 0 と、撮像モジュール 2 1 0 から出力される撮像信号の記録・再生等を行う本体部 2 3 0 とを含んで構成されている。この本体部 2 3 0 には、撮像信号の補正等を行う信号処理部と、撮像信号を磁気テープ等の記録媒体に記録する記録部と、この撮像信号を再生する再生部と、再生された映像を表示する表示部などの構成要素が含まれる。

撮像モジュール 2 1 0 は、光学多層膜フィルター 2 0 と、光学ローパスフィルター 2 1 1 と、光学像を電氣的に変換する撮像素子の CCD (電荷結合素子) 2 1 2 と、この撮像素子 2 1 2 を駆動する駆動部 2 1 3 とを含んで構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

光学多層膜フィルター 2 0 は、C C D 2 1 2 の前面に、ケースとしての固定治具 2 1 4 によって C C D 2 1 2 と一体的に構成されている。この光学多層膜フィルター 2 0 は、I R と U V とをカットする機能の他、C C D 2 1 2 の防塵ガラス機能を併せて有している。

固定治具 2 1 4 は金属によって構成されており、光学多層膜フィルター 2 0 と電氣的に接続されている。そして、固定治具 2 1 4 は、アースケーブル 2 1 5 によってアース（地落）されている。

【 0 0 3 4 】

図 6 は、光学多層膜フィルター 2 0 の概略構成である。

図 6 において、光学多層膜フィルター 2 0 は、基板 1 と、基板 1 に形成された U V - I R カットフィルター膜 4 とを備えている。

10

U V - I R カットフィルター膜 4 は、可視光領域である 4 0 0 n m から 8 0 0 n m までの波長帯域で機能し、低屈折率層 2 A と、高屈折率層 2 B とがそれぞれ交互に複数積層されている。U V - I R カットフィルター膜 4 は、最表層 2 S である第 1 低屈折率層 2 A と、第 2 層の導電層 2 2 と第 3 層の非導電層 2 3 とを構成する第 1 高屈折率層 2 B と、第 4 層 2 4 である第 2 低屈折率層 2 A と、第 5 層 2 5 である第 2 高屈折率層 2 B となどを順に備える。そして、第 3 9 層 2 3 9 は、第 1 9 高屈折率層 2 B であり、第 4 0 層 2 4 0 は、基板 1 に隣接する第 2 0 低屈折率層 2 A である。

ここで、第 2 層の導電層 2 2 は、その物理膜厚が 6 0 n m 未満である。物理膜厚が 6 0 n m 以上の場合、光の透過率が低くなる。

20

なお、光学多層膜フィルター 2 0 の U V - I R カットフィルター膜 4 は、基板 1 と反対側の表面に防塵層 3 を有していても良い。

【 0 0 3 5 】

次に、光学多層膜フィルター 2 0 を製造する方法について説明する。

この光学多層膜フィルター 2 0 は第一実施形態の防塵ガラスと同様に図 4 で示される装置を用いて製造される。

まず、基板 1 がドーム 5 1 にセットされ、その後、ドーム 5 1 が回転しながら、電子銃 5 6 で電子ビームが照射されて第一蒸着源 5 3 の SiO_2 と、第二蒸着源 5 4 1 の TiO_2 とが交互に積層される。

30

そして、第 4 層の第 2 低屈折率層 2 A が積層された後、第 2 低屈折率層 2 A に第二蒸着源 5 4 1 の TiO_2 が蒸着され、第 3 層の非導電層 2 3 が形成される。

続けて、第 3 層の非導電層 2 3 に、第三蒸着源 5 4 2 の I T O が蒸着され、導電層 2 2 が形成される（第 1 工程）。ここで、導電層 2 2 は、その物理膜厚が 6 0 n m 未満となるように形成される。これにより、第 1 高屈折率層 2 B が形成される。そして、導電層 2 2 に SiO_2 の最表層 2 S が形成される（第 2 工程）。

なお、第一実施形態と同様に、最表層 2 S 及び導電層 2 2 は、ノンアシストパワー又は低アシストパワーで形成されることが好ましく、最表層 2 S 及び導電層 2 2 以外の層 2 3、2 A、2 B は高アシストパワーで形成されることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

第二実施形態においても、基板 1 に形成された U V - I R カットフィルター膜 4 に必要に応じて防塵層 3 が設けられてもよいが、その場合は、第一実施形態と同様の方法で実施される。

40

第二実施形態によれば、第一実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 3 7 】

[第三実施形態]

次に、第三実施形態を図 7 に基づいて説明する。

第三実施形態は電子機器を光ピックアップ装置とし、その光ピックアップ装置に組み込まれる光学素子をビームスプリッターとした例である。

図 7 は、記録再生装置の概略構成図である。

図 7 において、光ピックアップ 3 0 0 は、焦点位置の異なる 3 種の光記録媒体である光

50

ディスク（ＣＤ３０１、ＤＶＤ３０２、ＢＤ３０３）に対して互いに波長の異なる３種類のレーザービームを照射し、それぞれ所定の信号を検出するように構成されている。

具体的には、光ピックアップ３００は、ＣＤ３０１に関する光学系として、レーザー光を発生するレーザー光源としてのレーザーダイオード３１０、コリメートレンズ３１１、偏光ビームスプリッター３０、レンズ３１３、ダイクロイックプリズム３１４、１／４波長板３１５、開口フィルター３１６、対物レンズ３１７、及びＣＤ３０１のデータビットから反射された反射レーザー光を受光し、電気信号に変換することにより前記データビットに書き込まれた信号を検出する信号検出系３１８を含んで構成される。

【００３８】

光ピックアップ３００は、ＤＶＤ３０２に関する光学系として、レーザービームを発生するレーザー光源としてのＬＤ３２１、レンズ３２２、偏光ビームスプリッター３０、及びレーザービームでＤＶＤ３０２のデータビットから反射された反射レーザー光を受光し、電気信号に変換することにより前記データビットに書き込まれた信号を検出する信号検出系３２３を含んで構成される。

光ピックアップ３００は、ＢＤ３０３に関する光学系として、レーザービームを発生するレーザー光源としてのＬＤ３３１、レンズ３３２、偏光ビームスプリッター３０、レンズ３３３、ダイクロイックプリズム３３４及びレーザービームでＢＤ３０３のデータビットから反射された反射レーザー光を受光し、電気信号に変換することにより前記データビットに書き込まれた信号を検出する信号検出系３３５を含んで構成される。

偏光ビームスプリッター３０の概略構成は基板１の形状を除いては図２で示される防塵ガラス１０と同じである。つまり、偏光ビームスプリッター３０は、プリズムの入出射面に反射防止膜２が設けられ、この反射防止膜２の表面に防塵層３が必要に応じて設けられた構造である。さらに、前記プリズムに反射防止膜２が成膜され、この反射防止膜２に防塵層３が成膜される方法は第一実施形態と同じである。

前記光ディスクが搭載された部位の近くに配置された対物レンズ３１７、１／４波長板３１５、及び開口フィルター３１６の表面には、光ディスク（ＣＤ３０１、ＤＶＤ３０２、ＢＤ３０３）を交換する際に、外界の塵などのほこりが前記部位から浸入し、当該塵が付着し易いので、前記表面に形成されている反射防止膜の表面に前記防塵層を配置することも有効である。

第三実施形態によれば、第一実施形態と同様の効果を奏する。

【００３９】

なお、本発明は、上述した一実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲で以下に示される変形をも含むものである。

例えば、本発明では、光学素子は前述の構成のものに限定されない。例えば、第一実施形態では、本発明の対象となる光学素子を、例えば、偏光変換素子としてもよい。さらに、第二実施形態では、本発明の対象となる光学素子を、例えば、光学ローパスフィルターとしてもよい。要するに、本発明では、基板の上に反射防止膜やＵＶ－ＩＲカットフィルター膜を含め光学機能膜が形成される光学素子であれば、いかなるものでも適用される。

また、第一実施形態では、光学機能膜として反射防止膜を説明し、第二実施形態では、光学機能膜としてＵＶ－ＩＲカットフィルター膜を説明したがこれに限られない。例えば、光学機能膜としては、ＵＶカットフィルター膜、ＩＲカットフィルター膜、偏光分離膜等でもよい。

【実施例】

【００４０】

本実施形態の実施例について説明する。

〔反射防止膜を有する光学素子〕

本発明の第一実施形態の光学素子に対応する実施例１から実施例５まで、参考例１、比較例１について説明する。なお、蒸着実験では、シンクロン製蒸着機（商品名ＳＩＤ－１３５０）を用いた。また、各実験では、所定形状のサンプル、例えば、直径３０ｍｍ、厚さ０．３ｍｍの白板ガラス（屈折率 $n = 1.51$ ）の表面に、各実施例、参考例及び比較

10

20

30

40

50

例に応じた条件で反射防止膜を作製した。

【 0 0 4 1 】

(実施例 1)

実施例 1 では、基板 1 の上に表 1 のような反射防止膜を形成した。

反射防止膜の最表層 2 S (第 1 層) 及び導電層 (第 2 層) は、ノンアシストパワー (E B 蒸着) で成膜した。第 3 層から第 6 層までは、高アシストパワーによるイオンアシストを用いた電子ビーム蒸着 (I A D) で成膜した。この場合のアシストパワーは加速電圧が 1 0 0 0 V であり、加速電流が 1 2 0 0 m A である。ここで、導電層 (第 2 層) の物理膜厚は、5 n m となるように設定した。また、設計波長は、5 1 0 n m に設定し、入射角は、0 ° に設定した。

10

【 0 0 4 2 】

(実施例 2 から実施例 5 まで)

実施例 2 から実施例 5 まででは、それぞれ表 2 から表 5 までに示すように、導電層の物理膜厚を 1 0 n m 、 2 0 n m 、 4 0 n m 、 6 0 n m とした以外は、実施例 1 と同様にして光学素子を作製した。

(参考例 1)

T i O ₂ のみで第 1 高屈折率層を形成した以外は、実施例 1 と同様にして表 6 に示すように参考例 1 の光学素子を作製した。

(比較例 1)

I T O のみで第 1 高屈折率層を形成した以外は、実施例 1 と同様にして表 7 に示すように比較例 1 の光学素子を作製した。

20

【 0 0 4 3 】

(評価方法)

実施例、参考例及び比較例の光学素子について、可視光領域での光の反射率及び透過率を測定した。その結果が図 8 , 9 に示されている。

【 0 0 4 4 】

(実施例 1)

【 0 0 4 5 】

【 表 1 】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	84.8	0.96
2	ITO	2.06	5.0	0.08
3	TiO ₂	2.36	107.2	1.90
4	SiO ₂	1.46	32.7	0.37
5	TiO ₂	2.36	11.3	0.20
6	SiO ₂	1.46	139.9	1.58
出射媒質	Glass	1.51		

30

【 0 0 4 6 】

(実施例 2)

【 0 0 4 7 】

40

【表 2】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	83.3	0.94
2	ITO	2.06	10.0	0.16
3	TiO ₂	2.36	103.5	1.84
4	SiO ₂	1.46	32.5	0.37
5	TiO ₂	2.36	11.3	0.20
6	SiO ₂	1.46	141.0	1.59
出射媒質	Glass	1.51		

10

【0048】

(実施例3)

【0049】

【表 3】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	81.0	0.92
2	ITO	2.06	20.0	0.32
3	TiO ₂	2.36	95.6	1.70
4	SiO ₂	1.46	31.0	0.35
5	TiO ₂	2.36	11.6	0.21
6	SiO ₂	1.46	152.5	1.72
出射媒質	Glass	1.51		

20

【0050】

(実施例4)

【0051】

【表 4】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	84.1	0.95
2	ITO	2.06	40.0	0.64
3	TiO ₂	2.36	91.0	1.62
4	SiO ₂	1.46	32.0	0.36
5	TiO ₂	2.36	15.3	0.27
6	SiO ₂	1.46	195.1	2.21
出射媒質	Glass	1.51		

30

【0052】

(実施例5)

【0053】

40

【表 5】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	78.6	0.89
2	ITO	2.06	60.0	0.97
3	TiO ₂	2.36	38.8	0.69
4	SiO ₂	1.46	26.0	0.29
5	TiO ₂	2.36	16.1	0.29
6	SiO ₂	1.46	172.5	1.95
出射媒質	Glass	1.51		

10

【0054】

(参考例1)

【0055】

【表 6】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	86.7	0.98
2	TiO ₂	2.36	112.1	1.99
3	SiO ₂	1.46	29.5	0.33
4	TiO ₂	2.36	11.7	0.21
5	SiO ₂	1.46	162.6	1.84
出射媒質	Glass	1.51		

20

【0056】

(比較例1)

【0057】

【表 7】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.46	83.7	0.95
2	ITO	2.06	113.7	1.83
3	SiO ₂	1.46	29.7	0.34
4	TiO ₂	2.36	9.0	0.16
5	SiO ₂	1.46	161.1	1.82
出射媒質	Glass	1.51		

30

【0058】

(実験結果)

(1-1) 反射率

40

図8に示される通り、実施例1から実施例5まででは、ITOの導電層の物理膜厚を小さくし、かつ、第1高屈折率層を構成する非導電層を設けたため、反射率が小さくなることが分かった。

また、ITOのみを用いて第1高屈折率層を形成した比較例1では、ITOの導電層の物理膜厚が大きいため、反射率は比較的低かった。

一方、TiO₂のみを用いて第1高屈折率層を形成した参考例1では、低波長帯域において、やや反射率が高くなり、光学特性が低下することが分かった。

(1-2) 透過率

図9に示される通り、参考例1では、ITOを用いていないため、全ての可視光領域において透過率が優れていた。また、実施例1から実施例5でも同様に、ITOの導電層を

50

小さくしたため、透過率が90%を超えて良好となることが分かった。

一方、比較例1では、特に低波長帯域において、透過率が低くなり、光学特性が低下することが分かった。

【0059】

[UV-IRカットフィルター膜を有する光学素子]

本発明の第二実施形態の光学素子に対応する実施例6から実施例9まで、参考例2、比較例2, 3について説明する。なお、各層の蒸着方法に関しては、上述の実施例1と同様である。

【0060】

(実施例6)

実施例6では、基板1上に表8に示すようなUV-IRカットフィルター膜を形成した。

UV-IRカットフィルター膜の最表層2S(第1層)及び導電層(第2層)は、ノンアシストパワー(EB蒸着)で成膜した。第3層から第40層までの層は、高アシストパワーによるイオンアシストを用いた電子ビーム蒸着で成膜した。この場合のアシストパワーは加速電圧が1000Vであり、加速電流が1200mAである。ここで、導電層(第2層)の物理膜厚は、5nmとなるように設定した。また、入射角は、0°に設定した。

【0061】

(実施例7から実施例9まで)

実施例7から実施例9まででは、それぞれ表9から表11までに示すように、導電層の物理膜厚を10nm、20nm、40nmとした以外は、実施例6と同様にして光学素子を作製した。

(参考例2)

TiO₂のみで第1高屈折率層を形成した以外は、表12に示すように実施例6と同様にして参考例2の光学素子を作製した。

(比較例2)

ITOのみで第1高屈折率層を形成した以外は、表13に示すように実施例6と同様にして比較例2の光学素子を作製した。

(比較例3)

導電層の物理膜厚を60nmとした以外は、表14に示すように実施例6と同様にして比較例3の光学素子を作製した。

(評価方法)

実施例及び比較例の光学素子について、紫外線領域、可視光領域、赤外線領域での光の透過率を測定した。その結果を図10, 11に示す。

【0062】

(実施例6)

【0063】

10

20

30

【表 8】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	68.9	0.42
2	ITO	1.75	5.0	0.04
3	TiO ₂	2.30	79.0	0.76
4	SiO ₂	1.47	147.3	0.90
5	TiO ₂	2.30	80.9	0.78
6	SiO ₂	1.47	142.5	0.87
7	TiO ₂	2.30	79.4	0.76
8	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
9	TiO ₂	2.30	78.6	0.76
10	SiO ₂	1.47	140.5	0.86
11	TiO ₂	2.30	78.0	0.75
12	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
13	TiO ₂	2.30	78.5	0.75
14	SiO ₂	1.47	141.0	0.86
15	TiO ₂	2.30	78.9	0.76
16	SiO ₂	1.47	142.5	0.87
17	TiO ₂	2.30	80.7	0.77
18	SiO ₂	1.47	145.1	0.89
19	TiO ₂	2.30	85.1	0.82
20	SiO ₂	1.47	153.9	0.94
21	TiO ₂	2.30	99.6	0.96
22	SiO ₂	1.47	176.5	1.08
23	TiO ₂	2.30	106.8	1.03
24	SiO ₂	1.47	175.7	1.07
25	TiO ₂	2.30	108.0	1.04
26	SiO ₂	1.47	184.0	1.13
27	TiO ₂	2.30	112.2	1.08
28	SiO ₂	1.47	183.8	1.12
29	TiO ₂	2.30	113.8	1.09
30	SiO ₂	1.47	189.5	1.16
31	TiO ₂	2.30	113.5	1.09
32	SiO ₂	1.47	186.3	1.14
33	TiO ₂	2.30	115.4	1.11
34	SiO ₂	1.47	188.3	1.15
35	TiO ₂	2.30	111.4	1.07
36	SiO ₂	1.47	182.9	1.12
37	TiO ₂	2.30	116.3	1.12
38	SiO ₂	1.47	40.5	0.25
39	TiO ₂	2.30	11.9	0.11
40	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【 0 0 6 4 】

(実施例 7)

【 0 0 6 5 】

【表 9】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	66.4	0.41
2	ITO	1.75	10.0	0.07
3	TiO ₂	2.30	76.4	0.73
4	SiO ₂	1.47	147.2	0.90
5	TiO ₂	2.30	80.9	0.78
6	SiO ₂	1.47	142.7	0.87
7	TiO ₂	2.30	79.2	0.76
8	SiO ₂	1.47	140.9	0.86
9	TiO ₂	2.30	78.6	0.75
10	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
11	TiO ₂	2.30	77.9	0.75
12	SiO ₂	1.47	140.8	0.86
13	TiO ₂	2.30	78.4	0.75
14	SiO ₂	1.47	141.3	0.86
15	TiO ₂	2.30	79.0	0.76
16	SiO ₂	1.47	142.2	0.87
17	TiO ₂	2.30	80.7	0.78
18	SiO ₂	1.47	145.5	0.89
19	TiO ₂	2.30	84.8	0.81
20	SiO ₂	1.47	154.5	0.95
21	TiO ₂	2.30	100.6	0.97
22	SiO ₂	1.47	177.5	1.09
23	TiO ₂	2.30	107.3	1.03
24	SiO ₂	1.47	176.7	1.08
25	TiO ₂	2.30	108.0	1.04
26	SiO ₂	1.47	184.6	1.13
27	TiO ₂	2.30	111.8	1.07
28	SiO ₂	1.47	183.9	1.13
29	TiO ₂	2.30	113.7	1.09
30	SiO ₂	1.47	189.3	1.16
31	TiO ₂	2.30	113.4	1.09
32	SiO ₂	1.47	186.4	1.14
33	TiO ₂	2.30	115.4	1.11
34	SiO ₂	1.47	188.3	1.15
35	TiO ₂	2.30	111.2	1.07
36	SiO ₂	1.47	182.9	1.12
37	TiO ₂	2.30	116.4	1.12
38	SiO ₂	1.47	40.2	0.25
39	TiO ₂	2.30	11.9	0.11
40	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【 0 0 6 6 】

(実施例 8)

【 0 0 6 7 】

【表 10】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	59.5	0.36
2	ITO	1.75	20.0	0.15
3	TiO ₂	2.30	69.2	0.66
4	SiO ₂	1.47	148.0	0.91
5	TiO ₂	2.30	80.4	0.77
6	SiO ₂	1.47	142.9	0.87
7	TiO ₂	2.30	79.1	0.76
8	SiO ₂	1.47	141.2	0.86
9	TiO ₂	2.30	78.3	0.75
10	SiO ₂	1.47	140.9	0.86
11	TiO ₂	2.30	77.8	0.75
12	SiO ₂	1.47	141.0	0.86
13	TiO ₂	2.30	78.5	0.75
14	SiO ₂	1.47	141.3	0.86
15	TiO ₂	2.30	78.9	0.76
16	SiO ₂	1.47	142.7	0.87
17	TiO ₂	2.30	80.6	0.77
18	SiO ₂	1.47	146.0	0.89
19	TiO ₂	2.30	85.2	0.82
20	SiO ₂	1.47	155.1	0.95
21	TiO ₂	2.30	100.8	0.97
22	SiO ₂	1.47	177.3	1.08
23	TiO ₂	2.30	106.5	1.02
24	SiO ₂	1.47	175.6	1.07
25	TiO ₂	2.30	107.9	1.04
26	SiO ₂	1.47	184.3	1.13
27	TiO ₂	2.30	111.8	1.07
28	SiO ₂	1.47	183.9	1.12
29	TiO ₂	2.30	113.9	1.09
30	SiO ₂	1.47	188.8	1.16
31	TiO ₂	2.30	113.5	1.09
32	SiO ₂	1.47	186.2	1.14
33	TiO ₂	2.30	115.5	1.11
34	SiO ₂	1.47	187.3	1.15
35	TiO ₂	2.30	111.4	1.07
36	SiO ₂	1.47	182.3	1.12
37	TiO ₂	2.30	115.9	1.11
38	SiO ₂	1.47	40.4	0.25
39	TiO ₂	2.30	11.8	0.11
40	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【0068】

(実施例 9)

【0069】

【表 1 1】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	70.0	0.43
2	ITO	1.75	40.0	0.29
3	TiO ₂	2.30	86.5	0.83
4	SiO ₂	1.47	156.8	0.96
5	TiO ₂	2.30	81.6	0.78
6	SiO ₂	1.47	144.3	0.88
7	TiO ₂	2.30	79.5	0.76
8	SiO ₂	1.47	141.3	0.86
9	TiO ₂	2.30	78.7	0.76
10	SiO ₂	1.47	139.8	0.85
11	TiO ₂	2.30	78.4	0.75
12	SiO ₂	1.47	139.7	0.85
13	TiO ₂	2.30	78.3	0.75
14	SiO ₂	1.47	140.5	0.86
15	TiO ₂	2.30	78.8	0.76
16	SiO ₂	1.47	141.5	0.87
17	TiO ₂	2.30	80.0	0.77
18	SiO ₂	1.47	143.5	0.88
19	TiO ₂	2.30	82.4	0.79
20	SiO ₂	1.47	147.9	0.90
21	TiO ₂	2.30	88.8	0.85
22	SiO ₂	1.47	164.4	1.01
23	TiO ₂	2.30	107.3	1.03
24	SiO ₂	1.47	183.5	1.12
25	TiO ₂	2.30	112.2	1.08
26	SiO ₂	1.47	186.2	1.14
27	TiO ₂	2.30	114.4	1.10
28	SiO ₂	1.47	187.6	1.15
29	TiO ₂	2.30	114.2	1.10
30	SiO ₂	1.47	187.7	1.15
31	TiO ₂	2.30	113.7	1.09
32	SiO ₂	1.47	185.2	1.13
33	TiO ₂	2.30	112.1	1.08
34	SiO ₂	1.47	183.6	1.12
35	TiO ₂	2.30	109.5	1.05
36	SiO ₂	1.47	176.2	1.08
37	TiO ₂	2.30	108.2	1.04
38	SiO ₂	1.47	42.7	0.26
39	TiO ₂	2.30	8.8	0.08
40	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【 0 0 7 0 】

(参考例 2)

【 0 0 7 1 】

【表 1 2】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	71.6	0.44
2	TiO ₂	2.30	81.8	0.79
3	SiO ₂	1.47	147.7	0.90
4	TiO ₂	2.30	80.6	0.77
5	SiO ₂	1.47	142.6	0.87
6	TiO ₂	2.30	79.7	0.77
7	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
8	TiO ₂	2.30	78.3	0.75
9	SiO ₂	1.47	140.6	0.86
10	TiO ₂	2.30	78.1	0.75
11	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
12	TiO ₂	2.30	78.7	0.76
13	SiO ₂	1.47	141.0	0.86
14	TiO ₂	2.30	78.7	0.76
15	SiO ₂	1.47	142.8	0.87
16	TiO ₂	2.30	80.7	0.78
17	SiO ₂	1.47	144.7	0.89
18	TiO ₂	2.30	85.2	0.82
19	SiO ₂	1.47	154.1	0.94
20	TiO ₂	2.30	100.4	0.96
21	SiO ₂	1.47	178.0	1.09
22	TiO ₂	2.30	108.1	1.04
23	SiO ₂	1.47	177.5	1.09
24	TiO ₂	2.30	108.9	1.05
25	SiO ₂	1.47	184.8	1.13
26	TiO ₂	2.30	111.8	1.07
27	SiO ₂	1.47	183.7	1.12
28	TiO ₂	2.30	114.2	1.10
29	SiO ₂	1.47	188.5	1.15
30	TiO ₂	2.30	113.6	1.09
31	SiO ₂	1.47	186.1	1.14
32	TiO ₂	2.30	116.1	1.11
33	SiO ₂	1.47	187.2	1.15
34	TiO ₂	2.30	111.8	1.07
35	SiO ₂	1.47	183.0	1.12
36	TiO ₂	2.30	116.9	1.12
37	SiO ₂	1.47	40.2	0.25
38	TiO ₂	2.30	11.8	0.11
39	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【 0 0 7 2 】

(比較例 2)

【 0 0 7 3 】

【表 1 3】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	74.9	0.46
2	ITO	1.75	70.0	0.52
3	SiO ₂	1.47	151.9	0.93
4	TiO ₂	2.30	83.9	0.81
5	SiO ₂	1.47	142.7	0.87
6	TiO ₂	2.30	79.5	0.76
7	SiO ₂	1.47	141.3	0.86
8	TiO ₂	2.30	78.5	0.75
9	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
10	TiO ₂	2.30	78.3	0.75
11	SiO ₂	1.47	140.7	0.86
12	TiO ₂	2.30	78.4	0.75
13	SiO ₂	1.47	141.1	0.86
14	TiO ₂	2.30	78.9	0.76
15	SiO ₂	1.47	141.9	0.87
16	TiO ₂	2.30	80.6	0.77
17	SiO ₂	1.47	144.5	0.88
18	TiO ₂	2.30	84.3	0.81
19	SiO ₂	1.47	152.4	0.93
20	TiO ₂	2.30	99.5	0.96
21	SiO ₂	1.47	178.5	1.09
22	TiO ₂	2.30	109.0	1.05
23	SiO ₂	1.47	178.6	1.09
24	TiO ₂	2.30	109.1	1.05
25	SiO ₂	1.47	186.1	1.14
26	TiO ₂	2.30	112.5	1.08
27	SiO ₂	1.47	183.5	1.12
28	TiO ₂	2.30	113.9	1.09
29	SiO ₂	1.47	189.2	1.16
30	TiO ₂	2.30	113.6	1.09
31	SiO ₂	1.47	186.3	1.14
32	TiO ₂	2.30	115.2	1.11
33	SiO ₂	1.47	188.1	1.15
34	TiO ₂	2.30	111.6	1.07
35	SiO ₂	1.47	183.0	1.12
36	TiO ₂	2.30	116.2	1.12
37	SiO ₂	1.47	40.3	0.25
38	TiO ₂	2.30	12.0	0.11
39	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		

10

20

30

40

【 0 0 7 4 】

(比較例 3)

【 0 0 7 5 】

【表 1 4】

層	材料	屈折率(n)	物理膜厚d(nm)	光学膜厚(nd)
入射媒質	Air	1		
1	SiO ₂	1.47	85.6	0.52
2	ITO	1.75	60.0	0.43
3	TiO ₂	2.30	94.9	0.91
4	SiO ₂	1.47	162.6	0.99
5	TiO ₂	2.30	86.6	0.83
6	SiO ₂	1.47	139.5	0.85
7	TiO ₂	2.30	81.9	0.79
8	SiO ₂	1.47	139.6	0.85
9	TiO ₂	2.30	78.8	0.76
10	SiO ₂	1.47	139.6	0.85
11	TiO ₂	2.30	78.9	0.76
12	SiO ₂	1.47	139.5	0.85
13	TiO ₂	2.30	78.5	0.75
14	SiO ₂	1.47	140.6	0.86
15	TiO ₂	2.30	79.2	0.76
16	SiO ₂	1.47	140.9	0.86
17	TiO ₂	2.30	80.7	0.77
18	SiO ₂	1.47	143.8	0.88
19	TiO ₂	2.30	82.5	0.79
20	SiO ₂	1.47	149.3	0.91
21	TiO ₂	2.30	89.0	0.85
22	SiO ₂	1.47	162.3	0.99
23	TiO ₂	2.30	104.8	1.01
24	SiO ₂	1.47	182.6	1.12
25	TiO ₂	2.30	111.7	1.07
26	SiO ₂	1.47	185.7	1.14
27	TiO ₂	2.30	114.5	1.10
28	SiO ₂	1.47	187.6	1.15
29	TiO ₂	2.30	113.7	1.09
30	SiO ₂	1.47	187.8	1.15
31	TiO ₂	2.30	114.3	1.10
32	SiO ₂	1.47	185.6	1.14
33	TiO ₂	2.30	112.5	1.08
34	SiO ₂	1.47	185.4	1.13
35	TiO ₂	2.30	109.1	1.05
36	SiO ₂	1.47	176.8	1.08
37	TiO ₂	2.30	108.7	1.04
38	SiO ₂	1.47	40.1	0.25
39	TiO ₂	2.30	9.5	0.09
40	SiO ₂	1.47	98.1	0.60
出射媒質	glass	1.51		0

10

20

30

40

【0076】

(実験結果)

(2) 透過率

図10, 11に示される通り、TiO₂のみを用いて第1高屈折率層を形成した参考例2では、ITOを用いていないため、可視光領域において透過率が高かった。

実施例6から実施例9では、第1高屈折率層にITOの導電層を形成し、このITOの導電層の物理膜厚を60nm未満としたため、参考例1と同様に、透過率が高くなること

50

が分かった。

一方、ITOのみを用いて第1高屈折率層を形成した比較例2と、ITOの導電層の物理膜厚を60nmとした比較例3では、透過率が低くなり、光学特性が低下することが分かった。

【0077】

[防塵層を有する光学素子]

(実施例10)

実施例10では、基板の上に実施例6のようなUV-IRカットフィルター膜を設け、さらにUV-IRカットフィルター膜上にフッ素含有有機ケイ素化合物膜を形成した。

フッ素含有有機ケイ素化合物膜は、例えば、信越化学工業株式会社製フッ素含有有機ケイ素化合物(製品名KY-130)をフッ素系溶剤(住友スリーエム株式会社製:ノベックHFE-7200)で希釈して固形分濃度3%の溶液を調製し、これを多孔質セラミック製ペレットに1g含浸させ乾燥したものである。

最表層は、表15に示すようにノンアシストパワーにて成膜した。最表層以外の層は、表16に示す条件で形成した。

【0078】

(実施例11, 12及び比較例4, 5)

最表層を、表15のように、実施例11, 12では低アシストパワーにて成膜し、比較例4, 5では高アシストパワーにて成膜した以外は、実施例10と同様にして防塵層を有する光学素子を作製した。

【0079】

【表15】

	成膜方式	成膜温度	SiO ₂ レート (Å/sec)	SiO ₂ 真空圧(O ₂)	SiO ₂ アシストパワー	表面抵抗 (Ω/cm ²)
実施例10	EB蒸着	150°C	7	8.0E-3Pa	—	2.12E+05
実施例11	IAD	150°C	7	1.8E-2Pa	300V-450mA	7.71E+04
実施例12	IAD	150°C	7	1.8E-2Pa	500V-600mA	2.93E+05
比較例4	IAD	150°C	7	1.8E-2Pa	700V-800mA	2.46E+07
比較例5	IAD	150°C	7	1.8E-2Pa	1000V-1200mA	8.30E+09

【0080】

【表16】

層	成膜方式	レート (Å/sec)	真空圧(O ₂)	アシストパワー
ITO	EB蒸着	2	1.0E-2Pa	—
TiO ₂	IAD	3	2.1E-2Pa	1000V-1200mA
SiO ₂	IAD	7	1.8E-2Pa	1000V-1200mA

【0081】

[実験結果]

各実施例、参考例、比較例について、防塵性能試験を(3-1)ポリエチレンパウダー法、(3-2)関東ローム法、(3-3)コットンリント法で実施した。

(3-1)ポリエチレンパウダー法

ポリエチレンパウダー法は、トレイに敷き詰めたポリエチレンパウダー(セイシン製:SK-PE-20L)の上にサンプルを1cm上から落とし、その後、ゆっくり引き上げ、サンプルに付着したパウダーの着塵量と残存量とを量るものである。着塵量はパウダーが付着したサンプルを簡単に払い、サンプルの表面を撮像し、画像解析により塵面積を計算する。残存量はパウダーがついたサンプルの表面をエアブロー(サンプルからの距離が3cm、圧力が約50kPa、回数3回)で除塵した後、サンプルの表面を撮像し、画

像解析により塵面積を計算する。

(3 - 2) 関東ローム法

関東ローム法は、路上、野外の塵を想定して J I S で規格化されたパウダー (J I S 試験粉体 1 , 7 種) を試験に使用するもので、トレイに敷き詰めたパウダーにサンプルを落とし、余分な塵を落とした後、サンプルに付着したパウダーの着塵量と残存量とを量るものである。着塵量と残存量との求め方はポリエチレンパウダー法と同じである。

(3 - 3) コットンリント法

コットンリント法は、トレイに敷き詰められたコットンリントと称される繊維塵を試験に使用するもので、トレイに敷き詰めたパウダーにサンプルを落とし、余分な塵を落とした後、サンプルに付着したパウダーの着塵量と残存量とを量るものである。着塵量と残存量との求め方はポリエチレンパウダー法と同じである。

10

【 0 0 8 2 】

これらの方法で実施した防塵性能試験の結果を表 1 7 に示す。

表 1 7 では、(4 - 1) ポリエチレンパウダー法、(4 - 2) 関東ローム法及び (4 - 3) コットンリント法の結果が示される。

表 1 7 に示される通り、ポリエチレンパウダー法、関東ローム法、コットンリント法の全てにおいて、実施例 1 0 から実施例 1 2 までの光学素子では比較例 4 , 5 の光学素子と比較して着塵量と残存量とがともに小さいことが分かった。

すなわち、実施例 1 0 から実施例 1 2 まででは、第 1 低屈折率層の $S i O_2$ 密度を低下させ、さらに、第 1 低屈折率層に隣接する層として導電層を形成したため、防塵性に優れることが分かった。

20

【 0 0 8 3 】

【表 1 7】

	ポリエチレンパウダー		関東ローム		コットンリント	
	着塵量	残存量	着塵量	残存量	着塵量	残存量
実施例10	0.01%	0.01%	0.35%	0.03%	1.02%	0.02%
実施例11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.79%	0.01%
実施例12	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.92%	0.03%
比較例4	0.26%	0.04%	1.27%	0.21%	3.07%	0.06%
比較例5	2.29%	0.14%	7.97%	2.54%	7.76%	0.27%

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 4 】

本発明は、プロジェクター、デジタルスチールカメラの撮像装置、光ピックアップ、その他の電子機器に組み込まれる光学素子に利用することができる。

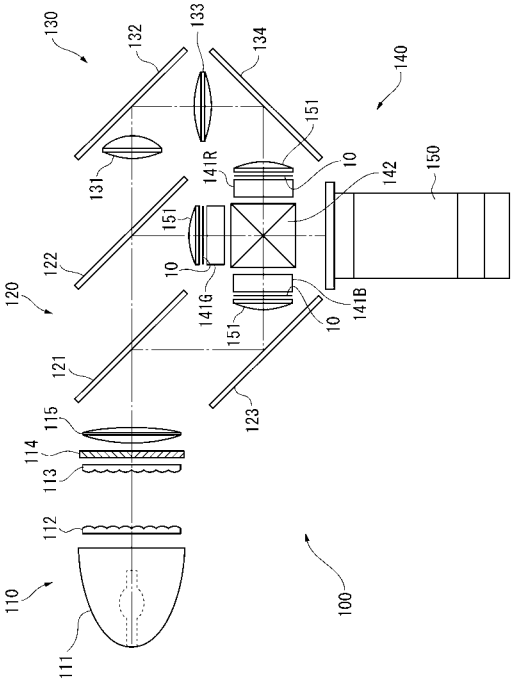
【符号の説明】

【 0 0 8 5 】

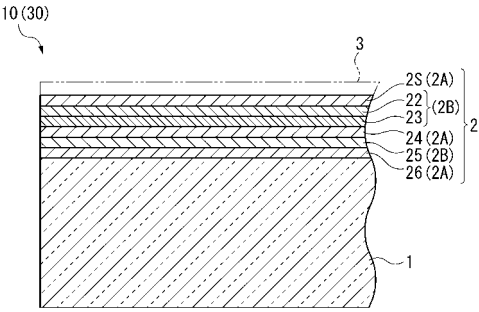
1 ... 基板、2 ... 反射防止膜、2 A ... 低屈折率層、2 B ... 高屈折率層、2 S ... 最表層、4 ... U V - I R カットフィルター膜、1 0 ... 防塵ガラス (光学素子) 、2 0 ... 光学多層膜フィルター (光学素子) 、3 0 ... 偏光ビームスプリッター (光学素子) 、1 0 0 ... プロジェクター (電子機器) 、2 0 0 ... 撮像装置 (電子機器) 、3 0 0 ... 光ピックアップ (電子機器)

40

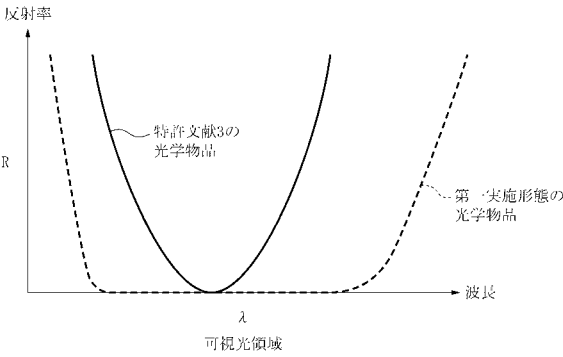
【 図 1 】



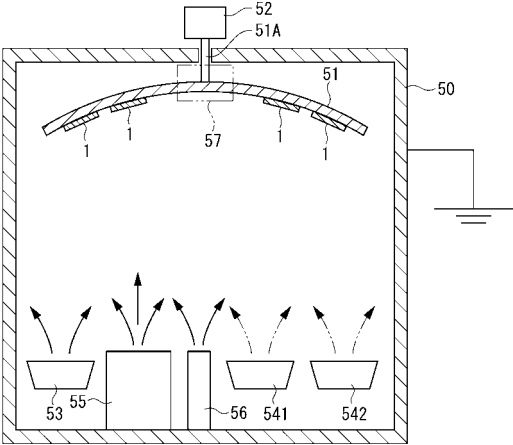
【 図 2 】



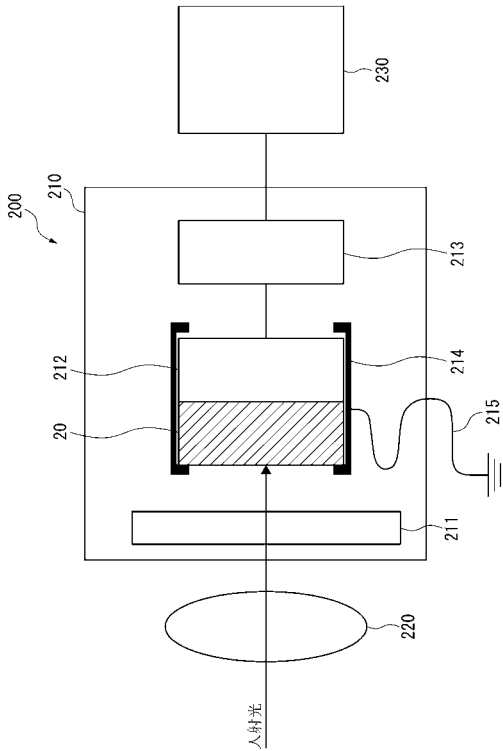
【 図 3 】



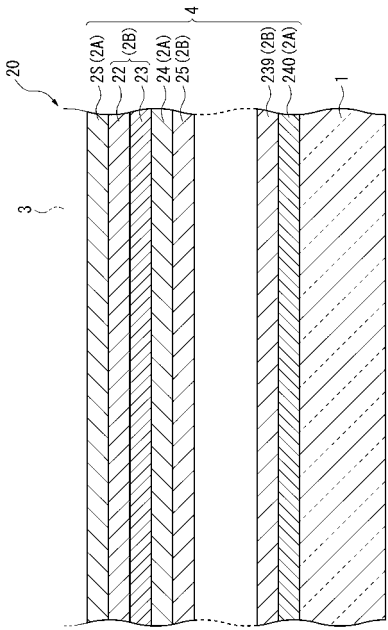
【 図 4 】



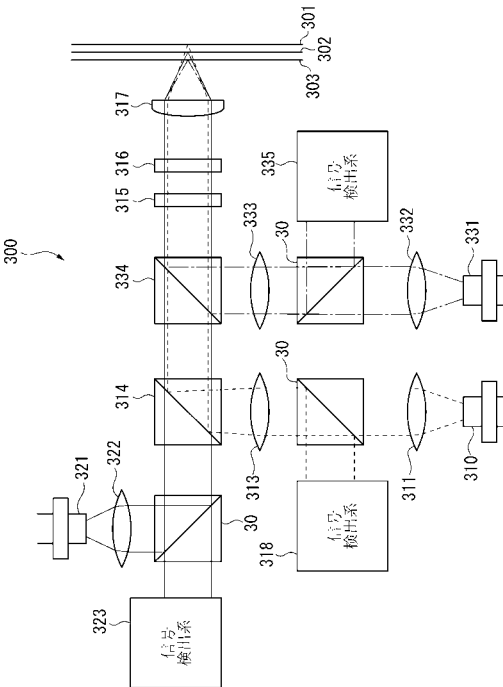
【図 5】



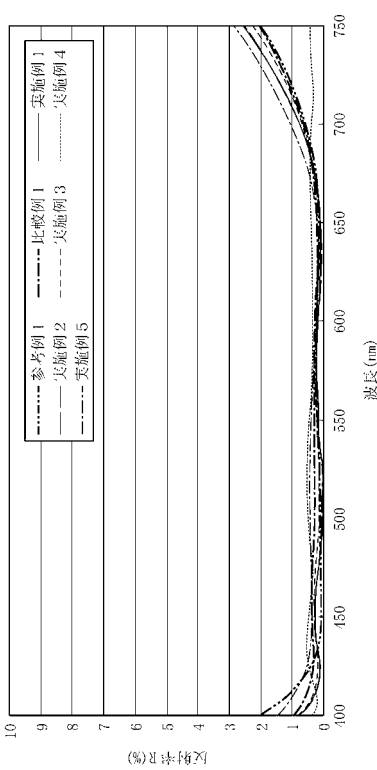
【図 6】



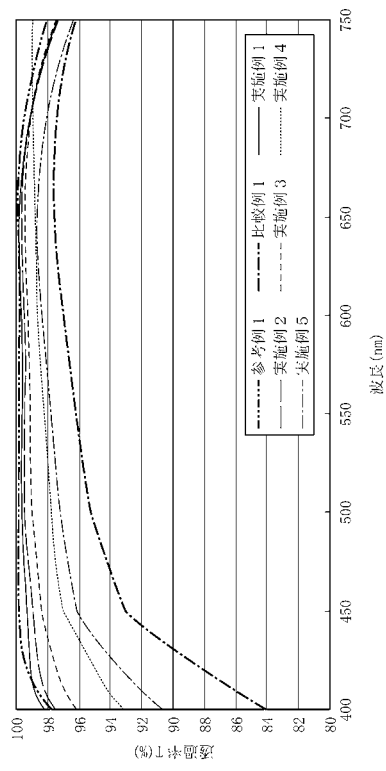
【図 7】



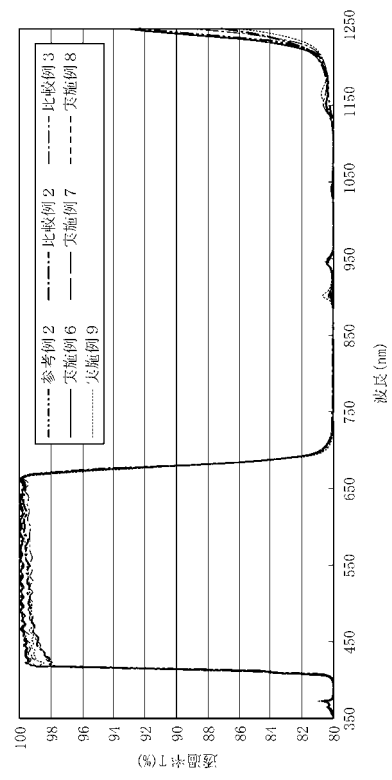
【図 8】



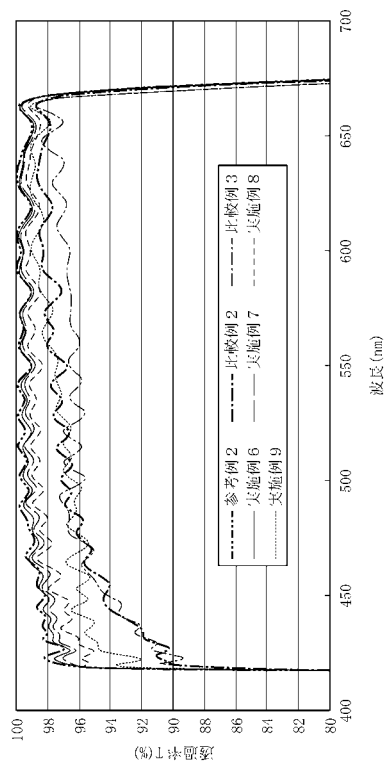
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 L 27/14 (2006.01) H 0 1 L 27/14 D

F ターム(参考) 4F100 AA20 AA21 AA33 AG00 AR00B AR00C AR00D AR00E AT00A BA05
BA07 BA08 BA10A BA10C GB41 JA13C JD09 JD10 JG01D JG04C
JG04E JN06 JN18B JN18C YY00C
4M118 AA10 AB01 AB10 BA10 CA01 FA06 GC11 GC20 GD02