

(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2005-275294

(P2005-275294A)

(43) 公開日 平成17年10月6日(2005.10.6)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 1/11</b>	G02B 1/10 A	2K009
<b>B32B 7/02</b>	B32B 7/02 103	4F100
<b>B32B 9/00</b>	B32B 9/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-92336 (P2004-92336)  
 (22) 出願日 平成16年3月26日 (2004.3.26)

(71) 出願人 591037580  
 シメオ精密株式会社  
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田410  
 7番地5  
 (74) 代理人 100077621  
 弁理士 綿貫 隆夫  
 (74) 代理人 100092819  
 弁理士 堀米 和春  
 (72) 発明者 土屋 陽一郎  
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田410  
 7-5 シメオ精密株式会社内  
 (72) 発明者 五明 良久  
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田410  
 7-5 シメオ精密株式会社内

最終頁に続く

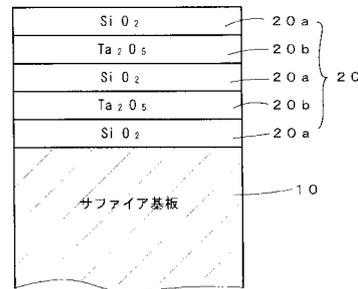
(54) 【発明の名称】 光学素子

(57) 【要約】

【課題】 サファイアを基材とする光学素子で、耐久性、耐衝撃性に優れ、可視域から近赤外域における光の好適な反射防止作用を備えた光学素子を提供する。

【解決手段】 サファイアからなる基材10の表面に、5~11層の奇数層からなる光透過膜層が積層されてなる反射防止膜20が設けられた光学素子であって、前記反射防止膜20が、基板側から奇数番目となる光透過膜層20aがSiO<sub>2</sub>からなり、偶数番目となる光透過膜層20bがTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

サファイアからなる基材の表面に、5～11層の奇数層からなる光透過膜層が積層されてなる反射防止膜が設けられた光学素子であって、

前記反射防止膜が、基板側から奇数番目となる光透過膜層がSiO<sub>2</sub>からなり、偶数番目となる光透過膜層がTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなることを特徴とする光学素子。

## 【請求項 2】

前記反射防止膜が5層の光透過膜層を積層してなるものであり、基準波長をとしたときの、基板側を第1層として、第1層から第5層の光透過膜層の光学的膜厚を各々D1、D2、D3、D4、D5とすると、

$$D1 = (0.11 \sim 0.49) \times \lambda / 4$$

$$D2 = (0.33 \sim 0.49) \times \lambda / 4$$

$$D3 = (0.25 \sim 0.41) \times \lambda / 4$$

$$D4 = (1.99 \sim 2.65) \times \lambda / 4$$

$$D5 = (0.80 \sim 1.12) \times \lambda / 4$$

であることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

10

## 【請求項 3】

前記反射防止膜が5層の光透過膜層を積層してなるものであり、基準波長をとしたときの、基板側を第1層として、第1層から第5層の光透過膜層の光学的膜厚を各々D1、D2、D3、D4、D5とすると、

$$D1 = (1.75 \sim 2.36) \times \lambda / 4$$

$$D2 = (0.42 \sim 0.69) \times \lambda / 4$$

$$D3 = (0.09 \sim 0.25) \times \lambda / 4$$

$$D4 = (0.93 \sim 1.42) \times \lambda / 4$$

$$D5 = (0.85 \sim 1.12) \times \lambda / 4$$

であることを特徴とする光学素子。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は光学素子に関し、より詳細には素子表面に反射防止膜を設けた光学素子に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

光学フィルター、レンズ、プリズム等の光学素子においては、素子表面に反射防止膜を設けて、光学素子の光透過率を向上させる方法が広く行われている。これらの光学素子は、一般に、使用波長域が決められているから、反射防止膜もその使用波長域に合わせてもっとも効率的な反射防止がなされるように膜構成が設計される。この反射防止膜の構成については、種々の提案がなされている。

## 【特許文献 1】特開平 7 - 261002 号公報

## 【特許文献 2】特開 2002 - 277606 号公報

## 【特許文献 3】特開 2002 - 139723 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

基材の表面に反射防止膜を設けた光学素子の多くはガラスを基材としたものである。本発明は基材としてサファイアを使用した光学素子に関するもので、レーザ光を用いた光通信等において好適に利用することができる可視域および近赤外域における光の反射防止を好適に図ることを可能にする光学素子に関するものである。光学素子は光通信に限らず、画像装置の光透過窓等の光デバイスとして各種用途に使用される。サファイアは耐擦傷性

40

50

、耐衝撃性に優れるという特性を有するものであり、光デバイスの光学素子の基材として好適に使用することが可能であり、サファイアの基材に反射防止膜を設けた光学素子は、基材と反射防止膜との密着性に優れ、反射防止膜の耐擦傷性に優れることによって、基材の特徴を生かした光学素子として提供することが可能となる。

【0004】

本発明は、サファイアを基材とする光学素子で、耐久性、耐衝撃性に優れ、可視域から近赤外域における光の好適な反射防止作用を備えた光学素子を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明は次の構成を備える。

すなわち、サファイアからなる基材の表面に、5～11層の奇数層からなる光透過膜層が積層されてなる反射防止膜が設けられた光学素子であって、前記反射防止膜が、基板側から奇数番目となる光透過膜層がSiO<sub>2</sub>からなり、偶数番目となる光透過膜層がTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなることを特徴とする。

【0006】

また、前記反射防止膜が5層の光透過膜層を積層してなるものであり、基準波長をとしたときの、基板側を第1層として、第1層から第5層の光透過膜層の光学的膜厚を各々D1、D2、D3、D4、D5とすると、 $D1 = (0.11 \sim 0.49) \times \lambda / 4$ 、 $D2 = (0.33 \sim 0.49) \times \lambda / 4$ 、 $D3 = (0.25 \sim 0.41) \times \lambda / 4$ 、 $D4 = (1.99 \sim 2.65) \times \lambda / 4$ 、 $D5 = (0.80 \sim 1.12) \times \lambda / 4$ としたものが好適であり、また、前記反射防止膜が5層の光透過膜層を積層してなるものであり、基準波長をとしたときの、基板側を第1層として、第1層から第5層の光透過膜層の光学的膜厚を各々D1、D2、D3、D4、D5とすると、 $D1 = (1.75 \sim 2.36) \times \lambda / 4$ 、 $D2 = (0.42 \sim 0.69) \times \lambda / 4$ 、 $D3 = (0.09 \sim 0.25) \times \lambda / 4$ 、 $D4 = (0.93 \sim 1.42) \times \lambda / 4$ 、 $D5 = (0.85 \sim 1.12) \times \lambda / 4$ としたものが好適に使用できる。

なお、D1～D5の値（光学的膜厚）が上記のように所定範囲で指定されている意味は、第1層から第5層の各層について、その光学的膜厚の中心値を各層での基準の膜厚とし、特定の一層について、その特定の一層を除いた他の層については基準の膜厚に固定した場合に、反射防止膜の反射率が2%以下となる条件で、その特定層の膜厚を変えることができる範囲を示したものである。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る光学素子は、サファイアからなる基材の表面に、基材側から奇数番目の層についてはSiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層、偶数番目の層についてはTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる光透過膜層として、5層、7層、9層あるいは11層に積層して反射防止膜を形成したものであり、これによって可視域および近赤外域における所要の光反射防止作用を備え、光の透過効率を向上させることができるとともに、基材と反射防止膜との密着性に優れ、耐擦傷性に優れることから、一般用途にも広く利用できる光学素子として提供することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明に係る光学素子における反射防止膜の構成を説明的に示したものである。同図で10は光学素子の基材であるサファイア基板である。反射防止膜20は、このサファイア基板10の表面に第1層から第5層まで光透過膜層20a、20bを積層して形成されている。なお、光透過膜層20aはSiO<sub>2</sub>からなり、光透過膜層20bはTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなるものであり、本発明に係る光学素子はSiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層20aと、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる光透過膜層20bとが交互に積層され、サファイア基板10側から、第1、3、5層がSiO<sub>2</sub>からな

10

20

30

40

50

る光透過膜層 20 a であり、第 2 および第 4 層が  $Ta_2O_5$  からなる光透過膜層 20 b となっている。

【0009】

なお、図 1 では、光透過膜層 20 a、20 b を合わせて 5 層積層して反射防止膜 20 とした例を示したが、光透過膜層を 7 層、9 層、11 層積層して反射防止膜とする場合も、図 1 に示す反射防止膜と同様に、奇数番目の層を  $SiO_2$  からなる光透過膜層 20 a とし、偶数番目の層を  $Ta_2O_5$  からなる光透過膜層 20 b として反射防止膜を形成する。すなわち、本発明に係る光学素子の表面に設けられる反射防止膜は、サファイア基板 10 に密着する第 1 層が  $SiO_2$  からなる光透過膜層 20 a であり、最外層も  $SiO_2$  からなる光透過膜層 20 a となる。これによって、反射防止膜とサファイアからなる基材との密着性を向上させて反射防止膜の剥離強度を向上させ、反射防止膜の耐擦傷性を向上させることが可能となる。

10

【0010】

以下では、反射防止膜を 5 層、7 層、9 層、11 層構成とした光学素子の実際の設計例について説明する。

(実施例 1)

表 1 は、光学素子の第 1 の設計例を示すもので、反射防止膜が 5 層構成からなる例である。

【表 1】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第 5 層	$SiO_2$	1.451	$0.997 \times \lambda / 4$
第 4 層	$Ta_2O_5$	2.126	$2.21 \times \lambda / 4$
第 3 層	$SiO_2$	1.451	$0.315 \times \lambda / 4$
第 2 層	$Ta_2O_5$	2.126	$0.412 \times \lambda / 4$
第 1 層	$SiO_2$	1.451	$0.215 \times \lambda / 4$
基板	サファイア	1.750 (C 軸)	

20

なお、各層の光学的膜厚は (使用波長における屈折率) × (幾何学的膜厚) によって定義される。

【0011】

図 2 は表 1 に示す光学素子について、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$  としたときの特性図を示す。図 2 からわかるように、実施例 1 の光学素子では、波長  $1000 \text{ nm} \sim 1700 \text{ nm}$  の範囲で、反射率 0.5% 以下という優れた反射防止特性が得られている。この波長範囲で反射率がフラットであることも特徴的である。

30

【0012】

図 3 は、表 1 に示す第 1 の設計例で、 $\lambda = 510 \text{ nm}$  としたときの特性図を示す。図のように、波長  $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$  の可視域の範囲で、反射率 0.5% 以下という優れた反射防止特性が得られている。なお、可視域においては、表 1 に示す設計例で、サファイア基板の屈折率が 1.774、光透過膜層の  $SiO_2$  の屈折率が 1.462、 $Ta_2O_5$  の屈折率が 2.193 となる。このことから、実施例 1 の反射防止膜は可視域および近赤外域においてすぐれた反射防止特性を有するといえる。

40

【0013】

(実施例 2)

表 2 は、上記実施例 1 の膜厚の設計例で、第 5 層の光学的膜厚  $D_5$  を  $1.12 \times \lambda / 4$  とした設計例である。

【表 2】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.12 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.21 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.315 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.412 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.215 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

図 4 は表 2 に示す反射防止膜で、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この実施例の反射防止膜は波長  $1100 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$ の範囲で反射率 2% 以下の特性を有している。

10

【0014】

(実施例 3)

表 3 は、上記実施例 1 の膜厚の設計例で、第 5 層の光学的膜厚  $D_5$  を  $0.80 \times \lambda / 4$  として設計した例である。

【表 3】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.80 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.21 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.315 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.412 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.215 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

20

図 5 は表 3 に示す反射防止膜で、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この実施例の反射防止膜は波長  $900 \text{ nm} \sim 1700 \text{ nm}$ の範囲で反射率 2% 以下の特性を有している。

【0015】

(実施例 4)

表 4 は、光学素子の第 2 の設計例として、反射防止膜が 5 層構成からなる光学素子についての設計例を示す。

30

【表 4】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.001 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	1.135 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.158 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.529 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	2.054 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

図 6 は、表 4 での設計例の光学素子について、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この設計例の光学素子は、波長  $1000 \text{ nm} \sim 1800 \text{ nm}$ の範囲で、若干反射率の変動はあるものの、反射率が略 0.5% 以下という優れた反射防止特性を有している。

40

【0016】

図 7 は、表 4 に示す第 2 の設計例で、 $\lambda = 510 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この実施例の場合も、実施例 1 の場合と同様に、波長  $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$ の可視域の範囲で、反射率 1.0% 以下という優れた反射防止特性が得られている。

【0017】

(実施例 5)

表 5 は、上記実施例 4 の膜厚の設計例で、第 5 層の光学的膜厚  $D_5$  を  $1.12 \times \lambda / 4$  として設計した例である。

【表 5】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.12 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	1.135 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.156 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.529 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	2.054 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

図 8 は表 5 に示す反射防止膜で、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この実施例の反射防止膜は波長  $1000 \text{ nm} \sim 1900 \text{ nm}$ の範囲で反射率 2% 以下の特性を有している。 10

【0018】

(実施例 6)

表 6 は、上記実施例 4 の膜厚の設計例で、第 5 層の光学的膜厚  $D_5$  を  $0.85 \times \lambda / 4$  として設計した例である。

【表 6】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.85 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	1.135 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.156 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.529 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	2.054 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

20

図 9 は表 6 に示す反射防止膜で、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。この実施例の反射防止膜は波長  $1000 \text{ nm} \sim 1800 \text{ nm}$ の範囲で反射率 2% 以下の特性を有している。

【0019】

(実施例 7)

表 7 は、光学素子の第 3 の設計例として、反射防止膜が 7 層構成からなる例を示す。

【表 7】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第7層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.983 × λ / 4
第6層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	1.983 × λ / 4
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.356 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.167 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.773 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.161 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.315 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

30

【0020】

図 10 は表 2 に示す光学素子について、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。 40  
図 10 からわかるように、実施例 7 の光学素子では、波長  $1000 \text{ nm} \sim 1900 \text{ nm}$ の範囲で、反射率 0.5% 以下という優れた反射防止特性が得られている。

【0021】

(実施例 8)

表 8 は、光学素子の第 4 の設計例として、反射防止膜が 7 層構成からなる例を示す。

【表 8】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第7層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.024 × λ / 4
第6層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.142 × λ / 4
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.46 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.215 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.38 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.147 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.431 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

## 【0022】

10

図11は表8に示す光学素子について、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。図11からわかるように、実施例8の光学素子では、波長900 nm ~ 1850 nmの範囲で、反射率1.0%以下という優れた反射防止特性が得られている。

## 【0023】

(実施例9)

表9は、光学素子の第5の設計例として、反射防止膜が9層構成からなる例を示す。

【表 9】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第9層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.063 × λ / 4
第8層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.849 × λ / 4
第7層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.261 × λ / 4
第6層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.543 × λ / 4
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	2.426 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.317 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.542 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.366 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.2 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

20

## 【0024】

図12は表9に示す光学素子について、 $\lambda = 1200 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。図12からわかるように、実施例9の光学素子では、波長950 nm ~ 1850 nmの範囲で、反射率1.0%以下、波長1200 nm ~ 1750 nmの範囲で反射率0.5%以下という優れた反射防止特性が得られている。

30

## 【0025】

(実施例10)

表10は、光学素子の第5の設計例として、反射防止膜が9層構成からなる例を示す。

【表 10】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第9層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.99 × λ / 4
第8層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.324 × λ / 4
第7層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.166 × λ / 4
第6層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.506 × λ / 4
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.425 × λ / 4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.354 × λ / 4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.817 × λ / 4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.251 × λ / 4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.364 × λ / 4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

40

## 【0026】

図13は表10に示す光学素子について、 $\lambda = 1310 \text{ nm}$ としたときの特性図を示す。図13からわかるように、実施例10の光学素子では、波長950 nm ~ 1800 nmの範囲で、反射率1.0%以下、波長1200 nm ~ 1750 nmの範囲で反射率0.5

50

%以下という優れた反射防止特性が得られている。

【0027】

(実施例11)

表11は、光学素子の第6の設計例として、反射防止膜が11層構成からなる例を示す。

【表11】

	コート物質	屈折率	光学的膜厚
第11層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.001×λ/4
第10層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.066×λ/4
第9層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.437×λ/4
第8層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.243×λ/4
第7層	SiO <sub>2</sub>	1.451	1.257×λ/4
第6層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.277×λ/4
第5層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.357×λ/4
第4層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	2.403×λ/4
第3層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.213×λ/4
第2層	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.126	0.429×λ/4
第1層	SiO <sub>2</sub>	1.451	0.138×λ/4
基板	サファイア	1.750 (C軸)	

10

【0028】

図14は表11に示す光学素子について、λ = 1200 nmとしたときの特性図を示す。図14からわかるように、実施例11の光学素子では、波長850 nm ~ 2000 nmの範囲で、反射率1.0%以下の反射防止特性が得られている。

20

【0029】

以上説明したように、本発明に係る光学素子は、サファイアを基材とし、その表面に反射防止膜として、SiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層と、20ÅとTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる光透過膜層とを交互に所定の膜厚で積層したものである。とくに、基板に密着する第1層をSiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層とし、最外層についてもSiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層としたことが特徴的である。このような反射防止膜の構成は基板と反射防止膜との密着性を向上させることができ、最外層をSiO<sub>2</sub>からなる光透過膜層とすることで、耐擦傷性を向上させることが可能となる。

【0030】

図15は、光学素子の耐熱性を調べるための加熱試験を行った結果を示す。加熱試験では、サファイア基板の表面に実施例1の構成による反射防止膜を設けた光学素子と、比較例として、サファイア基板の表面に第1層としてTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、第2層としてSiO<sub>2</sub>、第3層としてTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、第4層としてSiO<sub>2</sub>層を形成した4層構造からなる反射防止膜を設けた光学素子をサンプルとした。

30

加熱試験は450℃の加熱炉中にサンプルを15分間放置し、反射防止膜の膜状態を検査する方法によって行った。図15は、加熱炉中でサンプルを加熱した後の表面状態を示す。

【0031】

図15(a)は実施例の光学素子、図15(b)は比較例の光学素子の加熱後の状態を示す。図15(a)に示す実施例の光学素子では反射防止膜にまったく異常が見られなかったのに対して、比較例の光学素子では反射防止膜に多数の剥離が生じている。この加熱試験の結果は、実施例の光学素子が耐熱性の点で比較例にくらべて明らかに優れていることを示している。実施例と比較例の光学素子を比較すると、実施例では、サファイア基板の表面に接する第1層をSiO<sub>2</sub>層とした点が比較例と異なっている。このことは、サファイア基板の表面に接する第1層をSiO<sub>2</sub>層とすることが反射防止膜の耐熱性、剥離性を向上させる上で有効であると推定される。サファイア基板と反射防止膜との密着性が良好になるのは、サファイア基板を構成するAlと反射防止膜の第1層のSiO<sub>2</sub>を構成するSiとが原子構造的に近似しているためと想像される。

40

【0032】

50

また、本発明に係る光学素子ではサファイアからなる基材の表面に5～11層の奇数層からなる反射防止膜を設けているが、反射防止膜の光透過膜層を5層構造とした場合は、所定の透過特性を備えた反射防止膜を積層膜数を抑えて形成することができるという利点があり、7層から11層構成とした場合は、より優れた透過特性を備えた光学素子として提供できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】サファイアからなる基材の表面に形成した反射防止膜の構成を示す説明図である。

【図2】光学素子の実施例1の反射率特性を示すグラフである。

10

【図3】光学素子の実施例1の可視域での反射率特性を示すグラフである。

【図4】光学素子の実施例2の反射率特性を示すグラフである。

【図5】光学素子の実施例3の反射率特性を示すグラフである。

【図6】光学素子の実施例4の反射率特性を示すグラフである。

【図7】光学素子の実施例4の可視域での反射率特性を示すグラフである。

【図8】光学素子の実施例5の反射率特性を示すグラフである。

【図9】光学素子の実施例6の反射率特性を示すグラフである。

【図10】光学素子の実施例7の反射率特性を示すグラフである。

【図11】光学素子の実施例8の反射率特性を示すグラフである。

【図12】光学素子の実施例9の反射率特性を示すグラフである。

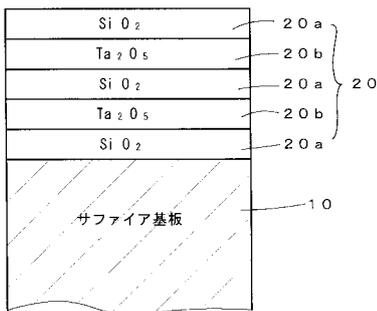
20

【図13】光学素子の実施例10の反射率特性を示すグラフである。

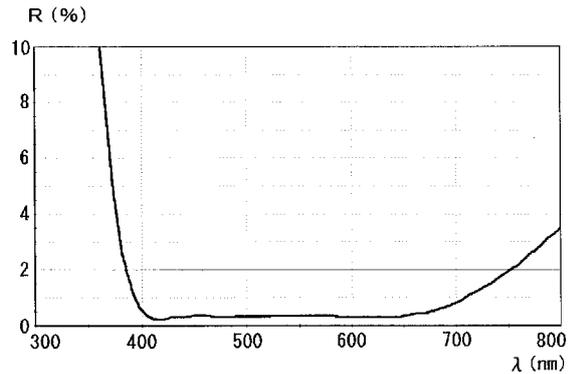
【図14】光学素子の実施例11の反射率特性を示すグラフである。

【図15】光学素子の加熱特性試験の状態を示す説明図である。

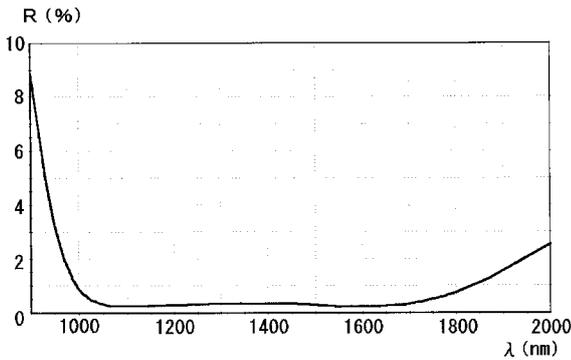
【図1】



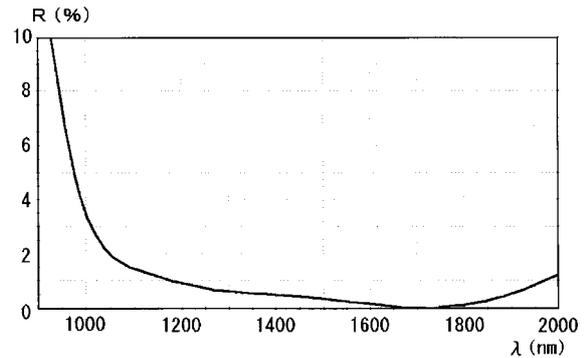
【図3】



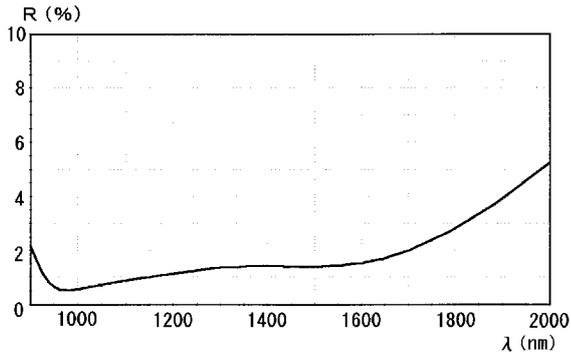
【図2】



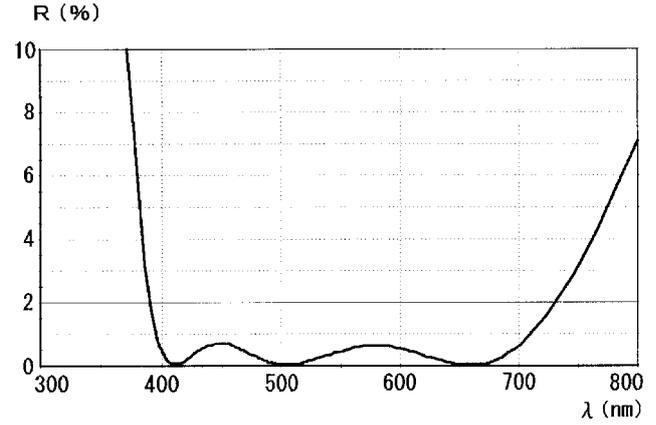
【図4】



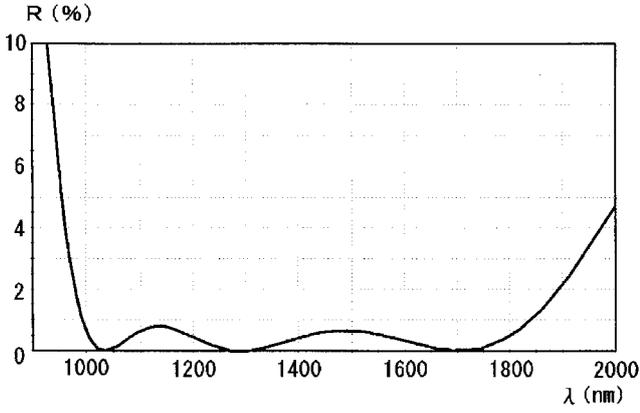
【 図 5 】



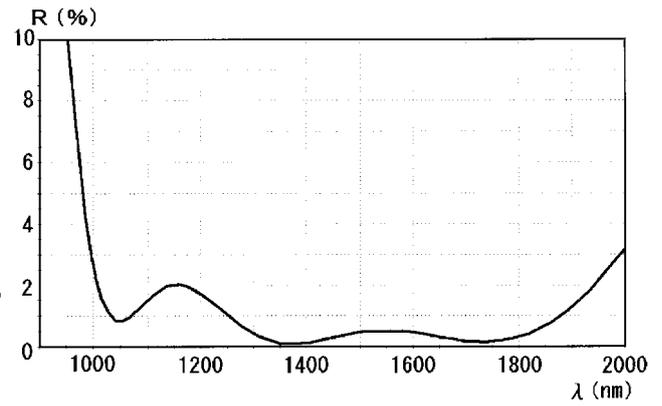
【 図 7 】



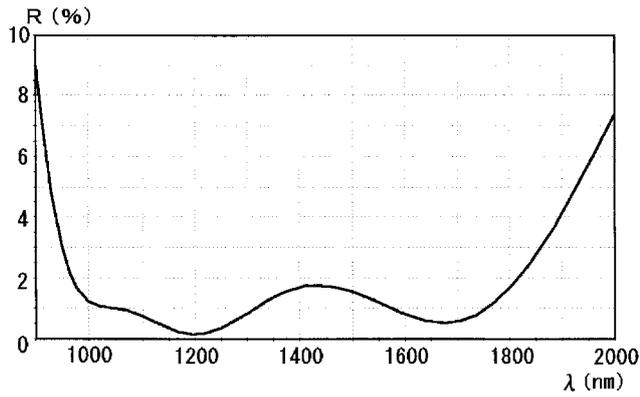
【 図 6 】



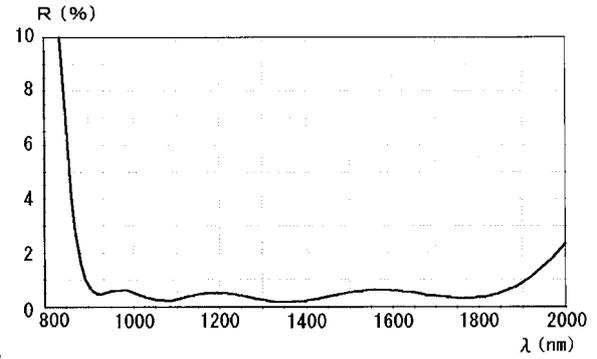
【 図 8 】



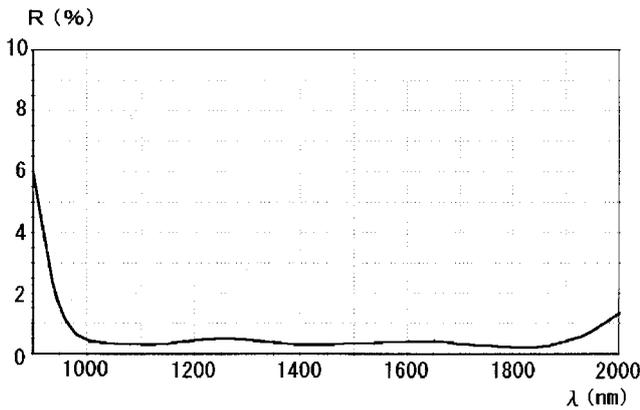
【 図 9 】



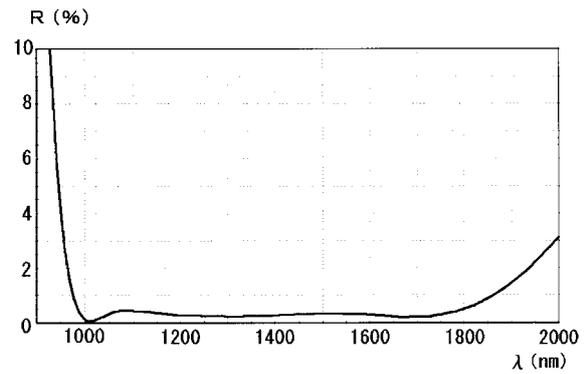
【 図 1 1 】



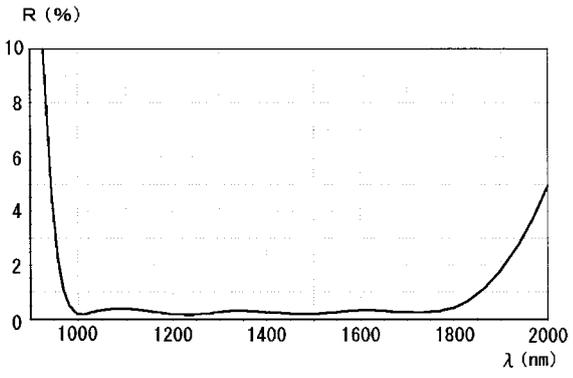
【 図 1 0 】



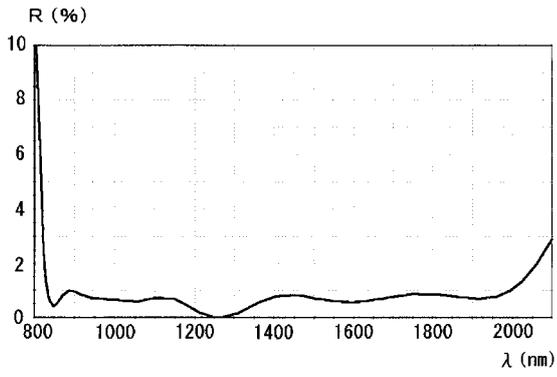
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

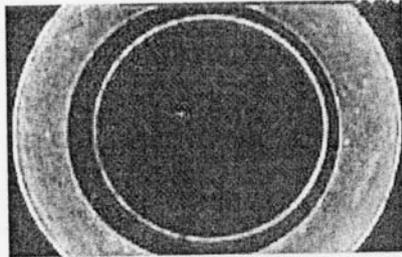


【 図 1 4 】

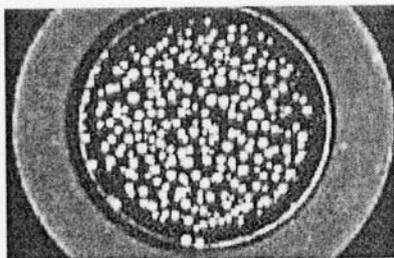


【 図 1 5 】

( a )



( b )



---

フロントページの続き

- (72)発明者 武者 忠男  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 - 5 シメオ精密株式会社内
- (72)発明者 水科 健  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 - 5 シメオ精密株式会社内
- (72)発明者 四方山 正徳  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 - 5 シメオ精密株式会社内
- (72)発明者 安西 学示  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 - 5 シメオ精密株式会社内
- (72)発明者 大家 元樹  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 - 5 シメオ精密株式会社内
- Fターム(参考) 2K009 AA02 AA08 AA09 BB01 CC03  
4F100 AA17A AA17C AA20B BA05 BA10A BA10C JN01 JN06