

(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2004-354735

(P2004-354735A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 5/28
F21V 9/04
F21V 9/06
// C03C 17/34

F I

G02B 5/28
F21V 9/04
F21V 9/06
C03C 17/34

テーマコード (参考)

2H048
4G059

Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-152751 (P2003-152751)
(22) 出願日 平成15年5月29日 (2003.5.29)

(71) 出願人 000149734
株式会社大真空
兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138
9番地
(74) 代理人 100075502
弁理士 倉内 義朗
(72) 発明者 亀田 英一
兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻池138
9番地 株式会社大真空内
Fターム(参考) 2H048 GA04 GA09 GA12 GA19 GA36
GA51
4G059 AA11 AC07 EA04 EA05 EB03
GA02 GA04 GA12

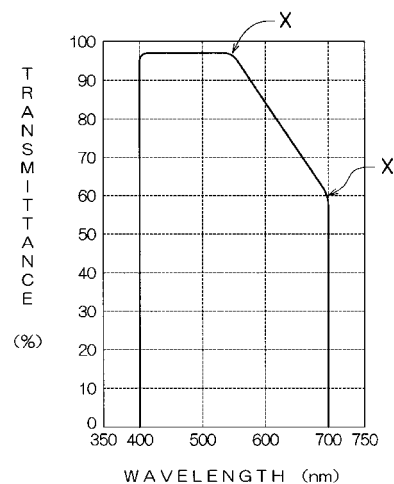
(54) 【発明の名称】 光線カットフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 予め設定した波長帯域、例えば可視域内において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得る。

【解決手段】 赤外線カットフィルタ1は、水晶板2と、この水晶板2一面上に形成される多層膜3とからなる。多層膜3は、高屈折率材料からなる第1薄膜31と、低屈折率材料からなる第2薄膜32とが交互に複数積層されてなる。多層膜3は、水晶板2一面側から順に、第1層3a、第2層3b、第3層3cから構成されている。これら積層される第1薄膜31と第2薄膜32との膜厚が異なることにより各層それぞれの厚さが異なる。この各層は、順にその厚さが増すよう構成されている。多層膜3には、可視域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、透過率が急峻に変移する変移波長帯域に変極点Xが形成される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板と、この透明基板上に形成される多層膜とからなり、多層膜は、高屈折率材料からなる第 1 薄膜と、低屈折率材料からなる第 2 薄膜とが交互に複数積層されてなる光線カットフィルタにおいて、

前記多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられたことを特徴とする光線カットフィルタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光線カットフィルタにおいて、

10

前記多層膜は、前記透明基板側から順に序数詞で定義される複数層から構成され、

前記各層は、それぞれ前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜とが積層されて構成され、これら積層される前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜との光学膜厚が異なることにより前記各層それぞれの厚さが異なり、

前記急峻防止手段は、前記層のうち、少なくとも 1 つ以上の層において積層された前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜との光学膜厚が前記透明基板側から漸次増加されるよう前記各層それぞれにおける前記各薄膜の光学膜厚が設定されてなることを特徴とする光線カットフィルタ。

【請求項 3】

20

請求項 2 に記載の光線カットフィルタにおいて、

前記層は、第 1 層、第 2 層、第 3 層から構成されるとともに、これら第 1 層、第 2 層、第 3 層は、順にその厚さが増すよう構成され、

前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層は、前記第 2 層と前記第 3 層であり、前記その他の層は、前記第 1 層であることを特徴とする光線カットフィルタ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の光線カットフィルタにおいて、

前記層は、第 1 層、第 2 層、第 3 層から構成されるとともに、これら第 1 層、第 2 層、第 3 層は、順にその厚さが増すよう構成され、

前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層は、前記第 1 層と前記第 3 層であり、前記その他の層は、前記第 2 層であることを特徴とする光線カットフィルタ。

30

【請求項 5】

請求項 2 に記載の光線カットフィルタにおいて、

前記透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した前記多層膜が形成され、前記透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した前記多層膜が形成されることを特徴とする光線カットフィルタ。

【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の光線カットフィルタにおいて、

前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層における前記第 1 薄膜と前記第 2 薄膜との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されることを特徴とする光線カットフィルタ。

40

【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 のいずれかに記載の光線カットフィルタにおいて、

前記急峻防止手段は、前記各層の間もしくはその両端に少なくとも 1 層以上の調整層が積層されてなり、

前記調整層により、前記各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられることを特徴とする光線カットフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、予め設定した波長帯域の光線を不透過とする光線カットフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的なビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に代表される電子カメラの光学系は、光軸に沿って被写体側より、結合光学系、赤外線カットフィルタ、光学ローパスフィルタ、CCD (Charge Coupled Device) やMOS (Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像デバイスが順に配設されてなる(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

ここでいう撮像デバイスは、図13に示すように、人の目が視認可能な波長帯域の光線(可視光線)よりも広い波長帯域の光線に应答する感度特性を有している。つまり、可視光線に加えて、赤外域や紫外域の光線にも应答してしまう。なお、図13(a)は人の目の感度特性を示しており、図13(b)は一般的なCCDの感度特性を示している。

【0004】

このように、人の目は、暗所において400~620nm程度の範囲の波長の光線に应答し、明所において420~700nm程度の範囲の波長の光線に应答する。これに対し、CCDでは、400~700nmの範囲の波長の光線だけでなく、400nm未満の波長の光線や700nmを越える波長の光線にも应答する。

【0005】

このため、下記する特許文献1に記載の撮像デバイスのように、CCDのほかに赤外線カットフィルタを設けて、撮像デバイスに赤外域の光線を到達させないようにし、人の目に近い撮像画像が得られるようにしている。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-209510号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ここでいう赤外線カットフィルタとしては、これまで、可視光線を透過し且つ赤外線を吸収する赤外線吸収ガラスや、可視光線を透過し且つ赤外線を反射する赤外線カットコートなどがある。

【0008】

赤外線吸収ガラスとしては、例えば、銅イオン等の色素を分散させた青色ガラスが掲げられる。

【0009】

赤外線カットコートとしては、例えば、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 等の高屈折率物質と、 SiO_2 、 MgF_2 等の低屈折率物質とを透明基板上に交互に積層して数十層とした誘電体多層膜が掲げられる。

【0010】

これら赤外線吸収ガラスと赤外線カットコートとを図14を用いて以下に説明する。なお、図14(a)は撮像デバイスに赤外線吸収ガラスを用いた場合の透過率特性を示し、図14(b)は赤外線カットコートを用いた場合の透過率特性を示している。

【0011】

まず、赤外線吸収ガラスを用いた場合、図14(a)に示すように、可視域から赤外域に亘って、人の目の感度特性に近い「緩やかに透過率が下降する特性」を得ることができる。

【0012】

しかし、赤外線吸収ガラスを用いた場合、透過率を略0%とするポイントを700nmに合わせ込むことが難しく、図14(a)に示す赤外線吸収ガラスの場合、750nm程度の光線をも透過させてしまうことになる。つまり、赤外域の光線のカットが不完全で、この赤外域の画像を撮像デバイスが撮像してしまうことになる。

10

20

30

40

50

【0013】

次に、赤外線カットコートを用いた場合、図14(b)に示すように、可視域から赤外域に亘って「透過率が急峻に減少する特性」を得ることができるので、透過率を略0%とするポイントを700nmに合わせ込むことが容易である。

【0014】

しかしながら、このように急峻に透過率が変移するものでは、人の目が感じる色合いとは異なった色合いで撮像デバイスでの撮像が行われてしまうことになる。

【0015】

そこで、上記課題を解決するために本発明は、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得る光線カットフィルタを提供することを目的とする。 10

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明にかかる光線カットフィルタは、透明基板と、この透明基板上に形成される多層膜とからなり、多層膜は、高屈折率材料からなる第1薄膜と、低屈折率材料からなる第2薄膜とが交互に複数積層されてなる光線カットフィルタにおいて、前記多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられたことを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、変極点を形成する急峻防止手段が設けられているので、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることが可能となる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることが可能となる。なお、ここでいう第1薄膜と第2薄膜とが交互に複数積層されるとは、第1薄膜と第2薄膜とが交互に連続して積層されることを意味するのではなく、他の媒体、例えばアルミナ(Al_2O_3)からなる薄膜などが挿入されていてもよい。 20

【0018】

上記構成において、上記多層膜は、上記透明基板側から順に序数詞で定義される複数層から構成され、前記各層は、それぞれ上記第1薄膜と上記第2薄膜とが積層されて構成され、これら積層される上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が異なることにより前記各層それぞれの厚さが異なり、上記急峻防止手段は、前記層のうち、少なくとも1つ以上の層において積層された上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が上記透明基板側から漸次増加されるよう前記各層それぞれにおける上記各薄膜の光学膜厚が設定されてなってもよい。 30

【0019】

この場合、急峻防止手段は、複数層のうち、少なくとも1つ以上の層において積層された第1薄膜と第2薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜と第2薄膜との光学膜厚が透明基板側から漸次増加されるよう各層それぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなるので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成することが可能となる。 40

【0020】

具体的に、上記構成において、上記層は、第1層、第2層、第3層から構成されるとともに、これら第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、上記第1薄膜と上記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、上記第2層と上記第3層であり、上記その他の層は、上記第1層であってもよい。

【0021】

この場合、第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜と第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、第2層と第3層であり、その他の層は、第1層で 50

あるので、透過率が高い領域、例えば、透過率 90 % 付近において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

【0022】

また、上記構成において、上記層は、第 1 層、第 2 層、第 3 層から構成されるとともに、これら第 1 層、第 2 層、第 3 層は、順にその厚さが増すよう構成され、上記第 1 薄膜と上記第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層は、上記第 1 層と上記第 3 層であり、上記その他の層は、上記第 2 層であってもよい。

【0023】

この場合、第 1 層、第 2 層、第 3 層は、順にその厚さが増すよう構成され、第 1 薄膜と第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層は、第 1 層と第 3 層であり、その他の層は、第 2 層であるので、透過率が低い領域、例えば、透過率 30 % 付近において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

10

【0024】

また、上記構成において、上記透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した上記多層膜が形成され、上記透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した上記多層膜が形成されてもよい。

【0025】

この場合、透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した多層膜が形成され、透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した多層膜が形成されるので、紫外域から可視域を通して赤外域に至る可視可能な全帯域において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

20

【0026】

さらに、上記構成において、上記第 1 薄膜と上記第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層における上記第 1 薄膜と上記第 2 薄膜との光学膜厚が、微量に変化するように設定されてもよい。

【0027】

この場合、第 1 薄膜と第 2 薄膜の光学膜厚が略同一である層における第 1 薄膜と第 2 薄膜との光学膜厚が、微量に変化するように設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、外部ノイズなどにより微量に変移する透過率の変移量を抑えることが可能となる。

30

【0028】

また、上記構成において、上記急峻防止手段は、上記各層の間もしくはその両端に少なくとも 1 層以上の調整層が積層されてなり、上記調整層により、上記各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられてもよい。

【0029】

この場合、調整層が積層され、調整層により、各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点を形成するのにより好ましい。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、以下に示す各実施の形態では、光線カットフィルタとして赤外線カットフィルタに本発明を適用した場合を示す。

40

【0031】

< 実施の形態 1 >

本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタ 1 は、図 1 (a) に示すように、透明基板である水晶板 2 と、この水晶板 2 一面上に形成される多層膜 3 とからなる。

【0032】

多層膜 3 は、高屈折率材料からなる第 1 薄膜 3 1 と、低屈折率材料からなる第 2 薄膜 3 2 とが交互に複数積層されてなる。すなわち、水晶板 2 一面側から数えて奇数番目の層が第 1 薄膜 3 1 により構成され、偶数番目の層が第 2 薄膜 3 2 により構成されている。なお、

50

この実施の形態 1 では、第 1 薄膜に TiO_2 を用い、第 2 薄膜に SiO_2 を用いている。

【0033】

この多層膜 3 の製造方法として、水晶板 2 一面に対して、 TiO_2 と SiO_2 とが周知の真空蒸着装置（図示省略）によって交互に真空蒸着され、図 1（a）に示すような多層膜 3 が形成される。なお、各薄膜 3 1、3 2 の膜厚調整は、膜厚をモニタしながら蒸着動作を行い、所定の膜厚に達したところで蒸着源（図示省略）近傍に設けられたシャッター（図示省略）を閉じるなどして蒸着物質（ TiO_2 、 SiO_2 ）の蒸着を停止することにより行われる。

【0034】

また、多層膜 3 は、図 1（b）に示すように、水晶板 2 一面側から順に序数詞で定義される複数層、本実施の形態 1 では第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c から構成されている。これら第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c それぞれの層は、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 とが積層されて構成されている。これら積層される第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が異なることにより第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c それぞれの厚さが異なる。また、これら第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c は、順にその厚さが増すよう構成されている。なお、ここでいう光学膜厚は、下記する数式 1 により求められる。

【0035】

[数式 1]

$$Nd = d \times N \times 4 /$$

（ Nd ：光学膜厚、 d ：物理膜厚、 N ：屈折率、 λ ：中心波長）

また、多層膜 3 には、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、図 2 に示すような透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点 X が形成される。なお、本実施の形態 1 という予め設定した波長帯域とは、可視域（400～700nm）のことを示す。

【0036】

急峻防止手段は、第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c のうちいずれか 2 つの層において積層された第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が水晶板 2 側から漸次増加されるよう第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c それぞれにおける各薄膜 3 1、3 2 の

【0037】

また、急峻防止手段は、図 1（b）に示すように、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との間と、その両端に調整層 3 d が積層されてなる。この調整層 3 d により、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられる。

【0038】

また、本実施の形態 1 では、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 の光学膜厚が略同一である層は、第 2 層 3 b と第 3 層 3 c であり、その他の層は、第 1 層 3 a である。また、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 の光学膜厚が略同一である層である第 2 層 3 b と第 3 層 3 c とにおける第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が、赤外線カットフィルタ 1 の波長特性を微調整するため、微量に変化するように設定されている。

【0039】

上記した構成により、本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタ 1 では、図 2 に示すような透過率特性が得られる。

【0040】

この実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタ 1 の波長特性を実際に測定した。次に、その測定結果を示す。

【0041】

< 実施例 1 >

10

20

30

40

50

本実施例 1 では、透明基板として、屈折率が 1.54 である水晶板 2 を用いている。また、第 1 薄膜 3 1 として、屈折率が 2.30 である TiO_2 を用い、第 2 薄膜 3 1 として、屈折率が 1.46 である SiO_2 を用い、これらの中心波長を 700 nm としている。

【0042】

これら各薄膜 3 1、3 2 各々の光学膜厚が、表 1 に示すような値になるように上記した 40 層からなる多層膜 3 の製造方法により各薄膜 3 1、3 2 が形成され、図 3 に示すような透過特性が得られる。なお、この実施例 1 では、光線の入射角を 0 度、すなわち光線を垂直入射させている。

【0043】

【表 1】

層	蒸着物質	屈折率N	光学膜厚Nd	中心波長λ (nm)
1	TiO ₂	2.30	1.20	700
2	SiO ₂	1.46	1.05	700
3	TiO ₂	2.30	1.05	700
4	SiO ₂	1.46	1.05	700
5	TiO ₂	2.30	1.05	700
6	SiO ₂	1.46	1.05	700
7	TiO ₂	2.30	1.12	700
8	SiO ₂	1.46	1.12	700
9	TiO ₂	2.30	1.12	700
10	SiO ₂	1.46	1.12	700
11	TiO ₂	2.30	1.07	700
12	SiO ₂	1.46	1.07	700
13	TiO ₂	2.30	1.12	700
14	SiO ₂	1.46	1.12	700
15	TiO ₂	2.30	1.12	700
16	SiO ₂	1.46	1.12	700
17	TiO ₂	2.30	1.12	700
18	SiO ₂	1.46	1.08	700
19	TiO ₂	2.30	1.20	700
20	SiO ₂	1.46	1.20	700
21	TiO ₂	2.30	1.20	700
22	SiO ₂	1.46	1.30	700
23	TiO ₂	2.30	1.40	700
24	SiO ₂	1.46	1.40	700
25	TiO ₂	2.30	1.40	700
26	SiO ₂	1.46	1.40	700
27	TiO ₂	2.30	1.40	700
28	SiO ₂	1.46	1.40	700
29	TiO ₂	2.30	1.40	700
30	SiO ₂	1.46	1.40	700
31	TiO ₂	2.30	1.40	700
32	SiO ₂	1.46	1.40	700
33	TiO ₂	2.30	1.40	700
34	SiO ₂	1.46	1.40	700
35	TiO ₂	2.30	1.40	700
36	SiO ₂	1.46	1.40	700
37	TiO ₂	2.30	1.40	700
38	SiO ₂	1.46	1.40	700
39	TiO ₂	2.30	1.40	700
40	SiO ₂	1.46	0.70	700

10

20

30

40

表 1 は、赤外線カットフィルタ 1 の多層膜 3 の組成及び各薄膜 3 1、3 2 の光学膜厚を示している。

【 0 0 4 4 】

また、この実施例 1 では、表 1 に示すように、多層膜 3 の 4 0 層のうち、1、1 1、1 2、1 8 ~ 2 2、4 0 層が調整層 3 d として構成されている。

【 0 0 4 5 】

図 3 に示すように、この実施例 1 にかかる赤外線カットフィルタ 1 では、波長が約 5 5 0

50

nmの光線から約650nmの光線まで透過率が徐々に減少していくことがわかる。つまり、可視域から赤外域に亘る帯域にかけて徐々に透過率が減少し、透過率が急峻に減少するのを防止していることがわかる。

【0046】

上記したようにこの赤外線カットフィルタ1によれば、変極点Xを形成する急峻防止手段が設けられているので、可視域から赤外域に亘る帯域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることができる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることができる。

【0047】

また、急峻防止手段は、第1層3a、第2層3b、第3層3cのうちいずれか2つの層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が水晶板2側から漸次増加されるよう第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなるので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成することができる。

10

【0048】

また、第1層3a、第2層3b、第3層3cは、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層は、第2層3bと第3層3cであり、その他の層は、第1層3aであるので、透過率が高い領域、例えば、図2に示すように、透過率90%付近において透過率が急峻に変移するのを防止することができる。

20

【0049】

また、第2層3bと第3層3cとにおける第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が、微量に変化するように設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、微量（例えば、表1に示す光学膜厚Ndには表示されない有効数字以下の値）に変移する透過率の変移量を抑えることができる。

【0050】

また、調整層3dが積層され、調整層3dにより第1層3aと第2層3bと第3層3cとの各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点Xを形成するのにより好ましい。

30

【0051】

なお、本実施の形態1では、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜を形成してもよい。この場合、可視域では、図4に示すような波長が形成され、紫外域から可視域に亘る帯域では人の目に近い透過率特性が得られる。

【0052】

また、本実施の形態1では、水晶板2一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、水晶板2一面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2他面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成してもよい。この場合、可視域では、図5に示すような波長が形成され、人の目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板2他面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2一面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しても同一の透過率特性が得られる。

40

【0053】

また、本実施の形態1では、透明基板に水晶板2を用いているが、これに限定されるものではなく、光線が透過可能な基板であれば、例えばガラス板であってもよい。また、水晶板2も限定されるものではなく、単板の水晶板、例えば複屈折板であってもよく、複数枚

50

からなる複屈折板であってもよい。

【0054】

また、本実施の形態1では、第1薄膜31に TiO_2 を用いているが、これに限定されるものではなく、第1薄膜31が高屈折率材料からなっていればよく、例えば、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 等を用いてよい。また、第2薄膜32に SiO_2 を用いているが、これに限定されるものではなく、第2薄膜32が低屈折率材料からなっていればよく、例えば、 MgF_2 等を用いてもよい。

【0055】

また、本実施の形態1では、予め設定した波長帯域を、可視域としているが、これに限定されるものではなく、波長帯域を任意の他の帯域、また、可視域のうちさらに限定した帯域に設定してもよい。 10

【0056】

また、本実施の形態1では、急峻防止手段が、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端に調整層3dが積層されてなるが、これに限定されるものではなく、例えば、第1層3aと第2層3bと第3層3cとのいずれかの層間によって急峻に変移する透過率の変移量を抑えるために、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端のいずれか任意の位置に調整層3dが積層されてもよい。

【0057】

また、本実施の形態1では、図2に示すように、変極点Xが透過率60、96%に設定されているが、これは便宜上設定した値にすぎず、これに限定されることではない。 20

【0058】

また、本実施の形態1では、多層膜3を第1層3a、第2層3b、第3層3cと3層から構成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、3層以上の層から構成されてもよい。この場合、さらに多くの変極点Xを形成することができ、より好ましい。さらに、第1層3aと第2層3bから構成されてもよく、この場合、紫外域から可視域に渡る帯域に対応させるのに好ましい。

【0059】

また、本実施例1では、多層膜3は40層から構成されているが、その層数は限定されるものではない。

【0060】

30

<実施の形態2>

実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタは、上記した実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1と、第1層3a、第2層3b、第3層3c、調整層3dの点で異なるだけで他の構成は同じ構成からなる。そのため、この実施の形態2では、この異なる第1層3a、第2層3b、第3層3c、調整層3dについて説明し、同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0061】

本実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタ1の構成である多層膜は、図1(b)に示すように、水晶板2一面側から順に、第1層3a、第2層3b、第3層3cから構成されている。これら第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの層は、第1薄膜31と第2薄膜32とが積層されて構成されている。これら積層される第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が異なることにより第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの厚さが異なる。また、これら第1層3a、第2層3b、第3層3cは、順にその厚さが増すよう構成されている。 40

【0062】

また、多層膜3には、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、図6に示すような透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点Xが形成される。

【0063】

急峻防止手段は、第1層3a、第2層3b、第3層3cのうちいずれか2つの層において 50

積層された第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が水晶板 2 側から漸次増加されるよう第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c それぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなる。

【 0 0 6 4 】

また、急峻防止手段は、図 1 (b) に示すように、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との間と、その両端に調整層 3 d が積層されてなる。この調整層 3 d により、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施の形態 2 では、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 の光学膜厚が略同一である層は、第 1 層 3 a と第 3 層 3 c であり、その他の層は、第 2 層 3 b である。

【 0 0 6 6 】

また、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 の光学膜厚が略同一である層である第 1 層 3 a と第 3 層 3 c とにおける第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が、赤外線カットフィルタ 1 の波長特性を微調整するため、微量に変化するように設定されている。

【 0 0 6 7 】

上記した構成により、本実施の形態 2 にかかる赤外線カットフィルタ 1 では、図 6 に示すような透過率特性が得られる。

【 0 0 6 8 】

この実施の形態 2 にかかる赤外線カットフィルタ 1 の波長特性を実際に測定した。次に、その測定結果を示す。

【 0 0 6 9 】

< 実施例 2 >

本実施例 2 では、透明基板として、屈折率が 1 . 5 4 である水晶板 2 を用いている。また、第 1 薄膜 3 1 として、屈折率が 2 . 3 0 である TiO_2 を用い、第 2 薄膜 3 1 として、屈折率が 1 . 4 6 である SiO_2 を用い、これらの中心波長を 7 0 0 n m としている。

【 0 0 7 0 】

これら各薄膜 3 1、3 2 各々の光学膜厚が、表 2 に示すような値になるように上記した 4 0 層からなる多層膜 3 の製造方法により各薄膜 3 1、3 2 が形成され、図 7 に示すような透過特性が得られる。なお、この実施例 2 では、光線の入射角を 0 度、すなわち光線を垂直入射させている。

【 0 0 7 1 】

【 表 2 】

10

20

30

層	蒸着物質	屈折率N	光学膜厚Nd	中心波長λ (nm)
1	TiO ₂	2.30	1.28	700
2	SiO ₂	1.46	1.17	700
3	TiO ₂	2.30	1.08	700
4	SiO ₂	1.46	1.08	700
5	TiO ₂	2.30	1.08	700
6	SiO ₂	1.46	1.08	700
7	TiO ₂	2.30	1.08	700
8	SiO ₂	1.46	1.08	700
9	TiO ₂	2.30	1.08	700
10	SiO ₂	1.46	1.10	700
11	TiO ₂	2.30	1.10	700
12	SiO ₂	1.46	1.14	700
13	TiO ₂	2.30	1.14	700
14	SiO ₂	1.46	1.17	700
15	TiO ₂	2.30	1.17	700
16	SiO ₂	1.46	1.17	700
17	TiO ₂	2.30	1.17	700
18	SiO ₂	1.46	1.13	700
19	TiO ₂	2.30	1.20	700
20	SiO ₂	1.46	1.20	700
21	TiO ₂	2.30	1.20	700
22	SiO ₂	1.46	1.30	700
23	TiO ₂	2.30	1.40	700
24	SiO ₂	1.46	1.40	700
25	TiO ₂	2.30	1.40	700
26	SiO ₂	1.46	1.40	700
27	TiO ₂	2.30	1.40	700
28	SiO ₂	1.46	1.40	700
29	TiO ₂	2.30	1.40	700
30	SiO ₂	1.46	1.40	700
31	TiO ₂	2.30	1.40	700
32	SiO ₂	1.46	1.40	700
33	TiO ₂	2.30	1.40	700
34	SiO ₂	1.46	1.40	700
35	TiO ₂	2.30	1.40	700
36	SiO ₂	1.46	1.40	700
37	TiO ₂	2.30	1.40	700
38	SiO ₂	1.46	1.40	700
39	TiO ₂	2.30	1.40	700
40	SiO ₂	1.46	0.70	700

表 2 は、赤外線カットフィルタ 1 の多層膜 3 の組成及び各薄膜 3 1、3 2 の光学膜厚を示している。

【 0 0 7 2 】

また、この実施例 2 では、表 2 に示すように、多層膜 3 の 4 0 層のうち、1、2、1 0、1 1、1 8 ~ 2 2、4 0 層を調整層 3 d として構成している。

【 0 0 7 3 】

図 7 に示すように、この実施例 2 にかかる赤外線カットフィルタ 1 では、波長が約 6 5 0

10

20

30

40

50

nmの光線から約700nmの光線まで透過率が徐々に減少していくことがわかる。つまり、可視域から赤外域に亘る帯域にかけて徐々に透過率が減少し、透過率が急峻に減少するのを防止していることがわかる。

【0074】

上記したようにこの赤外線カットフィルタ1によれば、上記した本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1と同様の作用効果を有する。

【0075】

また、本実施の形態1と異なる作用効果として、第1層3a、第2層3b、第3層3cが、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層が、第1層3aと第3層3cであり、その他の層が、第2層3bであるので、透

10

過率が低い領域、例えば、図6に示すように、透過率30%付近において透過率が急峻に変移するのを防止することができる。

【0076】

また、第1層3aと第3層3cとにおける第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が、微量に変化するように設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、微量（例えば、表2に示す光学膜厚Ndには表示されない有効数字以下の値）に変移する透過率の変移量を抑えることができる。

【0077】

また、調整層3dが積層され、調整層3dにより第1層3aと第2層3bと第3層3cとの各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点Xを形成する

20

のにより好ましい。

【0078】

なお、本実施の形態2では、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜を形成してもよい。この場合、可視域では、図8に示すような波長が形成され、紫外域から可視域に亘る帯域では人の目に近い透過率特性が得られる。

【0079】

また、本実施の形態2では、水晶板2一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、水晶板2一面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2他面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成してもよい。この場合、可視域では、図9に示すような波長が形成され、人の目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板2他面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2一面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しても同一の透過率特性が得られる。

30

【0080】

また、水晶板2一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態1にかかる多層膜3を形成するとともに、水晶板2他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする本実施の形態2にかかる多層膜3を形成してもよい。この場合、可視域では、図10に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときに人の目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板2一面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態1にかかる多層膜3を形成するとともに、水晶板2他面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする本実施の形態2にかかる多層膜3を形成してもよい。この場合、可視域では、図11に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときに人の目に近い透過率特性が得られる。なお、この例では、水晶板2一面上に、上記した実施の形態1にかかる多層膜3を、水晶板2他面上に、本実施の形態2にか

40

50

実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。

【0081】

また、本実施の形態 2 では、急峻防止手段が、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との間と、その両端に調整層 3 d が積層されてなるが、これに限定されるものではなく、例えば、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c とのいずれかの層間によって急峻に変移する透過率の変移量を抑えるために、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層 3 c との間と、その両端のいずれか任意の位置に調整層 3 d が積層されてもよい。

【0082】

また、本実施の形態 2 では、図 6 に示すように、変極点 X が透過率 40 % に設定されているが、これは便宜上設定した値にすぎず、これに限定されることではない。 10

【0083】

また、本実施の形態 2 では、多層膜 3 を第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 3 層 3 c と 3 層から構成しているが、これに限定されるものではなく、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b とから構成されてもよく、この場合、紫外域から可視域に渡る帯域に対応させるのに、好ましい。また、多層膜 3 が 3 層以上の層から構成されてもよい。この場合、さらに多くの変極点 X を形成することができ、より好ましい。例えば、水晶板 2 一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 及び本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 及び本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。この場合、可視域では、図 12 に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときの人の目に近い透過率特性を得るのに、より好ましい。なお、この例では、水晶板 2 一面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成しているが、これに限定されるものではなく、水晶板 2 一面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。 20

【0084】

また、本実施例 2 では、多層膜 3 は 40 層から構成されているが、その層数は限定されるものではない。

【0085】

30

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明にかかる光線カットフィルタによれば、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることができる。

【0086】

すなわち、本発明にかかる光線カットフィルタによれば、多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられているので、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることができる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることができる。 40

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は、本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタの構成を示す模式図であり、(b) は、本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタの概略構成図である。

【図 2】本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 3】本実施例 1 にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す図である。

【図 4】本実施の形態 1 にかかる紫外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 5】本実施の形態 1 にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す 50

概略図である。

【図 6】本実施の形態 2 にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 7】本実施例 2 にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す図である。

【図 8】本実施の形態 2 にかかる紫外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 9】本実施の形態 2 にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 10】本実施の形態 1、2 にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

10

【図 11】本実施の形態 1、2 にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 12】本実施の形態 1、2 にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

【図 13】(a) は、人の目の感度特性を示す図であり、(b) は、一般的な CCD の感度特性を示す図である。

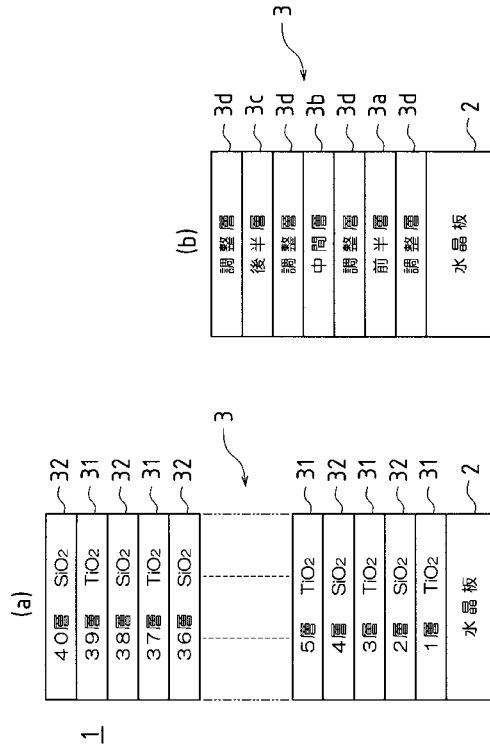
【図 14】(a) は、赤外線吸収ガラスの透過率特性を示す図であり、(b) は、赤外線カットコート of の透過率特性を示す図である。

【符号の説明】

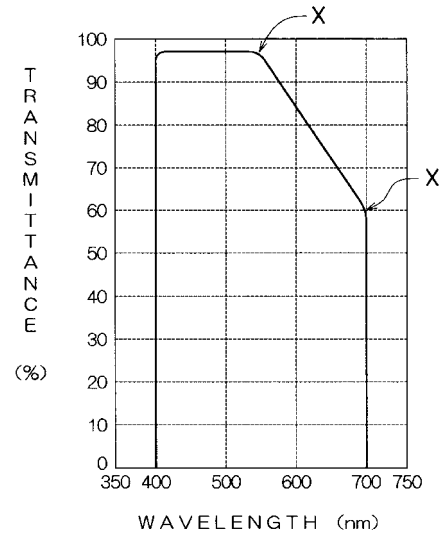
- 1 光線カットフィルタ (赤外線カットフィルタ)
- 2 透明基板 (水晶板)
- 3 多層膜
 - 3 1 第 1 薄膜
 - 3 2 第 2 薄膜
 - 3 a 第 1 層
 - 3 b 第 2 層
 - 3 c 第 3 層
 - 3 d 調整層
- X 変極点

20

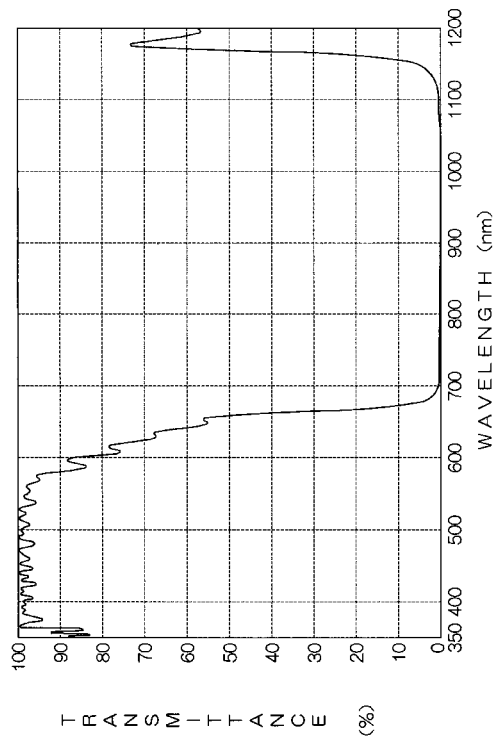
【図 1】



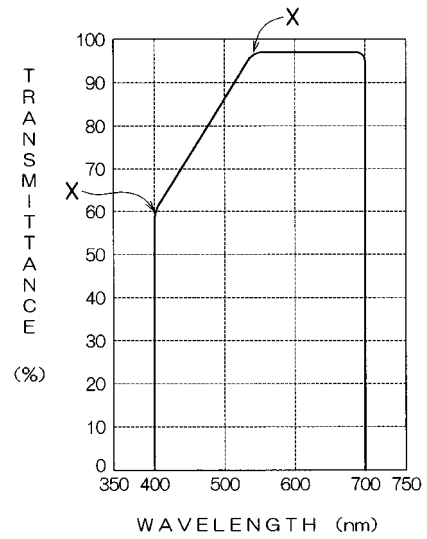
【図 2】



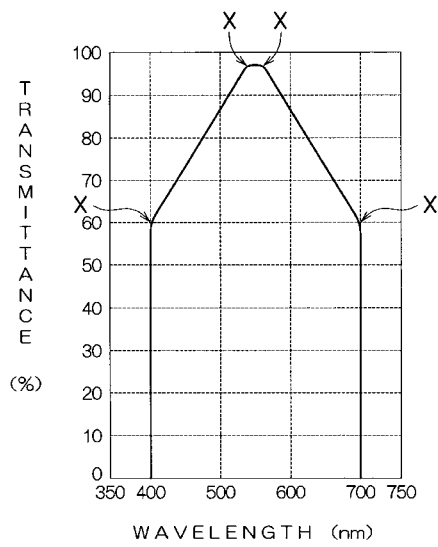
【図 3】



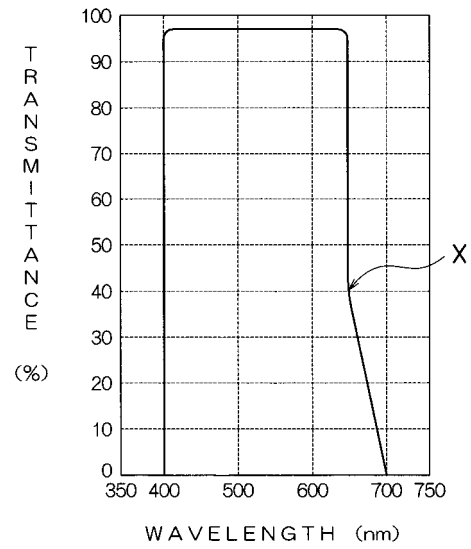
【図 4】



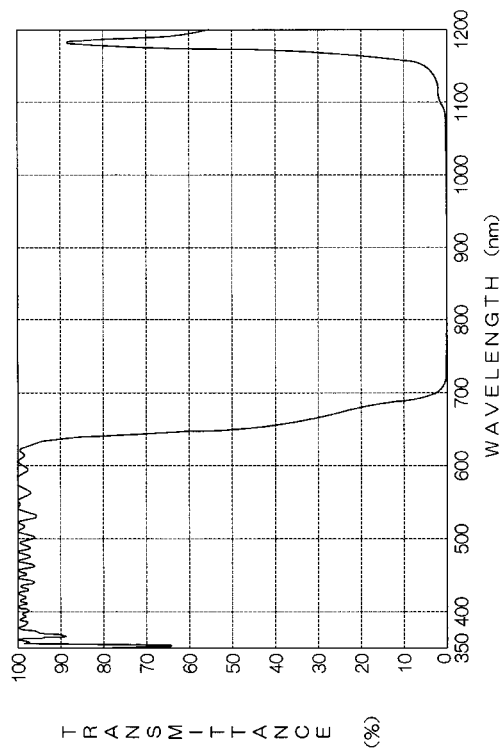
【 図 5 】



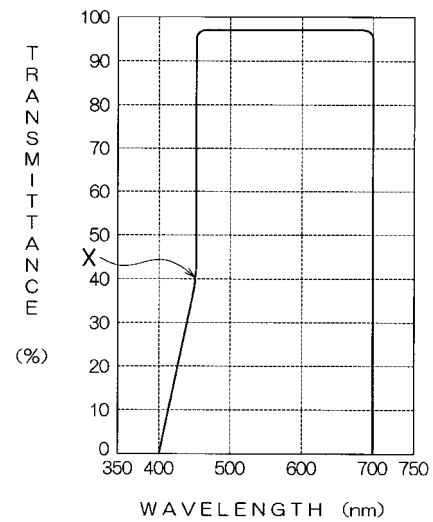
【 図 6 】



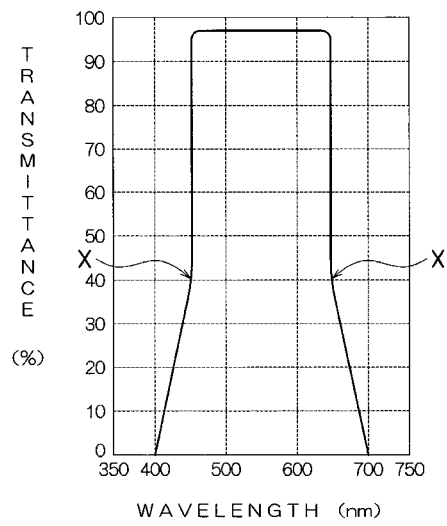
【 図 7 】



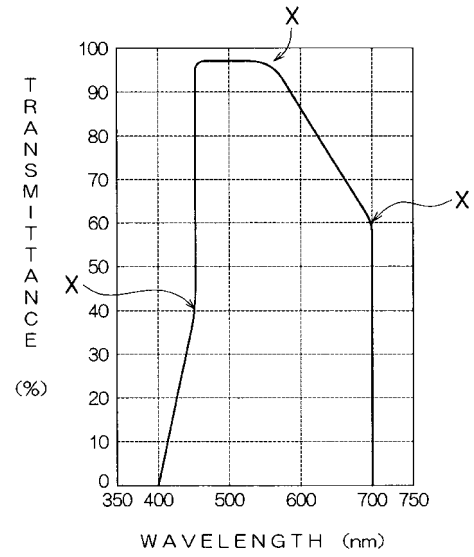
【 図 8 】



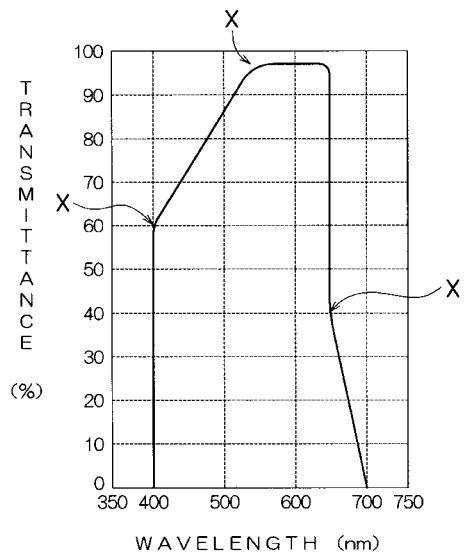
【図 9】



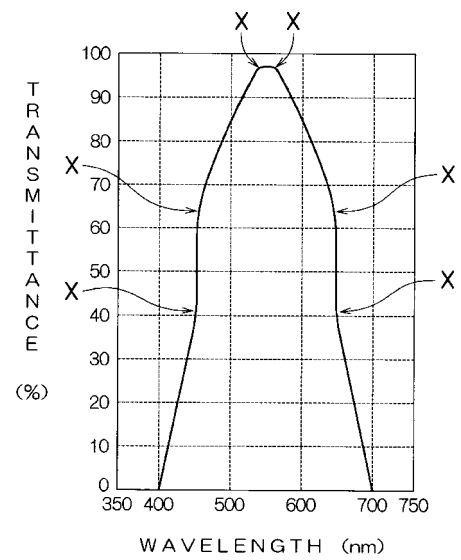
【図 10】



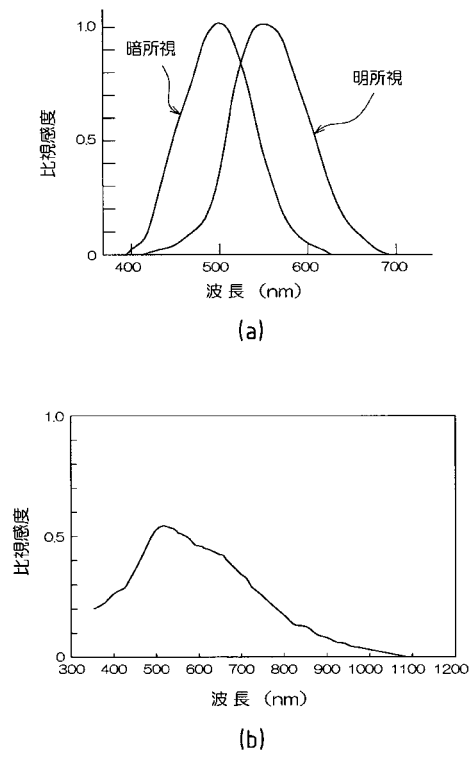
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

