(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年10月3日(03.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/189072 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/28 (2006.01)　*H01L 27/146* (2006.01)
G02B 5/22 (2006.01)　*H04N 5/225* (2006.01)
G02B 5/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/012680

(22) 国際出願日：　2019年3月26日(26.03.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-058215　2018年3月26日(26.03.2018)　JP

(71) 出願人：ＪＳＲ株式会社(**JSR CORPORATION**) [JP/JP]；〒1058640 東京都港区東新橋一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：岸田　寛之 (**KISHIDA Hiroyuki**)；〒1058640 東京都港区東新橋一丁目９番２号 ＪＳＲ株式会社内 Tokyo (JP).

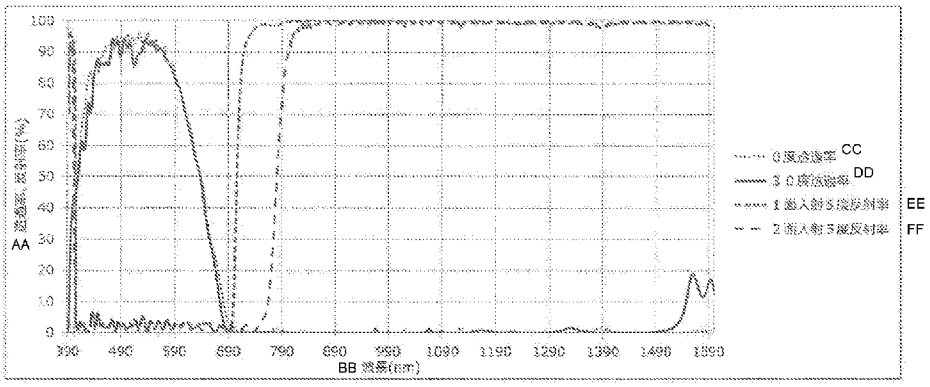
(74) 代理人：特許業務法人ＳＳＩＮＰＡＴ (**SSINPAT PATENT FIRM**)；〒1410031 東京都品川区西五反田七丁目１３番６号 五反田山崎ビル６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** OPTICAL FILTER AND USE THEREOF

(54) 発明の名称： 光学フィルターおよびその用途

[図7]



AA　Transmittance, reflectance (%)
BB　Wavelength (nm)
CC　Transmittance at 0 degrees
DD　Transmittance at 30 degrees
EE　Single-surface incidence reflectance at 5 degrees
FF　Double-surface incidence reflectance at 5 degrees

(57) **Abstract:** The present invention relates to an optical filter and the use thereof, and more specifically, a solid-state imaging device, a camera module, and a sensor module, and this optical filter comprises a substrate, and a dielectric multilayer film on at least one surface of the substrate, and fulfills the following requirements (A) to (C): (A) at wavelengths of 440-580 nm, the average transmittance of an unpolarized light beam when measured from the vertical direction of the optical filter is 75% or more; (B) at wavelengths of 1200-1600 nm, the average reflectance of an unpolarized light beam incident at an angle of 5 ° from the vertical direction of one surface of the optical filter is 60% or more; and (C) at wavelengths of 720-1100 nm, the average transmittance of the unpolarized light beam when measured from the vertical direction of the optical filter is 3% or less.

WO 2019/189072 A1

[続葉有]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:本発明は、光学フィルターおよびその用途、具体的には、固体撮像装置、カメラモジュール、センサーモジュールに関し、該光学フィルターは、基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、下記要件(A)～(C)を満たす。要件(A):波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上 要件(B):波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から5°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値が６０％以上 要件(C):波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が３％以下

明　細　書

発明の名称 ： 光学フィルターおよびその用途

技術分野

[0001] 本発明の一実施形態は、光学フィルターに関する。詳しくは、特定の光学特性を有する光学フィルター（例えば近赤外線カットフィルター）、ならびに該光学フィルターを用いた固体撮像装置、カメラモジュールおよびセンサーモジュールに関する。

背景技術

[0002] 従来のビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、カメラ機能付き携帯電話などの固体撮像装置には、固体撮像素子であるＣＣＤやＣＭＯＳイメージセンサーが使用されているが、これら固体撮像素子は、その受光部において人間の目では感知できない近赤外線に感度を有するシリコンフォトダイオードが使用されている。これらの固体撮像素子では、人間の目で見て自然な色合いにさせる視感度補正を行うことが必要であり、特定の波長領域の光線を選択的に透過もしくはカットする光学フィルター（例えば近赤外線カットフィルター）を用いることが多い。

[0003] このような光学フィルターとしては、従来から、各種方法で製造されたフィルターが使用されている。例えばリン酸ガラスに酸化銅を分散させた吸収ガラス型赤外線カットフィルター（例えば特許文献１）や、近赤外領域に吸収を有する色素を分散させた層を有する樹脂型赤外線カットフィルター（例えば特許文献２）、透明誘電体基板（ガラス基板）と赤外線反射層と赤外線吸収層を有するガラス基板塗布型赤外線カットフィルター（例えば特許文献３）、基材として樹脂を用い、該樹脂中に波長６００～８００ｎｍの領域に吸収極大を有する色素を含有させるとともに、基材両面に近赤外線反射性能を有する誘電体多層膜を用いた樹脂型近赤外線カットフィルター（特許文献４）、ガラス基板に波長６９５～７２０ｎｍ付近に吸収を有する色素を含有した樹脂層を塗布したガラス基板塗布型赤外線カットフィルター（特許文献

５）など、各種知られている。

[0004] また、近赤外線を用いた測距センサーを組み合わせたセンサー機能を有する撮像素子には、バンドパスフィルターが使用される。該バンドパスフィルターとしては、可視域の透過帯と一部の近赤外線領域に透過帯を有するバンドパスフィルター（特許文献６）などが知られている。

[0005] 近年、固体撮像素子の高感度が進み、従来のシリコンフォトダイオードを用いる場合、暗電流を抑制するために、埋め込み型フォトダイオードとすることが多いが、その場合であっても、暗電流を抑制する効果は十分ではなく、暗電流による画像不良が問題となっている。また、シリコンフォトダイオードの代わりに、ブラックシリコンや、有機光電変換素子を用いたものは、特定の波長における感度が高い、色再現性が良いなどの利点がある一方、従来のシリコンフォトダイオードのような埋め込み型フォトダイオードの構成が困難であり、埋め込み型フォトダイオードを用いない撮像素子では、暗電流の抑制が課題であった。

[0006] 前述した従来の撮像素子用の吸収ガラス型、樹脂型、ガラス基板塗布型赤外線カットフィルターは、人間の目で見て自然な色合いにさせる視感度補正に優れる一方、吸収強度の強い赤外線カットフィルターは、外光を吸収することによる昇温を引き起こすため、従来の赤外線カットフィルターを用いて得られる固体撮像装置やカメラモジュール、センサーモジュールは暗電流による画像不良を起こしやすかった。

[0007] また、生体組織への影響を抑制するために、波長１２００ｎｍ超の光をカットする特性を有する赤外線カットフィルターとして、誘電体多層膜を有する赤外線カットフィルター（例えば特許文献７）などが知られているが、該フィルターは、撮像装置やセンサーモジュールとしての用途では、波長７２０～１１００ｎｍの透過率が高く、視感度補正としての遮蔽性能が不足しており、また、暗電流の原因となる温度上昇を引き起こす波長１２００～１６００ｎｍの光のカット性能が不十分であり、暗電流を抑制する効果が不十分であった。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第２０１１／０７１１５７号

特許文献2：特開２００８－３０３１３０号公報

特許文献3：特開２０１４－０５２４８２号公報

特許文献4：特開２０１１－１０００８４号公報

特許文献5：特開２０１４－０６３１４４号公報

特許文献6：国際公開第２０１１／０３３９８４号

特許文献7：特開２０１５－１６１７３１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 従来、薄く、可視光透過率特性および視感度補正特性に優れるとともに、波長１２００～１６００ｎｍの広い赤外線領域に渡り、光をカットする性能が高く、暗電流抑制効果を有する光学フィルターは得られていなかった。

[0010] 本発明の一実施形態は、従来の近赤外線カットフィルター等の光学フィルターが有していた欠点を改良し、薄く、視感度補正に優れ、中赤外線領域の光をカットする性能が高く、暗電流抑制効果を有する光学フィルターを提供する。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者は、前記課題を解決すべく鋭意検討した結果、下記構成例によれば前記課題を解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。

本発明の一実施形態の構成例は以下の通りである。

なお、本発明において、数値範囲を表す「Ａ～Ｂ」等の記載は、「Ａ以上、Ｂ以下」と同義であり、ＡおよびＢをその数値範囲内に含む。

[0012] ［１］ 基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、下記要件（Ａ）～（Ｃ）を満たす光学フィルター。

要件（Ａ）：波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方

向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上

要件（Ｂ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値が６０％以上

要件（Ｃ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が３％以下

[0013] ［２］ 基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、下記要件（Ａ）、（Ｂ）および（Ｄ）を満たす光学フィルター。

要件（Ａ）：波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上

要件（Ｂ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値が６０％以上

要件（Ｄ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が１０％以下であり、波長７５０～１０００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％以上となる透過帯域の波長幅が１ｎｍ以上である

[0014] ［３］ 下記要件（Ｅ）を満たす、［１］に記載の光学フィルター。

要件（Ｅ）：波長７２０～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の最大値が３０％以下である

[0015] ［４］ 下記要件（Ｆ）を満たす、［１］～［３］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｆ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が２０％以下

[0016] ［５］ 下記要件（Ｇ）を満たす、［１］～［４］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｇ）：下記式（１）および（２）で表される吸収率Ａ１および吸収

率Ａ２の値がそれぞれ２０％以下

Ａ１＝１００－Ｔ１－Ｒ１　　（１）

Ａ２＝１００－Ｔ２－Ｒ２　　（２）

Ｔ１およびＴ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ２（％）

Ｒ１およびＲ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ２（％）

[0017] ［６］　下記要件（Ｈ）を満たす、［１］～［５］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｈ）：波長５６０～８００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙａ）と、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙｂ）の差の絶対値が１５ｎｍ以下

[0018] ［７］　下記要件（Ｊ）を満たす、［１］～［６］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｊ）：波長８００ｎｍ以下において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が７０％となる最も長い波長（Ｘａ）と、波長５８０ｎｍ以上の波長領域において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が３０％となる最も短い波長（Ｘｂ）との差の絶対値が６５ｎｍ以下

[0019] ［８］　下記要件（Ｋ）を満たす、［１］～［７］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｋ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方

向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差の絶対値｜λ０（ＵＶ）－λ３０（ＵＶ）｜が５ｎｍ以下である

[0020] ［９］ 下記要件（Ｌ）を満たす、［１］～［８］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｌ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）が０ｎｍを超える

[0021] ［１０］ 下記要件（Ｍ）を満たす、［１］～［９］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｍ）：波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ０と、波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ３０が下記式（３）を満たす

０．９５≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０５ （３）

[0022] ［１１］ 前記基板が波長６７０～９５０ｎｍに吸収極大波長を有する、［１］～［１０］のいずれかに記載の光学フィルター。

［１２］ 前記基板が、波長６８５～７１０ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＡ＿Ｔｍｉｎ）を有する第１の赤外線吸収剤（ＤＡ）と、波長７１０～７６５ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＢ＿Ｔｍｉｎ）を有する第２の赤外線吸収剤（ＤＢ）とを含む、［１１］に記載の光学フィルター。

[0023] ［１３］ 前記基板が下記要件（Ｎ）または（Ｏ）を満たす、［１］～［１２］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｎ）：基板の垂直方向から測定した場合の、波長７７０ｎｍの無偏光光線の透過率が６０％以下

要件（Ｏ）：基板の垂直方向から測定した場合の波長７８０～８００ｎｍの無偏光光線の平均透過率が６０％以上

[0024] ［１４］ 前記誘電体多層膜が下記要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす、［１］～［１３］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｐ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

要件（Ｑ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

[0025] ［１５］ 前記基板が下記要件（Ｒ）を満たす、［１］～［１４］のいずれかに記載の光学フィルター。

要件（Ｒ）：波長８２０～１６００ｎｍにおいて、基板の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が７０％以上

[0026] ［１６］ ［１］～［１５］のいずれかに記載の光学フィルターを含む固体撮像装置。

［１７］ ［１］～［１５］のいずれかに記載の光学フィルターを含むカメラモジュール。

［１８］ ［１］～［１５］のいずれかに記載の光学フィルターを含むセンサーモジュール。

発明の効果

[0027] 本発明の一実施形態によれば、薄く、視感度補正に優れるとともに、中赤外線領域に高い反射率を有し、暗電流抑制効果を有する光学フィルター、および該光学フィルターを用いた装置、カメラモジュール、センサーモジュール等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る光学フィルターの構成を示す概略模式図である。

[図2]図２は、光学フィルターの透過率を測定する方法を示す概略模式図である。

[図3]図３は、光学フィルターの反射率を測定する方法を示す概略模式図である。

[図4]図４は、実施例において、光学フィルターの暗電流抑制効果の指標とした温度上昇量を測定する際の各部材の位置関係の概略を示す概略模式図である。

[図5]図５は、本発明の一実施形態に係る光学フィルターを具備する撮像装置およびモジュールの一例を示す概略模式図である。

[図6]図６は、本発明の一実施形態に係る光学フィルターを具備するレンズを有さない撮像装置およびモジュールの一例を示す概略模式図である。

[図7]図７は、実施例３で得られた光学フィルター３の光学特性である。

[図8]図８は、実施例６で得られた光学フィルター６の光学特性である。

[図9]図９は、実施例７で得られた光学フィルター７の光学特性である。

[図10]図１０は、比較例１の光学フィルター９の光学特性である。

[図11]図１１は、実施例４で設けた誘電体多層膜の設計光学特性である。

[図12]図１２は、比較例１で設けた誘電体多層膜の設計光学特性である。

発明を実施するための形態

[0029] ≪光学フィルター≫

本発明の一実施形態に係る光学フィルター（以下「本フィルター」ともいう。）は、図１の（Ａ）～（Ｄ）のように、基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、かつ下記要件（Ａ）～（Ｃ）を満たすフィルター（Ｉ）、または、下記要件（Ａ）、（Ｂ）および（Ｄ）を満たすフィルター（ＩＩ）である。

要件（Ａ）：波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上

要件（Ｂ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値

が６０％以上

要件（Ｃ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が３％以下

要件（Ｄ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が１０％以下であり、波長７５０～１０００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％以上となる透過帯域の波長幅が１ｎｍ以上である

[0030] 要件（Ａ）を満たすことにより、可視光線の透過率が高く、本フィルターを固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、良好な画像を得ることができる。

前記要件（Ａ）における透過率の平均値は、好ましくは８０％以上、より好ましくは８５％以上、特に好ましくは８８．５％以上である。前記平均透過率は、高ければ高い方が好ましく、例えば、上限は１００％である。

なお、本発明において、波長Ａ～Ｂｎｍの透過率の平均値（平均透過率）は、Ａｎｍ以上Ｂｎｍ以下の、１ｎｍ刻みの各波長における透過率を測定し、その透過率の合計を、測定した透過率の数（波長範囲、Ｂ－Ａ＋１）で除した値である。

[0031] 要件（Ｂ）を満たすことにより、波長１２００～１６００ｎｍの光（中赤外線領域の光）を効率的に反射し、本フィルターを固体撮像装置、センサーモジュールまたはカメラモジュール等に使用した場合、固体撮像装置やこれらモジュール等に吸収される波長１２００～１６００ｎｍの光による撮像素子等の温度上昇を抑制することができる。これにより、該温度上昇によって発生していた暗電流を抑制することができ、良好な画像を得ることができる。

[0032] 近年、自動運転や先進運転支援システム用、航空機用途、無人航空機（ドローン）用途、マシンオートメーション、ロボット操縦、自動操縦農業器具などでは、空間認識センシングとしてＬｉｇｈｔ Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ａｎ

ｄ Ｒａｎｇｉｎｇ（ＬｉＤＡＲ）が用いられる場合がある。このＬｉＤＡＲでは、光源として、人間の目に見えない波長１２００～１６００ｎｍを用いる場合がある。

本フィルターは、前記要件（Ｂ）を満たすため、固体撮像装置、センサージュール、カメラモジュール等がこのような本フィルターを備えることで、波長１２００～１６００ｎｍを用いるＬｉＤＡＲを備えた被写体を撮像した場合であっても、該被写体が発する光によって、固体撮像装置、センサージュール、カメラモジュール等が破壊される現象を抑制することができる。

[0033] 前記要件（Ｂ）における反射率の平均値は、好ましくは７０％以上、より好ましくは８０％以上、特に好ましくは９０％以上である。前記平均反射率は、高ければ高い方が好ましく、例えば、上限は１００％である。

なお、本発明において、波長Ａ～Ｂｎｍの反射率の平均値（平均反射率）は、Ａｎｍ以上Ｂｎｍ以下の、１ｎｍ刻みの各波長における反射率を測定し、その反射率の合計を、測定した反射率の数（波長範囲、Ｂ－Ａ＋１）で除した値である。

垂直方向から入射する無偏光光線の反射率を測定することは、限りなく困難であるため、本発明では、垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率を測定した。

[0034] 要件（Ｂ）は、本フィルターの一方の面（以下「面Ｘ」ともいい、他方の面を「面Ｙ」ともいう。）の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率が前記範囲にあればよいが、本フィルターの面Ｘおよび面Ｙ両方の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率がどちらも前記範囲にあることが好ましい。

なお、面Ｘは、通常、光学フィルターの主面のことをいい、面積のもっとも大きな面の一方のことをいう。この場合、面積のもっとも大きな面の他方が面Ｙである。

また、「無偏光光線」とは、偏光方向の偏りを持たない光線のことであり、電場が全ての方向に概ね均一に分布している波の集合体のことをいう。「

無偏光光線の平均透過率」は「Ｓ偏光光線の平均透過率」と「Ｐ偏光光線の平均透過率」の平均値を用いてもよい。「無偏光光線の平均反射率」は、「Ｓ偏光光線の平均反射率」と「Ｐ偏光光線の平均反射率」の平均値を用いてもよい。

[0035] 要件（Ｃ）を満たすことにより、本フィルターを近赤外線カットフィルターとすることができ、人間の目に見えにくい、または見えない近赤外線を遮蔽することができ、本フィルターを固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、シリコンフォトダイオード、ブラックシリコンなどの撮像素子の視感度補正により優れ、人間の目の色目に近い良好な画像を得ることができる。

前記要件（Ｃ）における透過率の平均値は、より好ましくは２％以下、さらに好ましくは１％以下、特に好ましくは０．５％以下である。近赤外線カットフィルターでは、前記平均透過率は低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０％である。

[0036] 本フィルターを近赤外線センサーに用いる場合、要件（Ｄ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｄ）を満たすことにより、本フィルターをデュアルバンドパスフィルターとすることができ、本フィルターを近赤外線に感度を有する固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、センシングを行う波長に高い感度を有し、人間の目に見えにくい、または見えない近赤外線を遮蔽することができ、良好な画像や、距離情報等を得ることができる。

[0037] 要件（Ｄ）において、透過率が５０％以上となる透過帯域の存在する波長領域は、より好ましくは８００～１０００ｎｍ、特に好ましくは８４５～９７０ｎｍである。

透過率が５０％以上となる透過帯域の存在する波長領域が前記範囲にあると、より人間の目に見えにくい波長の光を用いてセンシングすることが可能となり、また、フォトダイオードの感度が高い波長を用いることが可能とな

る。

[0038] 要件（Ｄ）における前記透過率の平均値は、より好ましくは８％以下、さらに好ましくは１～６％である。

得られる撮像装置を用いて距離情報を取得する際、迷光による感度低下を抑制する等の点から、前記透過帯域の波長幅は、より好ましくは１ｎｍ以上１００ｎｍ以下、さらに好ましくは１ｎｍ以上５０ｎｍ以下、特に好ましくは１ｎｍ以上２５ｎｍ以下である。

[0039] 前記フィルター（Ｉ）は、下記要件（Ｅ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｅ）：波長７２０～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の最大値が３０％以下である

[0040] 要件（Ｅ）を満たすことにより、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等で得られる画像において、火、炎、ハロゲンランプ、ハロゲンヒーターなどの近赤外線を強く発する被写体を撮像した際のフレア、ゴースト等の発生をより抑制することができる。

前記透過率の最大値は、より好ましくは２０％以下、さらに好ましくは１０％以下、より好ましくは５％以下、特に好ましくは２％以下である。近赤外線カットフィルターでは、前記透過率の最大値は、低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０％である。

[0041] 本フィルターは、下記要件（Ｆ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｆ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が２０％以下

[0042] 要件（Ｆ）を満たすことにより、光学フィルターにて反射した光が周囲の該フィルター周囲の部品等に再反射し、撮像素子に入射することを抑制することが可能となる。また、要件（Ｆ）を満たすことにより、赤外線をカットすることができるため、撮像素子等の温度上昇をより抑えることが期待できる。

前記平均透過率は、より好ましくは１０％以下、さらに好ましくは５％以下、特に好ましくは２％以下である。前記平均透過率は、低ければ低い方が

好ましく、例えば、下限は０％である。

[0043] 本フィルターが、波長１２００～１６００ｎｍの光を吸収する場合、該フィルターが発熱し、その熱が撮像素子等にも影響を及ぼすため、暗電流の増加につながると考えられる。本フィルターは、該フィルター自体が波長１２００～１６００ｎｍの光を吸収し、発熱することを抑制する観点から、下記要件（Ｇ）を満たすことが好ましい。

[0044] 要件（Ｇ）：下記式（１）および（２）で表される吸収率Ａ１および吸収率Ａ２の値がそれぞれ２０％以下

Ａ１＝１００－Ｔ１－Ｒ１ （１）

Ａ２＝１００－Ｔ２－Ｒ２ （２）

Ｔ１およびＴ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ２（％）

Ｒ１およびＲ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ２（％）

[0045] 前記Ａ１およびＡ２は、それぞれ、より好ましくは１０％以下、さらに好ましくは５％以下、特に好ましくは１．５％以下である。前記吸収率は、低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０％である。

[0046] 本フィルターは、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等で得られる画像における赤色付近の色の面内分布の観点から、以下の要件（Ｈ）および／または（Ｊ）を満たすことが好ましい。

[0047] 要件（Ｈ）：波長５６０～８００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙａ）と、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙｂ）の差の絶対値が

１５ｎｍ以下

要件（Ｊ）：波長８００ｎｍ以下において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が７０％となる最も長い波長（Ｘａ）と、波長５８０ｎｍ以上の波長領域において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が３０％となる最も短い波長（Ｘｂ）との差の絶対値が６５ｎｍ以下

[0048] 要件（Ｈ）を満たすことにより、光学フィルターに垂直方向で入射する光と３０°の角度で入射する光の赤色付近の波長の透過率差が少なくなり、本フィルターを近赤外線に感度を有する固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、得られる画像の赤色付近の色の面内分布がより良好な画像が得られる。

前記要件（Ｈ）における絶対値は、より好ましくは１０ｎｍ以下、さらに好ましくは３ｎｍ以下、特に好ましくは２ｎｍ以下である。該絶対値は、低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０ｎｍである。

[0049] 要件（Ｊ）を満たすことにより、人間の目に見えない、または見えにくい近赤外線を十分にカットしながらも、人間の目に見える赤色付近の色の透過率を高く保つことが可能となり、赤色付近の色の感度が良くなり、より良好な画像を得ることができる。

前記要件（Ｊ）における絶対値は、より好ましくは６０ｎｍ以下、さらに好ましくは５５ｎｍ以下、特に好ましくは４５ｎｍ以下である。該絶対値の下限は特に制限されないが、例えば、１ｎｍである。

[0050] 本フィルターは、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等で得られる画像における青色付近の色の面内分布により優れる等の点から、下記要件（Ｋ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｋ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波

長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差の絶対値｜λ０（ＵＶ）－λ３０（ＵＶ）｜が５ｎｍ以下である

[0051] 前記要件（Ｋ）における差の絶対値は、より好ましくは４ｎｍ以下、さらに好ましくは３ｎｍ以下である。前記絶対値は特に制限されないが、例えば、下限は０ｎｍである。

[0052] また、青色付近の色の透過率が向上し、青色付近の色の色再現性が向上する等の点から、より好ましくは４００～４２５ｎｍの波長領域、さらに好ましくは４００～４２１ｎｍの波長領域に前記波長λ０（ＵＶ）を有することが望ましく、より好ましくは３９０～４２５ｎｍの波長領域、さらに好ましくは３９０～４２３ｎｍの波長領域に前記波長λ３０（ＵＶ）を有することが望ましい。

[0053] 本フィルターは、下記要件（Ｌ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｌ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）が０ｎｍを超える

[0054] 要件（Ｌ）を満たすことにより、垂直方向よりも高入射角で入射した光の方が、青色付近の同じ波長における透過率が低下する。誘電体多層膜を有する光学フィルターでは、垂直方向よりも高入射角ほど緑色、赤色ともに透過率が下がる傾向にあり、透過した光の色味としては変化が少なくなるため、高入射角で光が入射しても、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等で得られる画像における色味の面内分布が少ない、より良好な画像を得ることができる。

λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）は、より好ましくは１ｎｍ超であり、特に好ましくは２ｎｍ以上であり、より好ましくは２ｎｍ以上１０ｎｍ以下であり、特に好ましくは２ｎｍ以上５ｎｍ以下である。

λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）が前記範囲にあると、青色付近の同じ波長における過度な透過率低下を抑制することができる。

[0055] 本フィルターは、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等で得られる画像における緑色付近の色の面内分布により優れる等の点から、以下の要件（Ｍ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｍ）：波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ０と、波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ３０が下記式（３）を満たす

０．９５≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０５　　（３）

[0056] 要件（Ｍ）を満たすことにより、光学フィルターに垂直方向で入射された光と、３０°の角度で入射された光の緑色付近の色の透過率差が少なくなり、本フィルターを近赤外線に感度を有する固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、得られる画像の緑色付近の色の面内分布がより良好な画像が得られる。

青色の透過率低下と整合し、色味変化がより抑えられる等の点から、Ｔ０／Ｔ３０は、より好ましくは０．９６≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０４、さらに好ましくは０．９７≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０３、特に好ましくは０．９９≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０３、最も好ましくは１．００＜Ｔ０／Ｔ３０≦１．０３を満たす。

[0057] 本フィルターの厚みは、好ましくは０．２ｍｍ以下、より好ましくは０．１２ｍｍ以下、さらに好ましくは０．１１６ｍｍ以下、特に好ましくは０．０１ｍｍ以上０．０８ｍｍ以下である。

本フィルターの厚みが前記範囲にあると、該フィルターを用いた固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等を薄くすることができ、より小型化が可能となる。本フィルターの厚みが０．０１ｍｍ未満の場合、誘電体多層膜の応力による反りが増大しやすく、取扱いが困難となる傾向にある。

[0058] ＜基板＞

前記基板は、本発明の効果を損なわない限り、材質、形状等は特に制限されないが、例えば、透明無機材、樹脂などからなる基板、好ましくは板状体を挙げることができる。基板は、図１（Ａ）または（Ｂ）のように単層であっても、図１（Ｃ）または（Ｄ）のように多層であってもよいが、赤外線吸収剤等の添加剤を含む層を有することが好ましい。

[0059] 前記基板の具体例としては、赤外線吸収剤を含まない、１層の透明無機材や樹脂などからなる基板（以下「支持基板」ともいう。）；赤外線吸収剤を含む、１層の透明無機材や樹脂などからなる基板（以下「吸収板」ともいう。）；少なくとも１層の、赤外線吸収剤を含まない樹脂などからなる層（以下「樹脂層」ともいう。）と、少なくとも１層の支持基板との積層体（以下「積層体１」ともいう。）；少なくとも１層の、赤外線吸収剤を含む樹脂などからなる層（以下「吸収層」ともいう。）と、少なくとも１層の支持基板との積層体（以下「積層体２」ともいう。）；少なくとも１層の吸収層と、少なくとも１層の樹脂層との積層体（以下「積層体３」ともいう。）；少なくとも１層の樹脂層と、少なくとも１層の吸収層と、少なくとも１層の支持基板との積層体（以下「積層体４」ともいう。）が挙げられ、これらの中でも、吸収板および積層体２～４が好ましい。

なお、前記吸収板と前記吸収層とは同様の板（層）であってもよい。また、前記支持基板が樹脂製である場合、該支持基板と前記樹脂層とは同様の板（層）であってもよい。

[0060] 前記基板の厚みは特に制限されず、所望の用途に応じて適宜選択すればよいが、好ましくは０．０１～０．２ｍｍ、より好ましくは０．０１～０．１２ｍｍ、特に好ましくは０．０１５～０．１１ｍｍである。

基板の厚みが前記範囲にあると、取り扱い容易性に優れる光学フィルターが得られ、得られたフィルターを用いた固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等を薄くすることができ、より小型化が可能となる。

[0061] 〈透明無機材〉

前記透明無機材としては特に限定されないが、例えば、石英、ホウケイ酸塩系ガラス、ケイ酸塩系ガラス、化学強化ガラス、物理強化ガラス、ソーダガラス、リン酸塩系ガラス、フツリン酸塩系ガラス、アルミナガラス、サファイアガラスが挙げられる。

[0062] 〈樹脂〉

前記樹脂としては、本発明の効果を損なわない限り特に制限されないが、例えば、熱安定性および板状体への成形性等を確保し、かつ、１００℃以上の蒸着温度で行う高温蒸着により誘電体多層膜を形成しうる基板とするため、ガラス転移温度（Ｔｇ）が、好ましくは１１０～３８０℃、より好ましくは１１０～３７０℃、さらに好ましくは１２０～３６０℃である樹脂が挙げられる。また、前記樹脂のガラス転移温度が１４０℃以上であると、樹脂に化合物を高濃度に添加することでガラス転移温度が低下した場合においても、誘電体多層膜を高温で蒸着形成し得る基板となるため、特に好ましい。

[0063] 樹脂としては、当該樹脂からなる厚さ０．０５ｍｍの樹脂板を形成した場合に、この樹脂板の全光線透過率（ＪＩＳ　Ｋ７１０５）が、好ましくは７５～９５％、さらに好ましくは７８～９５％、特に好ましくは８０～９５％となる樹脂を用いることができる。全光線透過率がこのような範囲となる樹脂を用いると、得られる基板は光学フィルムとして良好な透明性を示す。

[0064] 樹脂のゲルパーミエーションクロマトグラフィー（ＧＰＣ）法により測定される、ポリスチレン換算の重量平均分子量（Ｍｗ）は、通常１５，０００～３５０，０００、好ましくは３０，０００～２５０，０００であり、数平均分子量（Ｍｎ）は、通常１０，０００～１５０，０００、好ましくは２０，０００～１００，０００である。

[0065] 樹脂としては、例えば、環状（ポリ）オレフィン系樹脂、芳香族ポリエーテル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド（アラミド）系樹脂、ポリサルホン系樹脂、ポリエーテルサルホン系樹脂、ポリパラフェニレン系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエチレンナフタレート系樹脂、フッ素化芳香族ポリマー系樹脂、（変性）

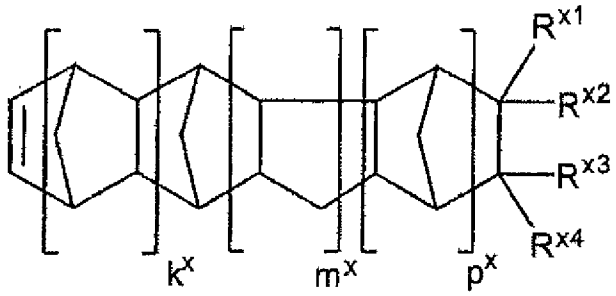
アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シルセスキオキサン系紫外線硬化型樹脂、マレイミド系樹脂、脂環エポキシ熱硬化型樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、ポリアリレート系樹脂、アリルエステル系硬化型樹脂、アクリル系紫外線硬化型樹脂、ビニル系紫外線硬化型樹脂およびゾルゲル法により形成されたシリカを主成分とする樹脂を挙げることができる。これらの内、環状（ポリ）オレフィン系樹脂、芳香族ポリエーテル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアリレート系樹脂を用いることが、透明性（光学特性）、耐熱性、耐リフロー性等のバランスにより優れる光学フィルターが得られる等の点で好ましい。

樹脂は、１種単独で用いてもよく、２種以上を用いてもよい。

[0066] ［環状（ポリ）オレフィン系樹脂］

環状（ポリ）オレフィン系樹脂としては、下記式（X_0）で表される単量体および下記式（Y_0）で表される単量体からなる群より選ばれる少なくとも１種の単量体を用いて得られる樹脂、および、当該樹脂を水素添加することで得られる樹脂が好ましい。

[0067] [化1]



(X_0)

[0068] 式（X_0）中、R^{x1}～R^{x4}はそれぞれ独立に、下記（ｉ’）～（ｉｘ’）より選ばれる原子または基を表し、k^x、m^xおよびp^xはそれぞれ独立に、０～４の整数を表す。

（ｉ’）水素原子

（ｉｉ’）ハロゲン原子

（ｉｉｉ’）トリアルキルシリル基

（ｉｖ’）酸素原子、硫黄原子、窒素原子またはケイ素原子を含む連結基を有

する、置換または非置換の炭素数１～３０の炭化水素基

（ｖ’）置換または非置換の炭素数１～３０の炭化水素基

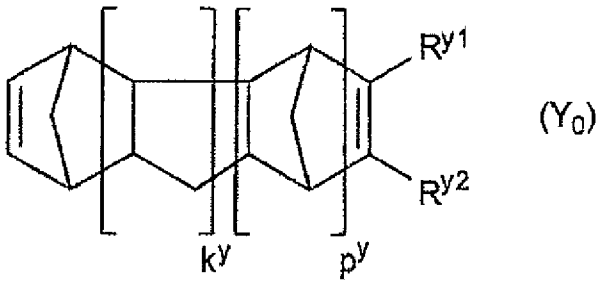
（ｖｉ’）極性基（但し、（ｉｉ’）および（ｉｖ’）を除く。）

（ｖｉｉ’）R^{x1}とR^{x2}またはR^{x3}とR^{x4}とが、相互に結合して形成されたアルキリデン基（但し、前記結合に関与しないR^{x1}～R^{x4}は、それぞれ独立に前記（ｉ’）～（ｖｉ’）より選ばれる原子または基を表す。）

（ｖｉｉｉ’）R^{x1}とR^{x2}またはR^{x3}とR^{x4}とが、相互に結合して形成された単環もしくは多環の炭化水素環または複素環（但し、前記結合に関与しないR^{x1}～R^{x4}は、それぞれ独立に前記（ｉ’）～（ｖｉ’）より選ばれる原子または基を表す。）

（ｉｘ’）R^{x2}とR^{x3}とが、相互に結合して形成された単環の炭化水素環または複素環（但し、前記結合に関与しないR^{x1}とR^{x4}は、それぞれ独立に前記（ｉ’）～（ｖｉ’）より選ばれる原子または基を表す。）

[0069] [化2]



(Y_0)

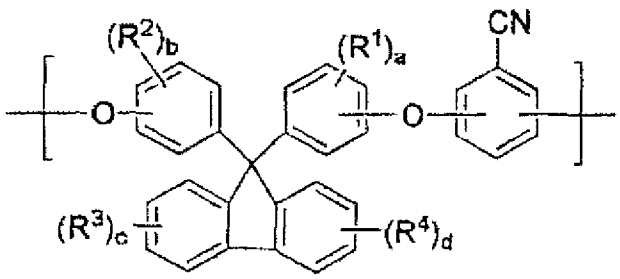
[0070] 式（Y_0）中、R^{y1}およびR^{y2}はそれぞれ独立に、前記（ｉ’）～（ｖｉ’）より選ばれる原子または基を表すか、R^{y1}とR^{y2}とが、相互に結合して形成された単環もしくは多環の脂環式炭化水素、芳香族炭化水素または複素環を表し、k^yおよびp^yはそれぞれ独立に、０～４の整数を表す。

[0071] ［芳香族ポリエーテル系樹脂］

芳香族ポリエーテル系樹脂は、下記式（１）で表される構造単位および下記式（２）で表される構造単位からなる群より選ばれる少なくとも１種の構造単位を有することが好ましい。

[0072]

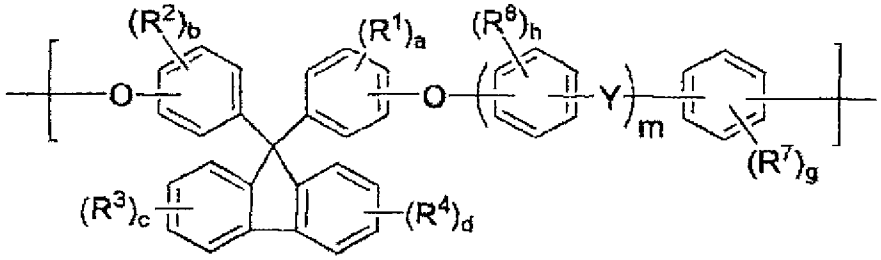
[化3]



(1)

（式（１）中、Ｒ[1]～Ｒ[4]はそれぞれ独立に、炭素数１～１２の１価の有機基を示し、ａ～ｄはそれぞれ独立に、０～４の整数を示す。）

[0073] [化4]

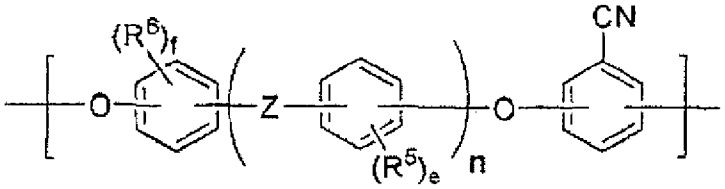


(2)

（式（２）中、Ｒ[1]～Ｒ[4]およびａ～ｄはそれぞれ独立に、前記式（１）中のＲ[1]～Ｒ[4]およびａ～ｄと同義であり、Ｙは、単結合、－ＳＯ$_2$－または－ＣＯ－を示し、Ｒ[7]およびＲ[8]はそれぞれ独立に、ハロゲン原子、炭素数１～１２の１価の有機基またはニトロ基を示し、ｇおよびｈはそれぞれ独立に、０～４の整数を示し、ｍは０または１を示す。但し、ｍが０のとき、Ｒ[7]はシアノ基ではない。）

[0074] また、前記芳香族ポリエーテル系樹脂は、さらに下記式（３）で表される構造単位および下記式（４）で表される構造単位からなる群より選ばれる少なくとも１種の構造単位を有していてもよい。

[0075] [化5]

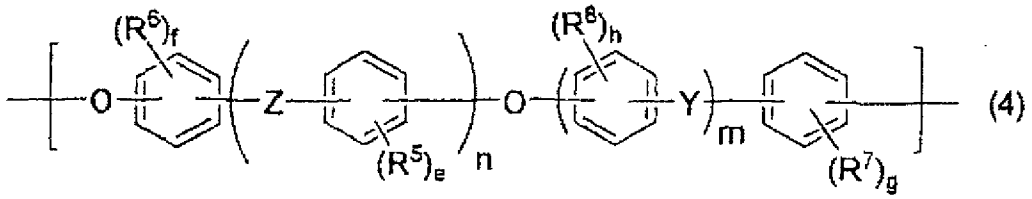


(3)

（式（３）中、Ｒ[5]およびＲ[6]はそれぞれ独立に、炭素数１～１２の１価の有機

基を示し、Ｚは、単結合、－Ｏ－、－Ｓ－、－SO_2－、－ＣＯ－、－ＣＯＮＨ－、－ＣＯＯ－または炭素数１～１２の２価の有機基を示し、ｅおよびｆはそれぞれ独立に、０～４の整数を示し、ｎは０または１を示す。）

[0076] [化6]



(4)

（式（４）中、R^7、R^8、Ｙ、ｍ、ｇおよびｈはそれぞれ独立に、前記式（２）中のR^7、R^8、Ｙ、ｍ、ｇおよびｈと同義であり、R^5、R^6、Ｚ、ｎ、ｅおよびｆはそれぞれ独立に、前記式（３）中のR^5、R^6、Ｚ、ｎ、ｅおよびｆと同義である。）

[0077] ［ポリカーボネート系樹脂］

ポリカーボネート系樹脂としては特に制限されず、例えば、特開２００８－１６３１９４号公報に記載されている方法で合成することができる。

[0078] ［ポリエステル系樹脂］

ポリエステル系樹脂としては特に制限されず、例えば、特開２０１０－２８５５０５号公報や特開２０１１－１９７４５０号公報に記載されている方法で合成することができる。

[0079] ［ポリイミド系樹脂］

ポリイミド系樹脂としては特に制限されず、繰り返し単位にイミド結合を含む高分子化合物であればよく、例えば、特開２００６－１９９９４５号公報や特開２００８－１６３１０７号公報に記載されている方法で合成することができる。

[0080] ［フッ素化芳香族ポリマー系樹脂］

フッ素化芳香族ポリマー系樹脂としては特に制限されないが、フッ素原子を少なくとも１つ有する芳香族環と、エーテル結合、ケトン結合、スルホン結合、アミド結合、イミド結合およびエステル結合からなる群より選ばれる

少なくとも１つの結合を含む繰り返し単位とを含有するポリマーであることが好ましく、例えば特開２００８－１８１１２１号公報に記載されている方法で合成することができる。

[0081] ［アクリル系紫外線硬化型樹脂］

アクリル系紫外線硬化型樹脂としては特に制限されないが、分子内に一つ以上のアクリル基もしくはメタクリル基を有する化合物と、紫外線によって分解して活性ラジカルを発生させる化合物を含有する樹脂組成物から合成されるものを挙げることができる。アクリル系紫外線硬化型樹脂は、前記樹脂層や吸収層として、硬化性樹脂を用いる場合、該硬化性樹脂として特に好適に使用することができる。

[0082] ［ゾルゲル法により形成されたシリカを主成分とする樹脂］

ゾルゲル法によるシリカを主成分とする樹脂としては、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、ジメトキシジエトキシラン、メトキシトリエトキシシランなどのテトラアルコキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン、ジフェニルジエトキシシランなどのフェニルアルコキシシラン等から選ばれる１種以上のシラン類の加水分解によるゾルゲル反応により得られる化合物を樹脂として使用することができる。

[0083] ［市販品］

前記樹脂としては、以下の市販品等を用いることができる。

環状（ポリ）オレフィン系樹脂の市販品としては、例えば、ＪＳＲ（株）製ＡＲＴＯＮ、日本ゼオン（株）製ＺＥＯＮＯＲ、三井化学（株）製ＡＰＥＬ、ポリプラスチックス（株）製ＴＯＰＡＳが挙げられる。ポリエーテルサルホン系樹脂の市販品としては、例えば、住友化学（株）製スミカエクセルＰＥＳが挙げられる。ポリイミド系樹脂の市販品としては、例えば、三菱ガス化学（株）製ネオプリムＬが挙げられる。ポリカーボネート系樹脂の市販品としては、例えば、帝人（株）製ピュアエース、三菱ガス化学（株）製ユピゼータＥＰ－５０００が挙げられる。ポリエステル系樹脂の市販品として

は、例えば、大阪ガスケミカル（株）製ＯＫＰ４ＨＴが挙げられる。アクリル系樹脂の市販品としては、例えば、（株）日本触媒製アクリビュアが挙げられる。シルセスキオキサン系紫外線硬化型樹脂の市販品としては、例えば、新日鐵化学（株）製シルプラスが挙げられる。

[0084] 〈基板の製造方法〉

前記樹脂製の支持基板、吸収板、樹脂層および吸収層（以下これらを併せて「樹脂板」ともいう。）は、例えば、溶融成形またはキャスト成形により形成することができる。さらに、必要により、これらを成形後に、反射防止剤、ハードコート剤および／または帯電防止剤等のコーティング剤をコーティングすることで、樹脂層（オーバーコート層）が積層された基板を製造することができる。

[0085] 前記基板が、積層体２である場合、例えば、支持基板に赤外線吸収剤を含む樹脂溶液を溶融成形またはキャスト成形することで、好ましくはスピンコート、スリットコート、インクジェットなどの方法にて塗工した後に溶媒を乾燥除去し、必要に応じてさらに光照射や加熱を行うことで、支持基板上に吸収層が形成された基板（積層体２）を製造することができる。

[0086] ［溶融成形］

前記溶融成形としては、具体的には、樹脂と添加剤とを溶融混練りして得られたペレットを溶融成形する方法；樹脂と添加剤とを含有する樹脂組成物を溶融成形する方法；または、添加剤、樹脂および溶剤を含む樹脂組成物から溶剤を除去して得られたペレットを溶融成形する方法などが挙げられる。溶融成形方法としては、射出成形、溶融押出成形またはブロー成形などを挙げることができる。

[0087] ［キャスト成形］

前記キャスト成形としては、添加剤、樹脂および溶剤を含む樹脂組成物を適当な支持体の上にキャスティングして溶剤を除去する方法；または添加剤と、光硬化性樹脂および／または熱硬化性樹脂とを含む硬化性組成物を適当な支持体の上にキャスティングして溶媒を除去した後、紫外線照射や加熱な

どの適切な手法により硬化させる方法などが挙げられる。

[0088] 前記基板が、樹脂製の支持基板や吸収板である場合には、該基板は、キャスト成形後、支持体から塗膜を剥離することにより得ることができ、また、前記基板が、積層体１や２である場合には、該基板は、例えば、キャスト成形後、塗膜を剥離しないことで得ることができる。つまりこの場合、前記支持体は支持基板となる。

[0089] 前記支持体としては、例えば、透明無機材、スチールベルト、スチールドラムおよび樹脂（例えば、ポリエステルフィルム、環状オレフィン系樹脂フィルム）製支持体が挙げられる。

[0090] さらに、透明無機材または樹脂等の光学部品に、前記樹脂組成物をコーティングして溶剤を乾燥させる方法、または、前記硬化性組成物をコーティングして硬化および乾燥させる方法などにより、光学部品上に樹脂層や吸収層を形成することもできる。

[0091] 前記方法で得られた樹脂板中の残留溶剤量は可能な限り少ない方がよい。具体的には、前記残留溶剤量は、樹脂板１００質量％に対して、好ましくは３質量％以下、より好ましくは１質量％以下、さらに好ましくは０．５質量％以下である。残留溶剤量が前記範囲にあると、変形や特性が変化しにくい、所望の機能を容易に発揮できる樹脂板を容易に得ることができる。

[0092] ［添加剤］

前記基板は、本発明の効果を損なわない範囲において、酸化防止剤、蛍光消光剤、吸収剤（例：赤外線吸収剤、紫外線吸収剤）等の添加剤を含有してもよい。これらその他成分は、１種単独で用いてもよいし、２種以上を用いてもよい。

[0093] 前記添加剤は、前記吸収層や吸収板を製造する際に、樹脂などとともに混合してもよいし、樹脂を合成する際に添加してもよい。

前記添加剤の添加量は、所望の特性に応じて適宜選択すればよいが、前記樹脂１００質量部に対して、通常０．０００１～５０質量部、好ましくは０．０００３～４０質量部である。

[0094] 〈酸化防止剤〉

前記酸化防止剤としては、例えば、２，６－ジ－ｔ－ブチル－４－メチルフェノール、２，２’－ジオキシ－３，３’－ジ－ｔ－ブチル－５，５’－ジメチルジフェニルメタン、テトラキス［メチレン－３－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート］メタン、トリス（２，４－ジ－ｔ－ブチルフェニル）ホスファイトが挙げられる。

[0095] 〈赤外線吸収剤〉

前記赤外線吸収剤としては、例えば、スクアリリウム系化合物、クロコニウム系化合物、フタロシアニン系化合物、ナフタロシアニン系化合物、ポリメチン系化合物、シアニン系化合物、テトラアザポルフィリン系化合物、ジイモニウム系化合物、ポルフィリン系化合物、トリアリールメタン系化合物、サブフタロシアニン系化合物、ペリレン系化合物、セミスクアリリウム系化合物、スチリル系化合物、フェナジン系化合物、ピリドメテン－ホウ素錯体系化合物、ピラジン－ホウ素錯体系化合物、ピリドンアゾ系化合物、キサンテン系化合物、ジピロメテン系化合物、環拡張ジピロメテン系化合物、ピロロピロール系化合物、ヘテロ環共役系化合物、ヘキサフィリン系化合物、金属ジチオラート系化合物、環拡張ＢＯＤＩＰＹ（ボロンジピロメテン）系化合物、イッテルビウム錯体系化合物からなる群より選ばれる少なくとも１種であることが好ましく、スクアリリウム系化合物、フタロシアニン系化合物、ポリメチン系化合物、シアニン系化合物、ナフタロシアニン系化合物、ピロロピロール系化合物、ジイモニウム系化合物、クロコニウム系化合物、ヘキサフィリン系化合物、金属ジチオラート系化合物、環拡張ＢＯＤＩＰＹ（ボロンジピロメテン）系化合物、ペリレン系化合物、ヘテロ環共役系化合物、イッテルビウム錯体系化合物からなる群より選ばれる少なくとも１種であることがより好ましい。

[0096] 前記赤外線吸収剤は、好ましくは６７０～９５０ｎｍ、より好ましくは６８０～９００ｎｍ、さらに好ましくは６８５～８００ｎｍ、特に好ましくは６８５～７６５ｎｍの範囲に吸収極大波長を有することが望ましい。

前記範囲に吸収極大波長を有する赤外線吸収剤を含有する吸収層や吸収板を含むことで、赤色付近の色の入射角依存性が改良され、視感度補正により優れる光学フィルターを容易に得ることができる。

前記吸収極大波長は、赤外線吸収剤をジクロロメタン中に溶解させた溶液を用いて測定することができる。

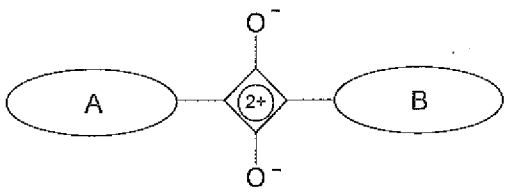
[0097] 前記赤外線吸収剤の含有量は、前記基板として、吸収板を用いる場合、樹脂１００質量部に対して、好ましくは０．０００１～２０．０質量部、より好ましくは０．０００２～１５質量部、特に好ましくは０．０００３～１０質量部であり、前記基板として、吸収層を含む基板を用いる場合、具体的には、積層体２～４を用いる場合には、該吸収層に含まれる樹脂１００質量部に対して、好ましくは０．０００１～５０質量部、より好ましくは０．０００５～４０質量部、特に好ましくは０．００１～３０質量部である。

赤外線吸収剤の含有量が前記範囲にあると、良好な赤外線吸収特性を有する基板を容易に得ることができる。

[0098] ［スクアリリウム系化合物］

前記スクアリリウム系化合物としては特に制限されないが、吸収極大波長を前記範囲に有する化合物が好ましい。このようなスクアリリウム系化合物としては、例えば、下記式（Ｚ）で表される化合物が挙げられる。

[0099] [化7]

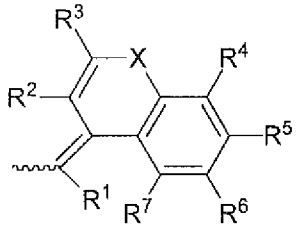


（Ｚ）

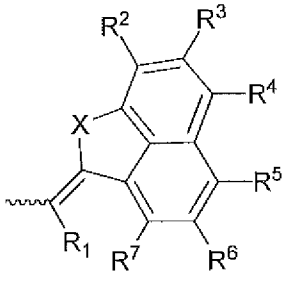
[0100] 式（Ｚ）中、ユニットＡおよびＢはそれぞれ独立に、下記式（Ｉ）～（ＩＶ）で表されるユニットのいずれかを表す。

[0101]

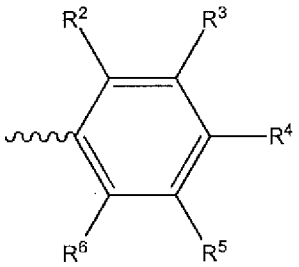
[化8]



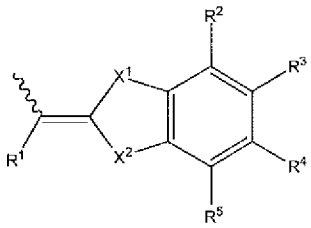
（Ｉ）



（ＩＩ）



（ＩＩＩ）



（ＩＶ）

[0102] 式（Ｉ）～（ＩＶ）中、波線で表した部分は前記式（Ｚ）の中央の四員環との結合部位を表し、

Ｘ、X^1およびX^2はそれぞれ独立に、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子または－ＮＲ^8－、－Ｃ（Ｒ^8）$_2$－を表し、

Ｒ^1～Ｒ^{7}はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、スルホ基、水酸基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、リン酸基、－ＮＲ^{g}Ｒ^{h}基、－ＳＲ^{i}基、－ＳＯ$_2$Ｒ^{i}基、－ＯＳＯ$_2$Ｒ^{i}基または下記Ｌ^a～Ｌ^{h}のいずれかを表し、Ｒ^{8}は独立に、水素原子またはＬ^a～Ｌ^{h}のいずれかを表し、Ｒ^{g}およびＲ^{h}はそれぞれ独立に、水素原子、－Ｃ（Ｏ）Ｒ^{i}基または下記Ｌ^a～Ｌ^{e}のいずれかを表し、Ｒ^{i}は、下記Ｌ^a～Ｌ^{e}のいずれかを表し、

（Ｌ^a）炭素数１～１２の脂肪族炭化水素基

（Ｌ^b）炭素数１～１２のハロゲン置換アルキル基

（Ｌ^c）炭素数３～１４の脂環式炭化水素基

（Ｌ^d）炭素数６～１４の芳香族炭化水素基

（Ｌ^e）炭素数３～１４の複素環基

（Ｌ^f）炭素数１～１２のアルコキシ基

（Ｌ^g）置換基Ｌを有してもよい炭素数１～１２のアシル基

（L^h）置換基Ｌを有してもよい炭素数２～１２のアルコキシカルボニル基

置換基Ｌは、前記L^a～L^eより選ばれる少なくとも１種である。

[0103] 前記R^1としては、好ましくは、水素原子、塩素原子、フッ素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、シクロヘキシル基、フェニル基、水酸基、アミノ基、ジメチルアミノ基、ニトロ基であり、より好ましくは水素原子、塩素原子、フッ素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、水酸基である。

[0104] 前記R^2～R^7としてはそれぞれ独立に、好ましくは、水素原子、塩素原子、フッ素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、シクロヘキシル基、フェニル基、水酸基、アミノ基、ジメチルアミノ基、シアノ基、ニトロ基、メトキシ基、エトキシ基、ｎ－プロポキシ基、ｎ－ブトキシ基、アセチルアミノ基、プロピオニルアミノ基、Ｎ－メチルアセチルアミノ基、トリフルオロメタノイルアミノ基、ペンタフルオロエタノイルアミノ基、ｔｅｒｔ－ブタノイルアミノ基、シクロヘキシノイルアミノ基、ｎ－ブチルスルホニル基、メチルチオ基、エチルチオ基、ｎ－プロピルチオ基、ｎ－ブチルチオ基であり、より好ましくは水素原子、塩素原子、フッ素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、水酸基、ジメチルアミノ基、メトキシ基、エトキシ基、アセチルアミノ基、プロピオニルアミノ基、トリフルオロメタノイルアミノ基、ペンタフルオロエタノイルアミノ基、ｔｅｒｔ－ブタノイルアミノ基、シクロヘキシノイルアミノ基、メチルチオ基、エチルチオ基である。

[0105] 前記R^8としては独立に、好ましくは、水素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、シクロヘキシル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、フェニル基であり、より好ましくは水素原子、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イ

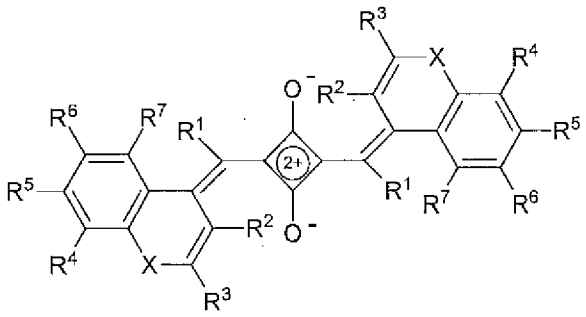
ソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、ｎ－デシル基である。

[0106] 前記R^2～R^7は、１つのベンゼン環上の２つまたは３つのＲが結合して、新たな構成原子数５以上の脂環基または芳香環を形成してもよく、該脂環基または芳香環は、前記置換基Ｌを有してもよい。また、前記R^2～R^7は、１つのベンゼン環上の２つまたは３つのＲが結合して、新たな、酸素原子、窒素原子または硫黄原子を少なくとも１つ含む構成原子数５以上の複素環を形成してもよく、該複素環は、前記置換基Ｌを有してもよい。

[0107] 前記Ｘ、X^1およびX^2としてはそれぞれ独立に、好ましくは、酸素原子、硫黄原子、－ＮＲ^8－、－Ｃ（Ｒ^8）$_2$－であり、式（Ｉ）のＸとしては、特に好ましくは、酸素原子、硫黄原子であり、式（ＩＩ）のＸとしては、特に好ましくは、－ＮＲ^8－である。

[0108] スクアリリウム系化合物は、下記式（Ｚ１）のように表すことができるし、下記式（Ｚ２）のような共鳴構造として表すこともできる。つまり、下記式（Ｚ１）と下記式（Ｚ２）との違いは構造の記載方法のみであり、どちらも同一の化合物を表す。本明細書中では特に断りのない限り、下記式（Ｚ１）のような記載方法にてスクアリリウム系化合物の構造を表す。

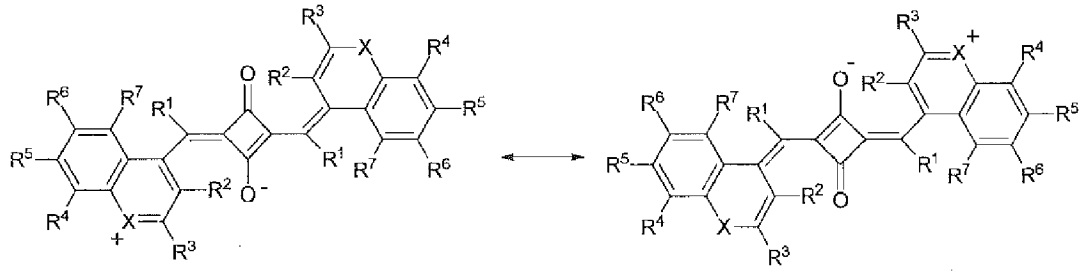
[0109] [化9]



（Ｚ１）

[0110]

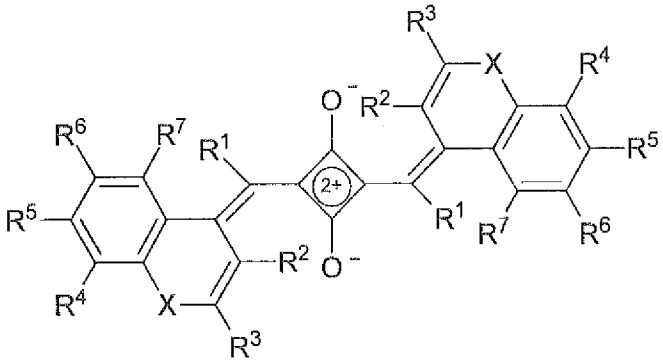
[化10]



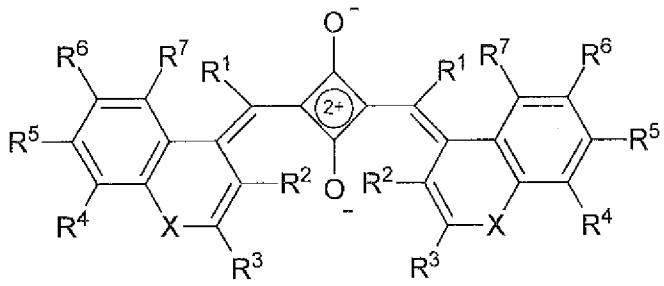
（Ｚ２）

[0111] さらに、例えば、下記式（Ｚ１）で表される化合物と下記式（Ｚ３）で表される化合物は、同一の化合物であると見なすことができる。

[0112] [化11]



（Ｚ１）



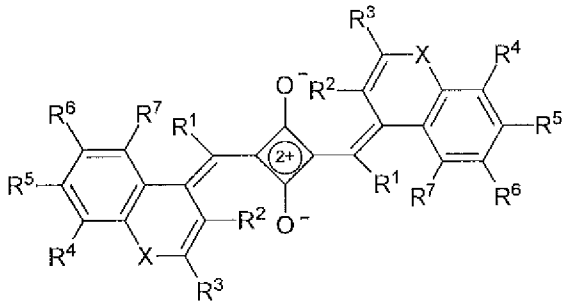
（Ｚ３）

[0113] 式（Ｚ）で表される化合物において、中央の四員環に結合している左右のユニットは、それぞれ式（Ｉ）～（ＩＶ）で表される構造であれば同一であっても異なっていてもよいが、ユニット中の置換基も含めて同一であった方が合成上容易であるため好ましい。

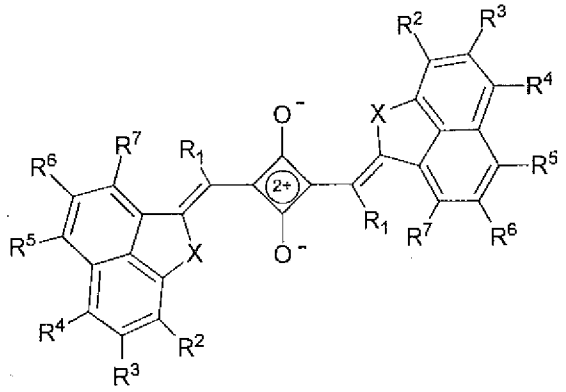
[0114] 例えば、式（Ｚ）で表される化合物としては、下記式（Ｚ－Ａ）～式（Ｚ－Ｊ）で表される化合物が挙げられる。

[0115]

[化12]



（Ｚ－Ａ）

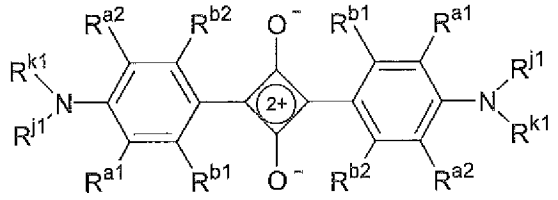


（Ｚ－Ｂ）

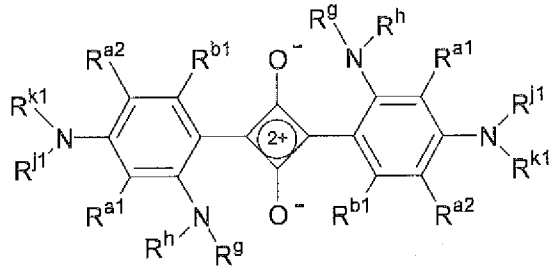
[0116] 式（Ｚ－Ａ）～（Ｚ－Ｂ）中の各符号は、それぞれ、式（Ｉ）～（ＩＩ）中の符号に対応する。

[0117]

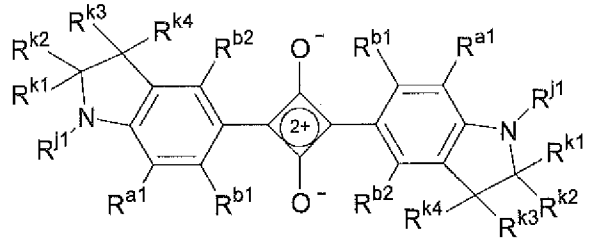
[化13]



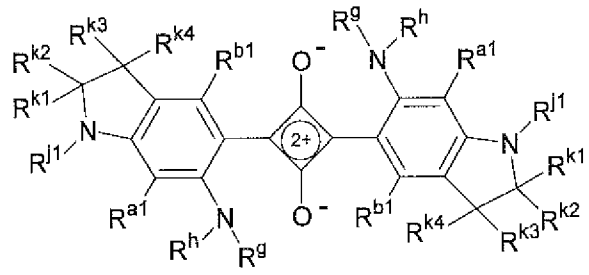
（Ｚ－Ｃ）



（Ｚ－Ｄ）



（Ｚ－Ｅ）

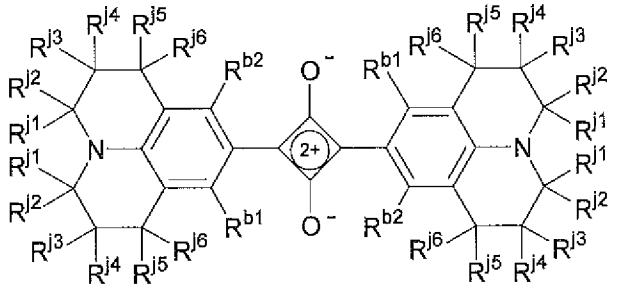


（Ｚ－Ｆ）

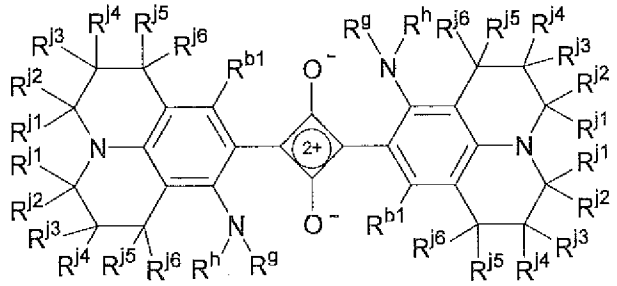
[0118] 式（Ｚ－Ｃ）～（Ｚ－Ｆ）中の各符号は、それぞれ、式（ＩＩＩ）中の符号に対応する。

[0119]

[化14]



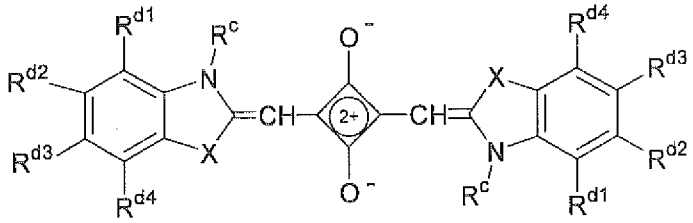
（Ｚ－Ｇ）



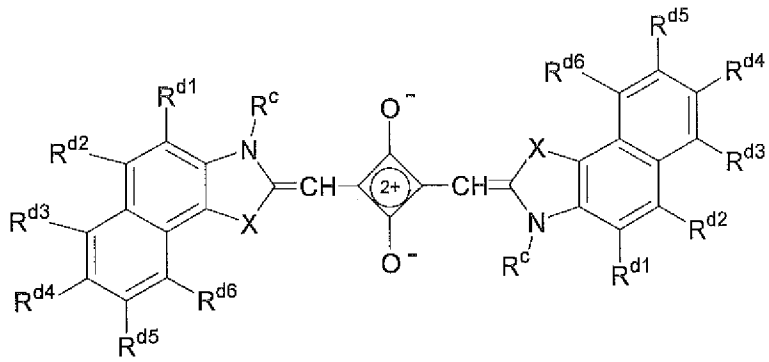
（Ｚ－Ｈ）

[0120] 式（Ｚ－Ｇ）～（Ｚ－Ｈ）中の各符号は、それぞれ、式（ＩＩＩ）中の符号に対応する。

[0121] [化15]



（Ｚ－Ｉ）



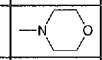
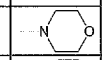
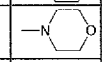
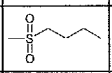
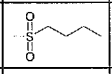
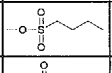
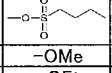
（Ｚ－Ｊ）

[0122] 式（Ｚ－Ｉ）～（Ｚ－Ｊ）中の各符号は、それぞれ、式（ＩＶ）中の符号に対応する。

[0123] 式（Ｚ）で表される化合物の具体例としては、例えば、下記表１～５に記

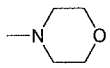
載の化合物（ｚ－１）～（ｚ－９４）を挙げることができる。

[0124] [表1]

化合物	構造	X	置換基							
			R^1	R^2	R^3	R^4	R^5	R^6	R^7	R^8
(z-1)	式(Z-A)	O	H	H	H	H	H	H	H	–
(z-2)		S	H	H	Me	H	H	H	H	–
(z-3)		Se	H	H	Me	H	H	H	H	–
(z-4)		$-NR^8-$	Me	H	H	H	H	H	H	H
(z-5)		O	H	H	t-Bu	H	H	H	H	–
(z-6)		O	Me	H	Et	H	H	H	H	–
(z-7)		S	H	H	t-Bu	H	Me	H	H	–
(z-8)		O	H	H	i-Bu	H	H	Me	H	–
(z-9)		Se	H	Me	i-Pr	H	H		H	–
(z-10)		S	Me	Me	Me	H	H	H	Me	–
(z-11)		O	H	H	t-Bu	H	H	i-Pr	H	–
(z-12)		O	H	H		H	Me	H	Me	–
(z-13)		$-NR^8-$	H	H	t-Bu	H		H	H	Me
(z-14)		O	H	H	t-Bu	H		H	H	–
(z-15)		S	H	H	t-Bu	H		H	H	–
(z-16)		O	H	H	t-Bu	H	Me	Me	H	–
(z-17)		S	Et	H	Et	Me	$-N(Me)_2$	H	H	–
(z-18)		O	H	H	i-Pr	H	H		H	–
(z-19)		O	H	H	t-Bu	Me	H	Me	H	–
(z-20)		O	Me	H	Me	H		H	H	–
(z-21)		S	H	H	t-Bu		H	H	H	–
(z-22)		O	H	H	t-Bu	H	H	Cl	H	–
(z-23)		O	H	H	t-Bu	H	Me	Cl	H	–
(z-24)		O	H	H	t-Bu	Cl	H	t-Bu	H	–
(z-25)		O	H	H	t-Bu	Cl	H	i-Pr	H	–
(z-26)		Te	Me	H	F	H	H	t-Bu	H	–
(z-27)		S	H	H	t-Bu	H	H	i-Pr	H	–
(z-28)		S	H	H	t-Bu	Cl	H	t-Bu	H	–
(z-29)		S	H	Cl	t-Bu	H	H	t-Bu	H	–
(z-30)		O	H	H	t-Bu	H		F	H	–
(z-31)		O	H	H	t-Bu	H	H		H	–
(z-32)		$-NR^8-$	H	H	t-Bu	H	Et		t-Bu	n-Bu
(z-33)		O	H	H	i-Pr	H	Me		H	–
(z-34)		S	H	Et	t-Bu	H	H		H	–
(z-35)		S	H	H	t-Bu	H	H	–OMe	H	–
(z-36)		S	H	H	t-Bu	Me	H	–OEt	H	–
(z-37)		$-NR^8-$	H	H	t-Bu	H	H	t-Bu	H	n-Bu
(z-38)		S	H	H	i-Pr	H	H	Cl	Me	–
(z-39)		S	H	H	t-Bu	H	H	–SMe	H	–
(z-40)		S	H	H		H	H	–SEt	H	–

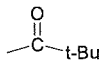
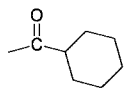
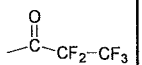
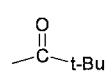
[0125]

[表2]

化合物	構造	X	置換基							
			R^1	R^2	R^3	R^4	R^5	R^6	R^7	R^8
(z-41)	式(Z-B)	O	H	H	H	H	H	H	H	-
(z-42)		$-NR^8-$	H	H	Me	Me	H	H	H	H
(z-43)		S	H	H	t-Bu	H	Me	H	H	-
(z-44)		$-NR^8-$	H	H	H	H	H	H	H	n-Bu
(z-45)		$-NR^8-$	H	H	H	H	H	H	H	$-C_9H_{18}CH_3$
(z-46)		O	Me	H	H	H	H	Cl	H	-
(z-47)		$-NR^8-$	H	H	i-Pr	H	H	H	H	n-Pr
(z-48)		O	H	Et	H	H	H	Me	Cl	-
(z-49)		S	H	H	t-Bu	H	H		H	-
(z-50)		$-NR^8-$	H	H	t-Bu	H	H		H	$-C_9H_{18}CH_3$
(z-51)		O	Et	H	H	F	H	i-Pr	H	-
(z-52)		$-NR^8-$	H	H		H	Me	H	Me	t-Bu
(z-53)		$-NR^8-$	H	H	t-Bu	H		H	H	n-Bu
(z-54)		$-NR^8-$	H	H	i-Pr	H	H		H	$-C_9H_{18}CH_3$
(z-55)		O	H	H	t-Bu		H	Me	H	-
(z-56)		$-NR^8-$	Me	H	Me	H		H	H	Et
(z-57)		$-NR^8-$	H	H	H	H	H	-OMe	H	$-C_9H_{18}CH_3$
(z-58)		$-NR^8-$	H	H	H	H	H	-SMe	H	$-C_9H_{18}CH_3$

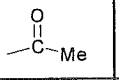
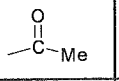
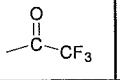
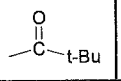
[0126]

[表3]

化合物	基本骨格	置換基										
		R^{a1}	R^{a2}	R^{b1}	R^{b2}	R^{g}	R^{h}	R^{j1}	R^{k1}	R^{k2}	R^{k3}	R^{k4}
(z-59)	(Z-C)	H	H	Me	H	–	–	Et	n-Pr	–	–	–
(z-60)		H	H	OH	H	–	–	n-Bu	n-Bu	–	–	–
(z-61)		Me	H	OH	H	–	–	t-Bu	t-Bu	–	–	–
(z-62)	(Z-D)	H	H	H	–	Me	Me	n-Pr	n-Pr	–	–	–
(z-63)		H	H	H	–	H		Et	Et	–	–	–
(z-64)		H	H	H	–	Me		n-Bu	n-Bu	–	–	–
(z-65)		H	H	H	–	H		Me	Et	–	–	–
(z-66)		H	H	H	–	H		n-Bu	n-Bu	–	–	–
(z-67)		Me	H	H	–	H		i-Pr	i-Pr	–	–	–
(z-68)	(Z-E)	H	–	OH	H	–	–	Me	H	H	H	H
(z-69)		Me	–	Me	H	–	–	Me	Me	H	Me	Me
(z-70)		H	–	OH	H	–	–	Me	Me	H	Me	Me
(z-71)		H	–	H	H	–	–	n-Bu	H	H	Et	H
(z-72)		H	–	OH	H	–	–		Me	H	Me	Me
(z-73)	(Z-F)	H	–	H	–	H	H	Me	H	H	Me	Me
(z-74)		H	–	H	–	H		Me	Me	H	Me	Me
(z-75)		H	–	H	–	H		Me	Me	H	Me	Me
(z-76)		H	–	H	–	H		Me	Me	H	Me	Me
(z-77)		Me	–	H	–	H		Et	Me	H	Me	Me
(z-78)		H	–	H	–	H		Me	Me	H	Me	Me

[0127]

[表4]

化合物	基本骨格	置換基									
		R^{b1}	R^{b2}	R^{g}	R^{h}	R^{i1}	R^{i2}	R^{i3}	R^{i4}	R^{i5}	R^{i6}
(z-79)	(Z-G)	OH	H	-	-	H	H	H	H	H	H
(z-80)		OH	H	-	-	H	H	H	H	Me	Me
(z-81)		OH	H	-	-	Me	H	Me	H	Me	Me
(z-82)		OH	Me	-	-	H	H	H	H	n-Bu	n-Bu
(z-83)	(Z-H)	H	-	H		H	H	H	H	Me	Me
(z-84)		H	-	Me		Me	H	Me	H	Me	Me
(z-85)		H	-	H		H	H	Me	Me	Et	Et
(z-86)		H	-	H		H	H	H	H	Me	Me

[0128] [表5]

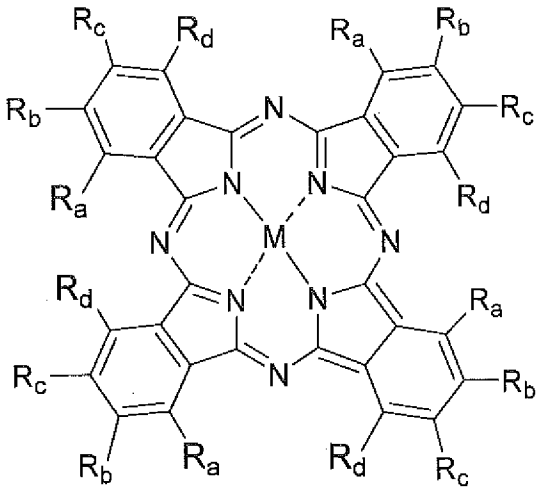
化合物	基本骨格	置換基							
		X	R^{c}	R^{d1}	R^{d2}	R^{d3}	R^{d4}	R^{d5}	R^{d6}
(z-87)	(Z-I)	$C(CH_3)_2$	Et	H	H	H	H	-	-
(z-88)		CH_2	n-Bu	H	H	F	H	-	-
(z-89)		S	Me	H	Me	Me	H	-	-
(z-90)		O	Et	H	CF_3	CF_3	H	-	-
(z-91)	(Z-J)	$C(CH_3)_2$	i-Pr	H	H	H	H	H	H
(z-92)		S	n-Bu	H	H	H	CF_3	CF_3	H
(z-93)		$C(CH_3)_2$	CF_2CF_3	H	H	H	H	-OMe	H
(z-94)		$C(CH_3)_2$	Et	H	H	H	Me	Me	H

[0129] [フタロシアニン系化合物]

前記フタロシアニン系化合物としては特に制限されないが、吸収極大波長を前記範囲に有する化合物が好ましい。このようなフタロシアニン系化合物としては、例えば、下記式（V）で表される化合物（以下「化合物（V）」ともいう。）が挙げられる。

[0130]

[化16]



（Ｖ）

[0131] 式（Ｖ）中、Ｍは、２個の水素原子、２個の１価の金属原子、２価の金属原子、または３価もしくは４価の金属原子を含む置換金属原子を表し、

複数あるR_a、R_b、R_cおよびR_dはそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、カルボキシ基、ニトロ基、アミノ基、アミド基、イミド基、シアノ基、シリル基、－L^1、－Ｓ－L^2、－ＳＳ－L^2、－SO_2－L^3、－Ｎ＝Ｎ－L^4、または、R_aとR_b、R_bとR_cおよびR_cとR_dのうち少なくとも１つの組み合わせが結合した、下記式（Ａ）～（Ｈ）で表される基からなる群より選ばれる少なくとも１種の基を表し、同じ芳香環に結合したR_a、R_b、R_cおよびR_dのうち少なくとも１つが水素原子ではない。

前記アミノ基、アミド基、イミド基およびシリル基は、前記置換基Ｌを有してもよく、

L^2は、水素原子または下記$L^{a'}$～$L^{e'}$のいずれかを表し、

L^3は、水酸基または下記$L^{a'}$～$L^{e'}$のいずれかを表し、

L^4は、下記$L^{a'}$～$L^{e'}$のいずれかを表し、

L^1は、

（$L^{a'}$）置換基Ｌ''を有してもよい炭素数１～９の脂肪族炭化水素基、

（$L^{b'}$）置換基Ｌ''を有してもよい炭素数１～９のハロゲン置換アルキル基、

（$L^{c'}$）置換基Ｌ''を有してもよい炭素数３～１４の脂環式炭化水素基、

（$L^{d'}$）置換基Ｌ''を有してもよい炭素数６～１４の芳香族炭化水素基、

（$L^{e'}$）置換基L''を有してもよい炭素数３～１４の複素環基、

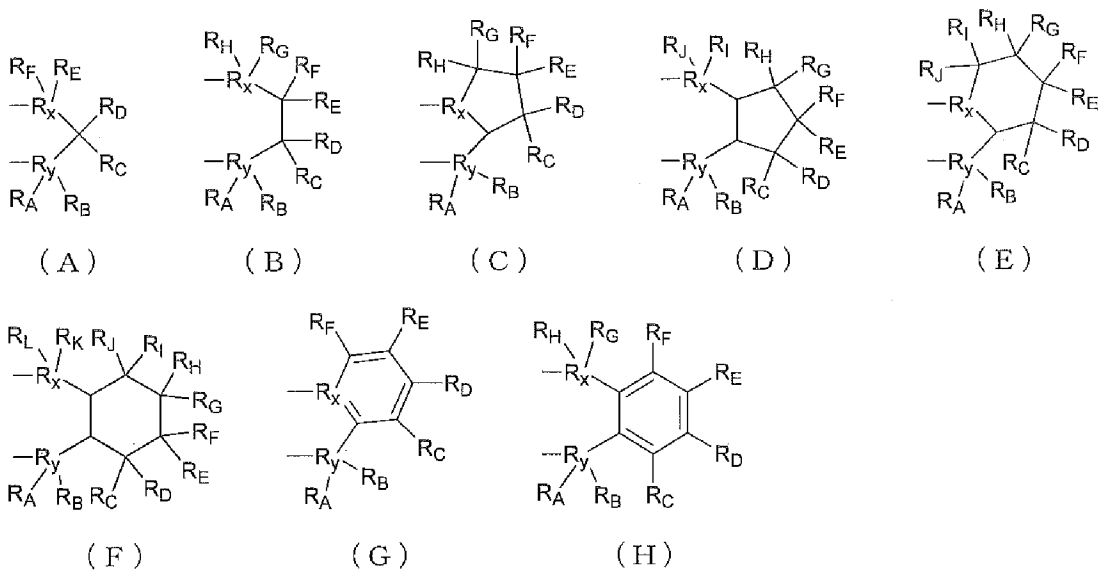
（$L^{f'}$）置換基L''を有してもよい炭素数１～９のアルコキシ基、

（$L^{g'}$）置換基L''を有してもよい炭素数１～９のアシル基、または

（$L^{h'}$）置換基L''を有してもよい炭素数２～９のアルコキシカルボニル基

を表し、置換基L''は、ハロゲン原子、スルホ基、水酸基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、リン酸基、アミノ基、炭素数１～９の脂肪族炭化水素基、炭素数１～９のハロゲン置換アルキル基、炭素数３～１４の脂環式炭化水素基、炭素数６～１４の芳香族炭化水素基および炭素数３～１４の複素環基からなる群より選ばれる少なくとも１種である。

[0132] [化17]



[0133] 式（A）～（H）中、R_xおよびR_yは、炭素原子であり、

複数あるR_A～R_Lはそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、ニトロ基、アミノ基、アミド基、イミド基、シアノ基、シリル基、－L^1、－S－L^2、－SS－L^2、－SO_2－L^3、－N＝N－L^4を表し、

前記アミノ基、アミド基、イミド基およびシリル基は、前記置換基Lを有してもよく、L^1～L^4は前記式（V）において定義したL^1～L^4と同義である。

[0134] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、置換基Lを有してもよいアミノ基としては、例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、メチルエ

チルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基が挙げられる。

[0135] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、置換基Ｌを有してもよいアミド基としては、例えば、アミド基、メチルアミド基、ジメチルアミド基、ジエチルアミド基、ジプロピルアミド基、ジイソプロピルアミド基、ジブチルアミド基、α－ラクタム基、β－ラクタム基、γ－ラクタム基、δ－ラクタム基が挙げられる。

[0136] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、置換基Ｌを有してもよいイミド基としては、例えば、イミド基、メチルイミド基、エチルイミド基、ジエチルイミド基、ジプロピルイミド基、ジイソプロピルイミド基、ジブチルイミド基が挙げられる。

[0137] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、置換基Ｌを有してもよいシリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、ｔｅｒｔ－ブチルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基、トリエチルシリル基が挙げられる。

[0138] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、－Ｓ－L^2としては、例えば、チオール基、メチルスルフィド基、エチルスルフィド基、プロピルスルフィド基、ブチルスルフィド基、イソブチルスルフィド基、ｓｅｃ－ブチルスルフィド基、ｔｅｒｔ－ブチルスルフィド基、フェニルスルフィド基、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニルスルフィド基、２，６－ジフェニルフェニルスルフィド基、４－クミルフェニルスルフィド基が挙げられる。

[0139] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、－ＳＳ－L^2としては、例えば、ジスルフィド基、メチルジスルフィド基、エチルジスルフィド基、プロピルジスルフィド基、ブチルジスルフィド基、イソブチルジスルフィド基、ｓｅｃ－ブチルジスルフィド基、ｔｅｒｔ－ブチルジスルフィド基、フェニルジスルフィド基、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニルジスルフィド基、２，６－ジフェニルフェニルジスルフィド基、４－クミルフェニルジスルフィド基が挙げられる。

[0140] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、－SO_2－L^3としては、例えば、スルホ基、メシル基、エチルスルホニル基、ｎ－ブチルスルホニル基、ｐ－トル

エンスルホニル基が挙げられる。

[0141] 前記R_a～R_dおよびR_A～R_Lにおいて、－Ｎ＝Ｎ－L^4としては、例えば、メチルアゾ基、フェニルアゾ基、ｐ－メチルフェニルアゾ基、ｐ－ジメチルアミノフェニルアゾ基が挙げられる。

[0142] 前記Ｍにおいて、１価の金属原子としては、例えば、Ｌｉ、Ｎａ、Ｋ、Ｒｂ、Ｃｓが挙げられる。

[0143] 前記Ｍにおいて、２価の金属原子としては、例えば、Ｂｅ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｂａ、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｒｕ、Ｃｏ、Ｒｈ、Ｎｉ、Ｐｄ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｈｇ、Ｓｎ、Ｐｂが挙げられる。

[0144] 前記Ｍにおいて、３価の金属原子を含む置換金属原子としては、例えば、Ａｌ－Ｆ、Ａｌ－Ｃｌ、Ａｌ－Ｂｒ、Ａｌ－Ｉ、Ｇａ－Ｆ、Ｇａ－Ｃｌ、Ｇａ－Ｂｒ、Ｇａ－Ｉ、Ｉｎ－Ｆ、Ｉｎ－Ｃｌ、Ｉｎ－Ｂｒ、Ｉｎ－Ｉ、Ｔｌ－Ｆ、Ｔｌ－Ｃｌ、Ｔｌ－Ｂｒ、Ｔｌ－Ｉ、Ｆｅ－Ｃｌ、Ｒｕ－Ｃｌ、Ｍｎ－ＯＨが挙げられる。

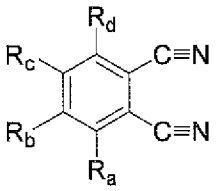
[0145] 前記Ｍにおいて、４価の金属原子を含む置換金属原子としては、例えば、TiF_2、$TiCl_2$、$TiBr_2$、TiI_2、$ZrCl_2$、$HfCl_2$、$CrCl_2$、SiF_2、$SiCl_2$、$SiBr_2$、SiI_2、GeF_2、$GeCl_2$、$GeBr_2$、GeI_2、SnF_2、$SnCl_2$、$SnBr_2$、SnI_2、$Zr(OH)_2$、$Hf(OH)_2$、$Mn(OH)_2$、$Si(OH)_2$、$Ge(OH)_2$、$Sn(OH)_2$、TiR_2、CrR_2、SiR_2、GeR_2、SnR_2、$Ti(OR)_2$、$Cr(OR)_2$、$Si(OR)_2$、$Ge(OR)_2$、$Sn(OR)_2$（Ｒは脂肪族基または芳香族基を表す。）、ＴｉＯ、ＶＯ、ＭｎＯが挙げられる

[0146] 前記Ｍとしては、周期表５族～１１族、かつ、第４周期～第５周期に属する、２価の遷移金属、３価もしくは４価の金属ハロゲン化物または４価の金属酸化物であることが好ましく、その中でも、高い可視光透過率や安定性を達成することができることから、Ｃｕ、Ｎｉ、ＣｏおよびＶＯが特に好ましい。

[0147] 前記フタロシアニン系化合物は、下記式（ＶＩ）のようなフタロニトリル

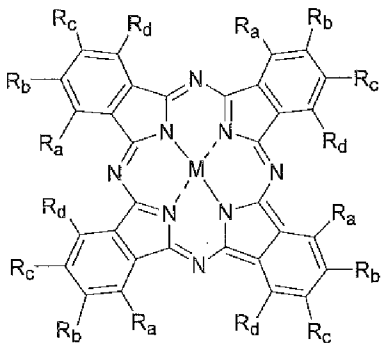
誘導体の環化反応により合成する方法が一般的に知られているが、得られるフタロシアニン系化合物は下記式（ＶＩＩ－１）～（ＶＩＩ－４）のような４種の異性体の混合物となっている。本明細書では、特に断りのない限り、１種のフタロシアニン系化合物につき１種の異性体のみを例示しているが、他の３種の異性体についても同様に用いることができる。なお、これらの異性体は必要に応じて分離して用いることも可能であるが、本明細書では異性体混合物を一括して取り扱っている。

[0148] [化18]

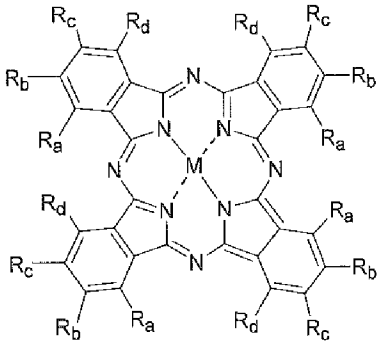


（ＶＩ）

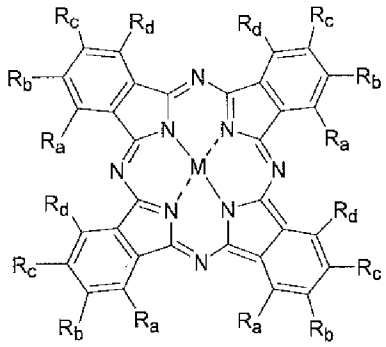
[0149] [化19]



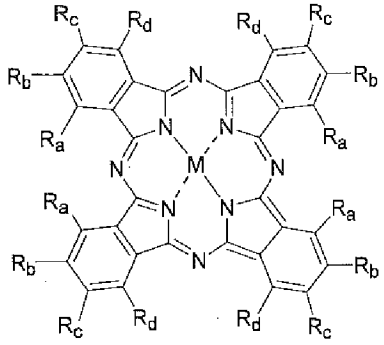
（ＶＩＩ－１）



（ＶＩＩ－２）



（ＶＩＩ－３）

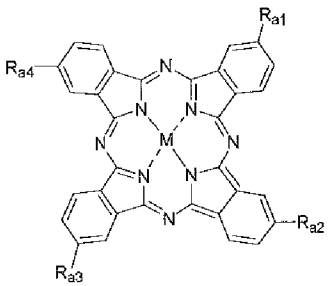


（ＶＩＩ－４）

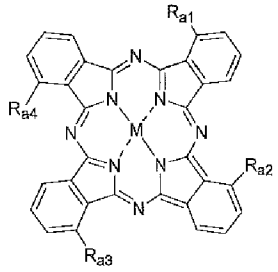
[0150] 前記化合物（Ｖ）の具体例としては、下記式（Ｖ－Ａ）～（Ｖ－Ｊ）で表される基本骨格を有する、下記表６～９に記載の（ｖ－１）～（ｖ－６２）

が挙げられる。

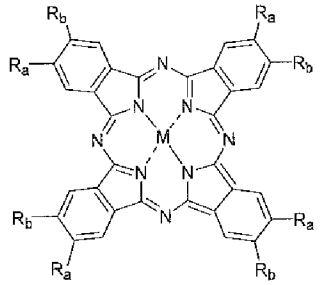
[0151] [化20]



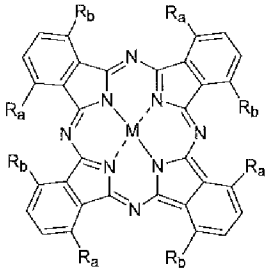
（V－A）



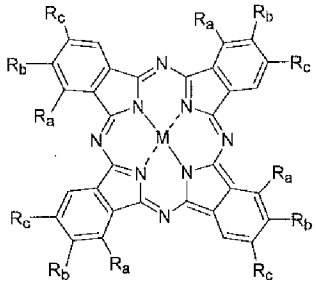
（V－B）



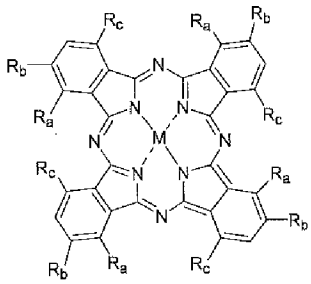
（V－C）



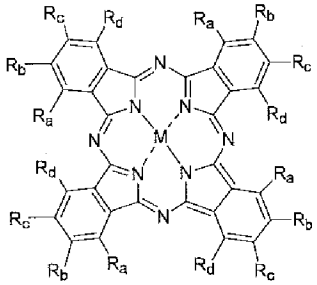
（V－D）



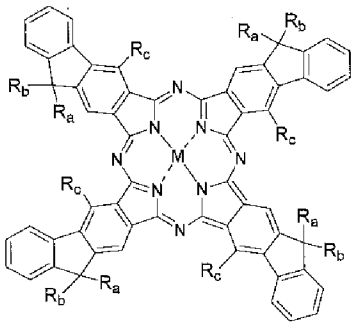
（V－E）



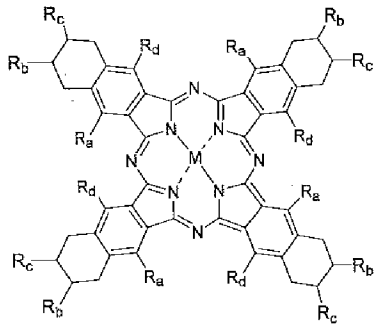
（V－F）



（V－G）



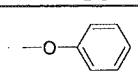
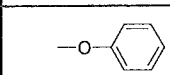
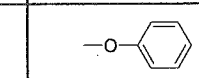
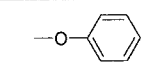
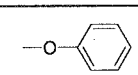
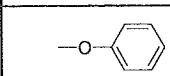
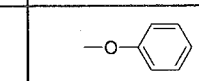
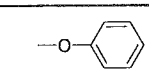
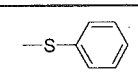
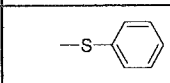
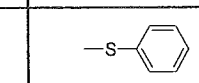
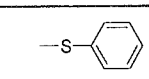
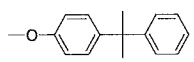
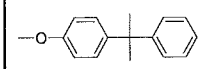
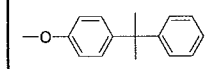
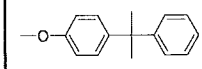
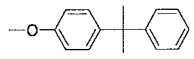
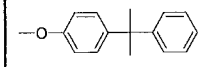
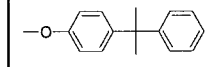
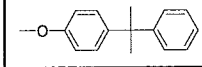
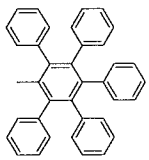
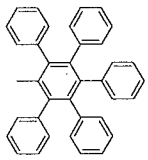
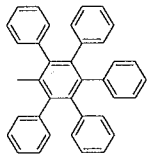
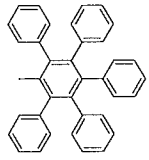
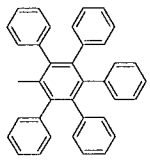
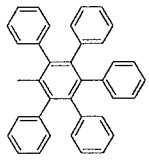
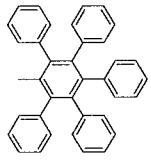
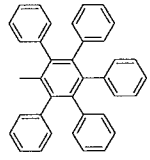
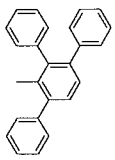
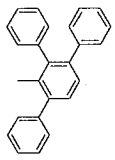
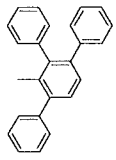
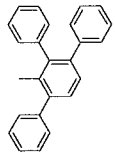
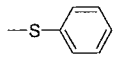
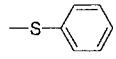
（V－H）



（V－J）

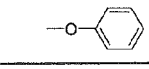
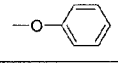
[0152]

[表6]

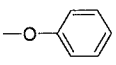
化合物	基本骨格	M	置換基			
			R_{a1}	R_{a2}	R_{a3}	R_{a4}
(v-1)	(V-A)	Ni	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$
(v-2)		Cu	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$
(v-3)		VO	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$
(v-4)		VO				
(v-5)		Cu				
(v-6)		Cu				
(v-7)		VO	$-S(CH_2)_3CH_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$
(v-8)		Ni	$-NH_2$	$-NH_2$	$-NH_2$	$-NH_2$
(v-9)		Cu	$-NH(CH_2)_3CH_3$	$-NH(CH_2)_3CH_3$	$-NH(CH_2)_3CH_3$	$-NH(CH_2)_3CH_3$
(v-10)		Co	-OH	-OH	-OH	-OH
(v-11)		Cu	t-Bu	t-Bu	t-Bu	t-Bu
(v-12)		VO	t-Bu	t-Bu	t-Bu	t-Bu
(v-13)		VO	$-C(CF_3)_3$	$-C(CF_3)_3$	$-C(CF_3)_3$	$-C(CF_3)_3$
(v-14)		Cu	$-O(CF_2)_4CF_3$	$-O(CF_2)_4CF_3$	$-O(CF_2)_4CF_3$	$-O(CF_2)_4CF_3$
(v-15)		Ni				
(v-16)		Cu				
(v-17)		Cu				
(v-18)		VO				
(v-19)		Ni				
(v-20)		Cu	F		F	
(v-21)		VO	t-Bu	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$
(v-22)		VO	t-Bu	$-O(CH_2)_2CH_3$	t-Bu	$-O(CH_2)_2CH_3$
(v-23)		Co	$-C(CF_3)_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$	$-S(CH_2)_3CH_3$

[0153]

[表7]

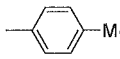
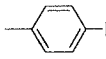
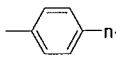
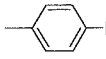
化合物	基本骨格	M	置換基			
			R_{a1}	R_{a2}	R_{a3}	R_{a4}
(v-24)	(V-B)	Co	$-NO_2$	$-NO_2$	$-NO_2$	$-NO_2$
(v-25)		Cu	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$
(v-26)		VO	Me	Me	Me	Me
(v-27)		Cu				
(v-28)		VO	-OH	-OH	-OH	-OH
(v-29)		Ni	F	F	F	F
(v-30)		Cu	Cl	Cl	Cl	Cl
(v-31)		VO	t-Bu	-OH	t-Bu	-OH

[0154] [表8]

化合物	基本骨格	M	置換基			
			R_a	R_b	R_c	R_d
(v-32)	(V-C)	VO	Cl	Cl	-	-
(v-33)		Cu	F	F	-	-
(v-34)		Ni	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	-	-
(v-35)		VO	-OH	t-Bu	-	-
(v-36)	(V-D)	Co	-OH	-OH	-	-
(v-37)		Ni	Et	F	-	-
(v-38)		Cu	$-O(CH_2)_2CH_3$	$-O(CH_2)_2CH_3$	-	-
(v-39)		Cu	$-(CH_2)_5CH_3$	$-(CH_2)_5CH_3$	-	
(v-40)		VO	$-(CH_2)_5CH_3$	$-(CH_2)_5CH_3$	-	
(v-41)		VO	t-Bu	t-Bu	-	-
(v-42)	(V-E)	VO	Me	Me	t-Bu	-
(v-43)		Cu	F	F	Et	-
(v-44)		Co	$-NO_2$	n-Pr	n-Pr	-
(v-45)		Ni	-OH	F	$-O(CH_2)_4CH_3$	-
(v-46)	(V-F)	VO	$-O(CH_2)_3CH_3$	Me	$-O(CH_2)_3CH_3$	-
(v-47)		VO	F	t-Bu	F	-
(v-48)		Cu	Et	$-NH_2$	Et	-
(v-49)		Cu	Me	t-Bu	Me	-
(v-50)		VO	Me	t-Bu	Me	-
(v-51)		VO	Et	t-Bu	Et	-
(v-52)		Co	Cl		Cl	-

[0155]

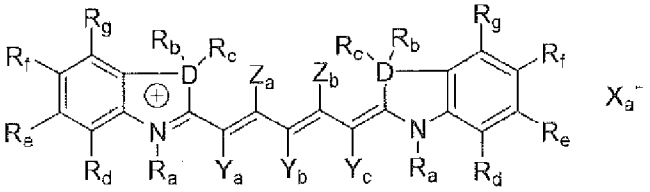
[表9]

化合物	基本骨格	M	置換基			
			R_a	R_b	R_c	R_d
(v-53)	(V-G)	VO	F	F	F	F
(v-54)		Cu	Cl	$-O(CH_2)_3CH_3$	$-O(CH_2)_3CH_3$	Cl
(v-55)		VO	F	t-Bu	F	F
(v-56)		Ni	-OH	n-Pr	n-Pr	-OH
(v-57)	(V-H)	Cu			Me	-
(v-58)		Cu			Me	-
(v-59)		VO			Me	-
(v-60)	(V-J)	VO	F	t-Bu	t-Bu	F
(v-61)		Cu	Me	Et	Et	Me
(v-62)		Cu	-OH	F	$-O(CH_2)_3CH_3$	-OH

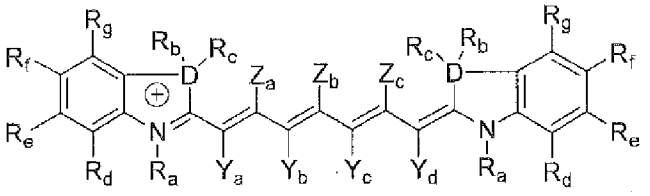
[0156] [ポリメチン系化合物]

前記ポリメチン系化合物としては特に制限されないが、吸収極大波長を前記範囲に有する化合物が好ましい。このようなポリメチン系化合物としては、例えば、下記式（Ｓ－ａ）～（Ｓ－ｃ）で表される化合物が挙げられる。

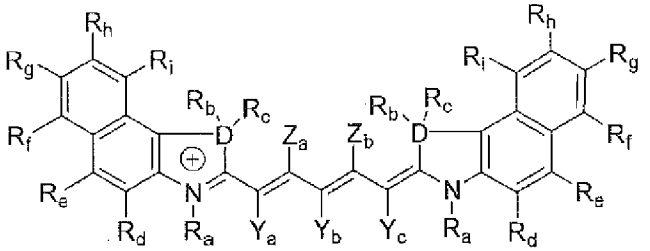
[0157] [化21]



（Ｓ－ａ）



（Ｓ－ｂ）



（Ｓ－ｃ）

[0158] 前記A^-は１価の陰イオンを表す。該１価の陰イオンとしては特に限定されないが、例えば、Cl^-、Br^-、I^-、PF_6^-、ClO_4^-、NO_3^-、BF_4^-、SCN^-、CH_3COO^-、$CH_3CH_2COO^-$、メチルスルホン酸イオン、テトラフルオロメチルスルホン酸イオン、ナフタレンスルホン酸イオン、アントラセンスルホン酸イオン、$N(SO_2CF_3)_2^-$、$B(C_6F_5)_4^-$、$C_6H_5SO_3^-$、トルエンスルホン酸イオン、CF_3COO^-、$CF_3CF_2COO^-$、ニッケルジチオラート系錯体イオン、銅ジチオラート系錯体イオンが挙げられる。

[0159] 前記複数あるＤはそれぞれ独立に、炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表す。

[0160] 複数あるR_a～R_iはそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、カルボキシ基、ニトロ基、アミノ基、アミド基、イミド基、シアノ基、シリル基、$-L^1$、$-S-L^2$、$-SS-L^2$、$-SO_2-L^3$、$-NR^gR^h$基（R^gおよびR^hはそれぞれ独立に、下記L^2または$-C(O)R^i$基を表し、R^iは、下記L^2を表す。）、$-N=N-L^4$、または、R_bとR_c、R_dとR_e、R_eとR_f、R_fとR_g、R_gとR_hおよびR_hとR_iのうち少なくとも１つの組み合わせが結合した、下記式（ａ）～（ｈ）で表される基から選ばれる基を表す。

[0161] なお、前記式（Ｓ－ａ）～（Ｓ－ｃ）中のＤ－（R_b）（R_c）は、便宜的にこのように記載しているのであり、必ずしもＤにR_bおよびR_cが結合しているわけではない。例えば、Ｄが窒素原子の場合、R_bおよびR_cの一方は存在せず、Ｄが酸素原子場合、R_bおよびR_cは両方とも存在せず、Ｄが硫黄原子場合、R_bおよびR_cは両方とも存在しないか、または、R_bおよびR_cの合計が４個となる。

[0162] 前記アミノ基、アミド基、イミド基およびシリル基は、炭素数１～１２の脂肪族炭化水素基、炭素数１～１２のハロゲン置換アルキル基、炭素数３～１４の脂環式炭化水素基、炭素数６～１４の芳香族炭化水素基、炭素数３～１４の複素環基、ハロゲン原子、スルホ基、水酸基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、リン酸基およびアミノ基からなる群より選ばれる少なくとも１種の置換基Ｌ’を有してもよい。

[0163] 前記L^1は、下記L^a～L^iのいずれかである。

（L^a）前記置換基L'を有してもよい炭素数１～１２の脂肪族炭化水素基

（L^b）前記置換基L'を有してもよい炭素数１～１２のハロゲン置換アルキル基

（L^c）前記置換基L'を有してもよい炭素数３～１４の脂環式炭化水素基

（L^d）前記置換基L'を有してもよい炭素数６～１４の芳香族炭化水素基

（L^e）前記置換基L'を有してもよい炭素数３～１４の複素環基

（L^f）前記置換基L'を有してもよい炭素数１～９のアルコキシ基

（L^g）前記置換基L'を有してもよい炭素数１～９のアシル基

（L^h）前記置換基L'を有してもよい炭素数２～９のアルコキシカルボニル基

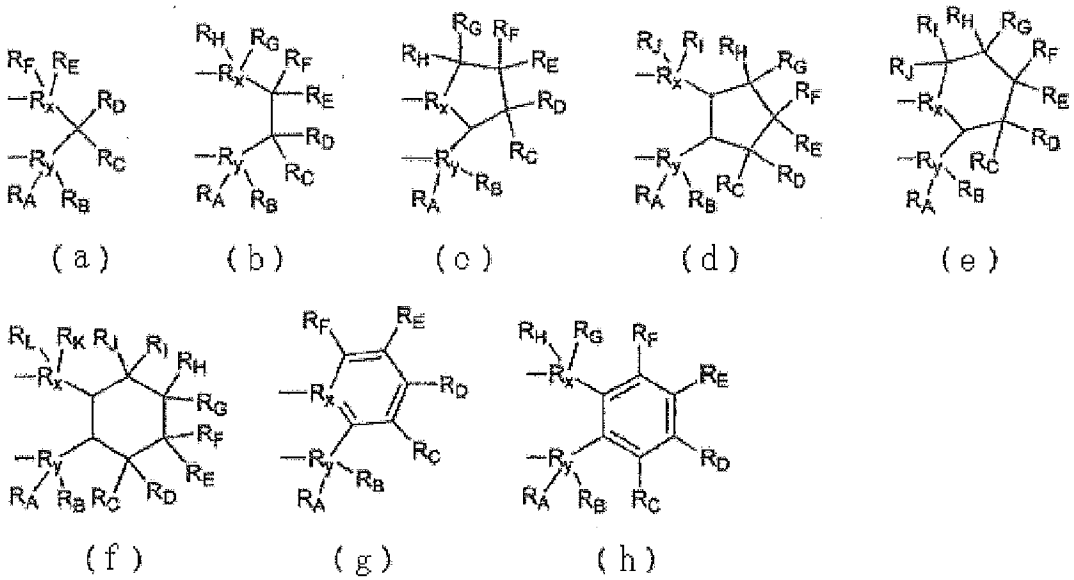
（L^i）前記置換基L'を有してもよい炭素数１～１２のスルフィド基またはジスルフィド基

[0164] 前記L^2は、水素原子または前記L^1におけるL^a～L^eのいずれかを表し、

前記L^3は、水素原子または前記L^1におけるL^a～L^eのいずれかを表し、

前記L^4は、前記L^1におけるL^a～L^eのいずれかを表す。

[0165] [化22]



[0166] 式（ａ）～（ｈ）中、R_xおよびR_yは炭素原子を表し、

複数あるR_A～R_Lはそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、カ

ルボキシ基、ニトロ基、アミノ基、アミド基、イミド基、シアノ基、シリル基、－L^1、－S－L^2、－SS－L^2、－SO_2－L^3、－NR^gR^h基（R^gおよびR^hはそれぞれ独立に、L^2または－C（O）R^i基を表し、R^iは、L^2を表す。）または－N＝N－L^4（L^1～L^4は、前記R_a～R_iにおけるL^1～L^4と同義である。）を表し、前記アミノ基、アミド基、イミド基およびシリル基は、前記置換基L’を有してもよい。

[0167] Z_a～Z_cおよびY_a～Y_dはそれぞれ独立に、水素原子；ハロゲン原子；水酸基；カルボキシ基；ニトロ基；アミノ基；アミド基；イミド基；シアノ基；シリル基；－L^1；－S－L^2；－SS－L^2；－SO_2－L^3；－NR^gR^h基（R^gおよびR^hはそれぞれ独立に、L^2または－C（O）R^i基を表し、R^iは、L^2を表す。）；－N＝N－L^4（L^1～L^4は、前記R_a～R_iにおけるL^1～L^4と同義である。）；Z同士もしくはY同士のうち隣接した二つが相互に結合して形成される、炭素数６～１４の芳香族炭化水素基；Z同士もしくはY同士のうち隣接した二つが相互に結合して形成される、窒素原子、酸素原子もしくは硫黄原子を少なくとも１つ含んでいてもよい５～６員環の脂環式炭化水素基；または、Z同士もしくはY同士のうち隣接した二つが相互に結合して形成される、窒素原子、酸素原子もしくは硫黄原子を少なくとも１つ含む、炭素数３～１４の複素芳香族炭化水素基；を表し、これらの芳香族炭化水素基、脂環式炭化水素基および複素芳香族炭化水素基は、炭素数１～９の脂肪族炭化水素基またはハロゲン原子を有してもよく、前記アミノ基、アミド基、イミド基およびシリル基は、前記置換基L’を有していてもよい。

[0168] 前記Z_a～Z_cおよびY_a～Y_dにおける、Z同士もしくはY同士が相互に結合して形成される、炭素数６～１４の芳香族炭化水素基としては、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、メシチル基、クメニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、アントラセニル基、フェナントリル基、アセナフチル基、フェナレニル基、テトラヒドロナフチル基、インダニル基、ビフェニリル基が挙げられる。

[0169] 前記Z_a～Z_cおよびY_a～Y_dにおける、Z同士もしくはY同士が相互に結合

して形成される、窒素原子、酸素原子もしくは硫黄原子を少なくとも１つ含んでもよい５～６員環の脂環式炭化水素基としては、例えば、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基およびシクロオクチル基等のシクロアルキル基；ノルボルナン基およびアダマンタン基等の多環脂環式基；テトラヒドロフラン、ピロリン、ピロリジン、イミダゾリン、ピペリジン、ピペラジン、モルホリンからなる基等の複素環が挙げられる。

[0170] 前記Z_a～Z_cおよびY_a～Y_dにおける、Ｚ同士もしくはＹ同士が相互に結合して形成される、炭素数３～１４の複素芳香族炭化水素基としては、例えば、フラン、チオフェン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、チアゾール、チアジアゾール、インドール、インドリン、インドレニン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、ピリダジン、キノリン、イソキノリン、アクリジンまたはフェナジンからなる基が挙げられる。

[0171] 前記置換基Ｌ’を有してもよいアミノ基としては、例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、メチルエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基が挙げられる。

[0172] 前記置換基Ｌ’を有してもよいアミド基としては、例えば、アミド基、メチルアミド基、ジメチルアミド基、ジエチルアミド基、ジプロピルアミド基、プロピルトリフルオロメチルアミド基、ジイソプロピルアミド基、ジブチルアミド基、α－ラクタム基、β－ラクタム基、γ－ラクタム基、δ－ラクタム基が挙げられる。

[0173] 前記置換基Ｌ’を有してもよいイミド基としては、例えば、イミド基、メチルイミド基、エチルイミド基、ジエチルイミド基、ジプロピルイミド基、ジイソプロピルイミド基、ジブチルイミド基が挙げられる。

[0174] 前記置換基Ｌ’を有してもよいシリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、ｔｅｒｔ－ブチルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基、トリエ

チルシリル基が挙げられる。

[0175] 前記－Ｓ－Ｌ^{2}としては、例えば、チオール基、メチルスルフィド基、エチルスルフィド基、プロピルスルフィド基、ブチルスルフィド基、イソブチルスルフィド基、ｓｅｃ－ブチルスルフィド基、ｔｅｒｔ－ブチルスルフィド基、フェニルスルフィド基、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニルスルフィド基、２，６－ジフェニルフェニルスルフィド基、４－クミルフェニルスルフィド基が挙げられる。

[0176] 前記－ＳＳ－Ｌ^{2}としては、例えば、ジスルフィド基、メチルジスルフィド基、エチルジスルフィド基、プロピルジスルフィド基、ブチルジスルフィド基、イソブチルジスルフィド基、ｓｅｃ－ブチルジスルフィド基、ｔｅｒｔ－ブチルジスルフィド基、フェニルジスルフィド基、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニルジスルフィド基、２，６－ジフェニルフェニルジスルフィド基、４－クミルフェニルジスルフィド基が挙げられる。

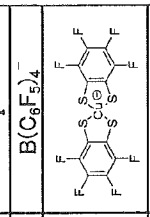
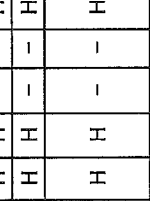
[0177] 前記－SO_2－Ｌ^{3}としては、例えば、スルホ基、メシル基、エチルスルホニル基、ｎ－ブチルスルホニル基、ｐ－トルエンスルホニル基が挙げられる。

[0178] 前記－Ｎ＝Ｎ－Ｌ^{4}としては、例えば、メチルアゾ基、フェニルアゾ基、ｐ－メチルフェニルアゾ基、ｐ－ジメチルアミノフェニルアゾ基が挙げられる。

[0179] 前記ポリメチン系化合物の具体例としては、前記式（Ｓ－ａ）～（Ｓ－ｃ）で表される基本骨格を有する、下記表１０に記載の（ｓ－１）～（ｓ－２４）が挙げられる。

[0180]

[表10]

化合物	基本骨格	D	置換基 R_a	R_b	R_c	R_d	R_e	R_f	R_g	R_h	R_i	Y_a	Y_b	Y_c	Y_d	Z_a	Z_b	Z_c	X_a^-
(s-1)	(S-a)	C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	H	H	–	H	H	–	PF_6^-
(s-2)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	Cl	H	–	H	H	–	PF_6^-
(s-3)		S	Et	–	–	H	H	H	H	–	–	H	H	H	–	H	H	–	I^-
(s-4)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	H	H	–	H	H	–	$B(C_6F_5)_4^-$
(s-5)		C	$-(CH_2)_5CH_3$	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	Cl	H	–	H	H	–	
(s-6)	(S-b)	C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	H	H	H	H	H	H	PF_6^-
(s-7)		S	Et	–	–	H	H	H	H	–	–	H	H	H	H	H	H	H	I^-
(s-8)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	trimethylene		H	H	H	H	PF_6^-
(s-9)		S	Et	–	–	H	H	H	H	–	–	H	H	H	H	trimethylene		H	I^-
(s-10)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	ethylene	H	H	H	Ph	H	PF_6^-
(s-11)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	ethylene	H	H	H	diphenylamino	H	PF_6^-
(s-12)		C	MeOEt	Me	Me	H	H	Cl	H	–	–	H	trimethylene		H	H	Cl	H	$N(SO_2CF_3)_2^-$
(s-13)		C	MeOEt	Me	Me	H	H	Cl	H	–	–	H	H	H	H	H	H	H	$N(SO_2CF_3)_2^-$
(s-14)		C	MeOEt	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	trimethylene		H	H	Cl	H	$N(SO_2CF_3)_2^-$
(s-15)		S	n-Bu	–	–	H	H	H	H	–	–	H	trimethylene		H	H	Cl	H	$N(SO_2CF_3)_2^-$
(s-16)		C	Et	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	trimethylene		H	H	Cl	H	I^-
(s-17)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	ethylene	H	H	H	diphenylamino	H	$B(C_6F_5)_4^-$
(s-18)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	–	–	H	ethylene	H	H	H	diphenylamino	H	
(s-19)	(S-c)	C	3-methyl-butyl	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	H	H	–	H	H	–	PF_6^-
(s-20)		C	3-methyl-butyl	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	Cl	H	–	H	H	–	PF_6^-
(s-21)		C	MeOEt	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	H	H	–	H	H	–	$N(SO_2CF_3)_2^-$
(s-22)		C	3-methyl-butyl	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	H	H	–	trimethylene		–	PF_6^-
(s-23)		C	3-methyl-butyl	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	Ph	H	–	ethylene		–	PF_6^-
(s-24)		C	n-Bu	Me	Me	H	H	H	H	H	H	H	Ph	H	–	ethylene		–	

[0181] 例えば、表１０の化合物（ｓ－８）において、Y_bおよびY_cの欄にまたがって記載の「ｔｒｉｍｅｔｈｙｌｅｎｅ」は、Y_bおよびY_cが結合して、トリメチレン基を形成し、前記式（ｓ－ｂ）において、Z_bに結合している炭素、Y_b

に結合している炭素、および、Y_cに結合している炭素とともに、６員環を形成していることを意味する。

表１０中の同様の記載は同様の意味を有する。

[0182] 赤外線吸収剤は、一般的に知られている方法で合成すればよく、例えば、特許第３３６６６９７号公報、特許第２８４６０９１号公報、特許第２８６４４７５号公報、特許第３７０３８６９号公報、特開昭６０－２２８４４８号公報、特開平１－１４６８４６号公報、特開平１－２２８９６０号公報、特許第４０８１１４９号公報、特開昭６３－１２４０５４号公報、「フタロシアニン－化学と機能－」（アイピーシー、１９９７年）、特開２００７－１６９３１５号公報、特開２００９－１０８２６７号公報、特開２０１０－２４１８７３号公報、特許第３６９９４６４号公報、特許第４７４０６３１号公報、国際公開第２０１３／０５４８６４号、国際公開第２０１５／０２５７７９号、国際公開第２０１７／０５１８６７号等に記載されに記載されている方法を参照して得ることができる。

[0183] 〈紫外線吸収剤〉

前記紫外線吸収剤としては、例えば、アゾメチン系化合物、インドール系化合物、トリアゾール系化合物、トリアジン系化合物、オキサゾール系化合物、メロシアニン系化合物、シアニン系化合物、ナフタルイミド系化合物、オキサジアゾール系化合物、オキサジン系化合物、オキサゾリジン系化合物、ナフタル酸系化合物、スチリル系化合物、アントラセン系化合物、環状カルボニル系化合物が挙げられる。

[0184] 前記紫外線吸収剤は、好ましくは３５０～４１０ｎｍ、より好ましくは３６０～４０５ｎｍ、さらに好ましくは３７０～４００ｎｍの範囲に吸収極大波長を有する。前記範囲に吸収極大波長を有する紫外線吸収剤を用いることで、要件（Ｋ）を満たす光学フィルターを容易に得ることができる。

前記吸収極大波長は、紫外線吸収剤をジクロロメタン中に溶解させた溶液を用いて測定することができる。

[0185] 〈吸収層〉

前記基板は、前記吸収層を有することがより好ましい。該吸収層は、基板に１層含まれていてもよく、２層以上含まれていてもよい。２層以上含まれる場合、該吸収層は連続していてもよく、他の層を介していてもよく、例えば、前記支持基板の一方の面側のみに存在していてもよく、前記支持基板の両面に存在していてもよい。

[0186] 前記基板は、前記要件（Ｈ）および（Ｊ）を満たす光学フィルターを容易に得ることができる等の点から、好ましくは波長６７０～９５０ｎｍ、より好ましくは波長６８０～９００ｎｍ、さらに好ましくは波長６８５～８００ｎｍ、特に好ましくは６９０～７６５ｎｍに吸収極大波長を有する。

[0187] 前記基板が前記赤外線吸収剤を含有する場合、吸収極大波長が異なる二種以上の赤外線吸収剤を用いることが好ましい。これにより赤色付近の色の入射角依存性がより改良され、視感度補正により優れる光学フィルターを容易に得ることができる。

赤外線吸収剤は消衰係数ｋの波長依存性が固有であり、可視光で高透過率を維持し、吸収作用によって優れた視感度補正を有する吸収帯域を確保するために、ジクロロメタン中に溶解させた際に、波長６８５～７１０ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＡ＿Ｔｍｉｎ）を有する第１の赤外線吸収剤（ＤＡ）と、波長７１０～７６５ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＢ＿Ｔｍｉｎ）を有する第２の赤外線吸収剤（ＤＢ）とを含むことがより好ましい。これにより、可視光での高い透過率を維持しつつ、視感度補正に優れる光学フィルターを容易に得ることができる。

[0188] 赤外吸収剤（ＤＡ）および赤外吸収剤（ＤＢ）は、前記赤外線吸収剤より波長が所定の範囲にある赤外線吸収剤を適宜選択すればよく、特に限定されないが、特許第３３６６６９７号公報、特許第２８４６０９１号公報、特許第２８６４４７５号公報、特許第３７０３８６９号公報、特開昭６０－２２８４４８号公報、特開平１－１４６８４６号公報、特開平１－２２８９６０号公報、特許第４０８１１４９号公報、特開昭６３－１２４０５４号公報、「フタロシアニン－化学と機能－」（アイピーシー、１９９７年）、特開２

００７－１６９３１５号公報、特開２００９－１０８２６７号公報、特開２０１０－２４１８７３号公報、特許第３６９９４６４号公報、特許第４７４０６３１号公報、国際公開第２０１３／０５４８６４号、国際公開第２０１５／０２５７７９号、国際公開第２０１７／０５１８６７号等に記載されている色素を選択すればよい。

[0189] 前記基板は、下記要件（Ｎ）または（Ｏ）を満たすことが好ましく、下記要件（Ｎ）および（Ｏ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｎ）：基板の垂直方向から測定した場合の、波長７７０ｎｍの無偏光光線の透過率が６０％以下

要件（Ｏ）：基板の垂直方向から測定した場合の波長７８０～８００ｎｍの無偏光光線の平均透過率が６０％以上

[0190] 要件（Ｎ）における、波長７７０ｎｍの無偏光光線の透過率は、より好ましくは５０％以下、さらに好ましくは４６％以下である。基板が前記透過率を有していると、人間の目には見えにくい７７０ｎｍの光による赤みの画像不良を低減でき、視感度補正に優れる光学フィルターを容易に得ることができる。

[0191] 要件（Ｏ）における、波長７８０～８００ｎｍの無偏光光線の平均透過率は、より好ましくは７０％以上、さらに好ましくは７５％以上、より好ましくは７７％以上、特に好ましくは９０％以上である。基板が前記透過率を有していると、光学フィルターが不要な近赤外線を吸収することによる、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等の温度上昇をより低減することができる。

[0192] 前記基板は、赤外線に対して吸収特性が低いことが好ましく、下記要件（Ｒ）を満たすことが好ましい。

要件（Ｒ）：波長８２０～１６００ｎｍにおいて、基板の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が７０％以上

基板が前記平均透過率を有していると、光学フィルターが不要な赤外線を吸収することによる、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュー

ル等の温度上昇をより低減することができる。

前記平均透過率は、より好ましくは８０％以上、さらに好ましくは８５％以上、特に好ましくは８９％以上である。

[0193] 前記基板は、前記紫外線吸収剤を有し、３９０～４３０ｎｍの波長範囲において、基板の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となることが好ましい。この範囲に透過率５０％となる光学特性を有することで、青色付近の色の入射角依存性が改良され、視感度補正により優れる光学フィルターを容易に得ることができる。また、紫外線吸収剤を有することにより、要件（Ｋ）および（Ｌ）を満たす光学フィルターを容易に得ることができるため好ましい。

[0194] ＜誘電体多層膜＞

本フィルターは、図１（Ａ）のように、前記基板の一方の面に誘電体多層膜を有してもよく、図１（Ｂ）～（Ｄ）のように、複数の誘電体多層膜を有してもよい。

誘電体多層膜としては、高屈折率材料層と中屈折率材料層と低屈折率材料層から適宜選ばれる複数種の層を積層した誘電体多層膜、連続的に屈折率を変化させた構造を有する層などが挙げられる。

[0195] 高屈折率材料層を構成する材料としては、屈折率が２．０以上の材料を用いることができ、通常、屈折率が２．０～３．６である材料が選択される。なお、本発明において、屈折率は５５０ｎｍにおける値を表す。

前記高屈折率材料層を構成する材料としては、例えば、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ランタン、酸化亜鉛、硫化亜鉛、チタン酸バリウム、ケイ素等を主成分とし、水素、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化錫および／または酸化セリウム等を少量（例えば、主成分に対して０～１０質量％）含有させたもの；環状（ポリ）オレフィン系樹脂、芳香族ポリエーテル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド（アラミド）系樹脂、ポリサルホン系樹脂、ポリエーテルサルホン系樹脂、ポリパラフェニレン系樹脂

、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエチレンナフタレート系樹脂、フッ素化芳香族ポリマー系樹脂、（変性）アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シルセスキオキサン系紫外線硬化型樹脂、マレイミド系樹脂、脂環エポキシ熱硬化型樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、ポリアリレート系樹脂、アリルエステル系硬化型樹脂、アクリル系紫外線硬化型樹脂、ビニル系紫外線硬化型樹脂およびゾルゲル法により形成されたシリカを主成分とする樹脂等の樹脂に前記酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ランタン、酸化イットリウム、酸化亜鉛、硫化亜鉛、酸化インジウム、チタン酸バリウム等を分散させたものが挙げられる。

[0196] 低屈折率材料層を構成する材料としては、屈折率が１．６未満の材料を用いることができ、通常、屈折率が１．２～１．６未満である材料が選択される。このような材料としては、例えば、シリカ、フッ化ランタン、フッ化マグネシウム、六フッ化アルミニウムナトリウム；環状（ポリ）オレフィン系樹脂、芳香族ポリエーテル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド（アラミド）系樹脂、ポリサルホン系樹脂、ポリエーテルサルホン系樹脂、ポリパラフェニレン系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエチレンナフタレート系樹脂、フッ素化芳香族ポリマー系樹脂、（変性）アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シルセスキオキサン系紫外線硬化型樹脂、マレイミド系樹脂、脂環エポキシ熱硬化型樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、ポリアリレート系樹脂、アリルエステル系硬化型樹脂、アクリル系紫外線硬化型樹脂、ビニル系紫外線硬化型樹脂およびゾルゲル法により形成されたシリカを主成分とする樹脂等の樹脂；シリカ、アルミナ、フッ化ランタン、フッ化マグネシウムおよび／または六フッ化アルミニウムナトリウムを前記樹脂に分散させたものが挙げられる。

[0197] 中屈折率材料層を構成する材料としては、屈折率が１．６以上２．０未満の材料を用いることができる。このような材料としては、例えば、アルミナ、酸化ビスマス、酸化ユーロピウム、酸化イッテリウム、酸化イッテルビウム、酸化サマリウム、酸化インジウム、酸化マグネシウム、酸化モリブデン

；これらの材料と前記高屈折率材料層の材料および／または前記低屈折率材料層の材料とを混合したもの；前記高屈折率材料層の材料と前記低屈折率材料層の材料を混合したものが挙げられる。

[0198] 前記誘電体多層膜は、１～１００ｎｍ程度の金属層および／または半導体層を有してもよい。これらの層を構成する材料としては、屈折率が０．１～５．０の材料を用いることができる。このような材料としては、金、銀、銅、亜鉛、アルミニウム、タングステン、チタン、マグネシウム、ニッケル、シリコン、水素化シリコン、ゲルマニウムが挙げられる。これら金属層および半導体層は、可視光領域の波長の消衰係数が高い傾向にあるため、これらの層を設ける場合には、厚みが１～２０ｎｍ程度の薄い層であることが好ましい。

[0199] 高屈折率材料層、中屈折率材料層および／または低屈折率材料層を積層する方法については、これらの材料層を積層した誘電体多層膜が形成される限り特に制限はない。例えば、基板上に、直接、ＣＶＤ法、スパッタ法、真空蒸着法、イオンアシスト蒸着法またはイオンプレーティング法等により、高屈折率材料層と低屈折率材料層とを交互に積層した誘電体多層膜を形成することができる。樹脂を含む層を積層する場合、前述の基板の成形方法と同様に溶融成形またはキャスト成形などにより、好ましくはスピンコート、ディップコート、スリットコート、グラビアコートなどにより形成することができる。

[0200] 前記誘電体多層膜は、各層を構成する材料種、各層の厚さ、積層の順番、ならびに積層数等を適切に選択することで、その光学特性を調整することができる。

前記誘電体多層膜は、波長１２００～１６００ｎｍ以下の赤外線に高い反射率を有することが好ましく、下記要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たすことがより好ましい。

[0201] 要件（Ｐ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

要件（Ｐ）を満たすことにより、本フィルターを固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、人間の目に見えにくい、または見えない近赤外線を遮蔽することができ、良好な画像や、距離情報等を容易に得ることができる。また、誘電体多層膜によれば、光を吸収するのではなく反射することにより遮蔽できるため、撮像装置やモジュール等の温度上昇を抑制でき、暗電流を抑制することができる。

前記平均透過率は、好ましくは６％以下、より好ましくは２％以下である。前記平均透過率は、低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０％である。

[0202] 要件（Ｑ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

要件（Ｑ）を満たすことにより、本フィルターを固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等に使用した場合、外光による撮像装置やモジュール等の温度上昇を抑制でき、暗電流を抑制することができる。

また、要件（Ｑ）を満たすフィルターを用いることで、波長１２００～１６００ｎｍを用いるＬＩＤＡＲを備えた被写体を撮像した場合であっても、該被写体が発する光によって、固体撮像装置、センサーモジュール、カメラモジュール等が破壊される現象を抑制することができる。

前記平均透過率は、好ましくは６％以下、より好ましくは２％以下である。前記平均透過率は、低ければ低い方が好ましく、例えば、下限は０％である。

[0203] 光学フィルターに含まれる多数の誘電体多層膜のうち、一つの誘電体多層膜のみが、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たしてもよいが、より好ましくは光学フィルターが有する全ての誘電体多層膜を併せた特性として要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たすことが好ましい。

[0204] 前記要件（Ｐ）や（Ｑ）を満たす誘電体多層膜は、高屈折率材料層、中屈折率材料層および低屈折率材料層を構成する材料種、これら各層の厚さ、積層の順番、ならびに、積層数を、基板を含めた誘電体多層膜の等価アドミタ

ンスY_Eを元に適切に選択することで形成することができる。

[0205] 光学フィルターの入射側に設けたL層からなる反射防止層の等価アドミタンスY_Eは以下の式で表される。

[0206] [数1]

$$Y_E = C / B \qquad (4)$$

$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \prod_{j=1}^{L} M_j \begin{bmatrix} 1 \\ n_m \end{bmatrix} \qquad (5)$$

[0207] 前記式中、M_jは、光が入射する最初の膜を1番目とし、基板側に向かってj番目に位置する層の特性マトリクスであり、n_mは基板の屈折率である。M_jは以下の式で表される。

[0208] [数2]

$$M_j = \begin{bmatrix} \cos\delta_j & \left(i \sin\delta_j\right)/n_j \\ i\, n_j \left(\sin\delta_j\right) & \cos\delta_j \end{bmatrix} \qquad (6)$$

$$\delta_j = \frac{2\pi}{\lambda} n_j d_j \qquad (7)$$

[0209] 前記式中、n_jはj番目の層の屈折率であり、d_jはj番目の層の物理膜厚であり、λは光の波長であり、iは複素数を表す。

[0210] 光学フィルターの出射側に設けたq層からなる反射防止層の等価アドミタンスY'_Eは、入射側の等価アドミタンスと同様に、以下の式で表される。

[0211] [数3]

$$Y'_E = C' / B' \qquad (8)$$

$$\begin{bmatrix} B' \\ C' \end{bmatrix} = \prod_{j=1}^{q} M'_j \begin{bmatrix} 1 \\ n_m \end{bmatrix} \qquad (9)$$

[0212] 前記式中、M_j'は、光が出射する最後の層（出射側最外層）を1番目とし、基板側に向かって第j層目に位置する層の特性マトリクスであり、n_mは基板の屈折率である。M_j'は以下の式で表される。

[0213]

[数4]

$$M_j' = \begin{bmatrix} \cos\delta_j & (i\sin\delta_j)/n_j \\ i\,n_j(\sin\delta_j) & \cos\delta_j \end{bmatrix} \qquad (10)$$

$$\delta_j = \frac{2\pi}{\lambda} n_j d_j \qquad (11)$$

[0214] 前記式中、n_jはj番目の層の屈折率であり、d_jはj番目の層の物理膜厚であり、λは光の波長であり、iは複素数を表す。

[0215] 前記条件を最適化するには、例えば、光学薄膜設計ソフト（例えば、Ｅｓｓｅｎｔｉａｌ Ｍａｃｌｅｏｄ、Ｔｈｉｎ Ｆｉｌｍ Ｃｅｎｔｅｒ社製）を用い、反射防止機能を発現したい可視光領域の等価アドミタンスを低く、かつ赤外線領域の等価アドミタンスを高く得られるようにパラメーターを設定すればよい。ここで、光学フィルターが有する光の入射面側および出射面側の誘電体多層膜の設計に関し、以下の式で表される、基板を含めた誘電体多層膜の等価アドミタンスと空気の屈折率との差の絶対値（Δｎ）は、反射防止機能を発現したい波長において、好ましくは０．４以下、より好ましくは０．３以下、さらに好ましくは０．２以下である。また反射機能を発現したい波長においては、好ましくは２．０以上、より好ましくは１０以上、さらに好ましくは２０以上である。

[0216] [数5]

$$\Delta n = |Y_E - 1| \quad \text{または} \quad \Delta n = |Y'_E - 1| \qquad (12)$$

[0217] また、波長４４０～５８０ｎｍの可視光透過率が高く、かつ、波長１２００～１６００ｎｍの赤外線透過率が低い等価アドミタンスを両立する誘電体多層膜を得るために、光学膜厚５～８０ｎｍの薄膜層を、好ましくは４層以上、より好ましくは１０層以上、特に好ましくは１４層以上有することが望ましい。前記光学膜厚とは、（層の物理膜厚）×（層の屈折率の実部）で表される物理量である。光学膜厚５～８０ｎｍの薄膜層を有することで、反射帯域の波長の１／３の波長の透過率の低下を抑制することができ、波長４４０～５８０ｎｍの可視光透過率が高い誘電体多層膜が得られる。また、波長

１２００～１６００ｎｍの赤外線透過率が低い等価アドミタンスを有する誘電体多層膜を得るために、光学膜厚２５０～４００ｎｍの層を好ましくは１４層以上、より好ましくは１６層以上、さらに好ましくは１８層以上有することが望ましい。

[0218] また、波長４４０～５８０ｎｍの可視光透過率が高く、かつ、波長７２０～１１００ｎｍの赤外線透過率が低い等価アドミタンスを両立する誘電体多層膜を得るために、波長７２０～１１００ｎｍの１／４の波長に相当する光学膜厚１８０～２７５ｎｍの層を好ましくは１４層以上、より好ましくは１６層以上、さらに好ましくは１８層以上有することが望ましい。

[0219] 例えば、波長４４０～５８０ｎｍの可視光透過率が高く、かつ、波長１２００～１６００ｎｍの近赤外線透過率が低い等価アドミタンスを両立する誘電体多層膜と、４４０～５８０ｎｍの可視光透過率が高く、かつ、波長７２０～１１００ｎｍの赤外線透過率が低い等価アドミタンスを両立する誘電体多層膜と、基板を適切に組み合わせることで、要件（Ａ）、要件（Ｂ）、要件（Ｃ）を満たすことができる。

[0220] ここで、誘電体多層膜と反射率Ｒは以下の式で表される関係にある。

[0221] [数6]

$$R = \frac{(n_0 - Y_E)\cdot(n_0 - Y_E)^*}{(n_0 + Y_E)\cdot(n_0 + Y_E)^*} \qquad (13)$$

[0222] 前記式中、n_0は入射媒質の屈折率、（　　）*は（　　）内の複素共役を表す。

前記式より、光学フィルターの空気中の反射率Ｒを測定することにより、光学フィルターが有する基板を含めた誘電体多層膜の等価アドミタンスを求めることができる。求められる等価アドミタンスは共役解であるが、どちらの共役解もΔｎが前記範囲であることが好ましい。

[0223] ＜その他の機能膜＞

本フィルターは、本発明の効果を損なわない範囲において、基板と誘電体多層膜との間、基板の誘電体多層膜が設けられた面と反対側の面、または誘

電体多層膜の基板が設けられた面と反対側の面に、基板や誘電体多層膜の表面硬度の向上、耐薬品性の向上、帯電防止、傷消しなどの目的で、反射防止層、ハードコート膜、帯電防止膜などの機能膜を適宜設けることができる。

本フィルターは、前記機能膜を１層含んでもよく、２層以上含んでもよい。本フィルターが前記機能膜を２層以上含む場合には、同様の層を２層以上含んでもよいし、異なる層を２層以上含んでもよい。

[0224] 機能膜を積層する方法としては特に制限されないが、反射防止剤、ハードコート剤および／または帯電防止剤等のコーティング剤などを基板や誘電体多層膜に、前記と同様に溶融成形またはキャスト成形する方法等を挙げることができる。

[0225] また、前記コーティング剤などを含む硬化性組成物をバーコーター等で基板や誘電体多層膜上に塗布した後、紫外線照射等により硬化することによっても製造することができる。

[0226] 前記コーティング剤としては、紫外線（ＵＶ）／電子線（ＥＢ）硬化型樹脂や熱硬化型樹脂などが挙げられ、具体的には、ビニル化合物類や、ウレタン系、ウレタンアクリレート系、アクリレート系、エポキシ系およびエポキシアクリレート系樹脂などが挙げられる。これらのコーティング剤を含む前記硬化性組成物としては、ビニル系、ウレタン系、ウレタンアクリレート系、アクリレート系、エポキシ系およびエポキシアクリレート系硬化性組成物などが挙げられる。

[0227] 前記硬化性組成物は重合開始剤を含んでいてもよい。該重合開始剤としては、公知の光重合開始剤や熱重合開始剤を用いることができ、光重合開始剤と熱重合開始剤を併用してもよい。

重合開始剤は、１種単独で用いてもよいし、２種以上を用いてもよい。

[0228] 前記硬化性組成物中、重合開始剤の配合割合は、硬化性組成物の全量を１００質量％とした場合、好ましくは０．１～１０質量％、より好ましくは０．５～１０質量％、さらに好ましくは１～５質量％である。重合開始剤の配合割合が前記範囲にあると、硬化性組成物の硬化特性および取り扱い性に優

れ、所望の硬度を有する反射防止層、ハードコート膜、帯電防止膜などの機能膜を容易に得ることができる。

[0229] 前記硬化性組成物には有機溶剤を加えてもよく、有機溶剤としては、公知の溶剤を使用することができる。有機溶剤の具体例としては、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、オクタノール等のアルコール類；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類；酢酸エチル、酢酸ブチル、乳酸エチル、γ－ブチロラクトン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート等のエステル類；エチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル等のエーテル類；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類；ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、Ｎ－メチルピロリドン等のアミド類を挙げることができる。

これら溶剤は、１種単独で用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

[0230] 前記機能膜の厚さは、好ましくは０．９～３０μｍ、さらに好ましくは０．９～２０μｍ、特に好ましくは０．９～５μｍである。

[0231] また、基板と機能膜および／または誘電他多層膜との密着性や、機能膜と誘電体多層膜との密着性を上げる目的で、基板、機能膜または誘電体多層膜の表面にコロナ処理やプラズマ処理等の表面処理をしてもよい。

[0232] ＜光学フィルターの用途＞

本フィルターは、薄く、優れた視感度補正特性を有し、かつ中赤外線領域にわたるカット特性を有し、暗電流抑制効果を有する。したがって、カメラモジュール等の固体撮像素子の視感度補正用として有用である。特に、ブラックシリコンや有機光電変換素子を有する撮像素子に有用であり、デジタルスチルカメラ、携帯電話用カメラ、スマートフォン用カメラ、デジタルビデオカメラ、ＰＣカメラ、監視カメラ、自動車用カメラ、テレビ、カーナビ、携帯情報端末、パソコン、ビデオゲーム、携帯ゲーム機、指紋認証システム、環境光センサー、距離測定センサー、虹彩認証システム、顔認証システム

、距離測定カメラ、デジタルミュージックプレーヤー等に有用である。

[0233] 本フィルターを撮像装置や各種モジュールに用いる場合の各部材の配置の一例を図５に示す。この図５では、本フィルター１は、レンズ３２、撮像素子（イメージセンサー）２４と共に構成される。光学フィルター１は図５（Ａ）のようにレンズの前方に位置しても、図５（Ｂ）のようにレンズの後方に位置してもよい。また、本フィルターは、図６（Ａ）のようにフレネルゾーンプレート、フレネルレンズなどのレンズとしての役割を有する光学素子３３を用いたレンズレスの固体撮像装置やモジュールに用いてもよい。

[0234] 前記カメラモジュールやセンサーモジュールとしては、例えば、本フィルターを具備し、イメージセンサーや焦点調整機構、位相検出機構、距離測定機構、虹彩認証機構、静脈認証機構、顔認証機構、血流量計、酸化型または還元型ヘモグロビン量計、植生指数計等を備え、画像や情報を電気信号として出力する装置が挙げられる。このようなモジュールとしては、図５のようにレンズを有する構成でもよいし、図６のようにレンズを有さない構成でもよい。

[0235] 前記固体撮像素子を構成する部材としては、シリコン、ブラックシリコン、有機光電変換膜などの特定の波長の光を電荷に変換する光電変換素子が使用される。本フィルターは、ブラックシリコンや有機光電変換膜などの暗電流の抑制が難しい固体撮像素子を用いる用途に好適に用いられる。

[0236] ［ブラックシリコン］

本フィルターを用いた撮像装置の受光部にはブラックシリコンを用いてもよい。ブラックシリコンは、例えば、シリコンウエハに、特定の雰囲気下でレーザー照射することにより、シリコン表面に微小スパイクを形成することで得ることができる。ブラックシリコンを用いた場合、シリコンフォトダイオードを用いた場合に比べ、近赤外線領域の受光感度が高くなる等のため、ブラックシリコンは、近赤外線を用いた撮像素子により好適に用いられる。

ブラックシリコン用いたＣＭＯＳの市販品としては、ＳｉＯｎｙｘ社ＸＱＥシリーズ等が挙げられる。

[0237] ［有機光電変換膜］

本フィルターを用いた撮像装置の受光部には、有機光電変換膜を用いてもよい。有機光電変換膜とは、特定の波長の光を吸収し、電流または電圧を生じる有機製の膜である。シリコンフォトダイオードを用いた撮像素子では、可視域または近赤外線領域に吸収を持つため、画素ごとにカラーフィルターを用いて光を減衰する必要があるが、有機光電変換膜では、特定の波長毎に感度を持つ画素を作製することができることから、光を減衰する必要が不要となり、色再現性向上等の点でより好ましい。有機光電変換膜を用いた撮像素子は、国際公開第２０１６／１１７３８１号、国際公開第２０１７／０７７７９０号等に記載の方法で得ることができる。

[0238] ［暗電流］

暗電流とは、撮像素子に全く光が当たっていない状態でも撮像素子に生じる電流であり、ランダムな電気信号として出力される。そのため、ノイズとして画像不良を招く。光電変換素子のギャップが小さい場合、価電子帯の電子が熱的に励起されて伝導帯に分布しやすいことが暗電流発生の原因となる。暗電流は撮像装置や各種モジュールの構造、材料によって異なるが、例えば次式のように近似できる場合がある。

[0239] [数7]

$$I(t) = CT^{\frac{3}{2}} \cdot exp(-Eg/2kT) \qquad (14)$$

Ｉ（ｔ）:暗電流、Ｃ:ピクセルの受講面積に関する定数、Ｔ:絶対温度、Ｅｇ:光電変換素子のエネルギーバンドギャップ、ｋ:ボルツマン定数

[0240] 式（１４）のとおり、暗電流は通常、温度が上昇するにつれ増加する傾向にある。そのため、温度上昇を抑制することは暗電流抑制の一手段となる。本フィルターは、視感度補正に優れることに加え、赤外線領域の広い範囲に高い反射特性を有し、外光による温度上昇を抑制することができるため、暗電流抑制効果を有すると考えられる。

実施例

[0241] 以下、実施例に基づいて本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれ

ら実施例に何ら限定されない。なお、「部」は、特に断りのない限り「質量部」を意味する。また、各物性値の測定方法および物性の評価方法は以下のとおりである。

[0242] ＜分子量＞

樹脂の分子量は、東ソー（株）製ＧＰＣ装置（ＨＬＣ－８２２０型、カラム：ＴＳＫｇｅｌα－Ｍ、展開溶剤：ＴＨＦ）を用い、標準ポリスチレン換算の重量平均分子量（Ｍｗ）および数平均分子量（Ｍｎ）を測定した。

[0243] ＜ガラス転移温度（Ｔｇ）＞

エスアイアイ・ナノテクノロジーズ（株）製の示差走査熱量計（ＤＳＣ６２００）を用いて、昇温速度：毎分２０℃、窒素気流下で測定した。

[0244] ＜分光透過率＞

光学フィルターの各波長域における透過率は、（株）日立ハイテクノロジーズ製の分光光度計（Ｕ－４１００）を用いて測定した。

ここで、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の透過率は、図２（Ａ）のように、光学フィルター１の面に対して垂直方向から光５を入射し、垂直方向に透過した光１を分光光度計６で測定し、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の透過率は、図２（Ｂ）のように、光学フィルター１の面の垂直方向に対して３０°の角度から光５’を入射し、垂直方向に対して３０°の角度で透過した光５’を分光光度計６で測定した。

なお、波長Ａ～Ｂｎｍの平均透過率は、Ａｎｍ以上Ｂｎｍ以下の、１ｎｍ刻みの各波長における透過率を測定し、その透過率の合計を、測定した透過率の数（波長範囲、Ｂ－Ａ＋１）で除した値により算出した。

誘電体多層膜が有する分光透過率は、光学薄膜設計ソフトＥｓｓｅｎｔｉａｌ　Ｍａｃｌｅｏｄを用いて、基板の屈折率、誘電体多層膜の各層の屈折率、消衰係数および各層の膜厚を元に計算した。無偏光光線の透過率は、Ｓ偏光透過率とＰ偏光透過率の平均より算出した値を用いた。

[0245] ＜分光反射率＞

光学フィルターの各波長域における反射率は、（株）日立ハイテクノロジーズ製の分光光度計（Ｕ－４１００）を用いて測定した。

ここで、光学フィルターの垂直方向に対して５°の角度から入射する光の反射率は、図３のように光学フィルター１の垂直方向に対して５°の角度で入射する光が反射した光１１を分光光度計６で測定した。

なお、波長Ａ～Ｂｎｍの平均反射率は、Ａｎｍ以上Ｂｎｍ以下の、１ｎｍ刻みの各波長における反射率を測定し、その反射率の合計を、測定した反射率の数（波長範囲、Ｂ－Ａ＋１）で除した値により算出した。無偏光光線の反射率は、Ｓ偏光反射率とＰ偏光反射率の平均より算出した値を用いた。

[0246] ＜暗電流抑制効果＞

暗電流抑制効果の指標として、光学フィルターを介して透過した光によるセンサーの温度上昇量を測定した。

ここで、光源は林時計工業（株）製ルミナーエースＬＡ－１５０ＴＸとライトガイドＱＬＧＣ１－８Ｌ１０００－Ｒ１８を用い、光源（ライトガイドの先）をイメージセンサーより２ｃｍの距離の位置に固定し、イメージセンサーとして、ソニー（株）製ＤＳＣ－ＷＸ１０に内蔵の撮像素子を用い、温度計には横河計測（株）製ディジタル温度計ＴＸ－１０を用い、図４の位置関係で、１０分間光を照射後の温度を測定した。評価は室温２３℃湿度６０％の環境下において、光学フィルターをセットしていない状態で測定した温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られたものを〇、４．５℃未満のものを×とした。

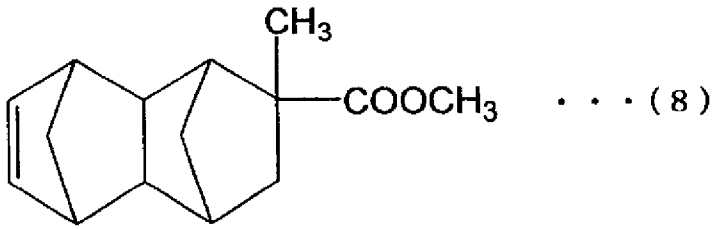
[0247] 下記実施例で用いた赤外線吸収色素は、一般的に知られている方法で合成した。当該合成方法としては、例えば、特許第３３６６６９７号公報、特許第２８４６０９１号公報、特許第２８６４４７５号公報、特許第３７０３８６９号公報、特開昭６０－２２８４４８号公報、特開平１－１４６８４６号公報、特開平１－２２８９６０号公報、特許第４０８１１４９号公報、特開昭６３－１２４０５４号公報、「フタロシアニン－化学と機能－」（アイピーシー、１９９７年）、特開２００７－１６９３１５号公報、特開２００９

－１０８２６７号公報、特開２０１０－２４１８７３号公報、特許第３６９９４６４号公報、特許第４７４０６３１号公報に記載されている方法を挙げることができる。

[0248] ＜樹脂合成例１＞

下記式（８）で表される８－メチル－８－メトキシカルボニルテトラシクロ［４．４．０．$1^{2,5}$．$1^{7,10}$］ドデカ－３－エン（以下「ＤＮＭ」ともいう。）１００部、１－ヘキセン（分子量調節剤）１８部およびトルエン（開環重合反応用溶媒）３００部を、窒素置換した反応容器に仕込み、この溶液を８０℃に加熱した。次いで、反応容器内の溶液に、重合触媒として、トリエチルアルミニウムのトルエン溶液（０．６ｍｏｌ／リットル）０．２部と、メタノール変性の六塩化タングステンのトルエン溶液（濃度０．０２５ｍｏｌ／リットル）０．９部とを添加し、この溶液を８０℃で３時間加熱撹拌することにより開環重合反応させて、開環重合体溶液を得た。この重合反応における重合転化率は９７％であった。

[0249] [化23]



・・・（８）

[0250] このようにして得られた開環重合体溶液１，０００部をオートクレーブに仕込み、この開環重合体溶液に、ＲｕＨＣｌ（ＣＯ）［Ｐ（C_6H_5）$_3$］$_3$を０．１２部添加し、水素ガス圧１００ｋｇ／ｃｍ^2、反応温度１６５℃の条件下で、３時間加熱撹拌して水素添加反応を行った。得られた反応溶液（水素添加重合体溶液）を冷却した後、水素ガスを放圧した。この反応溶液を大量のメタノール中に注いで凝固物を分離回収し、これを乾燥して、水素添加重合体（以下「樹脂Ａ」ともいう。）を得た。得られた樹脂Ａは、Ｍｎが３２，０００、Ｍｗが１３７，０００であり、Ｔｇが１６５℃であった。

[0251] ［実施例１］

実施例１では、ガラス製支持基板を基板とする光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

ホウケイ酸塩系ガラス製支持基板（ショット日本（株）製Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ、基板の光学特性は表１６に記載）の両面にイオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１１に記載の設計１の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．１１ｍｍの光学フィルター１を得た。

なお、表１１に記載の設計１における膜厚は物理膜厚を表す。また、表１６の要件（Ｐ）および（Ｑ）の結果は、光学フィルターに含まれる誘電体多層膜全ての合計の光学特性を示す。以下同様。

[0252] 得られた光学フィルター１の光学特性を表１６に示す。光学フィルター１は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｊ）および（Ｍ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の緑色の色味変化が少ない良好な特性、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。また、光学フィルター１は、要件（Ｂ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0253] ［実施例２］

実施例２では、赤外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する基板を含む光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

下記硬化性組成物溶液（１）をホウケイ酸塩系ガラス支持基板（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ）上にスピンコートで塗布した後、ホットプレート上にて、８０℃で２分間加熱することで溶剤を揮発除去し、後述する吸収層との接着層として機能する樹脂層を形成した。この際、該樹脂層の膜厚が０．８μｍ程度となるようにスピンコーターの塗布条件を調

整した。

[0254] 硬化性組成物溶液（１）：イソシアヌル酸エチレンオキサイド変性トリアクリレート（商品名：アロニックスＭ－３１５、東亜合成（株）製）３０質量部、１，９－ノナンジオールジアクリレート２０質量部、メタクリル酸２０質量部、メタクリル酸グリシジル３０質量部、３－グリシドキシプロピルトリメトキシシラン５質量部、１－ヒドロキシシクロヘキシルベンゾフェノン（商品名：ＩＲＧＡＣＵＲＥ１８４、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ（株）製）５質量部、および、サンエイドＳＩ－１１０主剤（三新化学工業（株）製）１質量部を混合し、固形分濃度が５０質量％になるようにプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートに溶解した後、孔径０．２μｍのミリポアフィルタでろ過した溶液

[0255] 容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ａ）０．４８０部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が８質量％の溶液（Ａ２）を調製した。次に、前記樹脂層上に、アプリケーターを用いて前記溶液（Ａ２）を乾燥後の膜厚が１０μｍとなるような条件で塗布し、ホットプレート上にて、８０℃で５分間加熱し、さらに減圧下１００℃で２時間溶剤を揮発除去後、コンベア式露光機を用いて露光（露光量：１Ｊ／ｃｍ^2、照度：２００ｍＷ）した後、オーブン中１８０℃で５分間焼成し、赤外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する厚み０．１１ｍｍの基板を形成した。なお、前記化合物（Ａ）の濃度および吸収層の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の特性となるように設定した値である。

[0256] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１１に記載の設計２の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．１２ｍｍの光学フィルター２を得た。

なお、表１１に記載の設計２における膜厚は物理膜厚を表す。

[0257] 得られた光学フィルター２の光学特性を表１６に示す。光学フィルター２

は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）および（Ｍ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。また、光学フィルター２は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0258] ［実施例３］

実施例３では、２種の赤外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収板を基板とする光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ｂ）０．０３４部、化合物（Ｃ）０．０９５部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液を調製した。得られた溶液をホウケイ酸塩系ガラス支持体（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ）上にキャストし、６０℃で８時間乾燥し、さらに減圧下１４０℃で８時間乾燥した後、該支持体から剥離することで、赤外線吸収剤を含有する厚み０．１ｍｍの樹脂製の吸収板（基板）を得た。なお、前記化合物（Ｂ）および（Ｃ）の濃度ならびに吸収板の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の要件（Ｎ）、（Ｏ）および（Ｒ）を満たすように設定した値である。

[0259] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１１に記載の設計３の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．１０８ｍｍの光学フィルター３を得た。

なお、表１１に記載の設計３における膜厚は物理膜厚を表す。

[0260] 得られた光学フィルター３の光学特性を表１６および図７に示す。光学フィルター３は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、

赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に基板は前記赤外線吸収剤（ＤＡ）および（ＤＢ）を含み、赤色の入射角依存性が非常に少ない光学フィルターであった。また、光学フィルター３は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0261] ［実施例４］

実施例４では、２種の赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収板を基板とする光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ｂ）０．０３４部、化合物（Ｃ）０．０９５部、化合物（Ｆ）０．０４５部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液を調製した。得られた溶液をホウケイ酸塩系ガラス支持体（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ）上にキャストし、６０℃で８時間乾燥し、さらに減圧下１４０℃で４時間乾燥した後、該支持体から剥離することで、赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する厚み０．１ｍｍの樹脂製の吸収板（基板）を得た。なお、前記化合物（Ｂ）、（Ｃ）および（Ｆ）の濃度ならびに吸収板の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の要件（Ｎ）、（Ｏ）および（Ｒ）を満たすように設定した値である。

[0262] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１２に記載の設計４の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの、図１１に記載の設計光学特性］を形成し、厚さ０．１１ｍｍの光学フィルター４を得た。

なお、表１２に記載の設計４における膜厚は物理膜厚を表す。

[0263] 得られた光学フィルター４の光学特性を表１６に示す。光学フィルター４

は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に要件（Ｋ）および（Ｌ）において、λ０（ＵＶ）が４２１ｎｍ以下であり、高い青色透過率特性と、λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）が３．４ｎｍであり、青色の入射角依存性は高入射角では透過率が下がる特性を有しており、緑色、赤色の入射角依存性と整合し、色味の入射角依存性が非常に少ない光学フィルターであった。また、光学フィルター４は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0264] ［実施例５］

実施例５では、赤外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収板を基板とする光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ｂ）０．１４７部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液を調製した。得られた溶液をホウケイ酸塩系ガラス支持体（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ）上にキャストし、６０℃で８時間乾燥し、さらに減圧下１４０℃で４時間乾燥した後、該支持体から剥離することで、赤外線吸収剤を含有する厚み０．０５ｍｍの樹脂製の吸収板（基板）を得た。なお、前記化合物（Ｂ）の濃度および吸収板の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の特性となるように設定した値である。

[0265] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１２に記載の設計５の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．０５８ｍｍの光学フィルター５を得た。

なお、表１２に記載の設計５における膜厚は物理膜厚を表す。

[0266] 得られた光学フィルター５の光学特性を表１６に示す。光学フィルター５は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）および（Ｍ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。また、光学フィルター５は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0267] ［実施例６］

実施例６では、２種の赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する基板を含み、近赤外線７５０～１０００ｎｍに透過帯を有する光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

前記硬化性組成物溶液（１）をホウケイ酸塩系ガラス支持基板（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．０５ｍｍ）上にスピンコートで塗布した後、ホットプレート上にて、８０℃で２分間加熱することで溶剤を揮発除去し、後述する吸収層との接着層として機能する樹脂層を形成した。この際、該樹脂層の膜厚が０．８μｍ程度となるようにスピンコーターの塗布条件を調整した。

[0268] 容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ｂ）０．３３８部、化合物（Ｃ）０．９４５部、化合物（Ｆ）０．７５０部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液（Ａ６）を調製した。次に、前記樹脂層上に、アプリケーターを用いて前記溶液（Ａ６）を乾燥後の膜厚が１０μｍとなるような条件で塗布し、ホットプレート上にて、８０℃で５分間加熱し、さらに減圧下１００℃で２時間溶剤を揮発除去後、コンベア式露光機を用いて露光（露光量：１Ｊ／ｃｍ^2、照度：２００ｍＷ）した後、オーブン中１８０℃で５分間焼成することで、赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する厚み０．０６ｍｍの基板を得た。な

お、前記化合物（Ｂ）、（Ｃ）および（Ｆ）の濃度ならびに吸収層の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の要件（Ｎ）、（Ｏ）および（Ｒ）を満たすように設定した値である。

[0269] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１２に記載の設計６の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層と酸化タンタル（Ta_2O_5：５５０ｎｍの光の屈折率２．１４）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．０７１ｍｍの光学フィルター６を得た。

なお、表１２に記載の設計６における膜厚は物理膜厚を表す。

[0270] 得られた光学フィルター６の光学特性を表１６および図８に示す。光学フィルター６は、要件（Ａ）を満たし、高い可視光透過率を有し、要件（Ｂ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、要件（Ａ）、（Ｄ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に要件（Ｄ）において、波長７５０～１０００ｎｍにおいて透過率が５０％以上となる透過帯域が波長９３０～９４７ｎｍの１８ｎｍであり、近赤外線センサーとして波長９３０～９４７ｎｍに高い感度と、該透過帯域以外の波長７２０～１１００ｎｍの近赤外線における遮蔽性を両立した光学フィルターであった。また、光学フィルター６は、要件（Ｂ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0271] ［実施例７］

実施例６と同様の手順より赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する厚み０．０６ｍｍの基板を得た。

得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１３に記載の設計７の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層

膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層と酸化タンタル（Ta_2O_5：５５０ｎｍの光の屈折率２．１４）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．０７６ｍｍの光学フィルター７を得た。

なお、表１３に記載の設計７における膜厚は物理膜厚を表す。

[0272] 得られた光学フィルター７の光学特性を表１６および図９に示す。光学フィルター７は、要件（Ａ）を満たし、高い可視光透過率を有し、要件（Ｂ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、要件（Ａ）、（Ｄ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に要件（Ｄ）において、波長７５０～１０００ｎｍにおいて透過率が５０％以上となる透過帯域が波長９３０～９３１ｎｍの２ｎｍであり、近赤外線センサーとして波長９３０～９３１ｎｍに高い感度と、該透過帯域以外の波長７２０～１１００ｎｍの近赤外線における遮蔽性を両立した光学フィルターであった。また、光学フィルター７は、要件（Ｂ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0273] ［実施例８］

実施例８では、４種の赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する基板を含み、誘電体多層膜に中屈折率材料層を有する光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

前記硬化性組成物溶液（１）をホウケイ酸塩系ガラス支持基板（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．０５ｍｍ）上にスピンコートで塗布した後、ホットプレート上にて、８０℃で２分間加熱することで溶剤を揮発除去し、後述する吸収層との接着層として機能する樹脂層を形成した。この際、該樹脂層の膜厚が０．８μｍ程度となるようにスピンコーターの塗布条件を調整した。

[0274] 容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ａ）０．０４０部、化合物（Ｂ）０．１８４部、化合物（Ｃ）０．９４５部、化合物（Ｄ）０．２１０部、化合物（Ｆ）０．７５０部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液（Ａ８）を調製した。次に、前記樹脂層上に、アプリケーターを用いて前記溶液（Ａ８）を乾燥後の膜厚が１０μｍとなるような条件で塗布し、ホットプレート上にて、８０℃で５分間加熱し、さらに減圧下１００℃で２時間溶剤を揮発除去後、コンベア式露光機を用いて露光（露光量：１Ｊ／ｃｍ^2、照度：２００ｍＷ）した後、オーブン中１８０℃で５分間焼成することで、赤外線吸収剤および紫外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収層を有する厚み０．０６ｍｍの基板を得た。なお、前記化合物（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）、（Ｄ）および（Ｆ）の濃度ならびに吸収層の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の要件（Ｎ）、（Ｏ）および（Ｒ）を満たすように設定した値である。

[0275] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１３に記載の設計８の、要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの、シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層と酸化イッテルビウム（Yb_2O_3：５５０ｎｍの光の屈折率１．８３）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．０６９ｍｍの光学フィルター８を得た。

なお、表１３に記載の設計８における膜厚は物理膜厚を表す。

[0276] 得られた光学フィルター８の光学特性を表１６に示す。光学フィルター８は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に中屈折率材料層を含む誘電体多層膜を有することから、積層数が少ないにもかかわらず、撮像装置と

人間の目の視感度を補正する特性と近赤外線の遮蔽特性を有していた。また、光学フィルター８は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0277] ［実施例９］

実施例３における化合物（Ｃ）０．０９５部の代わりに、化合物（Ｃ）を０．０４１部、化合物（Ｅ）を０．０１部、化合物（Ｆ）を０．０４５部用いた他は同様の手順・条件にて厚さ０．１０８ｍｍの光学フィルター９を得た。

[0278] 得られた光学フィルター９の光学特性を表１６に示す。光学フィルター９は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｅ）、（Ｈ）、（Ｊ）、（Ｍ）、（Ｋ）および（Ｌ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の青色、緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性を有し、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。特に吸収板は前記赤外線吸収剤（ＤＡ）および（ＤＢ）を含み、赤色の入射角依存性が非常に少ない光学フィルターであった。また、光学フィルター９は、要件（Ｂ）、（Ｅ）、（Ｆ）および（Ｇ）を満たし、赤外線遮蔽性能を有し、かつ低い吸収特性を有し、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上温度抑制効果が得られた。

[0279] ［比較例１］

比較例１では、赤外線吸収剤を含有する樹脂製の吸収板を基板とする要件（Ｂ）を満たさない従来の光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

容器に、樹脂合成例１で得られた樹脂Ａ　１００部、化合物（Ｂ）０．０３４部、化合物（Ｃ）０．０９５部およびジクロロメタンを加えて樹脂濃度が２０質量％の溶液を調製した。得られた溶液をガラス支持体（ショット日本（株）製、Ｄ２６３、厚み０．１ｍｍ）上にキャストし、６０℃で８時間

乾燥し、さらに減圧下１４０℃で４時間乾燥した後、該支持体から剥離することで、赤外線吸収剤を含有する厚み０．１０ｍｍの樹脂製の吸収板（基板）を得た。なお、前記化合物（Ｂ）および（Ｃ）の濃度ならびに吸収板の膜厚は、基板の光学特性が表１６に記載の特性となるように設定した値である。

[0280] 得られた基板を、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１４に記載の設計９の、要件（Ｑ）を満たさない誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（TiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの、図１２に記載の設計光学特性］を形成し、厚み０．１０６ｍｍの光学フィルター９を得た。

なお、表１４に記載の設計９における膜厚は物理膜厚を表す。

[0281] 得られた光学フィルター９の光学特性を表１６および図１０に示す。光学フィルター９は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｈ）、（Ｊ）および（Ｍ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。しかし、光学フィルター９は、要件（Ｇ）は満たすが、要件（Ｂ）、（Ｅ）および（Ｆ）を満たしておらず、暗電流抑制効果が得られる赤外線遮蔽性能を有しておらず、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上の温度抑制効果が得られなかった。

[0282] ［比較例２］

比較例２では、リン酸銅塩ガラスからなる吸収板を基板とする要件（Ｂ）を満たさない従来の光学フィルターを以下の手順および条件で作製した。

松浪硝子工業（株）製赤外カットフィルター（ＢＳ１１を厚み０．０９ｍｍに調整したもの）に、イオンアシスト真空蒸着装置を用い、蒸着温度１２０℃で、表１４に記載の設計１０の、要件（Ｑ）を満たさない誘電体多層膜［シリカ（SiO_2：５５０ｎｍの光の屈折率１．４５）層とチタニア（Ｔｉ

O_2：５５０ｎｍの光の屈折率２．４５）層とが交互に積層されてなるもの］を形成し、厚さ０．０９５ｍｍの光学フィルター１０を得た。

なお、表１４に記載の設計１０における膜厚は物理膜厚を表す。

[0283] 得られた光学フィルター１０の光学特性を表１６に示す。光学フィルター１０は、要件（Ａ）、（Ｃ）、（Ｈ）および（Ｍ）を満たし、高い可視光透過率、斜め入射時の緑色、赤色の色味変化が少ない良好な特性、近赤外線の遮光特性を有し、撮像装置と人間の目の視感度を補正する特性を有していた。しかし、要件（Ｆ）は満たすが、要件（Ｂ）、（Ｅ）および（Ｇ）を満たしておらず、暗電流抑制効果が得られる赤外線遮蔽性能を有しておらず、暗電流抑制効果評価の結果、光学フィルターをセットしていない状態の温度上昇よりも４．５℃以上の温度抑制効果が得られなかった。

[0284] ＜赤外線吸収剤＞

化合物（Ａ）：式（ｚ－７４）、ジクロロメタン中に溶解させた際の吸収極大波長６９８ｎｍ

化合物（Ｂ）：式（ｚ－７５）、ジクロロメタン中に溶解させた際の吸収極大波長７０４ｎｍ

化合物（Ｃ）：式（ｖ－３）、ジクロロメタン中に溶解させた際の吸収極大波長７３３ｎｍ

化合物（Ｄ）：式（ｖ－４０）、ジクロロメタン中に溶解させた際の吸収極大波長７３８ｎｍ

化合物（Ｅ）：式（ｓ－６）、ジクロロメタン中に溶解させた際の吸収極大波長７６０ｎｍ

[0285] ＜紫外線吸収剤＞

化合物（Ｆ）：オリエント化学工業（株）製「ＢＯＮＡＳＯＲＢ　ＵＡ－３９１１」

[0286]

[表11]

実施例1				実施例2				実施例3			
設計1				設計2				設計3			
面X		面Y		面X		面Y		面X		面Y	
材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)
TiO2	8.9	TiO2	5.0	TiO2	8.3	TiO2	5.0	TiO2	8.9	TiO2	5.0
SiO2	26.2	SiO2	364.8	SiO2	30.5	SiO2	232.6	SiO2	26.2	SiO2	364.8
TiO2	92.8	TiO2	17.8	TiO2	100.9	TiO2	15.6	TiO2	92.8	TiO2	17.8
SiO2	170.1	SiO2	32.5	SiO2	180.2	SiO2	33.6	SiO2	170.1	SiO2	32.5
TiO2	101.8	TiO2	127.5	TiO2	108.3	TiO2	124.6	TiO2	101.8	TiO2	127.5
SiO2	183.0	SiO2	30.5	SiO2	182.6	SiO2	29.4	SiO2	183.0	SiO2	30.5
TiO2	104.2	TiO2	15.2	TiO2	95.2	TiO2	15.3	TiO2	104.2	TiO2	15.2
SiO2	170.7	SiO2	179.5	SiO2	152.9	SiO2	174.8	SiO2	170.7	SiO2	179.5
TiO2	88.3	TiO2	13.2	TiO2	84.5	TiO2	12.6	TiO2	88.3	TiO2	13.2
SiO2	148.4	SiO2	30.7	SiO2	146.0	SiO2	29.5	SiO2	148.4	SiO2	30.7
TiO2	85.6	TiO2	119.8	TiO2	81.7	TiO2	116.3	TiO2	85.6	TiO2	119.8
SiO2	145.9	SiO2	31.3	SiO2	144.1	SiO2	29.7	SiO2	145.9	SiO2	31.3
TiO2	83.0	TiO2	13.3	TiO2	80.8	TiO2	13.1	TiO2	83.0	TiO2	13.3
SiO2	146.8	SiO2	168.4	SiO2	143.2	SiO2	165.4	SiO2	146.8	SiO2	168.4
TiO2	82.3	TiO2	13.4	TiO2	80.9	TiO2	13.0	TiO2	82.3	TiO2	13.4
SiO2	148.8	SiO2	30.4	SiO2	143.3	SiO2	29.0	SiO2	148.8	SiO2	30.4
TiO2	80.9	TiO2	115.6	TiO2	80.8	TiO2	111.7	TiO2	80.9	TiO2	115.6
SiO2	149.6	SiO2	26.7	SiO2	144.8	SiO2	25.3	SiO2	149.6	SiO2	26.7
TiO2	81.2	TiO2	13.4	TiO2	80.7	TiO2	13.4	TiO2	81.2	TiO2	13.4
SiO2	150.9	SiO2	182.4	SiO2	145.6	SiO2	178.2	SiO2	150.9	SiO2	182.4
TiO2	85.2	TiO2	15.6	TiO2	81.9	TiO2	15.2	TiO2	85.2	TiO2	15.6
SiO2	152.1	SiO2	25.0	SiO2	150.0	SiO2	23.8	SiO2	152.1	SiO2	25.0
TiO2	95.8	TiO2	105.7	TiO2	85.4	TiO2	103.3	TiO2	95.8	TiO2	105.7
SiO2	179.8	SiO2	22.5	SiO2	166.2	SiO2	22.1	SiO2	179.8	SiO2	22.5
TiO2	108.0	TiO2	16.1	TiO2	107.5	TiO2	15.9	TiO2	108.0	TiO2	16.1
SiO2	184.9	SiO2	192.6	SiO2	192.9	SiO2	187.1	SiO2	184.9	SiO2	192.6
TiO2	105.7	TiO2	15.8	TiO2	112.4	TiO2	15.3	TiO2	105.7	TiO2	15.8
SiO2	186.0	SiO2	22.9	SiO2	194.2	SiO2	21.8	SiO2	186.0	SiO2	22.9
TiO2	109.5	TiO2	107.6	TiO2	116.3	TiO2	105.3	TiO2	109.5	TiO2	107.6
SiO2	186.2	SiO2	25.7	SiO2	193.0	SiO2	25.1	SiO2	186.2	SiO2	25.7
TiO2	106.6	TiO2	15.0	TiO2	113.7	TiO2	14.5	TiO2	106.6	TiO2	15.0
SiO2	185.4	SiO2	180.1	SiO2	192.7	SiO2	173.7	SiO2	185.4	SiO2	180.1
TiO2	109.2	TiO2	13.6	TiO2	105.3	TiO2	12.9	TiO2	109.2	TiO2	13.6
SiO2	186.1	SiO2	27.1	SiO2	168.5	SiO2	26.7	SiO2	186.1	SiO2	27.1
TiO2	106.1	TiO2	113.7	TiO2	98.2	TiO2	112.6	TiO2	106.1	TiO2	113.7
SiO2	183.5	SiO2	26.9	SiO2	182.4	SiO2	27.0	SiO2	183.5	SiO2	26.9
TiO2	106.1	TiO2	13.6	TiO2	108.6	TiO2	12.8	TiO2	106.1	TiO2	13.6
SiO2	181.4	SiO2	180.3	SiO2	180.0	SiO2	172.0	SiO2	181.4	SiO2	180.3
TiO2	100.7	TiO2	15.3	TiO2	94.4	TiO2	14.4	TiO2	100.7	TiO2	15.3
SiO2	85.5	SiO2	25.8	SiO2	78.5	SiO2	25.9	SiO2	85.5	SiO2	25.8
		TiO2	106.0			TiO2	105.4			TiO2	106.0
		SiO2	21.9			SiO2	21.8			SiO2	21.9
		TiO2	16.5			TiO2	15.4			TiO2	16.5
		SiO2	197.0			SiO2	190.0			SiO2	197.0
		TiO2	18.1			TiO2	17.1			TiO2	18.1
		SiO2	22.3			SiO2	21.7			SiO2	22.3
		TiO2	99.4			TiO2	98.7			TiO2	99.4
		SiO2	22.6			SiO2	22.0			SiO2	22.6
		TiO2	18.1			TiO2	17.2			TiO2	18.1
		SiO2	198.2			SiO2	192.1			SiO2	198.2
		TiO2	16.5			TiO2	16.0			TiO2	16.5
		SiO2	24.4			SiO2	23.9			SiO2	24.4
		TiO2	116.6			TiO2	115.1			TiO2	116.6
		SiO2	29.6			SiO2	29.0			SiO2	29.6
		TiO2	18.2			TiO2	17.5			TiO2	18.2
		SiO2	240.5			SiO2	234.5			SiO2	240.5
		TiO2	16.2			TiO2	15.1			TiO2	16.2
		SiO2	48.8			SiO2	49.1			SiO2	48.8
		TiO2	35.1			TiO2	33.3			TiO2	35.1
		SiO2	20.8			SiO2	20.8			SiO2	20.8
		TiO2	149.4			TiO2	144.4			TiO2	149.4
		SiO2	28.4			SiO2	27.5			SiO2	28.4
		TiO2	20.9			TiO2	20.4			TiO2	20.9
		SiO2	219.8			SiO2	213.9			SiO2	219.8
		TiO2	20.3			TiO2	20.0			TiO2	20.3
		SiO2	23.3			SiO2	22.6			SiO2	23.3
		TiO2	97.5			TiO2	95.1			TiO2	97.5
		SiO2	21.6			SiO2	20.8			SiO2	21.6
		TiO2	20.8			TiO2	20.1			TiO2	20.8
		SiO2	215.4			SiO2	209.5			SiO2	215.4
		TiO2	21.6			TiO2	20.8			TiO2	21.6
		SiO2	25.5			SiO2	24.5			SiO2	25.5
		TiO2	77.9			TiO2	77.4			TiO2	77.9
		SiO2	14.2			SiO2	15.5			SiO2	14.2
		TiO2	27.9			TiO2	25.9			TiO2	27.9
		SiO2	104.8			SiO2	102.5			SiO2	104.8

[0287]

[表12]

実施例4				実施例5				実施例6			
設計4				設計5				設計6			
面X		面Y		面X		面Y		面X		面Y	
材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)
TiO2	8.9	TiO2	5.0	TiO2	7.5	TiO2	5.0	Ta2O5	8.5	Ta2O5	5.0
SiO2	26.2	SiO2	364.8	SiO2	34.3	SiO2	369.2	SiO2	28.1	SiO2	364.8
TiO2	92.8	TiO2	17.8	TiO2	94.8	TiO2	19.8	Ta2O5	106.5	Ta2O5	17.8
SiO2	170.1	SiO2	32.5	SiO2	157.4	SiO2	28.1	SiO2	151.6	SiO2	32.5
TiO2	101.8	TiO2	127.5	TiO2	85.9	TiO2	136.6	Ta2O5	96.6	Ta2O5	127.5
SiO2	183.0	SiO2	30.5	SiO2	151.1	SiO2	36.3	SiO2	143.3	SiO2	30.5
TiO2	104.2	TiO2	15.2	TiO2	83.0	TiO2	17.4	Ta2O5	94.8	Ta2O5	15.2
SiO2	170.7	SiO2	179.5	SiO2	149.1	SiO2	237.6	SiO2	140.8	SiO2	179.5
TiO2	88.3	TiO2	13.2	TiO2	82.7	TiO2	22.9	Ta2O5	94.0	Ta2O5	13.2
SiO2	148.4	SiO2	30.7	SiO2	148.8	SiO2	26.2	SiO2	140.5	SiO2	30.7
TiO2	85.6	TiO2	119.8	TiO2	83.0	TiO2	158.7	Ta2O5	93.7	Ta2O5	119.8
SiO2	145.9	SiO2	31.3	SiO2	147.0	SiO2	28.4	SiO2	139.9	SiO2	31.3
TiO2	83.0	TiO2	13.3	TiO2	84.0	TiO2	21.4	Ta2O5	93.3	Ta2O5	13.3
SiO2	146.8	SiO2	168.4	SiO2	147.8	SiO2	243.4	SiO2	138.6	SiO2	168.4
TiO2	82.3	TiO2	13.4	TiO2	85.4	TiO2	17.2	Ta2O5	93.1	Ta2O5	13.4
SiO2	148.8	SiO2	30.4	SiO2	153.0	SiO2	35.1	SiO2	137.6	SiO2	30.4
TiO2	80.9	TiO2	115.6	TiO2	85.7	TiO2	128.5	Ta2O5	93.2	Ta2O5	115.6
SiO2	149.6	SiO2	26.7	SiO2	167.5	SiO2	29.3	SiO2	139.9	SiO2	26.7
TiO2	81.2	TiO2	13.4	TiO2	103.0	TiO2	15.3	Ta2O5	96.0	Ta2O5	13.4
SiO2	150.9	SiO2	182.4	SiO2	189.5	SiO2	188.9	SiO2	144.7	SiO2	182.4
TiO2	85.2	TiO2	15.6	TiO2	107.7	TiO2	14.3	Ta2O5	109.1	Ta2O5	15.6
SiO2	152.1	SiO2	25.0	SiO2	182.8	SiO2	27.7	SiO2	358.7	SiO2	25.0
TiO2	95.8	TiO2	105.7	TiO2	107.7	TiO2	113.9	Ta2O5	122.5	Ta2O5	105.7
SiO2	179.8	SiO2	22.5	SiO2	191.8	SiO2	25.4	SiO2	193.1	SiO2	22.5
TiO2	108.0	TiO2	16.1	TiO2	109.0	TiO2	15.5	Ta2O5	133.3	Ta2O5	16.1
SiO2	184.9	SiO2	192.6	SiO2	183.6	SiO2	190.0	SiO2	189.8	SiO2	192.6
TiO2	105.7	TiO2	15.8	TiO2	107.3	TiO2	15.2	Ta2O5	129.0	Ta2O5	15.8
SiO2	186.0	SiO2	22.9	SiO2	188.1	SiO2	24.7	SiO2	190.2	SiO2	22.9
TiO2	109.5	TiO2	107.6	TiO2	106.4	TiO2	111.5	Ta2O5	123.4	Ta2O5	107.6
SiO2	186.2	SiO2	25.7	SiO2	176.8	SiO2	24.9	SiO2	173.8	SiO2	25.7
TiO2	106.6	TiO2	15.0	TiO2	94.7	TiO2	15.1	Ta2O5	119.4	Ta2O5	15.0
SiO2	185.4	SiO2	180.1	SiO2	75.7	SiO2	187.8	SiO2	184.8	SiO2	180.1
TiO2	109.2	TiO2	13.6			TiO2	15.5	Ta2O5	130.4	Ta2O5	13.6
SiO2	186.1	SiO2	27.1			SiO2	23.5	SiO2	190.1	SiO2	27.1
TiO2	106.1	TiO2	113.7			TiO2	110.7	Ta2O5	129.3	Ta2O5	113.7
SiO2	183.5	SiO2	26.9			SiO2	25.7	SiO2	193.4	SiO2	26.9
TiO2	106.1	TiO2	13.6			TiO2	15.3	Ta2O5	131.4	Ta2O5	13.6
SiO2	181.4	SiO2	180.3			SiO2	186.0	SiO2	185.5	SiO2	180.3
TiO2	100.7	TiO2	15.3			TiO2	14.8	Ta2O5	123.3	Ta2O5	15.3
SiO2	85.5	SiO2	25.8			SiO2	26.6	SiO2	170.0	SiO2	25.8
						TiO2	110.8	Ta2O5	111.3	Ta2O5	106.0
						SiO2	22.5	SiO2	81.9	SiO2	21.9
						TiO2	15.4			Ta2O5	16.5
						SiO2	192.9			SiO2	197.0
						TiO2	17.5			Ta2O5	18.1
						SiO2	23.4			SiO2	22.3
						TiO2	111.5			Ta2O5	99.4
						SiO2	26.7			SiO2	22.6
						TiO2	16.5			Ta2O5	16.1
						SiO2	228.4			SiO2	198.2
						TiO2	23.4			Ta2O5	16.5
						SiO2	44.4			SiO2	24.4
						TiO2	28.0			Ta2O5	116.6
						SiO2	117.4			SiO2	29.6
										Ta2O5	18.2
										SiO2	240.5
										Ta2O5	16.2
										SiO2	48.8
										Ta2O5	35.1
										SiO2	20.8
										Ta2O5	149.4
										SiO2	28.4
										Ta2O5	20.9
										SiO2	219.8
										Ta2O5	20.3
										SiO2	23.3
										Ta2O5	97.5
										SiO2	21.6
										Ta2O5	20.8
										SiO2	215.4
										Ta2O5	21.6
										SiO2	25.5
										Ta2O5	77.9
										SiO2	14.2
										Ta2O5	27.9
										SiO2	104.8

[0288]

[表13]

実施例7				実施例8			
設計7				設計8			
面X		面Y		面X		面Y	
材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)
Ta2O5	11.9	Ta2O5	5.0	TiO2	12.0	TiO2	7.6
SiO2	36.4	SiO2	364.8	SiO2	37.4	SiO2	221.3
Ta2O5	124.6	Ta2O5	17.8	TiO2	109.5	Yb2O3	80.8
SiO2	173.3	SiO2	32.5	SiO2	177.9	TiO2	108.3
Ta2O5	114.5	Ta2O5	127.5	TiO2	104.8	Yb2O3	72.1
SiO2	159.1	SiO2	30.5	SiO2	186.8	SiO2	135.3
Ta2O5	103.7	Ta2O5	15.2	TiO2	106.9	Yb2O3	67.6
SiO2	151.5	SiO2	179.5	SiO2	176.4	TiO2	105.6
Ta2O5	97.8	Ta2O5	13.2	TiO2	91.9	Yb2O3	67.9
SiO2	143.9	SiO2	30.7	SiO2	148.8	SiO2	127.0
Ta2O5	94.6	Ta2O5	119.8	TiO2	86.5	Yb2O3	66.2
SiO2	140.4	SiO2	31.3	SiO2	148.6	TiO2	104.3
Ta2O5	94.2	Ta2O5	13.3	TiO2	82.7	Yb2O3	67.5
SiO2	138.0	SiO2	168.4	SiO2	150.2	SiO2	135.0
Ta2O5	93.6	Ta2O5	13.4	TiO2	81.7	Yb2O3	66.9
SiO2	137.2	SiO2	30.4	SiO2	150.7	TiO2	103.5
Ta2O5	93.6	Ta2O5	115.6	TiO2	81.9	Yb2O3	66.9
SiO2	137.0	SiO2	26.7	SiO2	150.2	SiO2	130.0
Ta2O5	95.6	Ta2O5	13.4	TiO2	82.5	Yb2O3	67.4
SiO2	139.7	SiO2	182.4	SiO2	149.2	TiO2	103.6
Ta2O5	107.0	Ta2O5	15.6	TiO2	86.6	Yb2O3	68.0
SiO2	337.5	SiO2	25.0	SiO2	149.6	SiO2	135.9
Ta2O5	110.0	Ta2O5	105.7	TiO2	93.6	Yb2O3	66.3
SiO2	150.5	SiO2	22.5	SiO2	178.5	TiO2	104.7
Ta2O5	113.6	Ta2O5	18.1	TiO2	108.4	Yb2O3	66.4
SiO2	187.8	SiO2	192.6	SiO2	188.3	SiO2	128.2
Ta2O5	133.1	Ta2O5	15.8	TiO2	107.0	Yb2O3	70.4
SiO2	188.6	SiO2	22.9	SiO2	186.2	TiO2	109.7
Ta2O5	130.7	Ta2O5	107.6	TiO2	110.6	Yb2O3	71.1
SiO2	190.9	SiO2	25.7	SiO2	189.0	SiO2	136.9
Ta2O5	123.6	Ta2O5	15.0	TiO2	107.4	Yb2O3	69.5
SiO2	169.4	SiO2	180.1	SiO2	184.8	TiO2	103.9
Ta2O5	112.9	Ta2O5	13.6	TiO2	110.6	Yb2O3	61.1
SiO2	176.5	SiO2	27.1	SiO2	189.7	SiO2	159.8
Ta2O5	126.2	Ta2O5	113.7	TiO2	106.9	Yb2O3	76.9
SiO2	186.7	SiO2	28.9	SiO2	184.2	TiO2	179.3
Ta2O5	128.3	Ta2O5	13.6	TiO2	106.8	Yb2O3	46.1
SiO2	188.3	SiO2	180.3	SiO2	184.7	SiO2	66.9
Ta2O5	125.8	Ta2O5	15.3	TiO2	102.6		
SiO2	171.2	SiO2	25.8	SiO2	172.7		
Ta2O5	101.0	Ta2O5	106.0	TiO2	94.0		
SiO2	75.7	SiO2	21.9	SiO2	81.7		
		Ta2O5	16.5				
		SiO2	197.0				
		Ta2O5	18.1				
		SiO2	22.3				
		Ta2O5	99.4				
		SiO2	22.6				
		Ta2O5	18.1				
		SiO2	198.2				
		Ta2O5	16.5				
		SiO2	24.4				
		Ta2O5	116.6				
		SiO2	29.6				
		Ta2O5	18.2				
		SiO2	240.5				
		Ta2O5	16.2				
		SiO2	48.8				
		Ta2O5	35.1				
		SiO2	20.8				
		Ta2O5	149.4				
		SiO2	28.4				
		Ta2O5	20.9				
		SiO2	219.8				
		Ta2O5	20.3				
		SiO2	23.3				
		Ta2O5	97.5				
		SiO2	21.6				
		Ta2O5	20.8				
		SiO2	215.4				
		Ta2O5	21.6				
		SiO2	25.5				
		Ta2O5	77.9				
		SiO2	14.2				
		Ta2O5	27.9				
		SiO2	104.8				

[0289]

[表14]

比較例1				比較例2			
設計9				設計10			
面X		面Y		面X		面Y	
材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)
TiO2	9.8	TiO2	10.5	TiO2	8.3	SiO2	212.0
SiO2	36.7	SiO2	35.1	SiO2	30.5	TiO2	10.3
TiO2	96.9	TiO2	101.0	TiO2	100.9	SiO2	49.2
SiO2	162.0	SiO2	166.5	SiO2	180.2	TiO2	29.5
TiO2	84.7	TiO2	93.9	TiO2	108.3	SiO2	16.9
SiO2	155.5	SiO2	172.6	SiO2	182.6	TiO2	76.3
TiO2	85.4	TiO2	100.5	TiO2	95.2	SiO2	15.8
SiO2	156.3	SiO2	182.7	SiO2	152.9	TiO2	26.9
TiO2	84.7	TiO2	105.0	TiO2	84.5	SiO2	101.8
SiO2	153.0	SiO2	183.6	SiO2	146.0		
TiO2	82.2	TiO2	106.3	TiO2	81.7		
SiO2	148.6	SiO2	185.7	SiO2	144.1		
TiO2	81.2	TiO2	107.0	TiO2	80.8		
SiO2	148.5	SiO2	187.4	SiO2	143.2		
TiO2	81.9	TiO2	107.3	TiO2	80.9		
SiO2	153.0	SiO2	187.3	SiO2	143.3		
TiO2	83.9	TiO2	108.6	TiO2	80.8		
SiO2	154.7	SiO2	189.1	SiO2	144.8		
TiO2	86.0	TiO2	107.2	TiO2	80.7		
SiO2	159.8	SiO2	182.8	SiO2	145.6		
TiO2	92.8	TiO2	110.2	TiO2	81.9		
SiO2	172.9	SiO2	100.5	SiO2	150.0		
TiO2	94.7			TiO2	85.4		
SiO2	174.1			SiO2	166.2		
TiO2	102.2			TiO2	107.5		
SiO2	91.1			SiO2	192.9		
				TiO2	112.4		
				SiO2	194.2		
				TiO2	116.3		
				SiO2	193.0		
				TiO2	113.7		
				SiO2	192.7		
				TiO2	105.3		
				SiO2	168.5		
				TiO2	98.2		
				SiO2	182.4		
				TiO2	108.6		
				SiO2	180.0		
				TiO2	94.4		
				SiO2	78.5		

[0290]

[表15]

			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例1	比較例2
基板	吸収層（吸収板）	透明樹脂	樹脂A	–	100	100	100	100	100	100	100	100	–
		添加剤	化合物(A)	–	0.480	–	–	–	–	0.040	–	–	–
			化合物(B)	–	–	0.034	0.034	0.147	0.338	0.338	0.184	0.034	0.034	–
			化合物(C)	–	–	0.095	0.095	–	0.945	0.945	0.945	0.041	0.095	–
			化合物(D)	–	–	–	–	–	–	–	0.210	–	–	–
			化合物(E)	–	–	–	–	–	–	–	–	0.010		–
			化合物(F)	–	–	–	0.045	–	0.750	0.750	0.750	0.045	–	–
	支持基板（吸収板）		D263	○	○	–	–	–	○	○	○	–	–	–
			BS11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○
誘電体多層膜	面X		TiO_2	○	○	○	○	○	–	–	○	○	○	○
			SiO_2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			Ta_2O_5	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–
			層数	40	40	40	40	32	42	42	42	40	26	40
	面Y		TiO_2	○	○	○	○	○	–	–	○	○	○	○
			SiO_2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			Ta_2O_5	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–
			Yb_2O_3	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
			層数	76	76	76	40	54	76	76	38	76	22	9

[0291] [表16]

評価箇所	要件	入射角度	項目	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例1	比較例2
基板	(N)	0度	770nm透過率(%)	92.0	90.8	41.4	41.4	90.7	41.4	41.4	39.3	41.2	41.4	7.9
	(O)	0度	780～800nm平均透過率(%)	92.0	90.6	78.2	78.1	91.0	78.1	78.1	77.0	61.5	78.2	6.7
	(R)	0度	820～1600nm平均透過率(%)	92.0	91.5	91.8	91.8	91.6	91.8	91.8	91.7	91.7	91.8	25.4
	-	0度	吸収極大波長(nm)	-	698	705 732	705 732	703	705 732	705 732	701 731	705 732 760	702 732	841
誘電体多層膜	(P)	0度	720～1100nm平均透過率(%)	0.5	0.2	0.5	0.2	0.7	5.9	5.9	0.7	0.5	1.5	0.2
	(Q)	0度	1200～1600nm平均透過率(%)	0.3	1.3	0.3	0.3	1.8	0.4	0.4	1.2	0.3	50.8	43.8
光学フィルター	(A)	0度	440～580nm平均透過率(%)	95.3	93.2	91.7	91.7	92.8	91.8	92.6	88.7	92.4	92.8	94.0
	(C)(D)	0度	720～1100nm平均透過率(%)	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	5.4	2.0	0.1	0.1	0.1	0.0
	(B)	5度	面X入射 1200～1600nm平均反射率(%)	99.5	97.4	99.1	99.1	97.3	99.1	99.0	98.2	99.1	46.9	49.4
		5度	面Y入射 1200～1600nm平均反射率(%)	99.6	98.5	99.6	99.6	98.1	99.6	99.6	98.2	99.6	46.9	22.7
	(D)	0度	750～1000nmにおける透過率50%以上となる透過帯域幅(nm)	-	-	-	-	-	18	2	-	-	-	-
	(E)	0度	720～1600nmの波長における最大透過率(%)	89.5	28.2	1.9	1.9	3.0	88.5	65.1	8.1	1.9	89.5	32.6
	(F)	0度	1200～1600nm平均透過率(%)	0.3	1.3	0.3	0.3	1.7	0.4	0.4	1.2	0.3	52.6	16.9
	(G)	-	吸収率A1(%)	0.1	1.3	0.6	0.6	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	33.7
		-	吸収率A2(%)	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6	60.4
	(H)	0度	Ya(nm)	707	641	638	638	631	638	639	640	643	636.1	645
		30度	Yb(nm)	678	636	637	637	630	636	637	634	642	634	640
		-	YaとYbの差の絶対値(nm)	29	5	1	1	1	2	2	6	1	2	5
	(J)	0度	Xa(nm)	704	619	612	612	613	612	612	612	619	616	612
		0度	Xb(nm)	709	659	655	655	656	657	657	651	665	657	679
		-	XaとXbの差の絶対値(nm)	6	40	44	44	43	45	44	39	46	41	67
	(K)	0度	λ0(UV)(nm)	406.7	427.5	409.0	416.8	420.5	418.4	417.9	420.5	415.5	410.5	426.9
		30度	λ30(UV)(nm)	396.0	417.5	410.5	420.2	408.1	418.9	418.3	423.0	416.1	403.4	416.2
		-	|λ0(UV)－λ30(UV)|(nm)	10.7	10.0	1.5	3.4	12.4	0.5	0.4	2.5	0.6	7.1	10.7
	(L)	-	λ30(UV)－λ0(UV)(nm)	-10.7	-10.0	1.5	3.4	-12.4	0.5	0.4	2.5	0.6	-7.1	-10.7
	(M)	0度	485～560nm平均透過率T0(%)	96.0	95.5	93.6	93.6	94.9	93.5	94.2	90.8	94.1	94.9	95.0
		30度	485～560nm平均透過率T30(%)	93.6	93.0	91.1	91.1	93.2	91.5	92.2	88.9	91.6	94.7	92.5
		-	T0／T30	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.00	1.03
	暗電流抑制効果			○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×

符号の説明

[0292] １・・・光学フィルター

２・・・基板

３，３’・・・誘電体多層膜

４，４’・・・機能膜、吸収層または樹脂層

５，５’・・・光

６・・・分光光度計

１１・・・反射光

２１・・・光源

２２・・・ライトガイド

２３・・・温度計

２４・・・イメージセンサー

２５・・・イメージセンサーフレーム

２６・・・フレーム

３１・・・筐体

３２・・・レンズ

３３・・・フレネルゾーンプレートやフレネルレンズ等のレンズ代替光学素子

請求の範囲

[請求項1] 基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、下記要件（Ａ）～（Ｃ）を満たす光学フィルター。

要件（Ａ）：波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上

要件（Ｂ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値が６０％以上

要件（Ｃ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が３％以下

[請求項2] 基板と、基板の少なくとも一方の面に誘電体多層膜を有し、下記要件（Ａ）、（Ｂ）および（Ｄ）を満たす光学フィルター。

要件（Ａ）：波長４４０～５８０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が７５％以上

要件（Ｂ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの一方の面の垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の反射率の平均値が６０％以上

要件（Ｄ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が１０％以下であり、波長７５０～１０００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％以上となる透過帯域の波長幅が１ｎｍ以上である

[請求項3] 下記要件（Ｅ）を満たす、請求項１に記載の光学フィルター。

要件（Ｅ）：波長７２０～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の最大値が３０％

以下である

[請求項4] 下記要件（Ｆ）を満たす、請求項１～３のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｆ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値が２０％以下

[請求項5] 下記要件（Ｇ）を満たす、請求項１～４のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｇ）：下記式（１）および（２）で表される吸収率Ａ１および吸収率Ａ２の値がそれぞれ２０％以下

Ａ１＝１００－Ｔ１－Ｒ１ （１）

Ａ２＝１００－Ｔ２－Ｒ２ （２）

Ｔ１およびＴ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から入射した入射光（無偏光光線）の平均透過率Ｔ２（％）

Ｒ１およびＲ２：波長１２００～１６００ｎｍにおける、光学フィルターの一方の面Ｘの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ１（％）、および、光学フィルターの他方の面Ｙの垂直方向から５°の角度から入射する無偏光光線の平均反射率Ｒ２（％）

[請求項6] 下記要件（Ｈ）を満たす、請求項１～５のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｈ）：波長５６０～８００ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙａ）と、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる最も長い波長（Ｙｂ）の差の絶対値が１５ｎｍ以下

[請求項7] 下記要件（Ｊ）を満たす、請求項１～６のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｊ）：波長８００ｎｍ以下において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が７０％となる最も長い波長（Ｘａ）と、波長５８０ｎｍ以上の波長領域において、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が３０％となる最も短い波長（Ｘｂ）との差の絶対値が６５ｎｍ以下

[請求項8] 下記要件（Ｋ）を満たす、請求項１～７のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｋ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差の絶対値｜λ０（ＵＶ）－λ３０（ＵＶ）｜が５ｎｍ以下である

[請求項9] 下記要件（Ｌ）を満たす、請求項１～８のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｌ）：波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ０（ＵＶ）を有し、波長３９０～４３０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向に対して３０°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率が５０％となる波長λ３０（ＵＶ）を有し、かつ前記波長の差λ３０（ＵＶ）－λ０（ＵＶ）が０ｎｍを超える

[請求項10] 下記要件（Ｍ）を満たす、請求項１～９のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｍ）：波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ０と、波長４８５～５６０ｎｍにおいて、光学フィルターの垂直方向から３０

°の角度から測定した場合の無偏光光線の透過率の平均値Ｔ３０が下記式（３）を満たす

０．９５≦Ｔ０／Ｔ３０≦１．０５　　（３）

[請求項11] 前記基板が波長６７０～９５０ｎｍに吸収極大波長を有する、請求項１～１０のいずれか１項に記載の光学フィルター。

[請求項12] 前記基板が、波長６８５～７１０ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＡ＿Ｔｍｉｎ）を有する第１の赤外線吸収剤（ＤＡ）と、波長７１０～７６５ｎｍに吸収極大波長λ（ＤＢ＿Ｔｍｉｎ）を有する第２の赤外線吸収剤（ＤＢ）とを含む、請求項１１に記載の光学フィルター。

[請求項13] 前記基板が下記要件（Ｎ）または（Ｏ）を満たす、請求項１～１２のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｎ）：基板の垂直方向から測定した場合の、波長７７０ｎｍの無偏光光線の透過率が６０％以下

要件（Ｏ）：基板の垂直方向から測定した場合の波長７８０～８００ｎｍの無偏光光線の平均透過率が６０％以上

[請求項14] 前記誘電体多層膜が下記要件（Ｐ）および（Ｑ）を満たす、請求項１～１３のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｐ）：波長７２０～１１００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

要件（Ｑ）：波長１２００～１６００ｎｍにおいて、誘電体多層膜の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が１０％以下である

[請求項15] 前記基板が下記要件（Ｒ）を満たす、請求項１～１４のいずれか１項に記載の光学フィルター。

要件（Ｒ）：波長８２０～１６００ｎｍにおいて、基板の垂直方向から測定した場合の無偏光光線の平均透過率が７０％以上

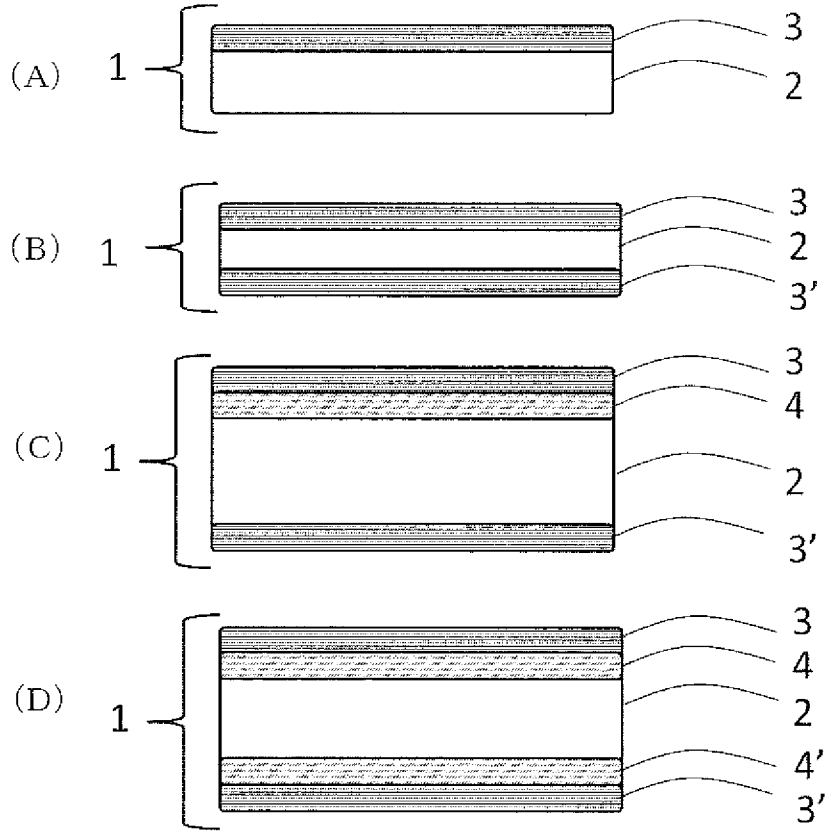
[請求項16] 請求項１～１５のいずれか１項に記載の光学フィルターを含む固体

撮像装置。

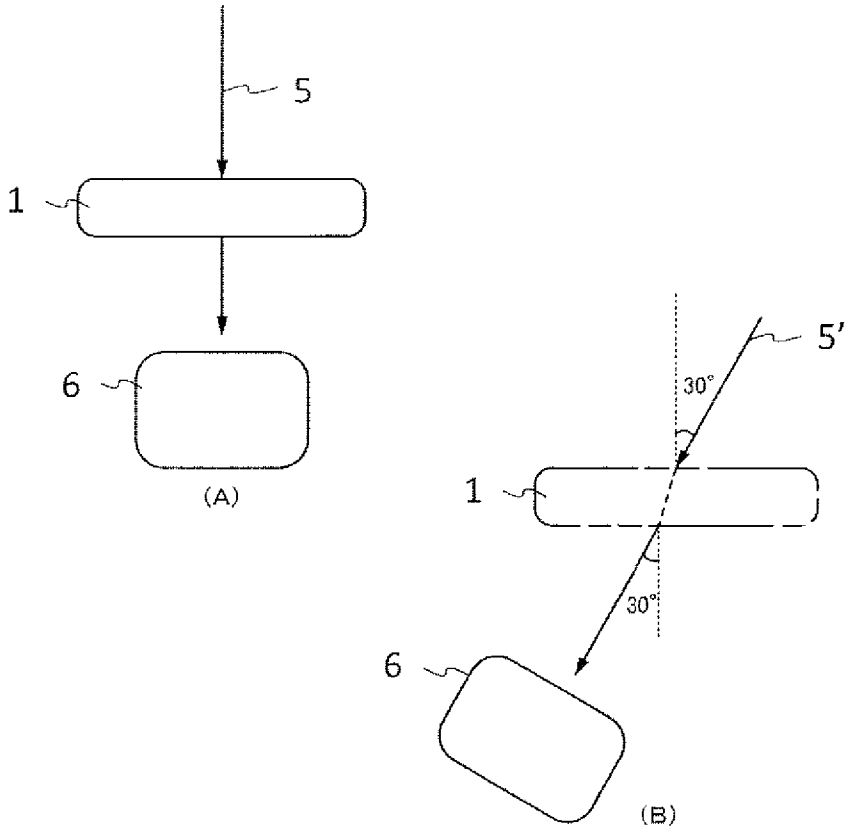
[請求項17] 請求項１～１５のいずれか１項に記載の光学フィルターを含むカメラモジュール。

[請求項18] 請求項１～１５のいずれか１項に記載の光学フィルターを含むセンサーモジュール。

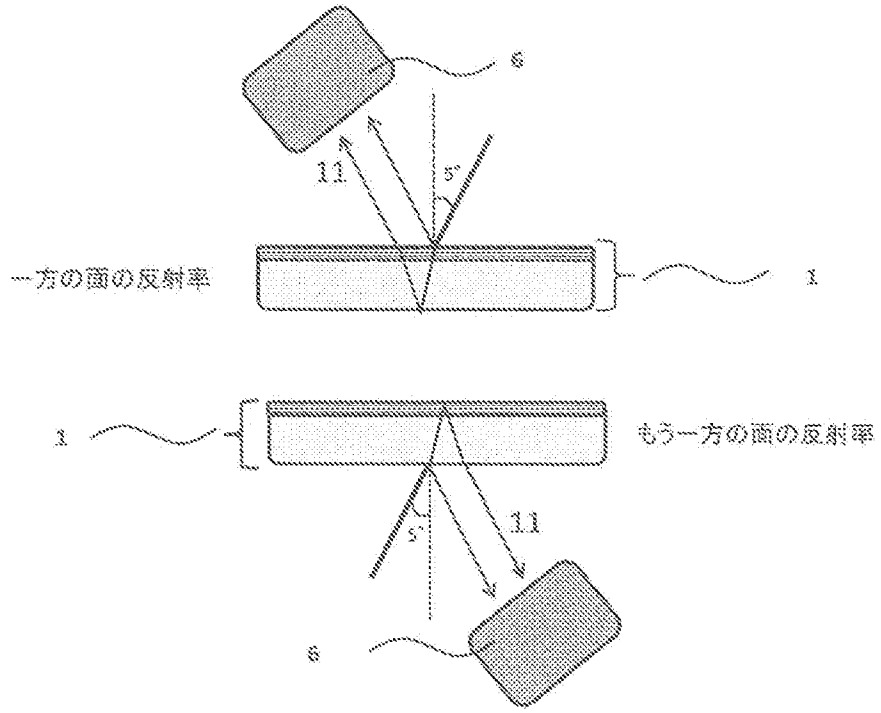
[図1]



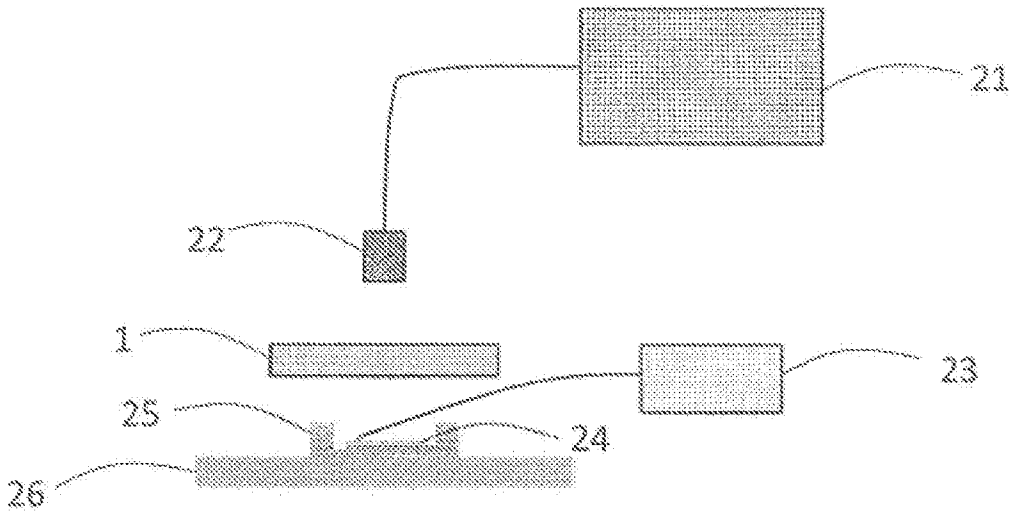
[図2]



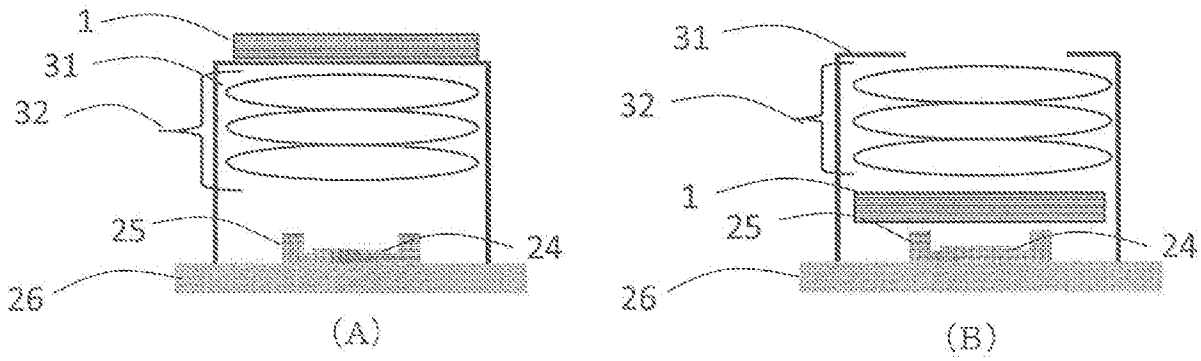
[図3]


6
11
5°
一方の面の反射率
1
1
もう一方の面の反射率
5°
11
6

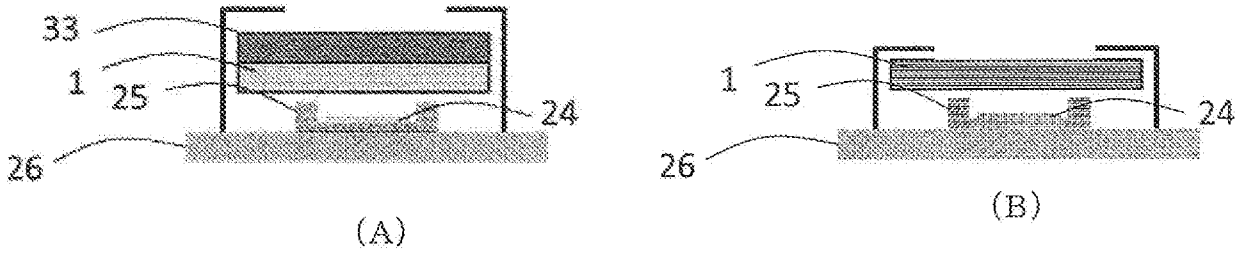
[図4]


21
22
1
23
25
24
26

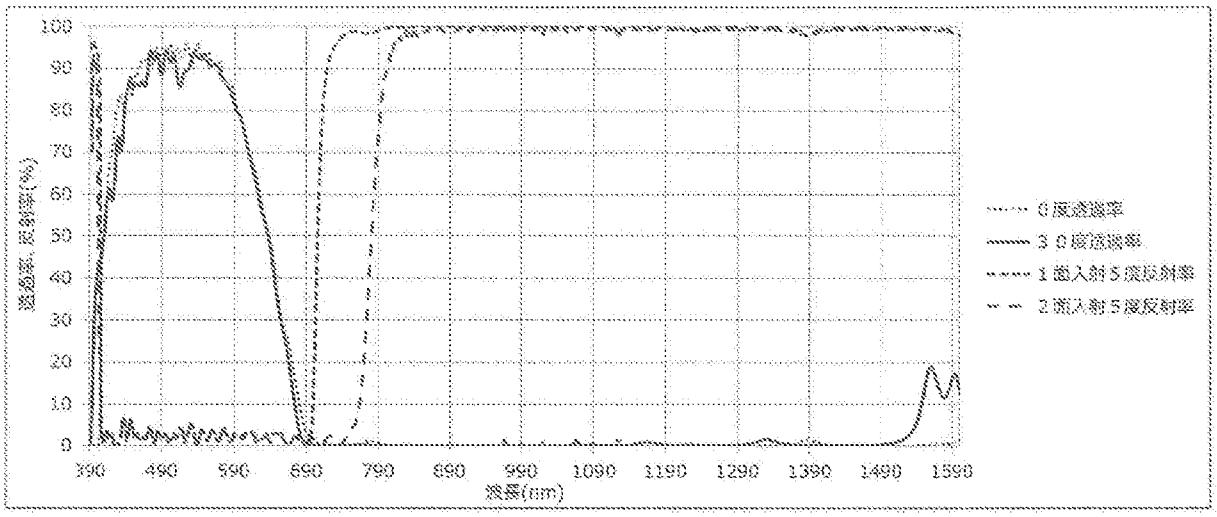
[図5]


1
31
32
25
24
26
(A)
31
32
1
25
24
26
(B)

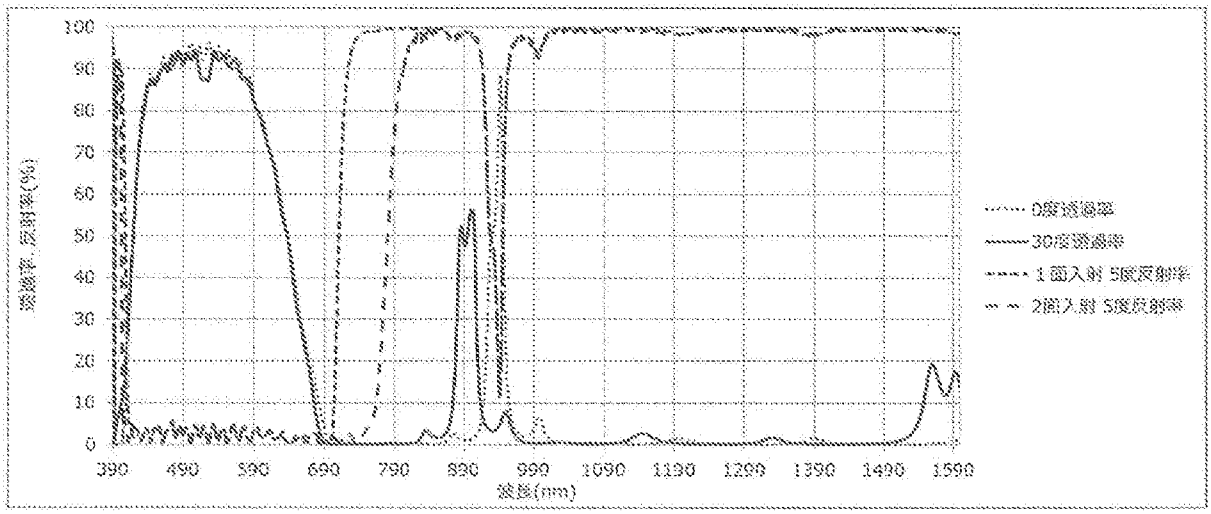
[図6]


33
1
25
24
26
(A)
1
25
24
26
(B)

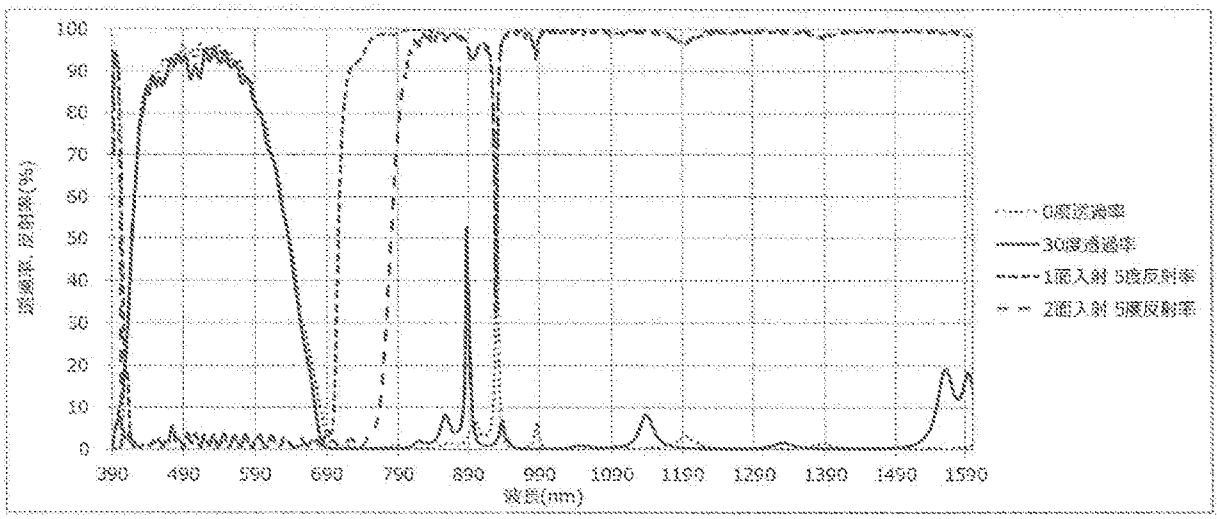
[図7]


透過率、反射率(%)
波長(nm)
0度透過率
30度透過率
1面入射5度反射率
2面入射5度反射率

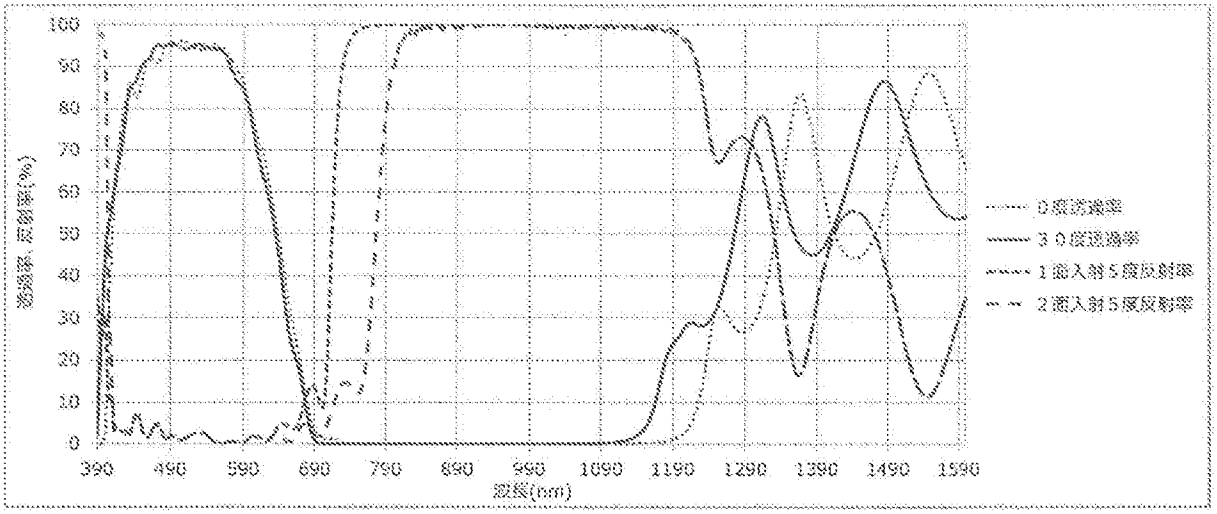
[図8]


透過率、反射率(%)
波長(nm)
0度透過率
30度透過率
1面入射5度反射率
2面入射5度反射率

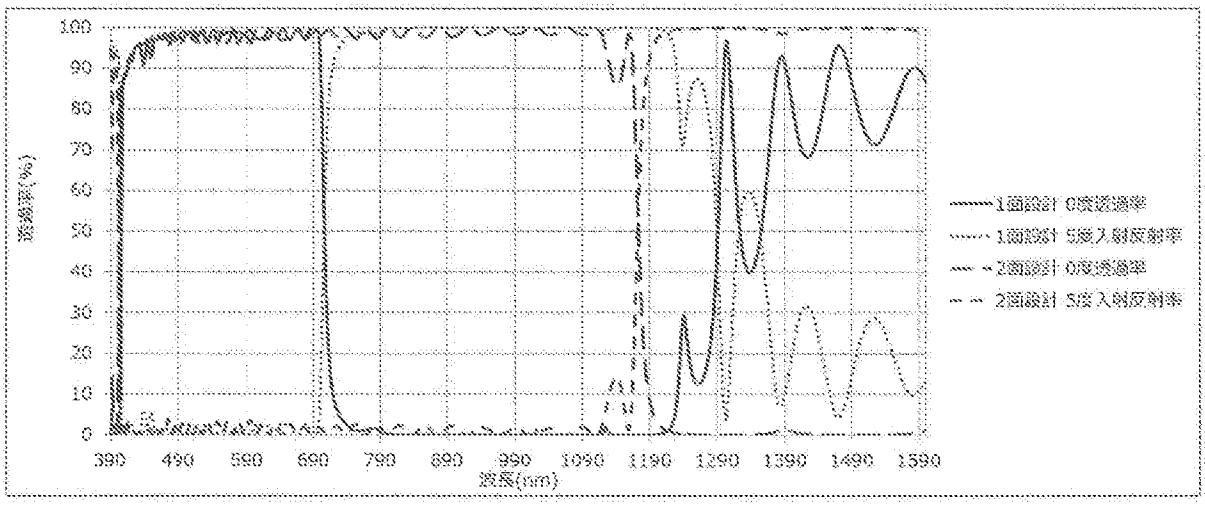
[図9]


透過率、反射率(%)
波長(nm)
0度透過率
30度透過率
1面入射5度反射率
2面入射5度反射率

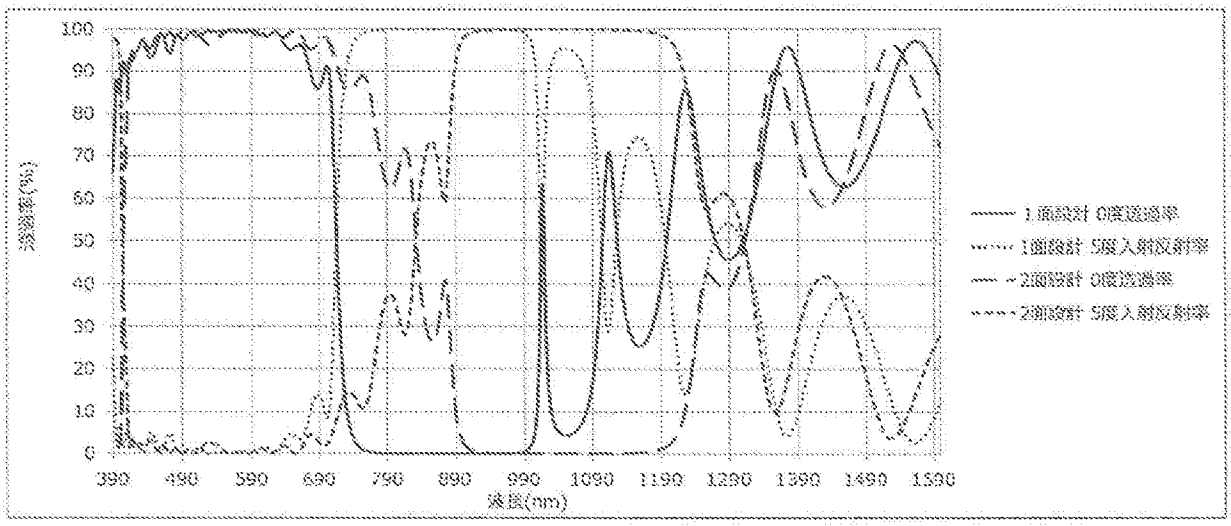
[図10]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
390
490
590
690
790
890
990
1090
1190
1290
1390
1490
1590
波長(nm)
0度透過率
30度透過率
1面入射5度反射率
2面入射5度反射率

[図11]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
390
490
590
690
790
890
990
1090
1190
1290
1390
1490
1590
波長(nm)
1面設計 0度透過率
1面設計 5度入射反射率
2面設計 0度透過率
2面設計 5度入射反射率

[図12]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
390
490
590
690
790
890
990
1090
1190
1290
1390
1490
1590
波長(nm)
1面設計 0度透過率
1面設計 5度入射反射率
2面設計 0度透過率
2面設計 5度入射反射率

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/012680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G02B5/28(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G02B5/28, G02B5/22, G02B5/26, H01L27/146, H04N5/225

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5337191 A (PHOTRAN CORPORATION) 09 August 1994, column 7, line 17 to column 9, line 33, fig. 3, 5,	1, 3-5, 7, 14-15
A	7 (Family: none)	2, 6, 8-13, 16-18
X	US 2007/0097691 A1 (WU, Kuohua) 03 May 2007, claim 20, paragraphs [0021], [0024], [0033], fig. 1, 5A,	1, 3-5, 7, 14-15
A	5B & WO 2007/053444 A1	2, 6, 8-13, 16-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 22 May 2019 (22.05.2019)	Date of mailing of the international search report 04 June 2019 (04.06.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/012680

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-137650 A (CANON ELECTRONICS INC.) 19 July 2012, entire text all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2014-235258 A (KYOCERA CRYSTAL DEVICE CORPORATION) 15 December 2014, entire text all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2018-025732 A (KYOCERA CORP.) 15 February 2018, entire text all drawings (Family: none)	1-18
A	WO 2008/152887 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 18 December 2008, entire text all drawings & US 2010/0132756 A1, entire text all drawings	1-18
A	US 9581741 B1 (ITN ENERGY SYSTEMS, INC.) 28 February 2017, entire text all drawings (Family: none)	1-18
A	US 6391400 B1 (RUSSELL, Thomas A. et al.) 21 May 2002, entire text all drawings (Family: none)	1-18
A	US 5179468 A (GTE PRODUCTS CORPORATION) 12 January 1993, entire text all drawings & WO 1993/009449 A1 & EP 0565703 B1 & DE 69220775 T2 & CA 2097811 A1	1-18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１２６８０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/28(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/28, G02B5/22, G02B5/26, H01L27/146, H04N5/225

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	US 5337191 A (PHOTRAN CORPORATION) 1994.08.09, 第7欄第17行-第9欄第33行, 図3,5,7	1,3-5,7,14-15
A	(ファミリーなし)	2,6,8-13,16-18
X	US 2007/0097691 A1 (WU, Kuohua) 2007.05.03, 請求項20, 段落 [0021],[0024],[0033], 図1,5A,5B	1,3-5,7,14-15
A	& WO 2007/053444 A1	2,6,8-13,16-18

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２２．０５．２０１９	０４．０６．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｏ　３９０８
辻本　寛司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2012-137650 A (キヤノン電子株式会社) 2012.07.19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2014-235258 A (京セラクリスタルデバイス株式会社) 2014.12.15, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2018-025732 A (京セラ株式会社) 2018.02.15, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	WO 2008/152887 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2008.12.18, 全文全図 & US 2010/0132756 A1, 全文全図	1-18
A	US 9581741 B1 (ITN ENERGY SYSTEMS, INC.) 2017.02.28, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	US 6391400 B1 (RUSSELL, Thomas A. et al.) 2002.05.21, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	US 5179468 A (GTE PRODUCTS CORPORATION) 1993.01.12, 全文全図 & WO 1993/009449 A1 & EP 0565703 B1 & DE 69220775 T2 & CA 2097811 A1	1-18