

(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
2016年7月28日(28.07.2016)

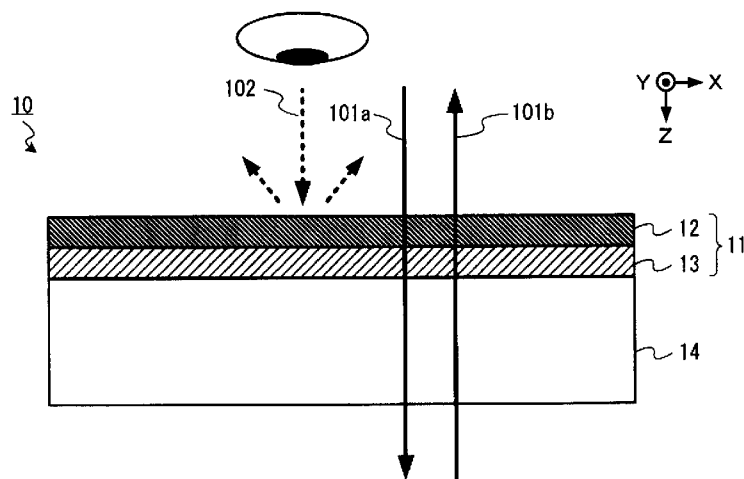


(10) 国際公開番号
WO 2016/117452 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/26 (2006.01) *G02B 5/22* (2006.01)
G02B 5/02 (2006.01) *G02B 5/28* (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051044
- (22) 国際出願日: 2016年1月14日(14.01.2016)
- (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 2015-007889 2015年1月19日(19.01.2015) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮坂 浩司 (MIYASAKA Koji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL DEVICE AND OPTICAL MEMBER

(54) 発明の名称: 光学装置および光学部材



(57) Abstract: An optical member according to the present invention and equipped with a reflection/scattering section (11) including a selective reflection section (13) for reflecting visible light (102), for example, and transmitting infrared light (101a), for example, and also including a scattering section (12) for scattering the visible light 102 and provided on at least a first side (visible side) of the selective reflection section, wherein the rectilinear propagation transmittance of the infrared light (101a) is 75% or higher. The scattering section (12) may have a diffraction structure, may be a concavoconvex surface formed on the first-side surface of a reflective member belonging to the selective reflection section (13), or may have a particle-containing resin layer. The reflective member of the selective reflection section (13) may be a dielectric multilayer film or a cholesteric phase liquid crystal layer. Furthermore, the reflection/scattering section (11) may have a cholesteric phase liquid crystal layer having multiple regions with different axes of orientation in one plane.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/117452 A1



本発明の光学部材は、例えば可視光（１０２）を反射し、例えば赤外光（１０１ａ）を透過する選択反射部（１３）と、選択反射部の第１の側（視認側）に少なくとも設けられるとともに、可視光１０２を散乱させる散乱部（１２）とを含む反射散乱部（１１）を備え、赤外光（１０１ａ）に対する直進透過率が７５％以上である。散乱部（１２）は、回折構造を有するものや、選択反射部（１３）が有する反射部材の第１の側表面に形成された凹凸面や、微粒子含有樹脂層を有するものであってもよい。選択反射部（１３）の反射部材は、誘電体多層膜やコレステリック相液晶層であってもよい。また、反射散乱部（１１）は、面内に配向軸の異なる複数の領域を有するコレステリック相液晶層を有するものであってもよい。

明 細 書

発明の名称：光学装置および光学部材

技術分野

[0001] 本発明は、赤外光を利用した光学装置、およびそれに用いる光学部材に関する。

背景技術

[0002] 赤外光を用いた光学装置は、赤外線カメラ装置のような撮影用途の他、計測、通信、生態認証など、様々な用途で用いられている。

[0003] このような光学装置は、一般に赤外光発光部および／または赤外光受光部を有している。さらに、該光学装置は、これら発光部や受光部に入射する可視光等の不要光を低減する目的と、これら発光部からの赤外光を外部に出射するためや外部からの赤外光を受光部に受信させるために設けられた筐体の開口部を不可視にする目的で、赤外光のみを透過させる赤外光透過フィルタが設けられる場合がある。また、一般に赤外光透過フィルタは、可視光を遮断するため、フィルタ部分が黒色等の暗色のものが多い。

[0004] しかし、意匠性を高める等の目的で、暗色以外の赤外光透過フィルタが所望される場合がある。

[0005] 暗色以外の赤外光透過フィルタとして、例えば、特許文献1や特許文献2に記載の白色の赤外光透過フィルタがある。特許文献1に記載されている赤外光透過フィルタは、半透明の拡散部と、赤外光を透過するとともに可視光を反射するミラーとを備えることにより、白色の赤外光透過フィルタを実現している。

[0006] また、特許文献2に記載されている赤外線透過フィルタは、透明なバインダー中に、該バインダーとは異なる屈折率の微粒子を均一に分散させて、赤外域の透過率を大きくしつつ、可視域で散乱を大きくすることにより、白色の赤外線透過フィルタを実現している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2014-71295号公報

特許文献2：日本国特開2010-72616号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、意匠性を高めるために可視光の散乱性を高めようとする、赤外光の送受信感度までもが低くなってしまうという問題がある。

[0009] 具体的には、特許文献1や特許文献2に記載された方法は、赤外光に対する透過率を大きくできたとしても、赤外光に対しても散乱能が働いてしまうため、赤外光のヘイズを小さくできないという問題がある。換言すると、赤外光の直進透過率が十分でないという問題がある。

[0010] 入射する赤外光の光量に対して直進する光の光量が少ない場合、その分、反射・吸収・散乱によるロスが多く発生していることになる。そのような場合、例えば、赤外線カメラのように受光素子と組み合わせた場合に、画像が暗くなったり、像がぼけるなどのノイズの原因となり、装置として所望の感度・特性が得られないといった問題がある。

[0011] そこで、本発明は、意匠性および赤外光に対する高い感度を両立した光学装置およびそのための光学部材の提供を目的とする。また、本発明は、可視光の反射散乱性が高く、赤外光の直進透過性が高い光学部材の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明による光学部材は、可視域の少なくとも一部の波長帯域の光を反射散乱し、赤外域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する反射散乱部を備え、赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光に対する直進透過率が75%以上であることを特徴とする。

[0013] また、前記反射散乱部は、可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を反射し、赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を透過する選択反射部

と、前記選択反射部の、赤外光の入射側もしくは出射側であるとともに可視光が入射する側のうち予め定めた一方の側である第1の側に少なくとも設けられるとともに、可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を散乱させる散乱部とを含んでいてもよい。ここで、「第1の側に設けられる」とは、対象部材の当該一方の側に同一部材を用いて一体形成される場合を含む。以下、他の側に関しても同様とする。

[0014] また、本発明による光学装置は、赤外域の一部の波長帯域の光を発光する発光部、または、赤外域の一部の波長帯域の光を受光する受光部と、前記発光部または前記受光部を囲う筐体と、前記筐体の開口部に設けられる赤外光透過フィルタとを備え、前記赤外光透過フィルタが、上記の光学部材のいずれかであることを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、可視光の反射散乱性が高く、赤外光の直進透過性が高い光学部材を提供できる。また、本発明によれば、意匠性および赤外光に対する高い感度を両立した光学装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、第1の実施形態の光学部材の例を示す構成図である。

[図2]図2は、光学部材の他の例を示す断面図である。

[図3]図3は、回折構造22における位相項係数の波長依存性の例を示すグラフであり、(a)は、 $d = 270\text{ nm}$ 、 $\Delta n = 0.45$ としたときの位相項係数の値を示すグラフであり、(b)は、図3(a)に示した条件による矩形回折格子の0次回折効率を示すグラフである。

[図4]図4は、回折構造22の例を示す平面図である。

[図5]図5は、回折構造22による赤外光の透過成分の光量分布の角度依存性の例を示すグラフである。

[図6]図6は、光学部材の他の例を示す断面図である。

[図7]図7は、散乱光の光量密度の測定方法の例を示す説明図である。

[図8]図8は、光学部材の他の例を示す構成図であり、(a)は、散乱部とし

て反射部材に形成される凹凸面を有する光学部材の構成例を示す断面図であり、(b)は、図8(a)に示す光学部材の要部の分解断面図である。

[図9]図9は、凹凸構造342bの例を示す説明図であり、(a)は、凹凸構造342bが、複数の凹レンズ状のレンズ部を隙間なく配置してなる凹レンズアレイの平面図であり、(b)は、図9(a)に示す凹凸構造342bを有する第2の基材34bのA-A'断面図である。

[図10]図10は、選択反射膜33の凹凸面の傾斜角度と可視光の反射散乱との関係を示す説明図であり、(a)は、傾斜角度 α が 45° を超える場合の説明図であり、(b)は、傾斜角度 α が $0.5 \times \arcsin(1/n_s)$ を超える場合の説明図であり、(c)は、片側の面が傾き α で傾斜しそれに対向する面の傾きが 0° となる基材に対して検査光103を入射した場合の説明図である。

[図11]図11は、反射散乱部31による赤外光の透過成分の光量分布の角度依存性の例を示すグラフである。

[図12]図12は、光学部材の他の例を示す構成図であり、(a)は、散乱部として反射部材の凹凸面を有する光学部材の他の構成例を示す断面図であり、(b)は、図12(a)に示す光学部材40の要部の分解断面図である。

[図13]図13は、光学部材の他の例を示す構成図であり、(a)は、反射部材に相当するコレステリック相液晶層43において、視認側だけでなく反視認側に凹凸面を有する構成例を示す断面図であり、(b)は、図13(a)に示す光学部材40の要部の分解断面図である。

[図14]図14は、光学部材の他の例を示す構成図である。

[図15]図15は、光学部材の他の例を示す構成図である。

[図16]図16は、光学部材の他の例を示す構成図である。

[図17]図17は、光学部材の他の例を示す構成図であり、(a)は、吸収部材を備える光学部材の例を示す構成図であり、(b)は、反射部材を備える光学部材の例を示す構成図である。

[図18]図18は、第2の実施形態の光学装置の例を示す構成図である。

[図19]図 1 9 は、選択反射部としての多層膜の透過率特性を示すグラフである。

[図20]図 2 0 は、第 1 ～第 4 の例の光学部材の透過光量の測定結果を示すグラフである。

[図21]図 2 1 は、第 5 および第 6 の例の光学部材の透過光量の測定結果を示すグラフである。

[図22]図 2 2 は、第 4 の例の光学部材の基材凹凸面による散乱光の光強度の計測結果を示すグラフである。

[図23]図 2 3 は、選択反射部としての多層膜の透過率特性を示すグラフである。

[図24]図 2 4 は、第 8 および第 9 の例の光学部材の基材凹凸面による散乱光の光強度の計測結果を示すグラフである。

[図25]図 2 5 は、第 8 および第 9 の例の光学部材の透過光量の測定結果を示すグラフである。

[図26]図 2 6 は、第 1 0 ～第 1 2 の例の光学部材の透過光量の測定結果を示すグラフである。

[図27]図 2 7 は、選択反射部としての多層膜の透過率特性を示すグラフである。

[図28]図 2 8 は、第 9 ～第 1 1 の例の光学部材および筐体部材の反射散乱光の角度依存性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 実施形態 1 .

本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態にかかる光学部材 1 0 の例を示す構成図である。図 1 に示す光学部材 1 0 は、赤外光を用いる光学装置等において、可視光を遮断し、かつ赤外光を透過する赤外光透過フィルタとして用いられる。光学部材 1 0 は、赤外光を透過させつつ、可視光を反射散乱させることにより、少なくとも第 1 の側から見ると、可視光の受光領域が黒色以外の色に着色されたように観察さ

れる。なお、観察される着色は、単色に限らず、例えば、斑模様や迷彩のような複数の色の組合せを含む。ここで、第１の側とは、光学部材１０において赤外光の入射側もしくは出射側であるとともに可視光が入射する側のうち予め定めた一方の側である。また、本発明では、第１の側でない他方の側を、第２の側という。なお、以下では、第１の側を単に視認側と呼び、第２の側を単に反視認側と呼ぶが、着色が観察される面（以下、単に観察面という）を第１の側に限定するものではない。例えば、反視認側（第２の側）も観察面となり得る。

- [0018] 図１に示す光学部材１０は、基材１４と、選択反射部１３と、散乱部１２とを備えているが、基材１４は任意に備えてよい。
- [0019] 基材１４は、赤外光に対して透過性を有する部材により構成されていればよい。なお、基材１４は、例えば、ガラスや樹脂等によって作製された基板であってもよい。
- [0020] 選択反射部１３は、可視光を一定割合以上反射し、赤外光を一定割合以上透過する機能を有する。選択反射部１３の例としては、ダイクロイックミラーやコレステリック相液晶フィルムなどが挙げられる。より具体的には、選択反射部１３は、ダイクロイックミラーのミラー層に用いられるような誘電体多層膜や、コレステリック相液晶フィルムに用いられるようなコレステリック相液晶層といった反射部材を有していればよい。
- [0021] 散乱部１２は、可視光に対して散乱能を発現させる機能を有する。なお、散乱部１２は、可視光に対して、赤外光よりも高い散乱能を発現する機能を有しているのが好ましい。そのような散乱能を発現させる機能の実現例としては、微粒子を含有した樹脂によって形成される層である微粒子含有樹脂層や、回折構造や、任意の媒質界面（特に反射部材）に設けられる凹凸面等が挙げられる。散乱部１２は、例えば、実現例として挙げたような、散乱能を発現させる機能を有する部材や構造や面を有していればよい。
- [0022] 例えば、散乱部１２が回折構造を有する場合、回折現象を利用して可視光を散乱させられる。また、例えば、散乱部１２が任意の媒質界面に形成され

る凹凸面を有する場合、該凹凸面での反射および屈折現象を利用して可視光を散乱させられる。特に、散乱部12が反射部材に設けられた凹凸面を有する場合、反射は屈折などに比べて光線の偏向量が大きいため、可視光の散乱を大きくできる。また、例えば、散乱部12が微粒子含有樹脂層を有する場合、バインダーである樹脂層内における微粒子との界面での屈折現象を主に利用して可視光を散乱させられる。

[0023] 本発明において、可視光を、波長400～750nmの光としてもよい。また、赤外光を、波長800nm以上の光としてもよい。なお、反射散乱させたい可視域（色味）や、赤外センサの検出帯域等が決まっている場合などには、可視光、赤外光ともに上記範囲内において、さらに対象波長帯を限定してもよい。なお、とくにことわりがない場合、可視域は波長400～780nmであり、赤外域は近赤外領域とされる波長780～2000nm、特に波長800～1000nmであり、可視光は該可視域の光であり、赤外光は該赤外域の光であるものとする。

[0024] 本実施形態において、散乱部12は、選択反射部13の視認側（第1の側）に設けられていればよい。すなわち、選択反射部13と散乱部12とは、視認側（第1の側）から見て、散乱部12、選択反射部13の順に設けられていればよい。なお、反視認側（第2の側）からも可視光が入射する場合には、選択反射部13の両側に散乱部12が設けられていてもよい。

[0025] 図1では、選択反射部13と散乱部12とが異なる部材により構成され、かつ接しているように示されているが、例えば、選択反射部13を構成している部材の一部が散乱部12（例えば、回折構造や凹凸面等）を構成していてもよい。すなわち、選択反射部13と散乱部12とは、例えば、同一部材によって一体形成されていてもよい。また、例えば、選択反射部13が基材14の内部に設けられる、すなわち2つの基材14に挟まれる構成や、基材14の反視認側に設けられる構成であってもよい。また、選択反射部13と散乱部12との間に別の機能層を有し、これらは接していなくてもよい。

[0026] なお、選択反射部13と散乱部12とが接していない場合、選択反射部1

3と散乱部12の間の距離は短い方が好ましい。特に、散乱部12が回折構造によって構成されている場合、具体的には、 $3\mu\text{m}$ 以下が好ましい。両者の距離が離れ過ぎると、可視光の反射光の位相項の係数が後述する $2\Delta n d/\lambda$ からずれてしまうため、好ましくない。

[0027] 以下、散乱部12と選択反射部13とを併せて、反射散乱部11という場合がある。この場合、反射散乱部11は、可視光を一定割合以上反射散乱させ、赤外光を一定割合以上直進透過させる機能を有する。

[0028] 図1に示す例では、可視光102は、光学部材10の視認側から+z方向で光学部材10に入射する。一方、赤外光は、光学部材10の視認側から+z方向で光学部材10に入射してもよいし、反視認側から-z方向で入射してもよい。なお、図中の赤外光101aは前者の例であり、赤外光101bは後者の例である。

[0029] 例えば、光学部材10に可視光102が入射すると、該可視光102は散乱部12および選択反射部13によって反射散乱される。このため、光学部材10は着色して見える。一方、光学部材10に赤外光101aが入射すると、該赤外光101aは散乱部12で一部散乱されるが、多くの成分は直進透過して、そのまま選択反射部13を透過する。また、光学部材10に赤外光101bが入射すると、該赤外光101bは選択反射部13を透過した後、散乱部12で一部散乱されるが、多くの成分は散乱部12を直進透過する。

[0030] このように、可視光102は、散乱部12を透過して選択反射部13に反射されることにより、散乱部12を二回通る場合があるのに対して、赤外光101aおよび赤外光101bは散乱部12を1回しか通らない。したがって、光学部材10は、赤外光101aおよび赤外光101bに比べて可視光102に対する散乱を大きくできる。また、反射散乱部11として凹凸面を有する反射部材を用いる場合、反射面を利用して大きな散乱が得られる。これは、可視光102に比べて赤外光101aおよび赤外光101bに対する散乱を小さくできることと同意である。したがって、光学部材10は、可視

光 102 を散乱させつつ、赤外光 101 a および赤外光 101 b をより多く直進透過させることができる。

[0031] また、光学部材 10 が散乱部 12 として回折構造を用いる場合、1 回の通過に対する回折光の位相項の係数である $\Delta n d / \lambda$ を調整するとよい。より具体的には、屈折率差 Δn および回折構造の高さ d を調整することで、散乱部 12 における、赤外光の直進成分（0 次回折光）の光量を大きくしつつ、可視光の直進成分（0 次回折光）の光量を低減できる。

[0032] また、散乱部 12 に微粒子含有樹脂を用いる場合、微粒子の粒径や、微粒子とバインダーとなる樹脂材料との屈折率の比を調整することにより、反射散乱部 11 として、可視光の散乱を大きくし、赤外光の散乱を小さくできる。なお、散乱の大小は、例えば、全光線透過率における拡散透過率の割合を示す指標であるヘイズによって判定してもよい。

[0033] 以下、反射散乱部のより具体的な構成例をいくつか説明する。

[0034] まず、散乱部 12 に回折構造を用いる例を説明する。図 2 は、散乱部として回折構造を有する光学部材の例を示す断面図である。図 2 に示す光学部材 20 は、基材 14 と、反射散乱部 21 とを備える。また、反射散乱部 21 は、選択反射部 13 と、回折構造 22 と含む。

[0035] 回折構造 22 は、少なくとも可視光に対して回折作用を発現し、赤外光に対する回折作用の発現が可視光の回折作用の発現に対し抑制できる構造であれば、具体的な構成は問わない。なお、図 2 には、回折構造 22 として、断面が矩形の凹凸構造が示されているが、回折構造 22 は、断面が矩形の凹凸構造に限られない。

[0036] 図 2 において、回折構造 22 の凹部 222 および凸部 221 の屈折率差を Δn 、入射する波長を λ 、凸部 221 の高さもしくは凹部 222 の深さを d とする。回折構造 22 の回折特性は、当該回折構造 22 の電場の位相項の係数となる $\Delta n d / \lambda$ によって変わる。

[0037] ここで、反射光となる可視光 102 に対しては、回折構造 22 を往復するため、該係数を $2 \Delta n d / \lambda$ として計算する。一方、透過光となる赤外光 1

0 1 a および赤外光 1 0 1 b に対しては、回折構造 2 2 を一度透過するのみのため、 $\Delta n d / \lambda$ のままで計算する。干渉条件により、これら係数の値は、0.5 などの $1/2$ に奇数を乗じた値に近いほど、0 次回折光の光量が小さく、0 もしくは 1 などの整数に近いほど、0 次回折光の光量が大きくなる。

[0038] 図 3 (a) は、これら係数の波長依存性の例を示すグラフである。なお、図 3 (a) に示すグラフは、 $d = 270 \text{ nm}$ 、 $\Delta n = 0.45$ としたときのこれら係数の値を示している。図 3 (a) において、横軸は波長 [nm] を表し、縦軸は位相項係数の値を表している。図 3 (a) に示すように、赤外光では透過の位相項の係数である $\Delta n d / \lambda$ (破線で示された特性) が 0 に近い値 (略 0.15 ~ 0.12) となっており、可視光では反射の位相項の係数である $2 \Delta n d / \lambda$ (実線で示された特性) が 0.5 に近い値 (略 0.3 ~ 0.6) となっている。したがって、光学部材 2 0 は、入射する可視光に対する反射 0 次回折光の光量を小さく、入射する赤外光に対する透過 0 次回折光の光量を大きくできる。

[0039] また、図 3 (b) は、図 3 (a) に示した条件による矩形回折格子の 0 次回折効率を示すグラフである。矩形の回折格子の 0 次回折効率すなわち入射光に対して直進透過する成分の比率は、位相項の係数を ϕ として $\cos(\pi \phi)^2$ で計算できる。図 3 (b) は、0 次回折効率 η_0 を、 $\phi = 1$ 回通過時 (透過) の位相項の係数である $\Delta n d / \lambda$ とした場合と、 $\phi = 2$ 回透過時 (反射) の位相項の係数である $2 \Delta n d / \lambda$ とした場合で計算した結果を示している。図 3 (b) に示すように、可視光では反射の位相項の係数である $2 \Delta n d / \lambda$ (実線で示された特性) で決まる反射 0 次回折効率を 30% 未満に低減でき、赤外光では透過の位相項の係数である $\Delta n d / \lambda$ で決まる透過 0 次回折効率を約 80% 以上にできる。

[0040] なお、凹部 2 2 2 は空気以外の材料によって充填されていてもよい。この場合、凸部 2 2 1 が、赤外域の近傍に反射帯を有する多層膜や、赤外域の近傍 (可視域と赤外域の間もしくは赤外域の対象波長域よりも長波長側) に吸

収を有する色素や顔料を含有する材料により形成され、凹部 2 2 2 が、該材料と赤外域（特に対象波長域）で屈折率が近いもしくは一致する材料で充填されていると好ましい。一般に、反射帯を有する多層膜や吸収を有する材料は、屈折率の異常分散が生じており、特に反射帯や吸収帯の近傍の屈折率が急激に変化する。このような特性を利用すれば、可視域の対象波長域と赤外域の対象波長域との屈折率差が大きくなるよう調整できる。回折構造 2 2 が、このような材料と、該材料と赤外域の少なくとも対象波長域で屈折率が略一致する材料との組み合わせで形成されるよう調整できれば、可視光のみに回折作用を生じさせることも可能である。

[0041] また、回折構造 2 2 は、回折作用によって光（特に、可視光）を、例えば、X 方向だけでなく Y 方向（成分）にも偏向させるなど、2 次元的な散乱作用を付与できるものが好ましい。例えば、回折構造 2 2 は、図 4 に示すような 2 次元の凹凸構造であってもよい。

[0042] 図 4 は、回折構造 2 2 の例を示す平面図である。図 4 において、白部分が凹部 2 2 2、黒部分が凸部 2 2 1 を表しており、白部分を基準として黒部分の高さが d となっているとする。なお、図 4 に示す凹凸構造は、回折構造 2 2 の一部分の例である。回折構造 2 2 は、例えば、図 4 に示すような凹凸構造を有するユニットを、周期的に 2 次元に（例えば、X 方向および Y 方向に）隙間なく配置したものであってもよい。なお、回折構造 2 2 は、1 種類の凹凸構造の周期構造に限らず、例えば、異なる 2 種類以上の凹凸構造を、2 次元に隙間なく配置したものであってもよい。

[0043] 図 5 は、赤外光の入射に対する、回折構造 2 2 による透過成分の光量分布の角度依存性の例を示すグラフである。図 5 において、横軸は透過成分の出射角度 θ [°] を表し、縦軸は光強度を表している。一般に、回折作用を発現させる機能を有する回折構造に光が入射すると、直進透過光となる 0 次回折光と、いわゆる回折光、すなわち直進以外の方向に進む偏向光となる高次回折光と、大別して 2 種類の回折光を生じる。一般的に 0 次回折光は高次回折光よりも強度が十分に強い。このため、回折構造 2 2 に赤外光が入射して

高次回折光が発生したとしても、図5に示すような強いコントラストが得られやすい。

[0044] 当該光学部材20における赤外光の入射光量に対する0次回折光の光量の比を T_0 とした場合、 T_0 が75%以上となるように回折構造22が調整されるのが好ましい。なお、 T_0 は75%以上が好ましいが、85%以上がより好ましく、90%以上がさらに好ましく、95%以上が最も好ましい。なお、この場合の「0次回折光」には反射0次回折光は含まれない。以下、赤外光について「0次回折光」といった場合には、透過光のうちの0次回折光を指す。なお、 T_0 の代わりに、ヘイズ値を用いてもよい。その場合、光学部材20の赤外光のヘイズ値は25%未満が好ましく、15%未満がより好ましく、10%未満がさらに好ましく、5%未満が最も好ましい。なお、ヘイズ値としては、JIS K 7136に記載されているように、試験片を通過する透過光のうち、前方散乱によって、入射光から 0.044 rad (2.5°) 以上それた透過光の百分率として求めてもよい。JIS K 7136では直進透過光に対応する角度範囲が 2.5° 以内となっているが、後述の実施例にあるように、例えば 1.5° 以下のように 2.5° より狭い角度範囲の透過光を直進透過光としてもよい。

[0045] また、光学部材20は、図6に示すように、選択反射部13の表面に溝を設けて凸部221の材料とするなど、選択反射部13と回折構造22とを一体形成してもよい。このようにすると、回折構造22（より具体的には凸部221）から選択反射部13へ入射する際の反射を低減でき、赤外光の直進透過率を高められる。

[0046] また、回折構造22は、当該光学部材20における赤外光の入射光量に対する高次回折光量の総光量の比を T_1 とし、 $T_1' = T_1 / (T_0 + T_1) \times 100$ [%]とした場合、 T_1' が10%以下となるよう調整されるのが好ましい。なお、 T_1' は10%以下が好ましいが、5%以下がより好ましく、2%以下がさらに好ましい。なお、上記の「高次回折光」には反射成分は含まれない。以下、赤外光について「高次回折光」といった場合には、透過成分のう

ちの0次以外の回折光、すなわち、1次回折光、2次回折光、3次回折光・
・を指す。

[0047] また、 T_1 の測定の際に全ての透過光を測定するのではなく、所定の角度内に出射される光を測定することで光量密度の比較がしやすくなる場合がある。例えば、図7に示すように、回折構造22の出射面における所定位置、例えば入射光の光軸中心から測定した、赤外光受光部3の有効領域301の端部までの該光軸とのなす角度を θ_2 とすると、角度 θ_2 内に出射される回折光のみを対象にして、 T_1 を測定してもよい。なお、回折構造22の出射面の代わりに、光学部材20の出射面を用いてもよい。このように透過光の角度を限定する場合であって、 θ_2 として 10° 以下とする場合、 T_1' は3%以下が好ましく、2%以下がより好ましく、1%以下がさらに好ましい。

[0048] また、一般に、高次回折光が発生し、回折構造22により発生する高次回折光の数を N とした場合、高次回折光の光量は $1/N$ に比例して小さくなる近似ができる。なお、発生する高次回折光の数 N は、散乱性を大きくできるので、100以上が好ましく、1000以上がより好ましい。また、一般に、高次回折光による回折角度を大きくしようとすると凹凸構造（格子ピッチ）を小さくできるので、素子面を視認した場合の均一性を上げることができる。したがって、回折構造22単体による回折特性として、可視光の高次回折光の光量分布の半値全幅（以下、FWHM）は、 5° 以上が好ましく、 10° 以上がより好ましく、 20° 以上がさらに好ましい。

[0049] 次に、散乱部12に回折格子構造とは異なる凹凸面を用いる場合の例を説明する。図8（a）は、散乱部として反射部材に形成される凹凸面を有する光学部材の構成例を示す断面図である。なお、反射部材の凹凸面は母材となる基材（第1の基材34a、第2の基材34bなど）の凹凸面にならって得られてもよい。また、図8（b）は、図8（a）に示す光学部材30の要部の分解断面図である。図8（a）に示す光学部材30は、反射散乱部31を備える。また、反射散乱部31は、反射部材である選択反射膜33と、第1の基材34aと、第2の基材34bとを含む。

[0050] 本例の選択反射膜33の視認側の表面（XY平面）は、凹凸面となっている。なお、本例の選択反射膜33の反視認側の面も凹凸面となっている。また、選択反射膜33から見て視認側（第1の側）に位置する第1の基材34aの当該選択反射膜33と接している側の面および選択反射膜33から見て反視認側（第2の側）に位置する第2の基材34bの当該選択反射膜33と接している側の面も凹凸面となっている。以下、選択反射膜33の視認側の凹凸面を凹凸面331aといい、選択反射膜33の反視認側の凹凸面を凹凸面331bという場合がある。また、第1の基材34aの選択反射膜33と接している側の凹凸面を凹凸面341aといい、第2の基材34bの選択反射膜33と接している側の凹凸面を凹凸面341bという場合がある。

[0051] 図8（a）に示す例では、選択反射部の反射部材として選択反射膜33を有しているが、該選択反射膜33の視認側の凹凸面331aが、散乱部として作用する凹凸面に相当する。このような選択反射膜33の凹凸面331aは、例えば、一方の基材の表面（例えば、第1の基材34aの表面または第2の基材34bの表面）に凹凸構造を形成して凹凸表面とし、該凹凸表面上に、略均一な膜厚hで誘電体多層膜を成膜（積層）することによって形成できる。なお、当該方法によれば、同時に選択反射膜33の視認側だけでなく反視認側にも凹凸面331bを形成できるので、視認側だけでなく、反視認側からも可視光が入射された場合に着色が観察されるようにできる（図8（a）の可視光102a、可視光102b参照）。

[0052] また、本例では、一方の基材の凹凸表面上に積層してできる選択反射膜33の凹凸表面上に、さらに他方の基材を積層させている。このとき、当該他方の基材の選択反射膜33側の凹凸面と、選択反射膜33の該凹凸表面とは互いに嵌合する形状となっている。そのような基材の凹凸面をなす凹凸構造は、例えば、選択反射膜33の凹凸表面の凹部に当該基材の材料（例えば、樹脂等）を充填させてもよい。ここで、第1の基材34aと選択反射膜33と第2の基材34bの積層状態としては、隙間が無い状態で近接して配されていればよい。具体的には、これらが互いに直接接している場合だけでなく

、例えば、間に数十 μm 以内（100 μm 以内）の膜厚の接着層や他の機能層として働く薄膜を含むなど間接的に接している場合も含む。なお、薄膜の機能は特に限定されない。以下、このような膜厚の合計が100 μm 以内で間接的に接している場合も含めて、単に「接している」と表現する場合がある。

[0053] 第1の基材34aは、可視光および赤外光に対して透過性を有していればよい。また、第2の基材34bは、上記の基材14と同様、少なくとも赤外光に対して透過性を有していればよい。なお、光学部材30の反視認側も観察面とする場合、第2の基材34bは、可視光および赤外光に対して透過性を有していればよい。

[0054] 加えて、本例において選択反射膜33の凹凸面と接する部材である第1の基材34aと第2の基材34bは、少なくとも赤外域の対象波長帯において、略一致した屈折率を有しているとよい。ここで、屈折率が略一致する状態として、対象波長帯における2つの材料の屈折率差またはその平均値は、0.05以下が好ましく、0.005以下がより好ましい。以下、屈折率の一致性について上記と同様とする。

[0055] 選択反射膜33は、可視光を一定割合以上反射し、赤外光を一定割合以上透過するように構成されていけばよい。選択反射膜33は、例えば、誘電体多層膜やコレステリック相液晶フィルム等が挙げられる。ここで、誘電体多層膜は、金属や半導体材料を含んでもよく、この場合、半導体材料は赤外光に対する吸収が少ないものを用いればよく、金属材料は赤外光に対する透過率が低くならないように十分に薄くすればよい。

[0056] この構成により、可視光102a、102bに対して、傾斜した反射面を利用して大きな散乱が得られるとともに、赤外光101a、101bに対して、選択反射膜33と接している両部材（第1の基材34aと第2の基材34b）の少なくとも凹凸構造部分（図8（b）の342a、342b参照）の屈折率が略一致していることから、大きく屈折することなく、光学部材30の出射界面から出射される。これは、本構成が、赤外光に対して、入射口

径内の位置の違いによる光路長差が生じないもしくは生じても小さく抑えられた構成となっているためである。

[0057] また、本例の第1の基材34aの凹凸面341aおよび／または第2の基材34bの凹凸面341bは、サンドブラスなどによって形成される粗面であってもよいが、滑らかな曲面（自由曲面、非球面、球面を含む）を多く有する形状がより好ましい。一般に、サンドブラストなどで形成した粗面は導関数が不連続な点を多く有する形状となり、例えば選択反射膜33として誘電体多層膜を形成するような場合、該多層膜が一様の厚さで成膜できず所望の特性が出ないことがあるためである。

[0058] 滑らかな曲面を多く含む凹凸構造342a、342bの例として、多数の微小な球面や非球面のレンズを配置したレンズアレイや、多数のプリズムを配置したプリズムアレイなどが挙げられる。なお、アレイ中のレンズもしくはプリズムは1種に限らず複数種であってもよく、また、これらは規則的に配置されていても不規則に配置されていてもよい。また、他の例として、サンドブラストなどによって形成される基材の粗面をフッ化水素酸などによってエッチングし、表面を滑らかにしたフロスト板の凹凸部や、そのようなフロスト板などの拡散素子の凹凸部を、基材の樹脂層などに転写してできる該樹脂層の凹凸部などが挙げられる。

[0059] また、選択反射膜33として誘電体多層膜を形成する場合、多層膜の厚さが数 μm となることがある。このため、誘電多層膜を基材の凹凸面上に成膜する際に、該基材の凹凸面を構成している個々の凹部の幅（当該凹部の底部を通して当該凹部の端点を結ぶ直線の平面方向の長さ） w が小さすぎると、各層を所望の厚さで成膜できない場合がある。したがって、第1の基材34aまたは第2の基材34bのうち少なくとも一方の基材の凹凸面は、凹部の幅 w が5 μm 未満の領域が、可視光が入射する有効領域全体の10%未満であることが好ましく、有効領域内の全ての凹部の幅 w が5 μm 以上であることがより好ましい。なお、当該凹凸面が凸部を含む場合には、凸部についても上記条件を満たしているとより好ましい。すなわち、凸部の幅 w が5 μm 未満

の領域が、可視光が入射する有効領域全体の10%未満であるとより好ましく、有効領域内の全ての凸部の幅 w が $5\mu\text{m}$ 以上であるとさらに好ましい。なお、凸部の幅 w は、凹部の幅 w の説明における凹部の底部を、凸部の頂き部と読み替えればよい。

[0060] なお、とくにことわりがない場合、凹凸面を構成している凹部は、凹頂点を含むが凸頂点を含まないもしくは凸頂点を境界部として含む領域であり、特に凸稜線で囲まれた領域である。また、凸部は、凸頂点を含むが凹頂点を含まないもしくは凹頂点を境界部として含む領域であり、特に凹稜線で囲まれた領域である。なお、凹部の底部といった場合、凹部の凹頂点だけでなく凹稜線も含まれる。また、凸部の頂き部といった場合、凸部の凸頂点だけでなく凸稜線も含まれる。また、凹凸構造の断面形状がSINカーブ状や自由曲面であったり、凹凸が多段となっている場合など、凹部と凸部の境界がいまいな場合は、断面の変曲点を該断面における凹部と凸部の境界としてもよいし、当該凹凸面を形成している凹凸構造に対して最小二乗平面を求め、その最小二乗曲面よりも下に位置する部分を凹部、上に位置する部分を凸部としてもよい。

[0061] また、図9(a)に示すように、成膜対象とされる基材の凹凸面をなす凹凸構造(図の例では凹凸構造342b)が、複数の凹レンズ状のレンズ部343を隙間なく配置してなる凹レンズアレイの場合、レンズ部343の各々を凹部としてもよい。その場合、該凹凸面は凹部のみからなるとしてもよい。そのようにすれば、隣接するレンズ部343との境界部に相当するレンズ部343間の稜線345を基材上面から観察することで各凹部の幅 w を求めることができる。ここで、図中の一点鎖線で囲った領域のようにレンズ部343の境界部に曲率が生じている場合、傾きが0となる位置を該境界部の頂点として、それら頂点群からなる稜線を基材上面から観察してもよい。図9(a)は、凹凸構造342bの一部を切り出して示す平面図であり、図9(b)は、図9(a)に示す凹凸構造342bを有する第2の基材34bのA-A'断面図である。

[0062] なお、凹凸面をなす凹凸構造は凸レンズ状のレンズ部343を隙間なく配置してなる凸レンズアレイであってもよい。その場合、レンズ部343の各々を凸部としてもよい。その場合、該凹凸面は凸部のみからなるとしてもよい。そのようにすれば、隣接するレンズ部343との境界部に相当するレンズ部343間の稜線345を基材上面から観察することで各凸部の幅 w を求めることができる。なお、上述したようにレンズアレイは、規則的なものに限らずレンズ形状や配置に不規則性を有するものも含む。また、レンズ部343の代わりに、凸型のプリズムを配置してなる凸型のプリズムアレイや凹型のプリズムを配置してなる凹型のプリズムアレイの場合も、レンズアレイの場合と同様でよい。また、図9(a)に示す例では、成膜対象とされる基材の凹凸面をなす凹凸構造として、凹凸構造342bを例示しているが、凹凸構造342aであってもよい。その場合、凹凸面341a側を上向きにして凸型／凹型を判断すればよい。

[0063] また、凹部の形状が閉じていない形状の場合、例えば、逆蒲鉾状や溝形状のように底部が伸長している場合には、いわゆる溝の幅（その伸長方向に垂直な方向の長さ）や、当該凹部の形状を楕円で近似した短軸方向の長さを、当該凹部の幅 w として求めてもよい。また、凹稜線が分岐しているような底部が2以上の方向に伸長する形状の場合には、分岐した先の各々で幅 w を求めてもよいし、該凹部の形状を複数の多角形に分割して考え、各多角形において楕円近似して幅 w を求めてもよい。また、底部をなす凹稜線が認められない場合や、閉じた形状であっても複雑な形状の場合、該凹部の形状を複数の多角形に分割して考え、各多角形において楕円近似して幅 w を求めてもよい。

[0064] なお、凹凸面がサンドブラスト面のような粗面の場合の凹部および凸部並びにそれらの幅 w については、上記の限りではない。

[0065] また、意匠性の観点から、凹部および凸部の幅 w が大きくなりすぎるとそれらが視認されるおそれがある。このため、凹部および凸部の各々において幅 w の最小値は $200\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $100\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

。なお、このとき、凹部の幅 w に、底部が伸長している形状の伸長方向の長さや、楕円近似した場合の長軸方向の長さが含まれてもよく、凸部の幅 w に、底部が伸長している形状の伸長方向の長さや、楕円近似した場合の長軸方向の長さが含まれてもよい。

[0066] また、本出願人は、幅 w の値によって表面の視認状態が変わることを見出した。特にレンズアレイのように表面に複数個の凹面または凸面を有する構造の場合、幅 w の平均値を約 $60\mu\text{m}$ とした場合、光学部材30の表面には粒状感が見られたが、幅 w の平均値を約 $30\mu\text{m}$ とした場合、光学部材30の表面はなめらかな面として観察された。これは、幅 w の平均値が約 $60\mu\text{m}$ の場合、凹部が直接目視で観察されないものの、目で解像される範囲で十分な平均化がなされず、凹部の傾斜に起因する反射率の角度依存性などに起因する面内の色分布が生じると考えられる。一方、幅 w の平均値が約 $30\mu\text{m}$ の場合、凹部が目の解像度に対して十分に小さく、凹部の傾斜に起因する反射率の角度依存性が十分に平均化されなめらかな面として観察されると考えられる。上記は、レンズアレイにおける結果であるが、一般的な凹凸形状においても適応できると考えられる。したがって、表面の視認状態として均一なものが求められる場合、幅 w の平均値は、 $60\mu\text{m}$ 未満が好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

[0067] ここで粒状感の評価としては、官能的評価が適用できるが、カメラなどの撮像装置を用いて評価してもよい。後者の場合、撮像条件として、レンズの開口数を光学部材の標準的な使用環境における人間の目の平均的な開口数に合わせるとよく、また、光学部材の標準的な視認距離において評価することが好ましい。さらに、撮像した画像を画像処理することで光学部材面内の色空間上の座標を求めることができるが、この際、人の目の平均的な解像度に合わせて、解像度内のピクセルの平均化処理を行ってもよい。そして、この画像の平面内の繰り返し周波数や平均値からの偏差を評価することで各粒状感を比較できる。画像処理としては、フーリエ変換などの処理を行ってもよい。また、評価基準として色差を用いる場合、後述する表1の値を用いて、

面内の色差の標準偏差は、1.3以下であればよく、6.5以下が好ましい。また、該標準偏差は、3.2以下が好ましく、1.6以下がより好ましく、0.8以下がさらに好ましく、0.4以下が最も好ましい。また、官能評価から判定基準を設ける場合でも、複数人による官能評価結果から統計的に閾値を決めてもよい。

[0068] 次に、散乱部として機能する選択反射膜33の凹凸面の傾斜角度 α について説明する。図10は、散乱部として機能する選択反射膜33の凹凸面（図中の例では凹凸面331a）の傾斜角度 α と、可視光の反射散乱との関係を示す説明図である。なお、図10は、該凹凸面として凹凸面331aを例示しているが、反視認側も観察面とする場合は凹凸面331bも凹凸面331aと同様とする。なお、その場合、可視光の経路が逆方向となる点に注意が必要である。

[0069] とくに、選択反射膜33の凹凸面の傾斜角度 α が大きくなると、選択反射膜33の角度依存性により赤外光において意図しない反射光が生じたりするだけでなく、可視光においても反射散乱強度を低下させる要因になる場合がある。ここで、傾斜角度 α の基準（0°位置）となる面は、基板の平面方向（XY平面）としてもよい。なお、図10（a）および図10（b）では、光線が照射される部分の傾斜角度 α を示している。

[0070] 例えば、図10（a）に示すように、傾斜角度 α が45°を超える場合、当該選択反射膜33により反射される可視光102は入射時の進行方向を前進させる方向の光となる（図中の白矢印参照）。当該選択反射膜33により反射される可視光全体の中で、このような前方に反射される光の割合が大きいと、入射時の進行方向を後退させる方向である後方に反射される光の割合が相対的に小さくなる。後方に反射される光の割合が小さいと、当該光学部材30の当該可視光の入射界面（出射界面でもある）に戻る光（反射光）の光量が低下したり、十分な散乱特性が得られないおそれがある。可視光に対する反射散乱が不十分な場合、当該光学部材30の着色すなわちユーザから見える色が所定の色相からずれる、明度が低下する、などの問題が生じる。

また、反射光の光量が低下すると当該光学部材 30 の反視認側から出射される可視光の光量が大きくなり、赤外光に対する迷光が増える、などの問題も生じる。

[0071] また、図 10 (b) に示すように、傾斜角度 α が $0.5 \times \arcsin(1/n_s)$ を超える場合、当該選択反射膜 33 により反射される可視光 102 は、 $\arcsin(1/n_s)$ 以上の角度 β で、当該選択反射膜 33 の凹凸面に接している基材の出射界面 346 に至りやすい。ここで、 n_s は該基材の屈折率を表している。なお、該基材の凹凸構造部分と出射界面を構成している部分が異なる材料の場合は、該基材において出射界面を構成している部分が空気との界面を形成するため、 n_s として該部分の屈折率を用いてもよい。

[0072] 図 10 (b) に示すように、可視光 102 が $\arcsin(1/n_s)$ 以上の角度 β で出射界面 346 に至ると、該出射界面 346 で全反射が起こるため、そのような可視光の割合が大きいと、上記の場合と同様、反射光の光量が低下したり、十分な散乱特性が得られないおそれがある。

[0073] したがって、選択反射膜 33 の凹凸面は、可視光が入射する有効領域内において、傾斜角度 α が 45° 以内の領域が 90% 以上であると好ましく、傾斜角度 α が $0.5 \times \arcsin(1/n_s)$ 以内となる領域が 90% 以上であるとより好ましく、該有効領域内の全ての領域において傾斜角度 α が 45° 以内であるとさらに好ましく、該有効領域内の全ての領域において傾斜角度 α が $0.5 \times \arcsin(1/n_s)$ 以内であるとさらに好ましい。

[0074] また、上述した傾斜角度 α は、選択反射膜 33 の凹凸面の傾斜角度について規定するが、該選択反射膜 33 の凹凸面の凹凸形状は、成膜対象とされる基材の凹凸面の凹凸形状が模されたものと見なせるため、上述した傾斜角度 α の規定は成膜対象とされる基材の凹凸面にも適用可能である。なお、成膜対象とされる基材の凹凸面が上述した傾斜角度 α の規定を満たしていれば、緩やかな傾斜部分が多くなり、均一な膜厚で選択反射膜 33 を成膜しやすくなり好ましい。このとき、該基材の凹凸面をなす凹凸構造がレンズアレイのような一定の曲率半径が規定できる曲面を有するレンズ部を隙間なく配置し

た構成である場合、傾斜角度 α に加えてもしくは傾斜角度 α に代えて次のような条件を満たすと好ましい。

[0075] すなわち、レンズ部の曲率半径を R とし、レンズ部の中心から最も離れた該レンズ部の境界部の頂点までの距離を該レンズ部の半径 r とした場合を考える。このとき、該曲率半径 R と半径 r の比 r/R は、傾斜角度 α が 45° 以上に対応する数値 γ 以上が好ましく、傾斜角度 α は、 $0.5 \times \arcsin(1/n_s)$ 以下に対応する数値 δ 以下がより好ましい。ここで、 r/R について、数値 γ および数値 δ はともに屈折率 n_s に依存する。例えば、屈折率 n_s が 1.51 の場合、数値 γ は 0.71 となり、数値 δ は 0.35 となる。より一般的な場合には、該レンズ部の傾斜は $\alpha = \arctan[(r/R) / \{1 - (r/R)^2\}^{0.5}]$ となり、出射界面での全反射の条件が $n_s \sin \beta = 1$ であることと、 $2\alpha = \beta$ の関係式により、 $r/R = \tan\{0.5 \times \arcsin(1/n_s)\} / [1 + \tan^2\{0.5 \times \arcsin(1/n_s)\}]^{0.5}$ により値を求められる。

[0076] また、着色性能の観点から、光学部材30全体として、可視光の反射散乱角のFWHMは 5° 以上が好ましく、 15° 以上がより好ましく、 30° 以上がさらに好ましい。反射散乱角のFWHMが小さい場合、真珠のような光沢を帯びることがあるので、FWMHを 5° 以上にすることで光沢を低減できる。また、光学部材30全体として、可視光の対象波長帯のうちの特定の波長における、入射光量に対する反射散乱光の総光量の比は、 5% 以上が好ましく、 50% 以上がより好ましく、 75% 以上がさらに好ましい。このようにすることで当該光学部材30の着色の明度を上げることができる。また、後述するように筐体部材と合わせて光学部材30を用いる場合、反射散乱特性を筐体部材のそれと合わせるように調整してもよい。また、散乱部からの反射散乱角が大きい場合、隣り合う凹凸からの散乱光の重なりが大きくなることで粒状感の低減が期待できるため、この点においても反射散乱光のFWHMを大きいことが好ましい。

[0077] また、傾斜角度 α の情報は第1の基材34aまたは第2の基材34bのど

ちらか一方の基材を取りだし、それに対して光を入射し、その散乱特性を測定することでも得られる。例えば、図10(c)に示すように、片側の面が傾き α で傾斜しそれに対向する面の傾きが 0° となる屈折率 n_s の基材に対して検査光103を入射するとスネルの法則により、 $\sin \alpha = n_s \sin \gamma$ となる角度 γ の方向に屈折される。一方、屈折した光線は対向する面に対して角度 $(\alpha - \gamma)$ で入射するため、対向する面から出射する光線の角度を δ とすると、 $n_s \sin (\alpha - \gamma) = \sin \delta$ となる。以上により、 $\delta = \arcsin [\sin \alpha \times \{ (n_s^2 - \sin^2 \alpha)^{0.5} - \cos \alpha \}]$ となる。したがって、基材の屈折率と凹凸面によって散乱される光の散乱特性を調べることで凹凸面の傾斜角度 α の情報が得られる。

[0078] 例えば、検査光103に対する該基材の屈折率 n_s を1.51とする場合、 α が 45° とすると δ は 26.3° となるため、基材に対して光を入射したとき 26.3° 以上の角度で散乱される光線がある場合には、基材の凹凸面は 45° 以上の傾斜を含むことになる。また、 α が $0.5 \times \arcsin (1/n_s) = 20.7^\circ$ とすると、 δ は 10.9° となるため、基材に対して光を入射したとき 10.9° 以上の角度で散乱される光線がある場合には、基材の凹凸面は $0.5 \times \arcsin (1/n_s)^\circ$ 以上の傾斜を含むことになる。

[0079] 図11は、赤外光の入射に対する、反射散乱部31による透過成分の光量分布の角度依存性の例を示すグラフである。図11において、横軸は透過成分の出射角度 θ [°]を表し、縦軸は光強度を表している。なお、入射する赤外光はZ方向に進行するものとする。図11に示すように、反射散乱部31、より具体的には第1の基材34a、選択反射膜33および第2の基材34bを透過する赤外光は、直進透過光と透過散乱光とに大別できる。上述したように、第1の基材34a、選択反射膜33および第2の基材34bの複合作用により、当該光学部材30に入射した赤外光に対して大きな直進透過光が得られる。

[0080] しかし、このとき選択反射膜33の角度依存性によって透過光量の変調が発生したり、各凹凸構造が界面につくるエッジ部分によって散乱が生じる場

合がある。したがって、本例では、上記の T_0 を、当該光学部材30における赤外光の入射光量に対する直進透過光の光量の比としてもよい。その場合、 T_0 は、光学部材20の場合と同様、75%以上が好ましく、85%以上がより好ましく、90%以上がさらに好ましく、95%以上が最も好ましい。なお、 T_0 の代わりにヘイズ値を用いても評価できる点は光学部材20の場合と同様である。

[0081] また、本例では、当該光学部材30を透過する赤外光のうち直進透過光以外の光を透過散乱光とした場合、上記の T_1 を、当該光学部材30における赤外光の入射光量に対する透過散乱光の光量の総光量の比としてもよい。その場合、 $T_1' = T_1 / (T_0 + T_1) \times 100 [\%]$ は、10%以下が好ましく、5%以下がより好ましく、2%以下がさらに好ましい。また、本例においても、 T_1' は、赤外光について全ての透過光を測定するのではなく、赤外光を扱う装置の仕様に応じて、所定の角度内に出射される光を対象にして測定してもよい。

[0082] また、図示しないが、光学部材30は反射散乱部を厚さ方向（Z方向）に複数備えてもよい。この場合、視認される側から厚さ方向に進むに従って反射散乱光の総量が大きくなるように各反射散乱部を調整することもできる。例えば、このような反射散乱部を設けることで、散乱面が増えるため、より反射の拡散能を高められる。

[0083] 次に、散乱部12に反射部材の凹凸面を用いる場合の他の例を説明する。図12（a）は、散乱部として反射部材の凹凸面を有する光学部材の他の構成例を示す断面図である。また、図12（b）は、図12（a）に示す光学部材40の要部の分解断面図である。図12に示す光学部材40は、反射散乱部41と、第2の基材44bとを備える。また、反射散乱部41は、コレステリック相液晶層43と、第1の基材44aとを含む。

[0084] 本例のコレステリック相液晶層43の視認側の表面（XY平面）は、凹凸面となっている。また、コレステリック相液晶層43から見て視認側（第1の側）に位置する第1の基材44aの当該コレステリック相液晶層43と接

している側の面も凹凸面となっている。以下、コレステリック相液晶層 4 3 の視認側の凹凸面を凹凸面 4 3 1 a という場合がある。また、第 1 の基材 4 4 a のコレステリック相液晶層 4 3 と接している側の凹凸面を凹凸面 4 4 1 a という場合がある。

[0085] 図 1 2 (a) に示す例では、選択反射部の反射部材としてコレステリック相液晶層 4 3 を有しているが、該コレステリック相液晶層 4 3 の視認側の凹凸面 4 3 1 a が、散乱部として作用する凹凸面に相当する。このようなコレステリック相液晶層 4 3 の凹凸面 4 3 1 a は、例えば、当該凹凸面 4 3 1 a と接する側となる基材（第 1 の基材 4 4 a）の表面に凹凸構造を形成して凹凸面とし、該凹凸面を内側にして、一方の基材（第 2 の基材 4 4 b）との間にコレステリック相液晶層 4 3 を挟持して形成できる。このとき、当該凹凸面 4 3 1 a と接している基材（第 1 の基材 4 4 a）の内側の凹凸面（凹凸面 4 4 1 a）と当該凹凸面 4 3 1 a とは互いに嵌合する形状となっている。

[0086] なお、図 1 3 (a) および図 1 3 (b) に示すように、本例における反射部材に相当するコレステリック相液晶層 4 3 においても、視認側だけでなく反視認側に凹凸面を有していてもよい。そのような場合には、コレステリック相液晶層 4 3 の反視認側の凹凸面（凹凸面 4 3 1 b）も、散乱部として作用する凹凸面に相当する。以下、コレステリック相液晶層 4 3 の視認側と反視認側の両方に凹凸面を有する構成において、コレステリック相液晶層 4 3 の反視認側の凹凸面を凹凸面 4 3 1 b といい、該凹凸面 4 3 1 b と接している第 2 の基材 4 4 b の、該凹凸面 4 3 1 b と接している側の凹凸面を凹凸面 4 4 1 b という場合がある。このようなコレステリック相液晶層 4 3 の凹凸面 4 3 1 b は、例えば、当該凹凸面 4 3 1 b と接する側となる基材（第 2 の基材 4 4 b）の表面に凹凸構造を形成して凹凸面とし、該凹凸面を内側にして、一方の基材（第 1 の基材 4 4 a）との間にコレステリック相液晶層 4 3 を挟持して形成できる。このとき、当該凹凸面 4 3 1 b と接している基材（第 2 の基材 4 4 b）の内側の凹凸面 4 4 1 b と当該凹凸面 4 3 1 b とは互いに嵌合する形状となっている。

[0087] 第1の基材44aは、可視光および赤外光に対して透過性を有していればよい。また、第2の基材44bは、上記の基材14と同様、少なくとも赤外光に対して透過性を有していればよい。なお、光学部材40の反視認側も観察面とする場合、第2の基材44bは、可視光および赤外光に対して透過性を有していればよい。

[0088] 加えて、本例においてコレステリック相液晶層43の凹凸面と接する部材である第1の基材44aとコレステリック相液晶層43とは、少なくとも赤外域の対象波長帯において、略一致した屈折率を有しているとよい。なお、コレステリック相液晶層43の両方の面が凹凸面の場合は、コレステリック相液晶層43に代えて、光学部材30の場合と同様に、該コレステリック相液晶層43の凹凸面と接するもう一方の部材である第2の基材44bと、第1の基材44aとが、少なくとも赤外域の対象波長帯において、略一致した屈折率を有していてもよい。なお、コレステリック相液晶層43の屈折率は後述する平均屈折率でよい。

[0089] コレステリック相液晶層43は、可視光を一定割合以上反射し、赤外光を一定割合以上透過するように構成されている。コレステリック相液晶は、液晶分子の螺旋構造により選択反射帯を有しており、その選択反射帯を可視域に設けることで、可視光のみを選択的に反射できる。

[0090] より具体的には、コレステリック相液晶層43において、螺旋ピッチ p や、液晶の平均屈折率 n_o を調整すればよい。一般に、コレステリック相液晶の選択反射波長 λ_R は、以下の式(1)で与えられる。

$$[0091] \lambda_R = p \cdot n_o \quad \cdots (1)$$

[0092] したがって、上記の式(1)において、選択反射波長 λ_R が、選択反射させたい可視光の波長と同程度になるように、螺旋ピッチ p や液晶の平均屈折率 n_o を調整すればよい。なお、螺旋ピッチ p の調整方法としては、配向制御の他、キラル剤のHTP (Helical Twisting Power) や濃度を調整する方法が挙げられる。

[0093] なお、図12や図13では1つのコレステリック相液晶層43を備える例

を示したが、コレステリック相液晶層は、単層に限られない。例えば、光学部材40は、反射散乱部41として、選択反射帯の異なるコレステリック相液晶層43を複数（厚さ方向（Z方向）に積層するように）備えていてもよい。このとき、第1の基材44aや第2の基材44bを含むコレステリック相液晶フィルム等を複数積層してもよい。一例として、選択反射帯の中心が430nm、530nm、630nmとなる3種類のコレステリック相液晶層もしくはコレステリック相液晶フィルムを積層してもよい。このような構成とすることで、広い帯域の可視光を反射散乱させつつ、赤外光を透過させることができる。

[0094] また、コレステリック相液晶には、螺旋の向きに対応した円偏光を反射する特徴があるため、図14に示すように、コレステリック相液晶層43の反視認側に、第2の選択反射部46をさらに設けてもよい。そのように構成することで、両方の円偏光の光に対して反射散乱させることができる。

[0095] 第2の選択反射部46は、コレステリック相液晶層43の選択反射帯を含む波長帯の可視光を一定割合以上反射して赤外光を一定割合以上透過するように構成されていればよい。第2の選択反射部46は、例えば、ダイクロイックミラーのミラー層に用いられるような誘電体多層膜であってもよい。なお、第2の選択反射部46は、コレステリック相液晶層43を挟持している第2の基材44bの反視認側に限らず、例えば、第2の基材44bとコレステリック相液晶層43の間などに設けられていてもよい。なお、複数のコレステリック相液晶層43を備える場合には、コレステリック相液晶層43ごとに当該コレステリック相液晶層43に対応する第2の選択反射部46を設けてもよい。または、最も反視認側にあるコレステリック相液晶層43の反視認側に、複数のコレステリック相液晶層43全ての選択反射帯を含む波長帯の可視光を反射して赤外光を透過する第2の選択反射部46を設けてもよい。

[0096] 例えば、コレステリック相液晶層43として、右円偏光の可視光102cに対して選択反射を示すコレステリック相液晶を用いる場合、透過する左円

偏光の可視光 102d を第 2 の選択反射部 46 で反射させる。このとき、第 2 の選択反射部 46 で付加される位相差 π により、可視光 102d は、右円偏光の光となってコレステリック相液晶層 43 に再入射される。コレステリック相液晶層 43 に再入射した右円偏光の可視光 102d は、コレステリック相液晶層 43 の螺旋構造により反射され、再び第 2 の選択反射部 46 に入射する。そして、第 2 の選択反射部 46 に再入射した右円偏光の可視光 102d は、最終的に左円偏光の散乱光となって視認側の出射界面から出射される。また、右円偏光の可視光 102c は、コレステリック相液晶層 43 の入射界面にあたる凹凸面 431a による反射・屈折と、コレステリック相液晶層 43 内の螺旋構造による選択反射との複合作用によって、反射散乱される。このように、光学部材 40 は、第 2 の選択反射部 46 を備えることにより、左右の円偏光の可視光に対して反射散乱特性が得られる。

[0097] 一方、赤外光 101a、101b は、コレステリック相液晶層 43 を透過する。本例においても、赤外光が第 1 の基材 44a、コレステリック相液晶層 43 および第 2 の基材 44b を透過する際の光路長に、入射位置による変化が生じないまたは小さい構成となっているため、赤外光 101a および赤外光 101b は、屈折することなく当該光学部材 40 から出射される。このように、本構成においても、可視光に対して十分な反射散乱が得られるだけでなく、赤外光に対する散乱を大きく低減できる。

[0098] なお、本例の第 1 の基材 44a の凹凸面 441a および第 2 の基材 44b の凹凸面 441b についても、滑らかな曲面（自由曲面、非球面、球面を含む）を多く有する形状であれば液晶の配向性がよくなるため、より好ましい。

[0099] なお、他の点に関しては、本例と同じく、散乱部として反射部材に形成される凹凸面を有する例の 1 つである光学部材 30 と同様でよい。

[0100] 次に、反射散乱部 11 にコレステリック相液晶を用いる場合の例を説明する。図 15 は、反射散乱部としてコレステリック相液晶層を有する光学部材の例を示す構成図である。図 15 に示す光学部材 50 は、反射散乱部 51 と

、基材 1 4 とを備える。また、反射散乱部 5 1 は、コレステリック相液晶層 5 3 を含む。

[0101] コレステリック相液晶層 5 3 は、可視光を一定割合以上反射散乱し、赤外光を一定割合以上透過するように構成されている。例えば、コレステリック相液晶層 5 3 は、当該層の面内に、配向軸の異なる複数の領域を有するコレステリック相液晶層でもよい。このようなコレステリック相液晶層 5 3 は、例えば、選択反射帯を可視域に設定しつつ、コレステリック相液晶層を形成する際に液晶の配向処理を加えないことにより、形成できる。このような配向の乱れによって、設定した選択反射帯において反射散乱させることができる。

[0102] 図 1 5 に示すように、本例の光学部材 5 0 は、反射散乱を示すコレステリック相液晶層によって、可視光 1 0 2 a、1 0 2 b を反射散乱させ、赤外光 1 0 1 a、1 0 1 b を透過させられる。

[0103] なお、本例においても、光学部材 5 0、より具体的には反射散乱部 5 1 は、複数のコレステリック相液晶層を備えていてもよい。また、本例においても、図 1 4 に示すように、光学部材 5 0 は、コレステリック相液晶層 5 3 の反視認側に設けてもよく、複数ある場合には各々のコレステリック相液晶層 5 3 の反視認側や最も反視認側にあるコレステリック相液晶層 5 3 の反視認側に、第 2 の選択反射部 4 6 を設けてもよい。そのように構成することで、両方の円偏光の光に対して反射散乱させることができる。

[0104] 次に、散乱部 1 2 に微粒子含有樹脂を用いる場合の例を説明する。図 1 6 は、散乱部として微粒子含有樹脂層を有する光学部材の例を示す断面図である。図 1 6 に示す光学部材 6 0 は、基材 1 4 と、反射散乱部 6 1 とを備える。また、反射散乱部 6 1 は、散乱部としての微粒子含有樹脂層 6 2 と、選択反射部 1 3 とを含む。

[0105] 微粒子含有樹脂層 6 2 は、可視光および赤外光に対して透光性を有する樹脂材料をバインダーとして用い、該樹脂材料に、少なくとも可視域において該樹脂とは異なる屈折率を有する微粒子を均一に分散させたものであっても

よい。

[0106] このとき、上述したように、微粒子の粒径や、微粒子とバインダーとなる樹脂材料との屈折率の比を調整することにより、可視光に対する散乱を大きくし、赤外光に対する散乱を小さくできる。例えば、樹脂に、赤外域の近傍に吸収帯を有する色素や顔料を含有する材料を添加することにより、可視域の対象波長域と赤外域の対象波長域との間に大きな屈折率差を生じさせることができる。このような樹脂と、微粒子とで赤外域の対象波長域の屈折率差が小さくなるまたは屈折率が略一致するように調整してもよい。

[0107] 以上のように、本実施形態によれば、可視光の反射散乱性が高く、かつ赤外光の直進透過性が高い反射散乱部を含む光学部材を提供できる。

[0108] なお、上記の各光学部材において、反射散乱部またはそれを支える基材の反視認側に、可視光を吸収して赤外光を透過する吸収部材や、可視光を反射して赤外光を透過する反射部材のいずれかを有していてもよい。

[0109] 図17(a)は、上記の吸収部材を備える光学部材の例を示す構成図であり、図17(b)は、上記の反射部材を備える光学部材の例を示す構成図である。

[0110] 図17(a)に示す例において、光学部材70は、反射散乱部71と、可視光を吸収して赤外光を透過する吸収部材72とを備えている。

[0111] また、図17(b)に示す例において、光学部材70は、反射散乱部71と、可視光を反射して赤外光を透過する反射部材73とを備えている。

[0112] 反射散乱部71は、例えば、上述した反射散乱部のいずれかでよい。

[0113] このような構成によれば、透過する可視光をさらに低減できる。また、吸収部材72は、上記の光学部材が備える基材（例えば、基材14、第2の基材34b、第2の基材44b等）によって実現されてもよい。すなわち、該基材が吸収剤等を含むことによって、吸収部材72が構成されてもよい。

[0114] 実施形態2.

次に、本発明の第2の実施形態を、図面を参照して説明する。図18は、本発明の第2の実施形態にかかる光学装置の例を示す構成図である。

- [0115] 図 18 に示す光学装置 100 は、筐体 4 内に、赤外光発光部 2 および／または赤外光受光部 3 を有している。また、光学装置 100 は、筐体 4 に設けられた開口部を覆うように光学部材 1 が設けられている。このような構成とすることにより、赤外光は、光学部材 1 を通して筐体 4 の外部へ受発光される。
- [0116] 光学装置 100 は、例えば、赤外光を用いて画像を撮影するカメラ装置や、赤外光を用いて、物体の距離や近くの物体の有無を検出する距離センサ、近接センサなどの計測装置や、赤外光を用いて情報通信などを行う通信装置や、赤外光を用いて虹彩や指紋、静脈の認証などの生体認証などを行う認証装置といった赤外光を利用した光学装置である。
- [0117] また、筐体 4 は、赤外光発光部 2 や赤外光受光部 3 以外の他の機能を発揮する機器を囲っていてもよい。
- [0118] 赤外光発光部 2 は、ランプなどに限らず、LED やレーザ光源を用いたものでもよい。また、赤外光発光部 2 は、自身が赤外光を発光する機能を有するものに限らず、他で発光された赤外光を出力する送信部であってもよい。
- [0119] また、赤外光受光部 3 は、フォトダイオードのような単一の受光素子に限らず、CMOS センサなどのように、画像情報を取得するものであってもよい。
- [0120] 光学部材 1 は、赤外光を透過し、可視光を反射散乱させる機能を有する赤外光透過フィルタであって、筐体 4 の外部から見た場合に着色されたように見えるようになっている。光学部材 1 は、例えば、第 1 の実施形態で示した光学部材 10～70 のいずれかであってもよい。
- [0121] また、光学部材 1 が筐体 4 の一部とともに視認される場合、光学部材 1 の周囲に配置される筐体部材と光学部材 1 との境界を視認し難くすることで、観察者に対して光学部材 1 の存在を認識し難くできる。光学部材 1 の視認性を低下させるため、光学部材 1 周囲の筐体部材と光学部材 1 との間の、可視光に対する反射散乱光の角度依存性や反射散乱光の総光量を合わせることが好ましい。

[0122] 反射散乱光の角度依存性は、 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ のいずれかの角度における反射散乱光強度によって規格化し、当該角度から最大角度 ϕ までの反射率の角度依存性を比較することで評価できる。入射角度が 0° の場合、光の入射光と反射光の光路が同一になり、反射率を測定することが難しいため、 0° を除く一定の角度が必要である。この場合、可視域の反射散乱光の平均値の角度依存性を評価できるが、例えば、色フィルタを用いることで特定の波長帯域の反射散乱光の角度依存性も評価できる。比較評価を行う最大角度 ϕ は 30° が好ましく、 45° がより好ましく、 60° がさらに好ましい。ここで、角度 ϕ における光学部材 1 の反射散乱光の強度を $I_f(\phi)$ 、角度 ϕ における筐体部材の反射散乱光の強度を $I_b(\phi)$ とすると、 $(I_f(\phi) - I_b(\phi)) / I_b(\phi)$ の値の絶対値は、 0.2 以下が好ましく、 0.1 以下がより好ましく、 0.05 以下がさらに好ましい。

[0123] このような色の比較は、例えば CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) 色空間を用いても評価できる。この色空間において、 L^* は明度であり明るさの指標、 a^* 、 b^* はそれぞれ a^* 方向は赤色、 $-a^*$ は緑色、 b^* は黄色、 $-b^*$ は青色方向となり、色度の指標となる。また、彩度 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ である。これらの値は、CIE XYZ 表色系 (JIS Z 8701) から計算でき、計算式は JIS Z 8781 に記載される通りである。CIE XYZ 表色系は光学部材 1 の立体角反射率と等色関数、光源のスペクトルの積を波長で積分したものであり、所定の角度における反射率を求め、光源のスペクトルを仮定すれば X , Y , Z の値が定まり、これによって L^* , a^* , b^* が求められる。以下は、標準光源としてとくにことわらない限り D65 を用いて各値を求める。

[0124] 光学部材 1 と筐体部材との 2 つの材質の L^* a^* b^* 表色系における L^* の差を ΔL^* 、 a^* の差を Δa^* 、 b^* の差を Δb^* とした場合、色差 $\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{0.5}$ によって求められる。工業的には表 1 の指標を用いることが多い。また、以下では $\Delta E_2 = (\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{0.5}$ と定義する。 ΔE_2 は色度の情報のみを含むため、明度が問題にならない

場合や、光学部材 1 と筐体部材の配置の違いにより照明状態が異なる場合には $\Delta E 2$ を指標としてもよい。

[0125] [表1]

表 1

色差 (ΔE)	色差の程度
~0.4	十分に調整された測色機器を、訓練を積んだ人が再現性を持って識別できる
0.4~0.8	目視判定の再現性から見て厳格な色差規格を設定できる限界
0.8~1.6	隣接比較色差がわずかに感じられるレベル
1.6~3.2	離間比較では殆ど気づかない色差レベル
3.2~6.5	印象レベルでは同じ色として扱える範囲
6.5~13	マンセル色票間の色差に相当
13~	系統色で区別がつく程度の色の差

[0126] このように、筐体部材に隣り合って取り囲まれるように配置された光学部材 1 を認識させたくない場合、 $\Delta E 2$ は、6.5 以下であればよく、3.2 以下であれば好ましく、1.6 以下であればより好ましく、0.8 以下であればさらに好ましく、0.4 以下であれば最も好ましい。また、 $\Delta E 2$ の代わりに ΔE を用いるとより厳密であり、筐体部材に隣り合って取り囲まれるように配置された光学部材 1 を認識させたくない場合、 ΔE は、6.5 以下であればよく、3.2 以下が好ましく、1.6 以下がより好ましく、0.8 以下がさらに好ましく、0.4 以下が最も好ましい。なお、以上の議論において部材ごとに同一の光源を用いる前提としたが、筐体部材と光学部材 1 の間で照明のされ方が異なる場合、それを考慮して ΔE や $\Delta E 2$ を求めてもよい。また、上記の ΔE 、 $\Delta E 2$ は目の解像度より十分大きい面積における平均値として評価できる。この点で、粒状感などで観察される色差の偏差とは異なり、目の解像度と同程度の面積で評価できる場合、筐体部材に対する ΔE 、 $\Delta E 2$ の標準偏差の範囲として 1.3 以下であってもよい。

[0127] このような構成であれば、赤外光の送信感度および／または受信感度を低下させずに、かつ筐体の開口部が黒色以外の色に着色されたように見える光学装置が得られる。

実施例

[0128] 例 1.

本例は、図2に示したような回折構造を利用した光学部材20の一実施例である。まず、波長950nmにおいて屈折率が1.51となる厚さ1mmのガラス基板の上に、 SiO_2 と Ta_2O_5 からなる以下の表2に示す構成の多層膜を成膜した。なお、最上層の SiO_2 層は、後述する回折光学素子となる層として形成している。

[0129] [表2]

表2

層番号	厚み[nm]	材料	層番号	厚み[nm]	材料
1	300	SiO_2	15	83	SiO_2
2	57	Ta_2O_5	16	54	Ta_2O_5
3	123	SiO_2	17	87	SiO_2
4	79	Ta_2O_5	18	56	Ta_2O_5
5	134	SiO_2	19	70	SiO_2
6	86	Ta_2O_5	20	38	Ta_2O_5
7	107	SiO_2	21	74	SiO_2
8	74	Ta_2O_5	22	47	Ta_2O_5
9	106	SiO_2	23	68	SiO_2
10	66	Ta_2O_5	24	53	Ta_2O_5
11	95	SiO_2	25	72	SiO_2
12	63	Ta_2O_5	26	45	Ta_2O_5
13	98	SiO_2	基材		
14	62	Ta_2O_5			

[0130] 図19は、本例の多層膜の透過率特性を示すグラフである。図19に示すように、本例の多層膜は、可視域の光に対して低い透過率かつ、波長900nm以上の光に対して高い透過率特性を示した。

[0131] 次に、成膜した多層膜の最上層である第1層に、波長915nmにおいてある一方向に $\pm 7.4^\circ$ 、かつそれと直交する方向に $\pm 4.9^\circ$ の範囲で光が拡散するような回折光学素子を形成した。

[0132] すなわち、当該回折光学素子は、2段の凹凸形状を有し、深さが300nmとなるように形成されている。このようにして、多層膜上に深さ300nm

mのSiO₂からなる回折光学素子を有する光学部材20を作製できる。なお、SiO₂の赤外域（例えば、波長950nm）における屈折率は略1.45である。

[0133] 本例の光学部材20の、分光器による透過光量の測定結果を図20に示す。図20に示すように、本例の光学部材20の波長950nmにおける透過光の光量（透過率）は86.9%であった。なお、図20に示す測定結果は、ガラス基板の多層膜を有する面と対向する面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、当該面における一般的な反射光の光量4.2%を考慮すると、ガラス基板の多層膜を有する面と対向する面に反射防止構造を付与した場合、本例の光学部材20の波長950nmにおける透過光の光量は最大で91.1%となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は8.9%以下と計算される。

[0134] また、波長938nmのレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材20の938nmにおける透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。測定方法は次のとおりである。まず、作製した光学部材に波長938nmのコリメート光を照射し、該光学部材から3cm離れた位置に置いたフォトダイオードにより、透過光の光量 T_t を測定した。このとき、フォトダイオードの開口は直径8mmであり、フォトダイオードには0°から7.6°までの拡散光が入射する。次に、該光学部材から150cm離れた位置に置いたフォトダイオードにより、透過光の光量 T_p を測定した。このとき、フォトダイオードには0°から1.5°までの拡散光が入射する。これらの測定から、透過散乱光の割合として、 $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、0.53%となった。なお、図20に示した分光器による測定結果から求めた散乱光の光量の最大とされた8.9%はこれよりも大きな値となっているが、これは、本測定が透過光として6°までの拡散光を測定しているからである。すなわち、回折光学素子の拡散角度が大きいことにより、相対的にフォトダイオードが検出する散乱光の光量密度は小さくなっている。以上の結果により、波長938nmの光に対する直進透過率は、75%以上と考えるこ

とができる。

[0135] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像に曇りがやや見られたが、画像からハロゲンランプ光源が視認できた。

[0136] また、本例の光学部材を、基材の回折光学素子が形成されている側である第1の側から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。

[0137] 以上のようにして、可視域では入射した光線が反射散乱し、900nm以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0138] 例2.

本例は、図8に示したような、凹凸面を利用した光学部材30の一実施例である。まず、波長950nmにおいて屈折率が1.51となる厚さ0.7mmのガラス基板であって凹凸面を有するガラス基板上に、例1と同様に、表2に示す構成の多層膜を成膜した。

[0139] 基板の凹凸面は、図9に示すような不規則に配置された球面状の多数の凹型のレンズ部343を有する面である。各々のレンズ部343は、基準となるピッチ60μmのハニカム配置に対して頂点位置がピッチの25%の半径内に位置するように配置されている。このような凹凸面は、ガラス基板の一方の面に対して、各々のレンズ部343の頂点位置に相当する位置に直径3μmの初期開口を有するMoマスクをウェットエッチングすることにより形成した。当該凹凸面におけるレンズ部343の平均的な曲率半径は100μmであり、隣り合うレンズ部343の境界部分すなわち各々のレンズ部343の端部における平均的な傾斜角度は18°と計算された。当該角度は、 $0.5 \times \sin(1/1.51)$ よりも小さい値となっている。また、本例の基材の凹凸面は、可視光が入射する有効領域内において、傾斜角度が $0.5 \times \sin(1/1.51)$ 以内となる領域が少なくとも97%以上となっている。なお、レンズ部343の r/R の平均は0.32である。また、素子の平面図は図9に類似の稜線を持つ構造として観察され、可視光が入射する有効領域内の全ての凹部の幅 w が5μm以上であった。また、凹部の平均

的な幅は約 $60\ \mu\text{m}$ となっている。

[0140] 次いで、多層膜が形成された凹凸面を、波長 $950\ \text{nm}$ において屈折率が 1.51 となる樹脂で充填平坦化し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材 30 を作製した。

[0141] 本例の光学部材 30 の、分光器による透過光量の測定結果を図 20 に示す。図 20 に示すように、本例の光学部材 30 の波長 $950\ \text{nm}$ における透過光の光量は 90.2% であった。なお、図 20 に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量 8.3% を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材 30 の波長 $950\ \text{nm}$ における透過光の光量は最大で 98.5% となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は 1.5% 以下と計算される。

[0142] また、波長 $938\ \text{nm}$ のレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材 30 の $938\ \text{nm}$ における透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。なお、測定方法は第 1 の例の場合と同様である。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、 2.1% となった。以上の結果により、波長 $938\ \text{nm}$ の光に対する直進透過率は、 75% 以上と考えることができる。

[0143] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像に曇りがやや見られたが、画像からハロゲンランプ光源が視認できた。なお、曇りの程度は、第 1 の例に比べてやや大きかった。

[0144] また、本例の光学部材を、多層膜の凹凸面に対して樹脂が充填されている側（第 1 の側）から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。また、本例の光学部材を、多層膜の凹凸面に対して樹脂が充填されていない側（第 2 の側）から視認した場合も、当該光学部材は白色に観察された。

[0145] 以上のようにして、可視域では入射した光線が反射散乱し、 $900\ \text{nm}$ 以

上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0146] 例 3.

本例は、図 8 に示したような、凹凸面を利用した光学部材 30 の一実施例である。まず、例 2 と同様のガラス基板上に、例 1 と同様に、表 2 に示す構成の多層膜を成膜した。

[0147] 基板の凹凸面は、第 2 の例と同様、平均的なピッチが $60\ \mu\text{m}$ となる球面状の多数の凹型のレンズ部 343 を有する面となっており、各々のレンズ部 343 の頂点位置が基準となるピッチ $60\ \mu\text{m}$ のハニカム配置に対してピッチの 25% の半径内に位置するように不規則性を有している。このような凹凸面は、ガラス基板の一方の面に対して、各々のレンズ部 343 の頂点位置に相当する位置に直径 $3\ \mu\text{m}$ の初期開口を有する Mo マスクをウェットエッチングすることにより形成した。ただし、本例の凹凸面におけるレンズ部 343 の平均的な曲率半径は $145\ \mu\text{m}$ であり、隣り合うレンズ部 343 の境界部分すなわち各々のレンズ部 343 の端部における平均的な傾斜角度は 13° と計算された。当該角度は、 $0.5 \times \sin(1/1.51)$ よりも小さい値となっている。また、本例の基材の凹凸面は、可視光が入射する有効領域内において、傾斜角度が $0.5 \times \sin(1/1.51)$ 以内となる領域が 100% となっている。なお、レンズ部 343 の r/R の平均は 0.22 である。また、素子の平面図は図 9 に類似の稜線を持つ構造として観察され、可視光が入射する有効領域内の全ての凹部の幅 w が $5\ \mu\text{m}$ 以上であった。また、凹部の平均的な幅は約 $60\ \mu\text{m}$ となっている。

[0148] 次に、多層膜が形成された凹凸面を、波長 $950\ \text{nm}$ において屈折率が 1.51 となる樹脂で充填平坦化し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材 30 を作製した。

[0149] 本例の光学部材 30 の、分光器による透過光量の測定結果を図 20 に示す。図 20 に示すように、本例の光学部材 30 の波長 $950\ \text{nm}$ における透過光の光量は 89.7% であった。なお、図 20 に示す測定結果は、基材とされた 2 つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定

結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量 8.3% を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材 30 の波長 950 nm における透過光の光量は最大で 98.0% となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は 2.0% 以下と計算される。

[0150] また、波長 938 nm のレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材 30 の 938 nm における透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。なお、測定方法は第 1 の例の場合と同様である。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、0.57% となった。以上の結果により、波長 938 nm の光に対する直進透過率は、75% 以上と考えることができる。

[0151] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像に曇りがやや見られたが、画像からハロゲンランプ光源が視認できた。なお、曇りの程度は、第 1 の例に比べてやや小さかった。

[0152] また、本例の光学部材を、多層膜の凹凸面に対して樹脂が充填されている側（第 1 の側）から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。また、本例の光学部材を、多層膜の凹凸面に対して樹脂が充填されていない側（第 2 の側）から視認した場合も、当該光学部材は白色に観察された。

[0153] 以上のようにして、可視域では入射した光線が反射散乱し、900 nm 以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0154] 例 4.

本例は、図 8 に示したような、凹凸面を利用した光学部材 30 の一実施例である。まず、波長 950 nm において屈折率が 1.51 となる厚さ 1.0 mm のガラス基板であって凹凸面を有するガラス基板上に、例 1 と同様に、表 2 に示す構成の多層膜を成膜した。

[0155] 基板の凹凸面は、粒度が #240 の研磨剤をサンドブラストすることにより形成した。当該凹凸面は、様々なサイズの凹部や凸部からなっており、そ

の一部には傾斜角度が $0.5 \times \arcsin(1/1.51)$ 以上となる部位も観察された。

[0156] また、当該凹凸面を入射面として、該入射面の法線方向より波長450nmの光を入射し基材から85mmの位置となる平面において散乱光の角度（反射散乱角）に応じた強度を計測したところ図22のようになった。ここで、波長450nmにおいて基材の屈折率は1.53であり、 $\delta = \arcsin[\sin \alpha \times \{(n_s^2 - \sin^2 \alpha)^{0.5} - \cos \alpha\}]$ の関係式から $\alpha = 45^\circ$ に対応する δ の値は 27.3° であるため、散乱光の強度分布から当該凹凸面は傾斜角度が 45° 以上となる部位を含むことが分かる。

[0157] 次に、多層膜が形成された凹凸面を、波長950nmにおいて屈折率が1.51となる樹脂で充填し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材30を作製した。

[0158] 本例の光学部材30の、分光器による透過光量の測定結果を図20に示す。図20に示すように、本例の光学部材30の波長950nmにおける透過光の光量は85.2%であった。なお、図20に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量8.3%を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材30の波長950nmにおける透過光の光量は最大で93.5%となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は6.5%以下と計算される。

[0159] また、波長938nmのレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材30の938nmにおける透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。なお、測定方法は第1の例の場合と同様である。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、3.9%となった。以上の結果により、波長938nmの光に対する直進透過率は、75%以上と考えることができる。

[0160] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通

してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像からハロゲンランプ光源は視認可能だったが、画像の曇りは大きく視認性は低下していた。なお、曇りの程度は、第2の例に比べて大きかった。

[0161] また、本例の光学部材を、基材の凹凸面が形成されている側である第1の側から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。

[0162] 以上のように、可視域では入射した光線が反射散乱し、900nm以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0163] 例5.

本例は、図15に示したような、反射散乱を示すコレステリック相液晶を利用した光学部材50の一実施例である。

[0164] 基板間のギャップが5 μ mとなる配向処理をしていないガラスセルにコレステリック相液晶材料を注入し、選択反射帯の中心が550nmとなるコレステリック相液晶層を形成（成膜）した。このようにして本例の光学部材50を作製した。

[0165] 形成されたコレステリック相液晶層は配向処理がなされていないため、面内に配向軸が異なる領域が生じ、設定された選択反射帯域において反射散乱を示す構成になっている。なお、形成された光学部材50を、コレステリック相液晶層を挟持している基板の各々の側から視認すると、当該光学部材はいずれも緑色に観察された。

[0166] 本例の光学部材50の、分光器による透過光量の測定結果を図21に示す。図21に示すように、本例の光学部材50の波長550nmにおける透過光の光量（透過率）は反射散乱によって低くなっているのに対し、波長950nmにおける透過光の光量は高い値を示している。具体的には、波長950nmにおける透過光量は90.3%であった。なお、本例の光学部材50においても、ガラスセルの両面に反射防止構造を設けていないため、約8%の反射が見込まれる。

[0167] 以上のように、本例によれば、可視域の少なくとも一部の光を反射散乱し、900nm以上の赤外光を透過する光学部材が得られた。

[0168] なお、本例の光学部材50に、さらに可視光に対して反射または吸収特性を示し、赤外光を透過するミラーや吸収材料を設置してもよい。そのようにすれば、可視域の透過光がより少ない光学部材が得られる。

[0169] 例6.

本例は、図15に示したような、反射散乱を示すコレステリック相液晶を利用した光学部材50の一実施例である。

[0170] 基板間のギャップが5 μm となる配向処理をしていないガラスセルにコレステリック相液晶材料を注入し、選択反射帯の中心が620 nmとなるコレステリック相液晶層を形成した。このようにして本例の光学部材50を作製した。

[0171] 形成されたコレステリック相液晶層は配向処理がなされていないため、面内に配光軸が異なる領域が生じ、設定された選択反射帯域において反射散乱を示す構成となっている。なお、形成された光学部材50を、コレステリック相液晶層を挟持している基板の各々の側から視認すると、当該光学部材はいずれも橙色に観察された。

[0172] 本例の光学部材50の、分光器による透過光量の測定結果を図21に示す。図21に示すように、本例の光学部材50の波長620 nmにおける透過光の光量は反射散乱によって低くなっているのに対し、波長950 nmにおける透過光の光量は高い値を示している。具体的には、波長950 nmにおける透過光量は89.1%であった。なお、本例の光学部材50においても、ガラスセルの両面に反射防止構造を設けていないため、約8%の反射が見込まれる。以上の結果により、波長950 nmの光に対する直進透過率は、75%以上と考えることができる。

[0173] 以上のように、本例によれば、可視域の少なくとも一部の光を反射散乱し、900 nm以上の赤外光を透過する光学部材が得られた。

[0174] なお、本例の光学部材50に、さらに可視光に対して反射または吸収特性を示し、赤外光を透過するミラーまたは吸収材料を設置してもよい。そのようにすれば、可視域の透過光がより少ない光学部材が得られる。

[0175] 例 7.

本例は、図 15 に示したような、反射散乱を示すコレステリック相液晶を利用した光学部材 50 の一実施例である。

[0176] 2つのガラス基板を基板間のギャップが $5\ \mu\text{m}$ となるようにセル化する。この際、ガラス基板にはラビングなどの配向処理はしていない。このようなセルを3つ用意し、各々のセルにコレステリック相液晶材料を注入し、選択反射帯の中心が 430nm 、 530nm 、 630nm となる3種類のコレステリック相液晶層を形成する。各コレステリック相液晶層は配向処理がなされていないため複数の配向軸を有する領域が生じ、各選択反射帯域において反射散乱を示す。

[0177] これらのコレステリック相液晶層を積層し、さらに上記の表 1 に示す構成の多層膜を成膜する。以上のようにして、可視域では入射した光線が反射散乱し、 900nm 以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られる。

[0178] 例 8.

本例は、図 8 に示したような、凹凸面を利用した光学部材 30 の一実施例である。まず、例 4 と同様のガラス基板上に、 SiO_2 と Ta_2O_5 からなる、表 3 に示す構成の多層膜を成膜した。これらを用いて計算される透過率スペクトルは図 23 のようになる。なお入射側の媒質も基材と同一の屈折率分散の材料として計算した。

[0179]

[表3]

表3

層番号	材質	厚み(nm)	層番号	材質	厚み(nm)	層番号	材質	厚み(nm)
1	SiO ₂	121	16	Ta ₂ O ₅	61	31	SiO ₂	106
2	Ta ₂ O ₅	61	17	SiO ₂	112	32	Ta ₂ O ₅	63
3	SiO ₂	86	18	Ta ₂ O ₅	78	33	SiO ₂	150
4	Ta ₂ O ₅	53	19	SiO ₂	111	34	Ta ₂ O ₅	53
5	SiO ₂	76	20	Ta ₂ O ₅	65	35	SiO ₂	87
6	Ta ₂ O ₅	51	21	SiO ₂	64	36	Ta ₂ O ₅	124
7	SiO ₂	87	22	Ta ₂ O ₅	34	37	SiO ₂	87
8	Ta ₂ O ₅	64	23	SiO ₂	122	38	Ta ₂ O ₅	57
9	SiO ₂	40	24	Ta ₂ O ₅	79	39	SiO ₂	31
10	Ta ₂ O ₅	32	25	SiO ₂	115	40	Ta ₂ O ₅	25
11	SiO ₂	105	26	Ta ₂ O ₅	75	41	SiO ₂	90
12	Ta ₂ O ₅	67	27	SiO ₂	145	42	Ta ₂ O ₅	58
13	SiO ₂	100	28	Ta ₂ O ₅	80	43	SiO ₂	98
14	Ta ₂ O ₅	48	29	SiO ₂	127	基材		
15	SiO ₂	68	30	Ta ₂ O ₅	76			

[0180] 基板の凹凸面は、フロスト加工によって形成されており、粒度が#800の研磨剤をサンドブラストし、両面のエッチング量合計が85 μmとなるようにウェットエッチングすることにより形成した。

[0181] また、当該凹凸面を入射面として、該入射面の法線方向より波長450 nmの光を入射し基材から85 mmの位置となる平面において散乱光の角度（反射散乱角）に応じた強度を計測したところ図24のようになった。ここで、波長450 nmにおいて基材の屈折率は1.53であり、 $\delta = \arcsin[\sin \alpha \times \{(n_s^2 - \sin^2 \alpha)^{0.5} - \cos \alpha\}]$ の関係式から $\alpha = 45^\circ$ に対応する δ の値は27.3°であるため、散乱光の強度分布から当該凹凸面は傾斜角度が45°以上となる部位をほとんど含まないことが分かる。

[0182] 次に、多層膜が形成された凹凸面を、波長950 nmにおいて屈折率が1.51となる樹脂で充填平坦化し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材30を作製した。

[0183] 本例の光学部材30の、分光器による透過光量の測定結果を図25に示す。図25に示すように、本例の光学部材30の波長950 nmにおける透過光の光量（透過率）は91.2%であった。なお、図25に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない

構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量 8.3% を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材 30 の波長 950 nm における透過光の光量は最大で 99.5% となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は 0.5% 以下と計算される。

[0184] また、波長 938 nm のレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材 30 の 938 nm における透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。なお、測定方法は第 1 の例の場合と同様である。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、0.76% となった。以上の結果により、波長 938 nm の光に対する直進透過率は、75% 以上と考えることができる。

[0185] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像からハロゲンランプ光源は視認可能であった。

[0186] また、本例の光学部材を、基材の凹凸面が形成されている側である第 1 の側から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。

[0187] 以上のように、可視域では入射した光線が反射散乱し、900 nm 以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0188] 例 9.

本例は、図 8 に示したような、凹凸面を利用した光学部材 30 の一実施例である。まず、例 4 と同様のガラス基板上に、例 8 と同様に、表 3 に示す構成の多層膜を成膜した。これらを用いて計算される透過率スペクトルは図 23 のようになる。

[0189] 基板の凹凸面は、フロスト加工によって形成されており、粒度が #800 の研磨剤をサンドブラストし、両面のエッチング量合計が 115 μm となるようにウェットエッチングすることにより形成した。

[0190] また、当該凹凸面を入射面として、該入射面の法線方向より波長 450 nm の光を入射し基材から 85 mm の位置となる平面において散乱光の強度を

計測したところ図24のようになった。ここで、波長450nmにおいて基材の屈折率は1.53であり、 $\delta = \arcsin [\sin \alpha \times \{ (n_s^2 - \sin^2 \alpha)^{0.5} - \cos \alpha \}]$ の関係式から $\alpha = 45^\circ$ に対応する δ の値は27.3°であるため、散乱光の強度分布から当該凹凸面は傾斜角度が45°以上となる部位をほとんど含まないことが分かる。

[0191] 次いで、多層膜が形成された凹凸面を、波長950nmにおいて屈折率が1.51となる樹脂で充填平坦化し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材30を作製した。

[0192] 本例の光学部材30の、分光器による透過光量の測定結果を図25に示す。図25に示すように、本例の光学部材30の波長950nmにおける透過光の光量は91.3%であった。なお、図25に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量8.3%を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材30の波長950nmにおける透過光の光量は最大で99.6%となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は0.4%以下と計算される。

[0193] また、波長938nmのレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材30の938nmにおける透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。なお、測定方法は第1の例の場合と同様である。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、0.32%となった。以上の結果により、波長938nmの光に対する直進透過率は、75%以上と考えることができる。

[0194] 次に、赤外光を検出可能なカメラを用いて暗室内で、本例の光学部材を通してハロゲンランプ光源を観察したところ、画像からハロゲンランプ光源は視認可能だった。

[0195] また、本例の光学部材を、基材の凹凸面が形成されている側である第1の側から視認すると、当該光学部材は白色に観察された。

[0196] 以上のように、可視域では入射した光線が反射散乱し、900nm以上の赤外域では入射した光線が透過する光学部材が得られた。

[0197] 例10.

本例は、図8に示したような、凹凸面を利用した光学部材30の一実施例である。まず、例2と同様のガラス基板上に、例8と同様に、表3に示す構成の多層膜を成膜した。

[0198] 基板の凹凸面は、図9に示すような不規則に配置された球面状の多数の凹型のレンズ部343を有する面である。各々のレンズ部343は、基準となるピッチ30μmのハニカム配置に対して頂点位置がピッチの10%の半径内に位置するように配置されている。このような凹凸面は、ガラス基板の一方の面に対して、各々のレンズ部343の頂点位置に相当する位置に直径3μmの初期開口を有するMoマスクをウェットエッチングすることにより形成した。当該凹凸面におけるレンズ部343の平均的な曲率半径は41μmであり、隣り合うレンズ部343の境界部分すなわち各々のレンズ部343の端部における平均的な傾斜角度は23°と計算され、当該角度は、 $0.5 \times \sin(1/1.51) = 20^\circ$ よりもやや大きい値となっている。なお、レンズ部343の r/R の平均は0.39である。また、素子の平面図は図9に類似の稜線を持つ構造として観察され、可視光が入射する有効領域内の全ての凹部の幅 w が5μm以上であった。また、凹部の平均的な幅は約30μmとなっている。

[0199] 次いで、多層膜が形成された凹凸面を、波長950nmにおいて屈折率が1.51となる樹脂で充填し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。このようにして、本例の光学部材30を作製した。

[0200] 本例の光学部材30の、分光器による透過光量の測定結果を図26に示す。図26に示すように、本例の光学部材30の波長950nmにおける透過光の光量（透過率）は91.7%であった。なお、図26に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光

量 8. 3 % を考慮すると、2 つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材 30 の波長 950 nm における透過光の光量は最大で 100 % となり得る。

[0201] また、波長 938 nm のレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材 30 の 938 nm における透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、4. 7 % となった。以上の結果により、波長 938 nm の光に対する直進透過率は、75 % 以上と考えることができる。

[0202] 例 11.

本例は、図 8 に示したような、凹凸面を利用した光学部材 30 と第 10 の例の光学部材を積層したものの一実施例である。まず、例 2 と同様のガラス基板上に、 SiO_2 と Ta_2O_5 からなる表 4 に示す構成の多層膜を成膜した。これらを用いて計算される透過率スペクトルは図 27 のようになる。なお入射側の媒質も基材と同一の屈折率分散の材料として計算した。

[0203] [表 4]

表 4

層番号	材質	厚み(nm)	層番号	材質	厚み(nm)
1	SiO_2	79	16	Ta_2O_5	69
2	Ta_2O_5	11	17	SiO_2	133
3	SiO_2	50	18	Ta_2O_5	31
4	Ta_2O_5	34	19	SiO_2	83
5	SiO_2	37	20	Ta_2O_5	32
6	Ta_2O_5	31	21	SiO_2	111
7	SiO_2	53	22	Ta_2O_5	31
8	Ta_2O_5	28	23	SiO_2	41
9	SiO_2	34	24	Ta_2O_5	214
10	Ta_2O_5	50	25	SiO_2	37
11	SiO_2	30	26	Ta_2O_5	20
12	Ta_2O_5	16	27	SiO_2	189
13	SiO_2	104	基材		
14	Ta_2O_5	78			
15	SiO_2	107			

[0204] 基板の凹凸面は、図 9 に示すような不規則に配置された球面状の多数の凹型のレンズ部 343 を有する面である。各々のレンズ部 343 は、基準となるピッチ 30 μm のハニカム配置に対して頂点位置がピッチの 10 % の半径

内に位置するように配置されている。このような凹凸面は、ガラス基板の一方の面に対して、各々のレンズ部343の頂点位置に相当する位置に直径3 μm の初期開口を有するMoマスクをウェットエッチングすることにより形成した。当該凹凸面におけるレンズ部343の平均的な曲率半径は41 μm であり、隣り合うレンズ部343の境界部分すなわち各々のレンズ部343の端部における平均的な傾斜角度は表5のように計算される。なお、レンズ部343の r/R の平均を同様に表5に示した。また、素子の平面図は図9に類似の稜線を持つ構造として観察され、可視光が入射する有効領域内の全ての凹部の幅 w が5 μm 以上であった。また、凹部の平均的な幅は約30 μm となっている。

[0205] 次いで、多層膜が形成された凹凸面を、波長950 nmにおいて屈折率が1.51となる樹脂で充填平坦化し、対向するガラス基板によって該樹脂を封止した。次に、視認側を第1の反射散乱部として前述の反射散乱部を実施例10の光学部材30上に積層した。

[0206] 本例の光学部材30の、分光器による透過光量の測定結果を図26に示す。図26に示すように、本例の光学部材の波長950 nmにおける透過光の光量は90.6%であった。なお、図26に示す測定結果は、基材とされた2つのガラス基板の表面に対して反射防止加工をしていない構成の測定結果である。このため、これらの面における一般的な反射光の光量8.3%を考慮すると、2つのガラス基板に反射防止構造を付けた場合、本例の光学部材30の波長950 nmにおける透過光の光量は最大で98.9%となり得る。また、分光器に到達しない散乱光の光量は1.1%以下と計算される。

[0207] また、波長938 nmのレーザーダイオードを用いて、本例の光学部材30の938 nmにおける透過光に対する透過散乱光の割合を測定した。測定結果から、透過散乱光の割合としての $(T_t - T_p) / T_t \times 100 [\%]$ を求めたところ、4.7%となった。以上の結果により、波長938 nmの光に対する直進透過率は、75%以上と考えることができる。

[0208] ここで、例2、3、8~11を目視によって観察したところ例10と例1

1 以外の光学部材において表面に粒状感が観察された。筐体部材は粒状感のない質感であったので、例 10 と例 11 が質感として筐体部材に近いものになっている。

[0209] また、例 9 ～ 11 の光学部材の C I E 1 9 7 6 (L*, a*, b*) 色空間を測定したところ、表 5 のようになった。また、各光学部材とともに視認される筐体部材の色空間を測定したところ表 5 のようになった。これにより ΔE 、 ΔE_2 を計算したところ表 5 のようになり、いずれも 6.5 以下となり、筐体部材に対して光学部材を視認させにくくすることができる。なお、例 10 は、L* が筐体部材よりも高くなっているが、これは反射総光量を調整することで L* を下げることができる。なお、色空間の測定は X-rite 社の Color i 7 を用いている。測定の際に、Color i 7 の保持具上に各光学部材を設置して測定しており、光源を D65 として色空間を計算している。

[0210]

[表5]

表5

	第1反射散乱部					第2反射散乱部			950nm 透過率	$(T_t - T_p) / T_t \times 100$	L*	a*	b*	ΔE	$\Delta E2$	粒状感
	多層膜	幅w 平均値	平均的 曲率半径	平均的 端部傾斜	平均的 r/R	多層膜	幅w 平均値	曲率 半径								
単位(μm)		単位(deg)		単位(μm)		単位(%)		単位(%)								
例2	表2	60	100	18.4	0.32	なし		90.2	2.1	-	-	-	-	-	-	感じられる
例3	表2	60	145	12.6	0.22	なし		89.7	0.57	-	-	-	-	-	-	感じられる
例8	表3	-	-	-	-	なし		91.2	0.76	-	-	-	-	-	-	感じられる
例9	表3	-	-	-	-	なし		91.3	0.32	95.8	-0.3	0.7	4.4	1.0	1.0	感じられる
例10	表3	30	41	22.7	0.39	なし		91.7	4.7	95.4	0.1	0.8	4.2	1.4	1.4	小さい
例11	表4	30	41	22.7	0.39	表3	30	41	90.6	4.7	91.9	-0.4	0.2	0.9	0.8	小さい
筐体部材			-			-		-	-	91.5	-1.2	0.2	-	-	-	ない

[0211] また、反射散乱光の角度（反射散乱角）に応じた強度（散乱反射率）、すなわち散乱光の角度依存性を測定したものを図28に示す。図28は、15°における反射散乱光の強度によって規格化をしており、最大測定角度を7

0°としている。また、散乱反射率は、波長410～700nmの光の平均値をとっている。ここで、 $(I_f(\phi) - I_b(\phi)) / I_b(\phi)$ の値の絶対値を計算したところ、角度70°以下の範囲において、例10では0.07、例11では0.03となった。例9の例も示しているが、例9の場合、相対的に低角度における反射散乱光の割合が多く、光沢感が出ていた。筐体部材は光沢感が少なかったので、例10と例11が質感として筐体部材に近いものになっている。

[0212] 本出願は、2015年1月19日出願の日本特許出願、特願2015-007889に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0213] 本発明は、赤外光を利用する様々な装置に好適に利用できる。

符号の説明

- [0214] 100 光学装置
- 101a、101b 赤外光
 - 102、102a、102b、102c、102d 可視光
 - 103 検査光
 - 1、10、20、30、40、50、60、70 光学部材
 - 2 赤外光発光部
 - 3 赤外光受光部
 - 301 有効領域
 - 4 筐体
 - 11、21、31、41、51、61、71 反射散乱部
 - 12 散乱部
 - 13 選択反射部
 - 14 基材
 - 22 回折構造
 - 221 凸部

2 2 2 凹部

3 4 a、4 4 a 第1の基材

3 4 b、4 4 b 第2の基材

3 3 選択反射膜

3 3 1 a、3 3 1 b、3 4 1 a、3 4 1 b 凹凸面

3 4 2 a、3 4 2 b 凹凸構造

3 4 3 レンズ部

3 4 5 稜線

3 4 6 出射界面

4 3、5 3 コレステリック相液晶層

4 3 1 a、4 3 1 b、4 4 1 a、4 4 1 b 凹凸面

4 4 2 a、4 4 2 b 凹凸構造

4 6 第2の選択反射部

6 2 微粒子含有樹脂層

7 2 吸収部材

7 3 反射部材

請求の範囲

- [請求項1] 可視域の少なくとも一部の波長帯域の光を反射散乱し、赤外域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する反射散乱部を備え、
 赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光に対する直進透過率が75%以上である
 ことを特徴とする光学部材。
- [請求項2] 前記反射散乱部は、
 可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を反射し、赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を透過する選択反射部と、
 前記選択反射部の、赤外光の入射側もしくは出射側であるとともに可視光が入射する側のうち予め定めた一方の側である第1の側に少なくとも設けられるとともに、可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を散乱させる散乱部とを含む
 請求項1に記載の光学部材。
- [請求項3] 前記散乱部が、可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を回折する回折構造を有する
 請求項2に記載の光学部材。
- [請求項4] 可視域の少なくとも前記一部の波長帯域の光に対する反射0次回折効率が30%未満である
 請求項3に記載の光学部材。
- [請求項5] 前記散乱部が、前記選択反射部が有する反射部材の少なくとも前記第1の側表面に形成された凹凸面であり、
 前記反射部材の前記第1の側表面と接している第1の基材と、前記反射部材の前記第1の側ではない赤外光の入射側もしくは出射側である第2の側表面と接している第2の基材の、赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域における屈折率が略一致している
 請求項2に記載の光学部材。
- [請求項6] 前記散乱部が、前記選択反射部が有する反射部材の前記第1の側表

面および前記第2の側表面の各々に形成された凹凸面であり、

前記第1の基材および前記第2の基材の前記反射部材と接している側の表面の各々には、当該表面が接している側の前記反射部材の凹凸面と嵌合する凹凸形状の凹凸面が形成されている

請求項5に記載の光学部材。

[請求項7]

前記第1の基材の前記反射部材と接している側の表面または前記第2の基材の前記反射部材と接している側の表面の少なくとも一方には、当該表面が接している側の前記反射部材の凹凸面と嵌合する凹凸形状の凹凸面が形成されており、

前記第1の基材または前記第2の基材に形成されている前記凹凸面の少なくとも一方は、複数の凸レンズもしくは複数の凹レンズを配してなるレンズアレイによって形成されている

請求項5または請求項6に記載の光学部材。

[請求項8]

前記第1の基材の前記反射部材と接している側の表面または前記第2の基材の前記反射部材と接している側の表面の少なくとも一方には、当該表面が接している側の前記反射部材の凹凸面と嵌合する凹凸形状の凹凸面が形成されており、

前記第1の基材または前記第2の基材に形成されている前記凹凸面の少なくとも一方は、可視光が入射する有効領域内において、傾斜角度が 45° 以内の領域が90%以上である

請求項5から請求項7のうちのいずれか1項に記載の光学部材。

[請求項9]

前記第1の基材の前記反射部材と接している側の表面または前記第2の基材の前記反射部材と接している側の表面の少なくとも一方には、当該表面が接している側の前記反射部材の凹凸面と嵌合する凹凸形状の凹凸面が形成されており、

前記第1の基材または前記第2の基材に形成されている前記凹凸面の少なくとも一方は、可視光が入射する有効領域内において、凹部の幅が $5\mu\text{m}$ 未満の領域が10%未満である

請求項 5 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項に記載の光学部材。

[請求項10] 前記選択反射部は、反射部材として、誘電体多層膜または選択反射帯が可視域に設定されているコレステリック相液晶層を有する

請求項 5 から請求項 9 のうちのいずれか 1 項に記載の光学部材。

[請求項11] 前記散乱部が、前記選択反射部の反射部材であるコレステリック相液晶層の少なくとも前記第 1 の側表面に形成された凹凸面であり、

前記反射部材の前記第 1 の側表面と接している第 1 の基材と、前記コレステリック相液晶層の、赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域における屈折率が略一致している

請求項 2 に記載の光学部材。

[請求項12] 前記反射散乱部は、選択反射帯が可視域に設定されており、かつ面に配向軸の異なる複数の領域を有するコレステリック相液晶層を有する

請求項 1 に記載の光学部材。

[請求項13] 前記反射散乱部の、赤外光の入射側もしくは出射側であるとともに可視光が入射する側のうち予め定めた一方の側である第 1 の側ではない方の側である第 2 の側に、可視光を反射して赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を透過する第 2 の反射部材または可視光を吸収して赤外域の少なくとも前記一部の波長帯域の光を透過する吸収部材を備えた

請求項 1 から請求項 1 2 のうちのいずれか 1 項に記載の光学部材。

[請求項14] 前記可視域は 4 0 0 ～ 7 5 0 n m であり、前記赤外域は 8 0 0 ～ 1 0 0 0 n m である

請求項 1 から請求項 1 3 のうちのいずれか 1 項に記載の光学部材。

[請求項15] 赤外域の一部の波長帯域の光を発光する発光部、または、赤外域の一部の波長帯域の光を受光する受光部と、

前記発光部または前記受光部を囲う筐体と、

前記筐体の開口部に設けられる赤外光透過フィルタとを備え、

前記赤外光透過フィルタが、請求項 1 から請求項 14 のうちのいずれか 1 項に記載の光学部材である

ことを特徴とする光学装置。

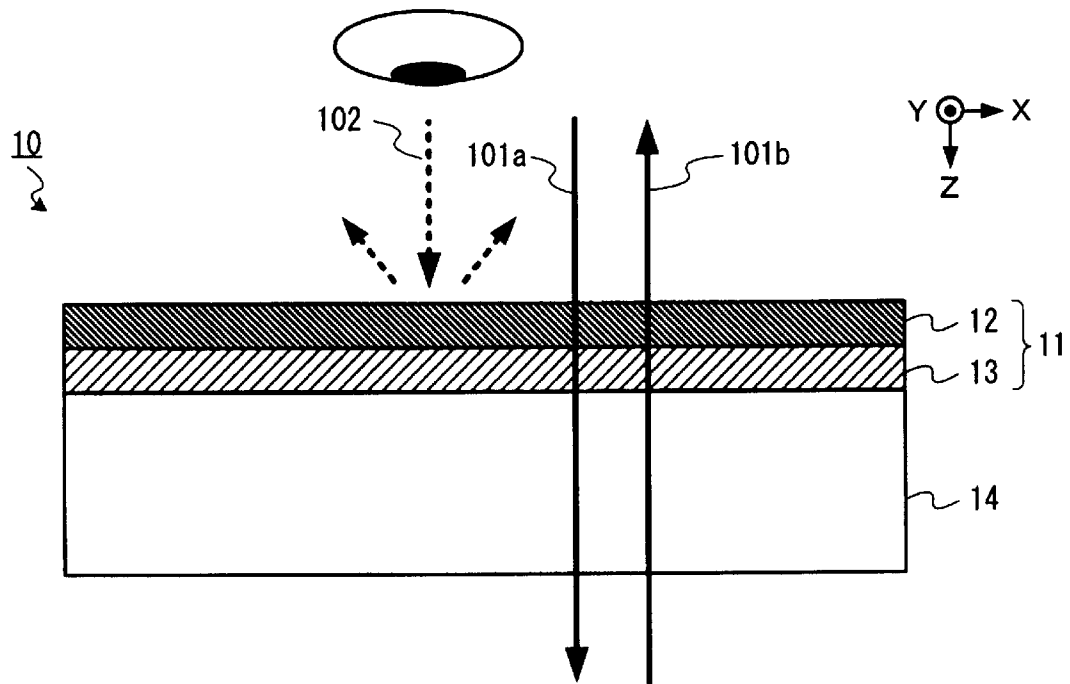
[請求項16] $L * a * b$ 表色系における $a *$ の差を $\Delta a *$ 、 $b *$ の差を $\Delta b *$ として $\Delta E 2 = (\Delta a *^2 + \Delta b *^2)^{0.5}$ としたとき、前記赤外光透過フィルタと、前記筐体の部材のうち少なくとも前記赤外光透過フィルタの周囲に隣り合って配置された部材と、によって得られる前記 $\Delta E 2$ が、6.5 以下である請求項 15 に記載の光学装置。

[請求項17] $L * a * b$ 表色系における $L *$ の差を $\Delta L *$ としたときの色差を ΔE として、前記赤外光透過フィルタと、前記筐体の部材のうち少なくとも前記赤外光透過フィルタの周囲に隣り合って配置される部材と、によって得られる前記 ΔE が 6.5 以下である請求項 15 または 16 に記載の光学装置。

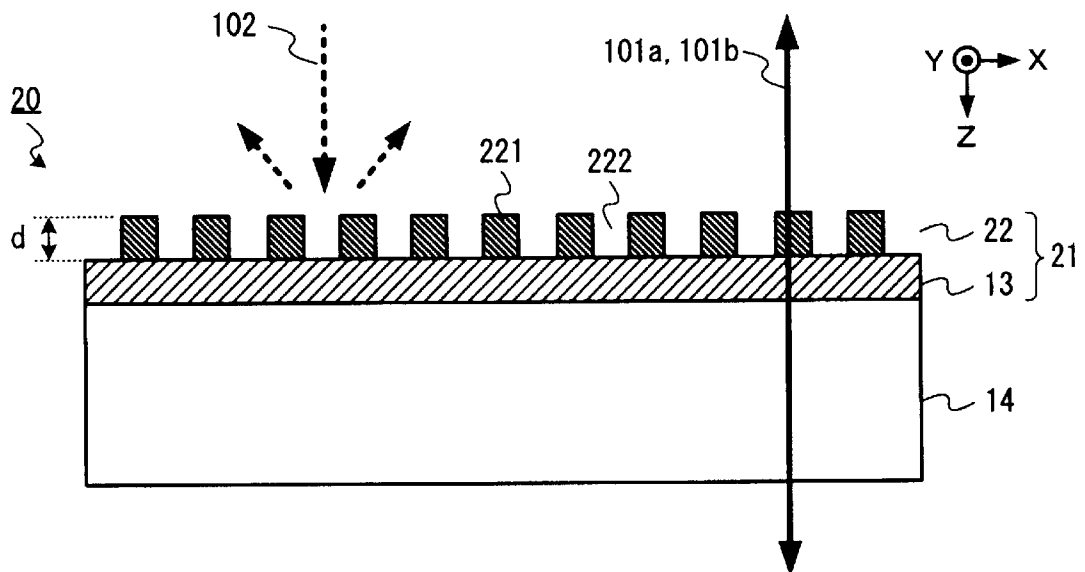
[請求項18] 入射する可視光に対する反射散乱光の角度依存性を $5^\circ \sim 15^\circ$ のいずれかの角度における反射散乱強度によって規格化し、任意の角度 ϕ における前記赤外光透過フィルタの反射散乱光の強度を $I_f(\phi)$ 、前記筐体の部材のうち少なくとも前記赤外光透過フィルタ周囲に隣り合って配置される部材の、前記角度 ϕ における反射散乱光の強度を $I_b(\phi)$ とするとき、

少なくとも前記角度 ϕ が 30° 以内において $(I_f(\phi) - I_b(\phi)) / I_b(\phi)$ の値の絶対値が 0.2 以下である請求項 15 から請求項 17 のうちのいずれか 1 項に記載の光学装置。

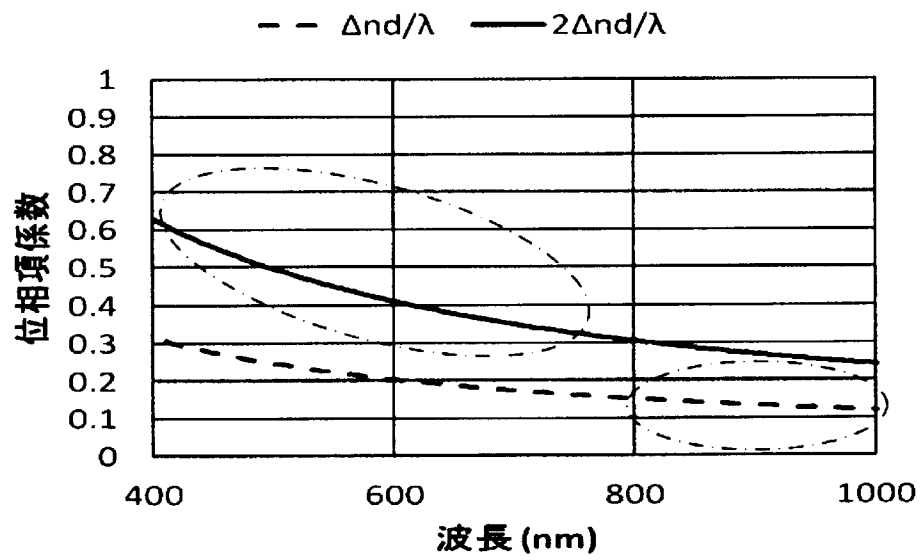
[図1]



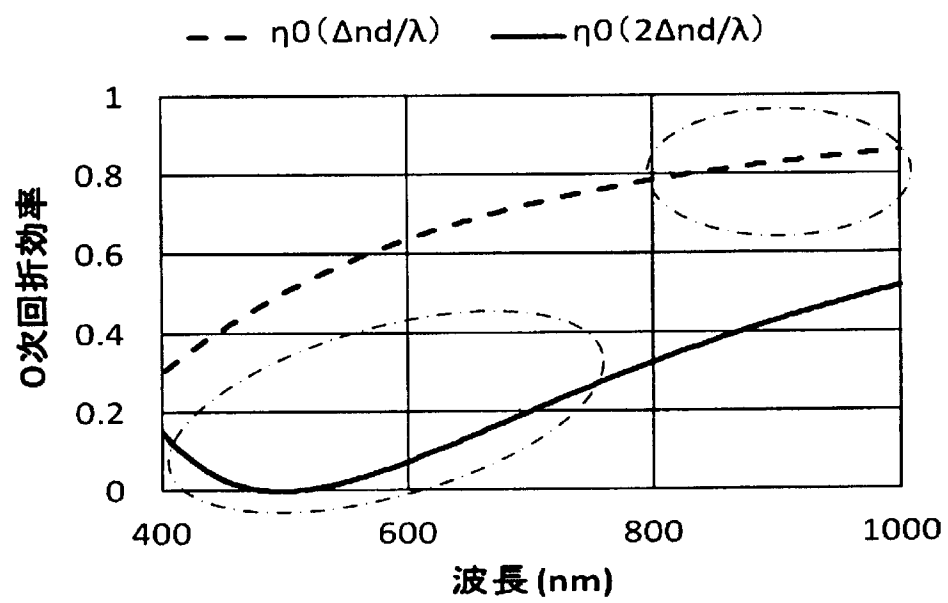
[図2]



[図3]

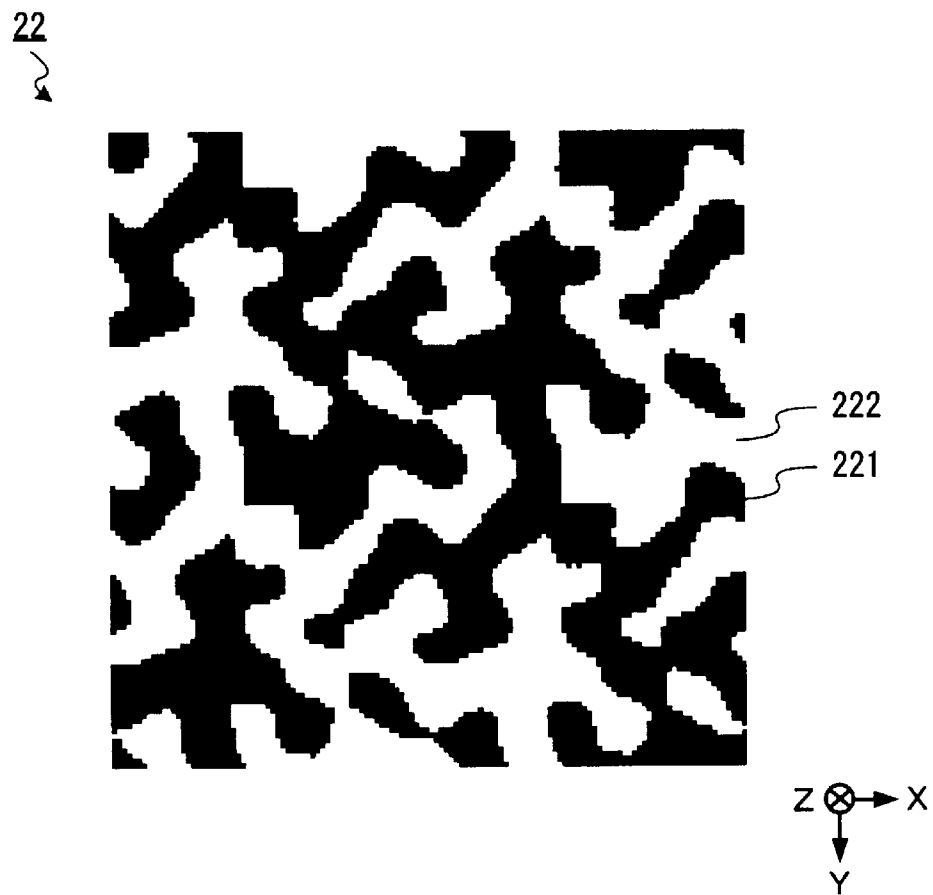


(a)

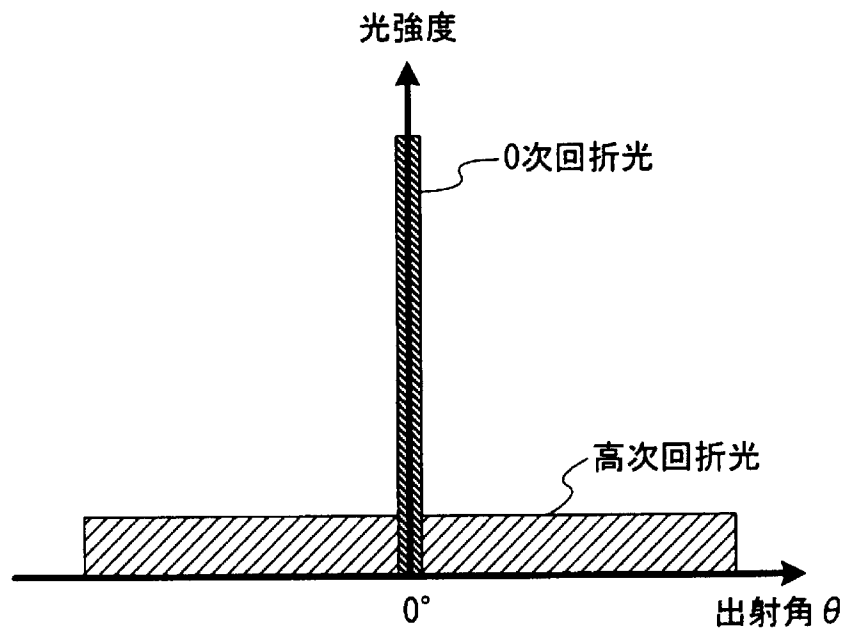


(b)

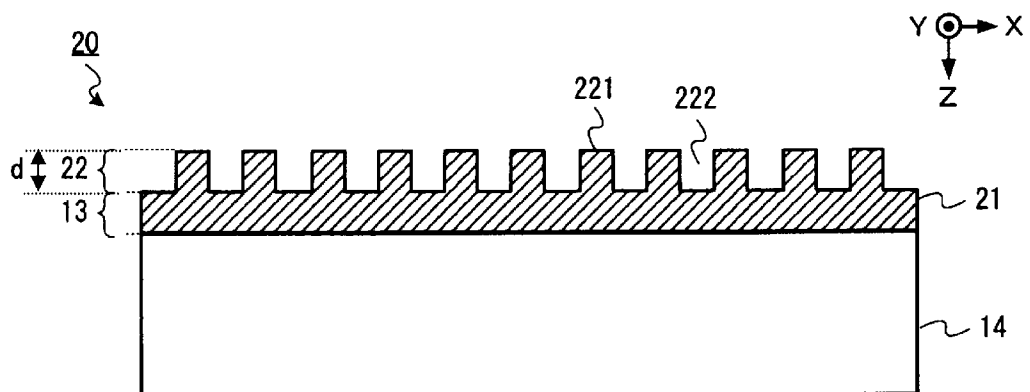
[図4]



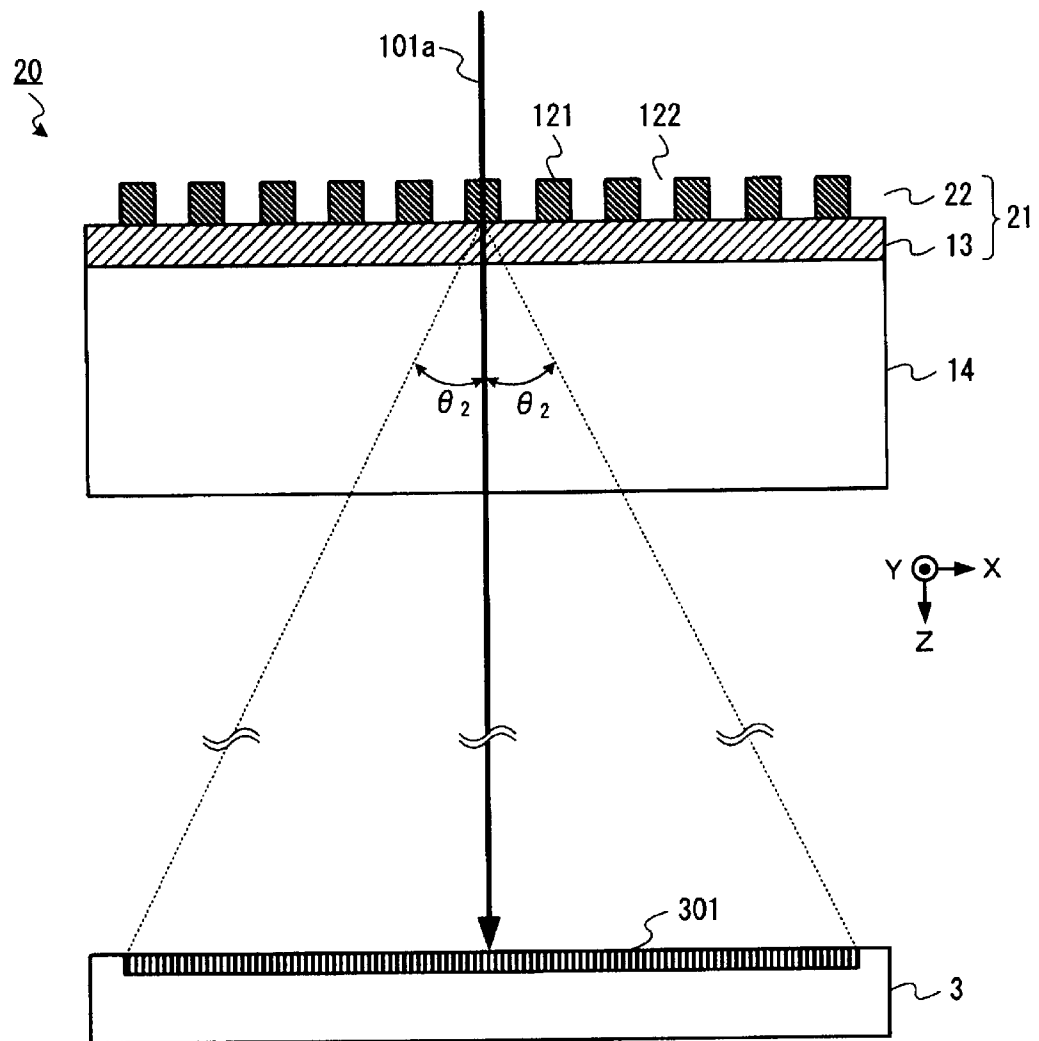
[図5]



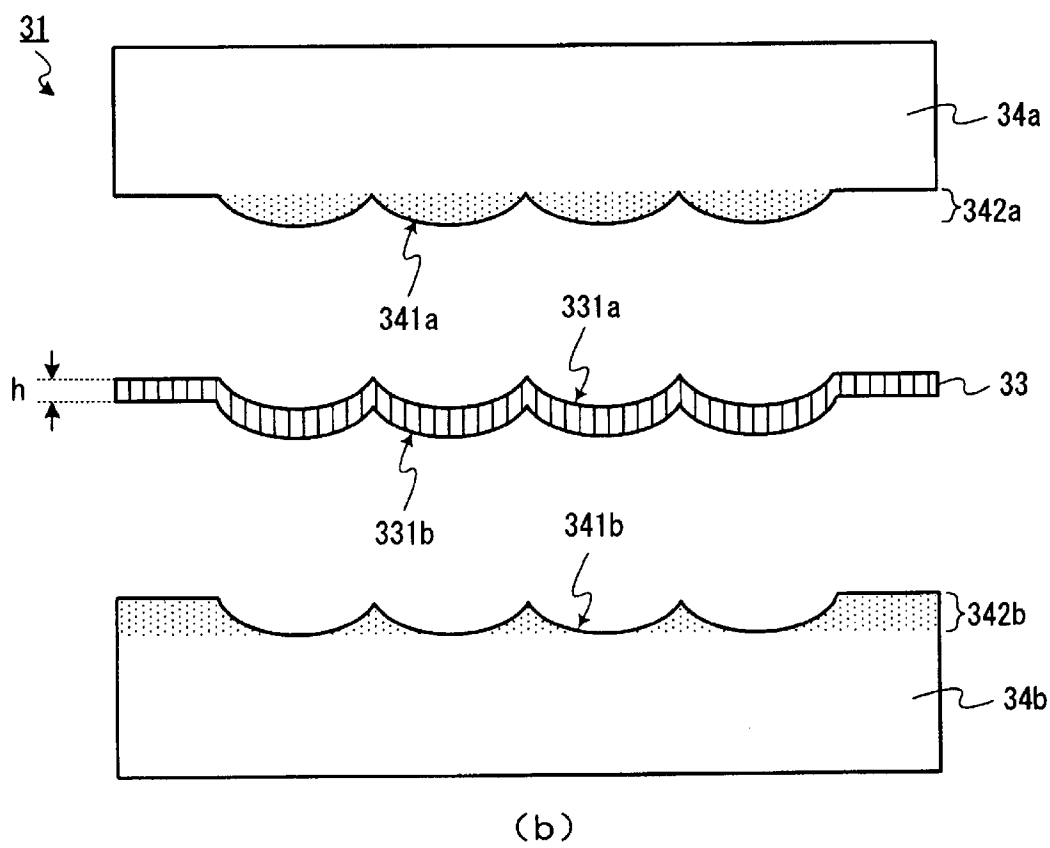
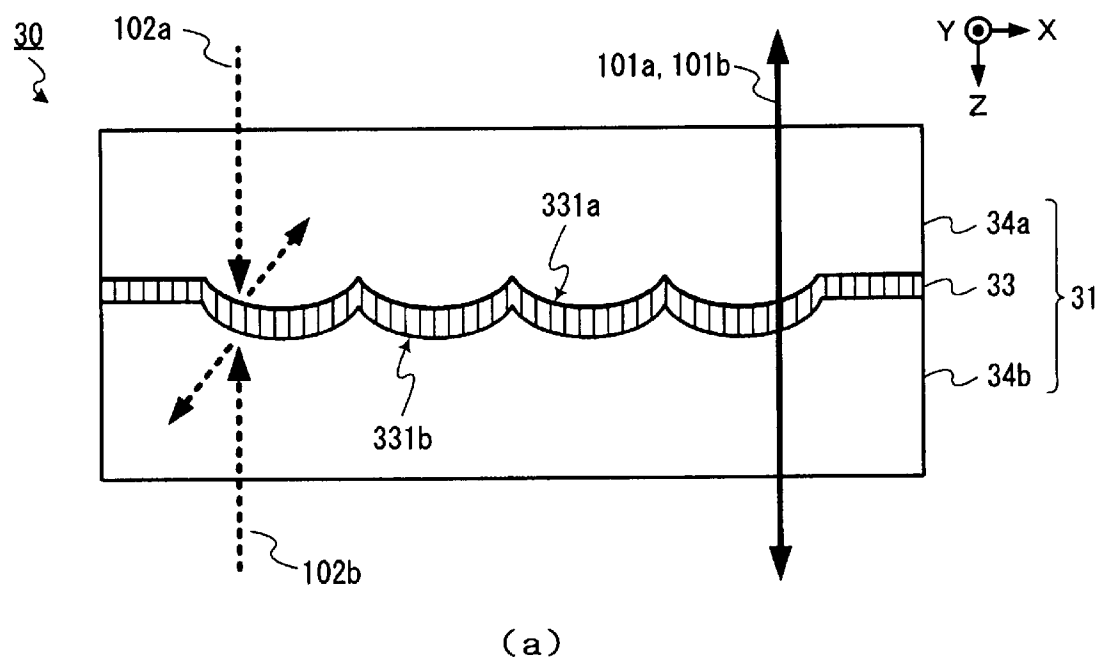
[図6]



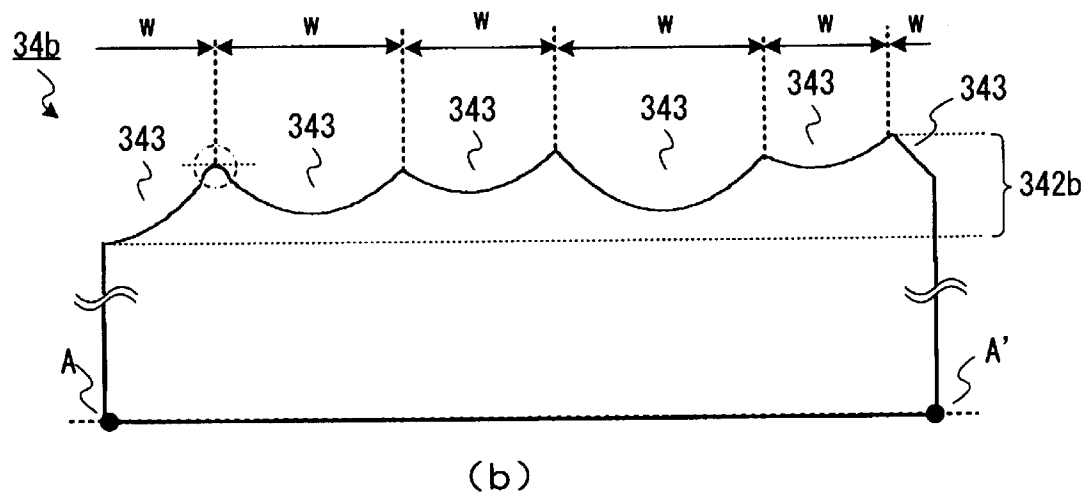
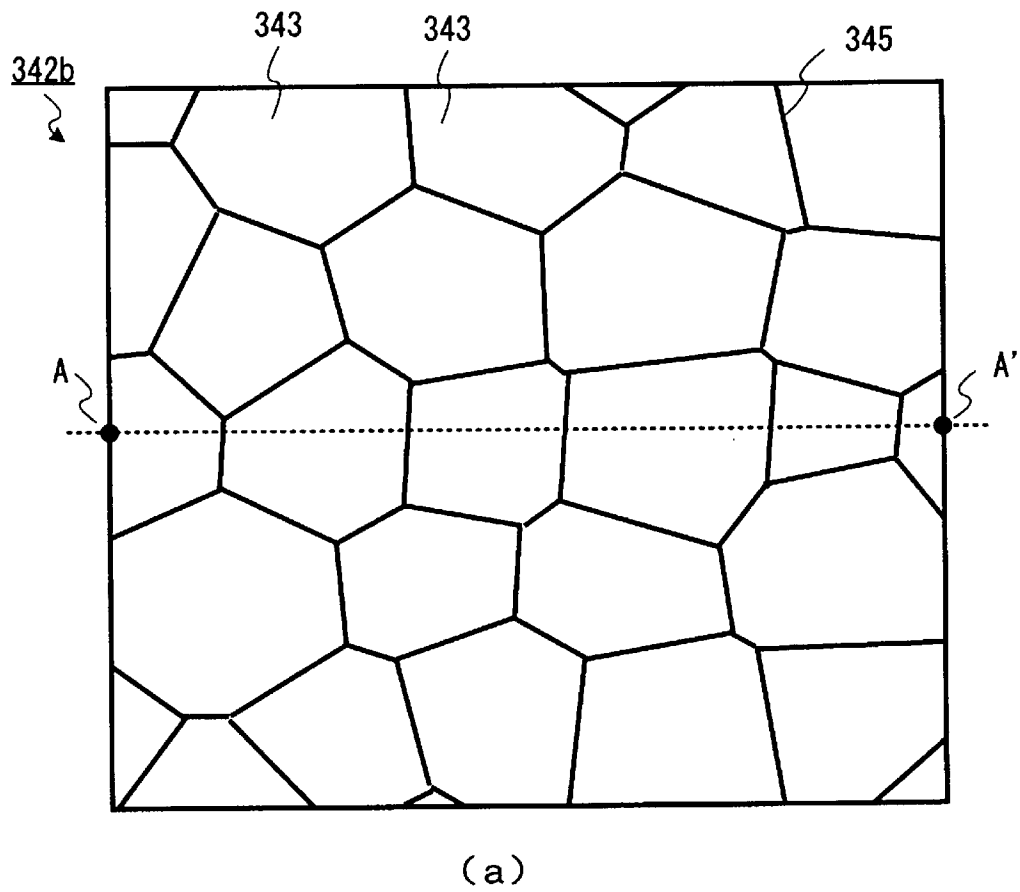
[図7]



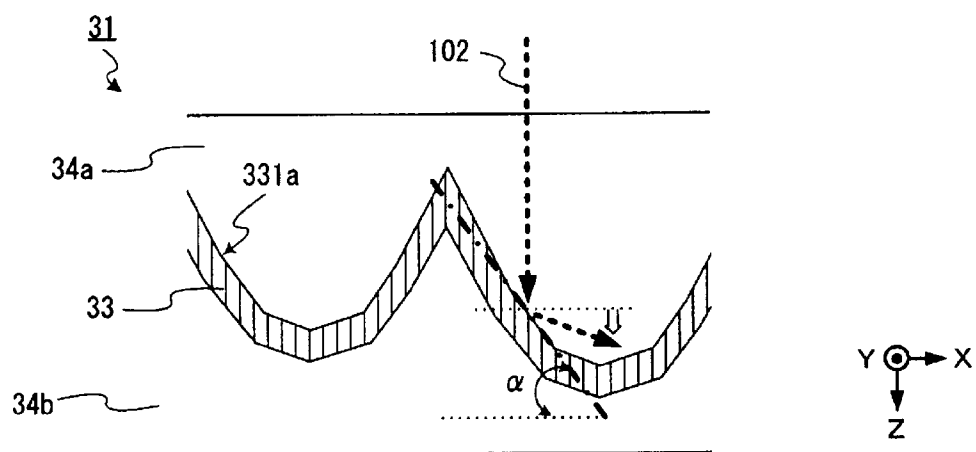
[図8]



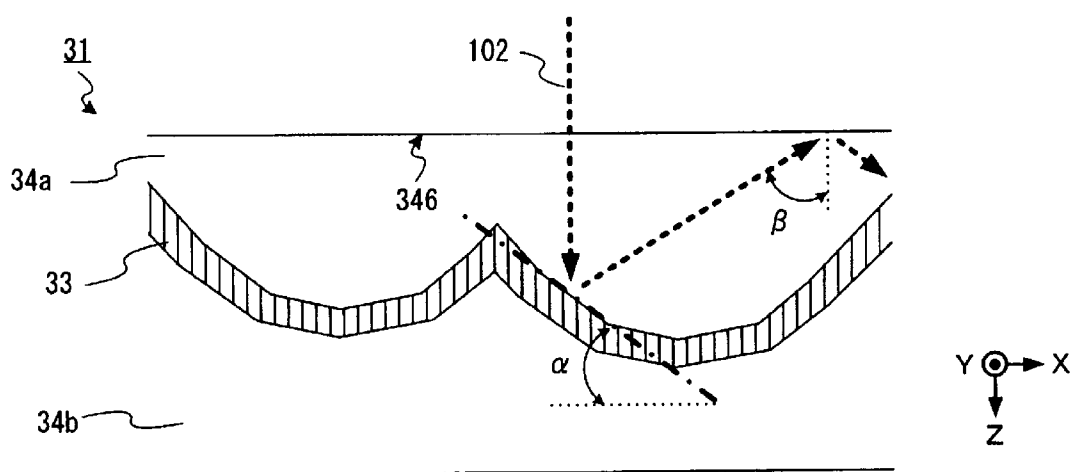
[図9]



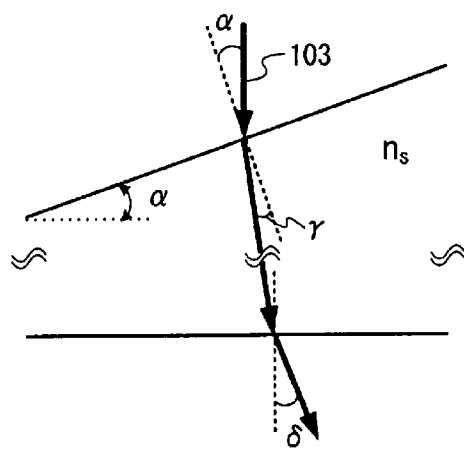
[図10]



(a)

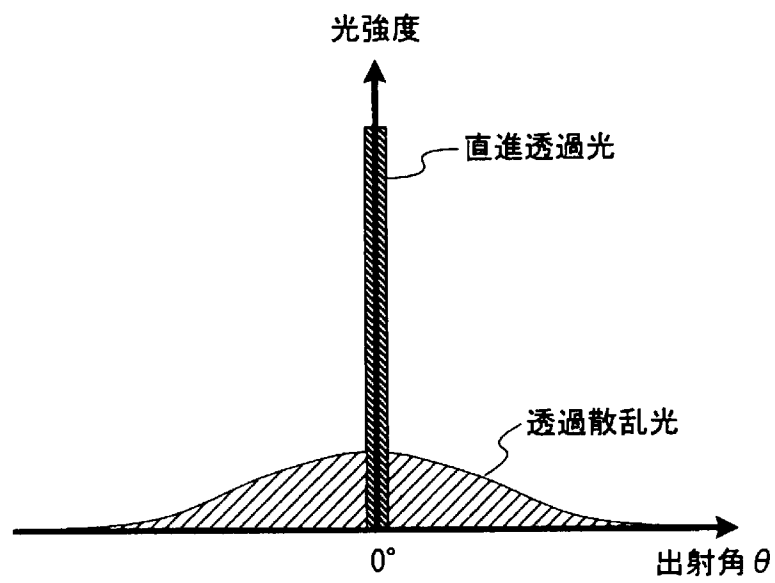


(b)

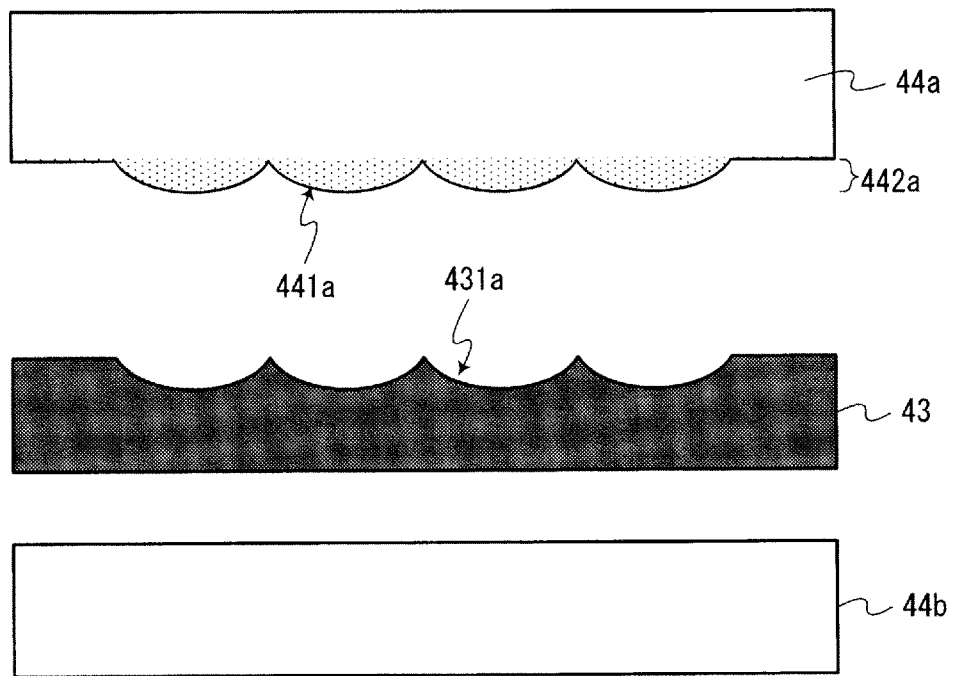
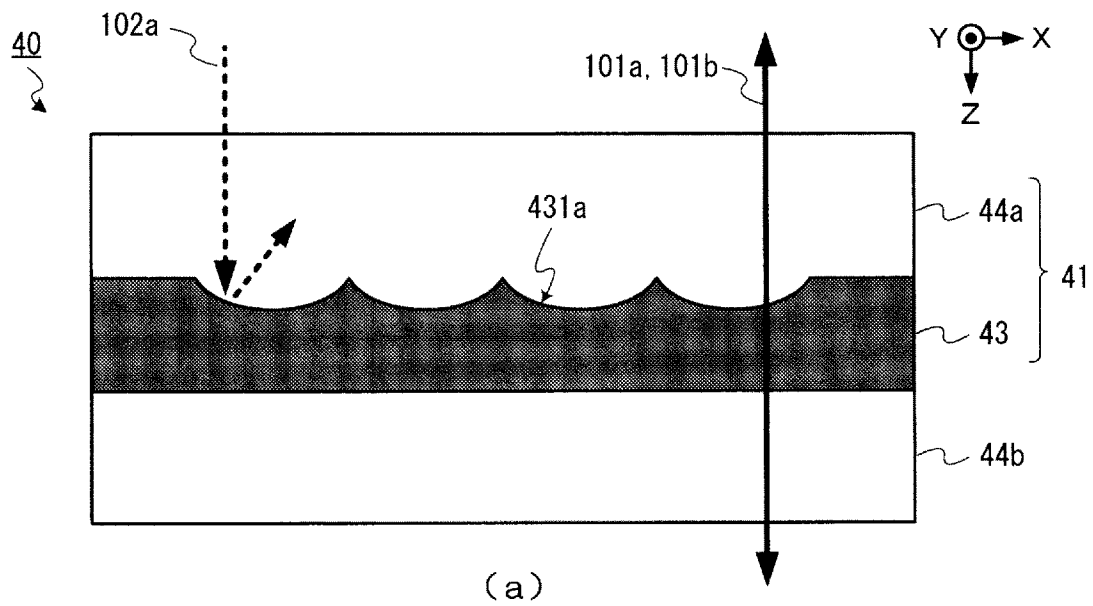


(c)

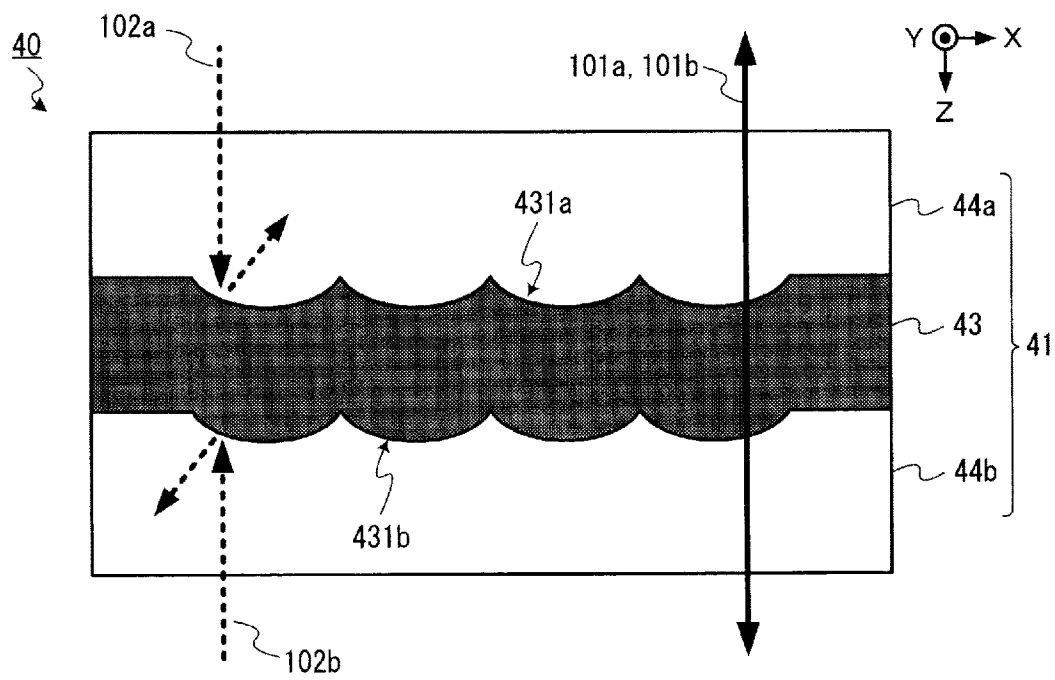
[図11]



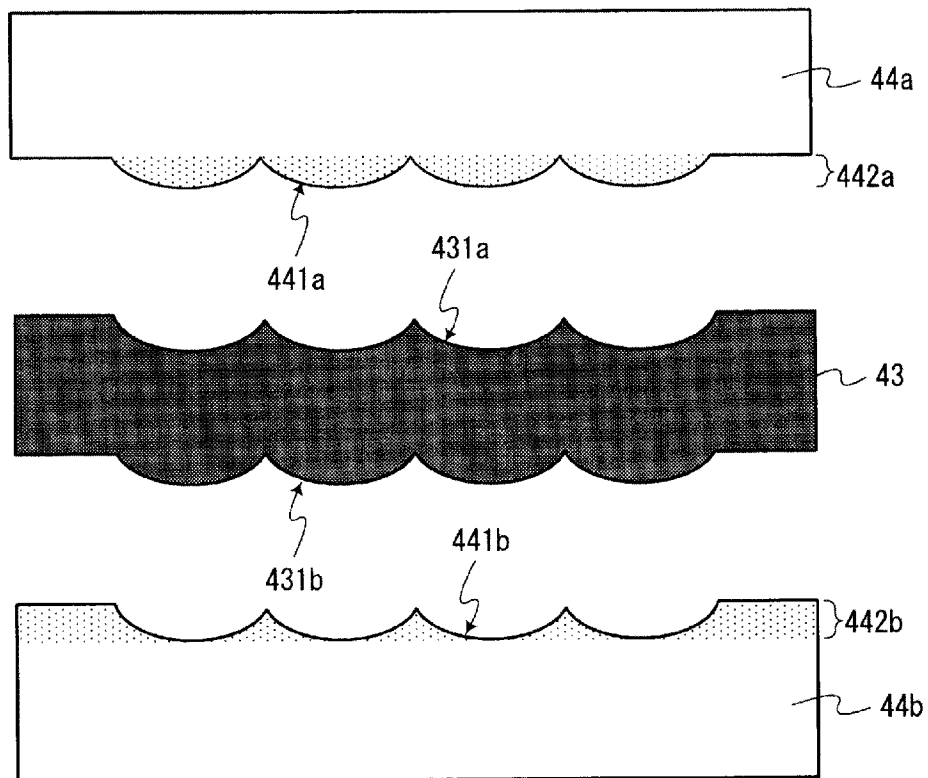
[図12]



[図13]



(a)



(b)

50

102a

101a

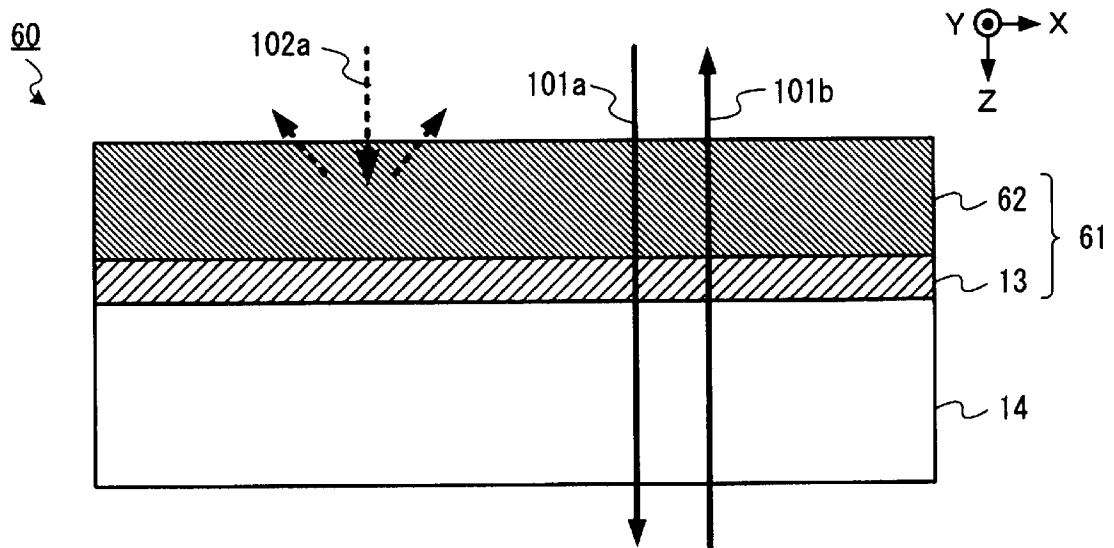
101b

53 } 51

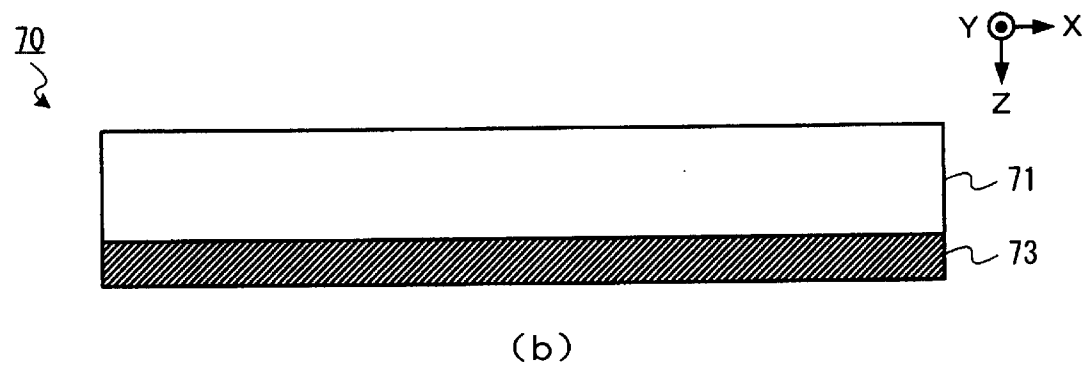
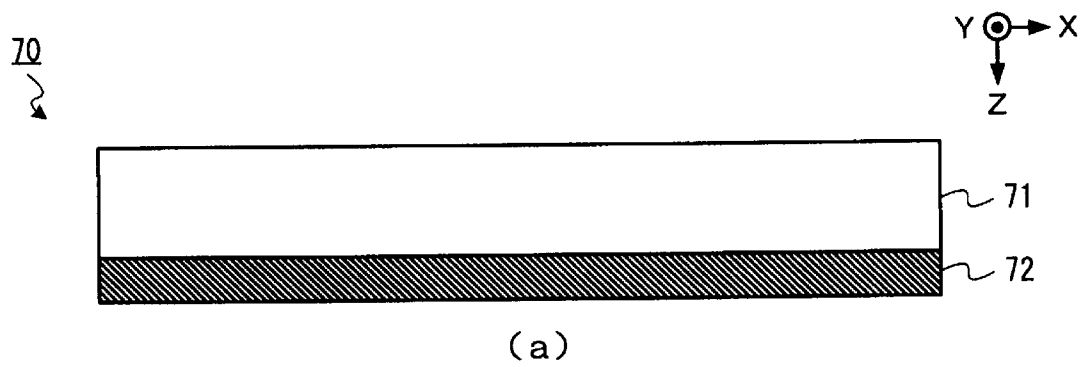
14

102b

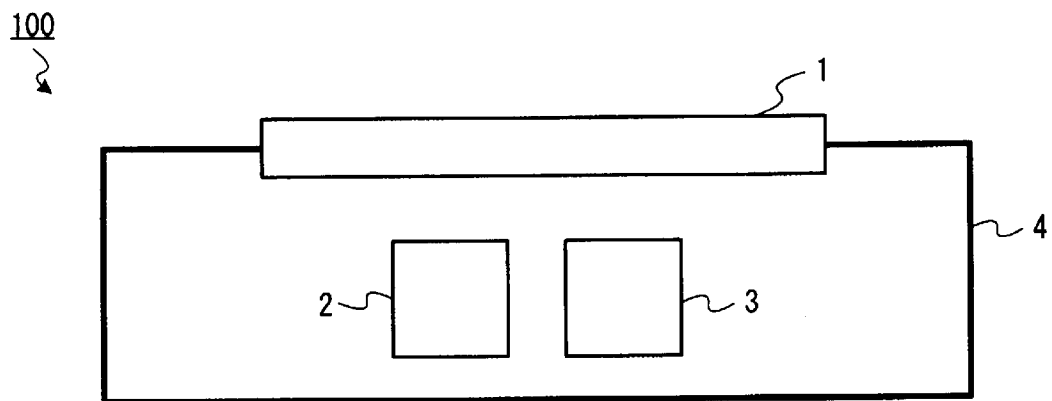
[図16]



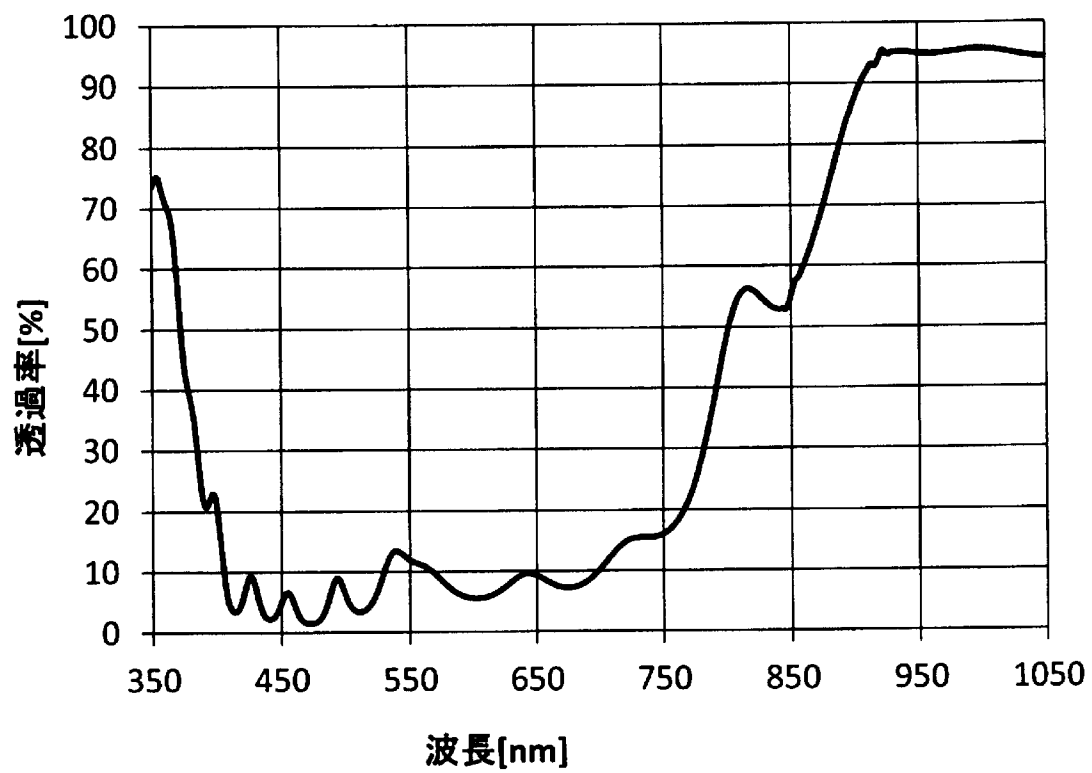
[図17]



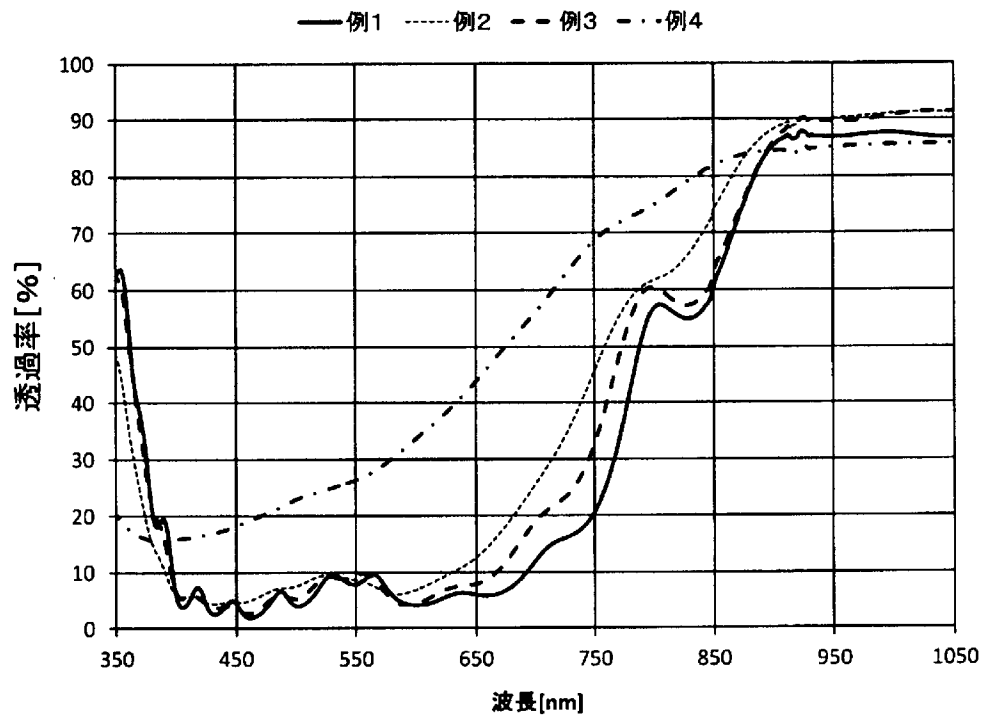
[図18]



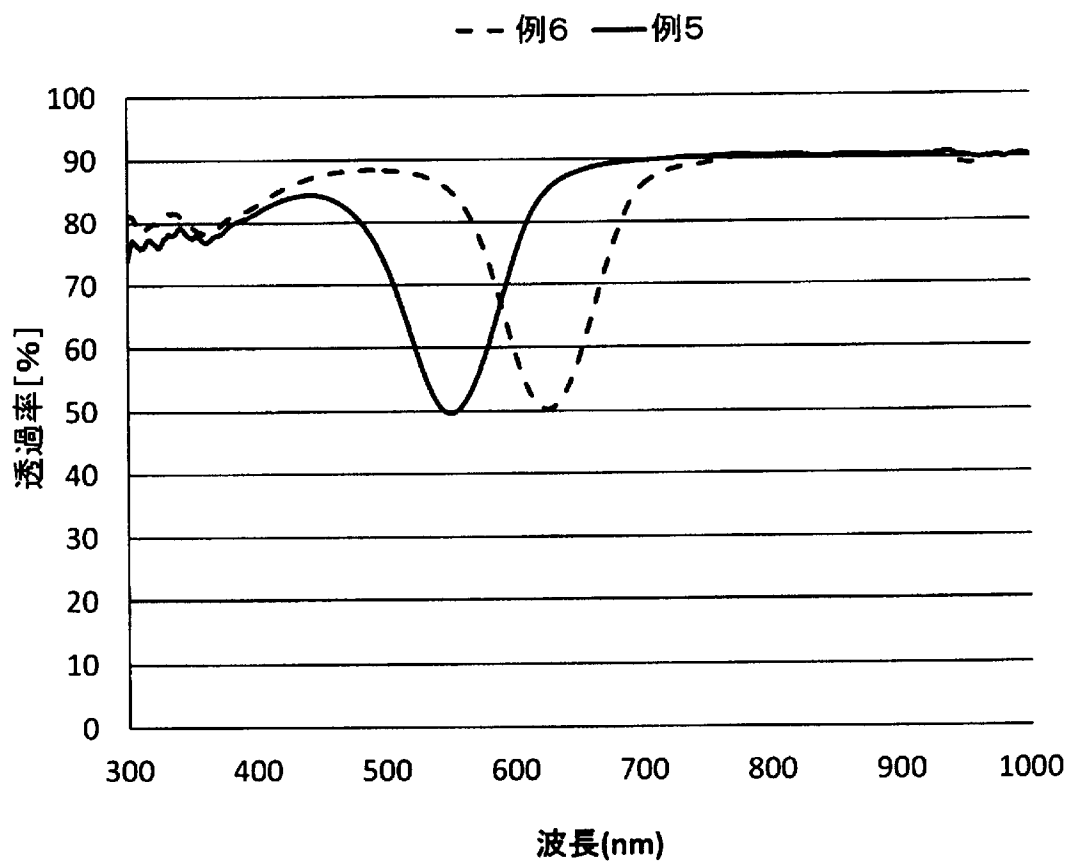
[図19]



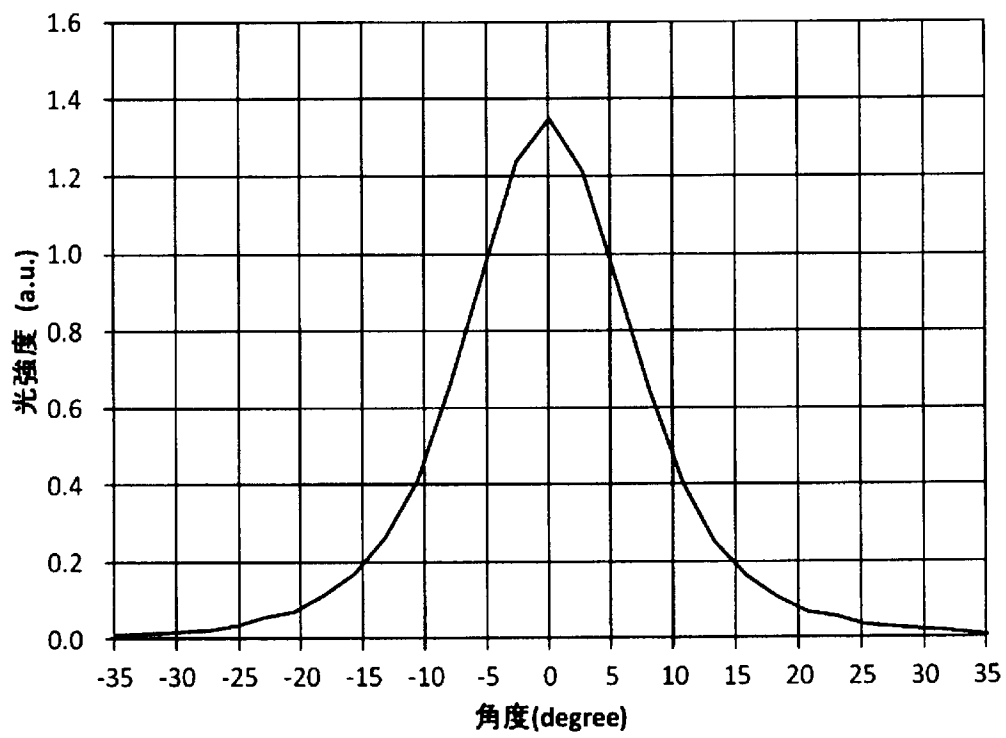
[図20]



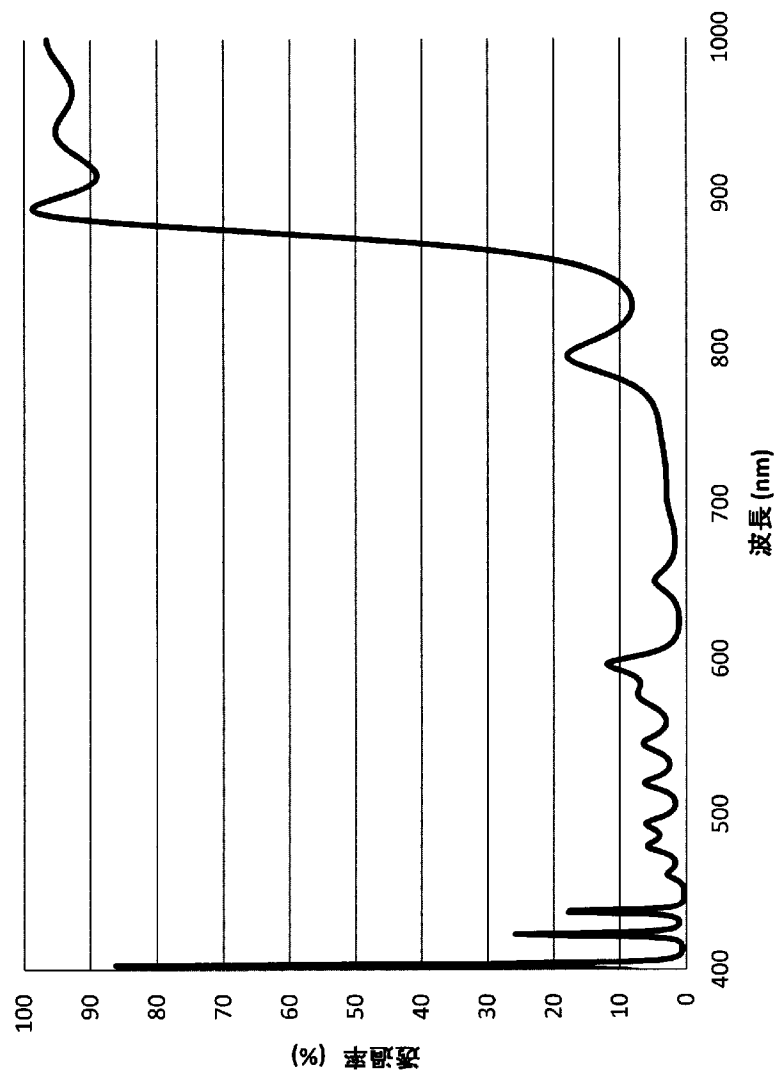
[図21]



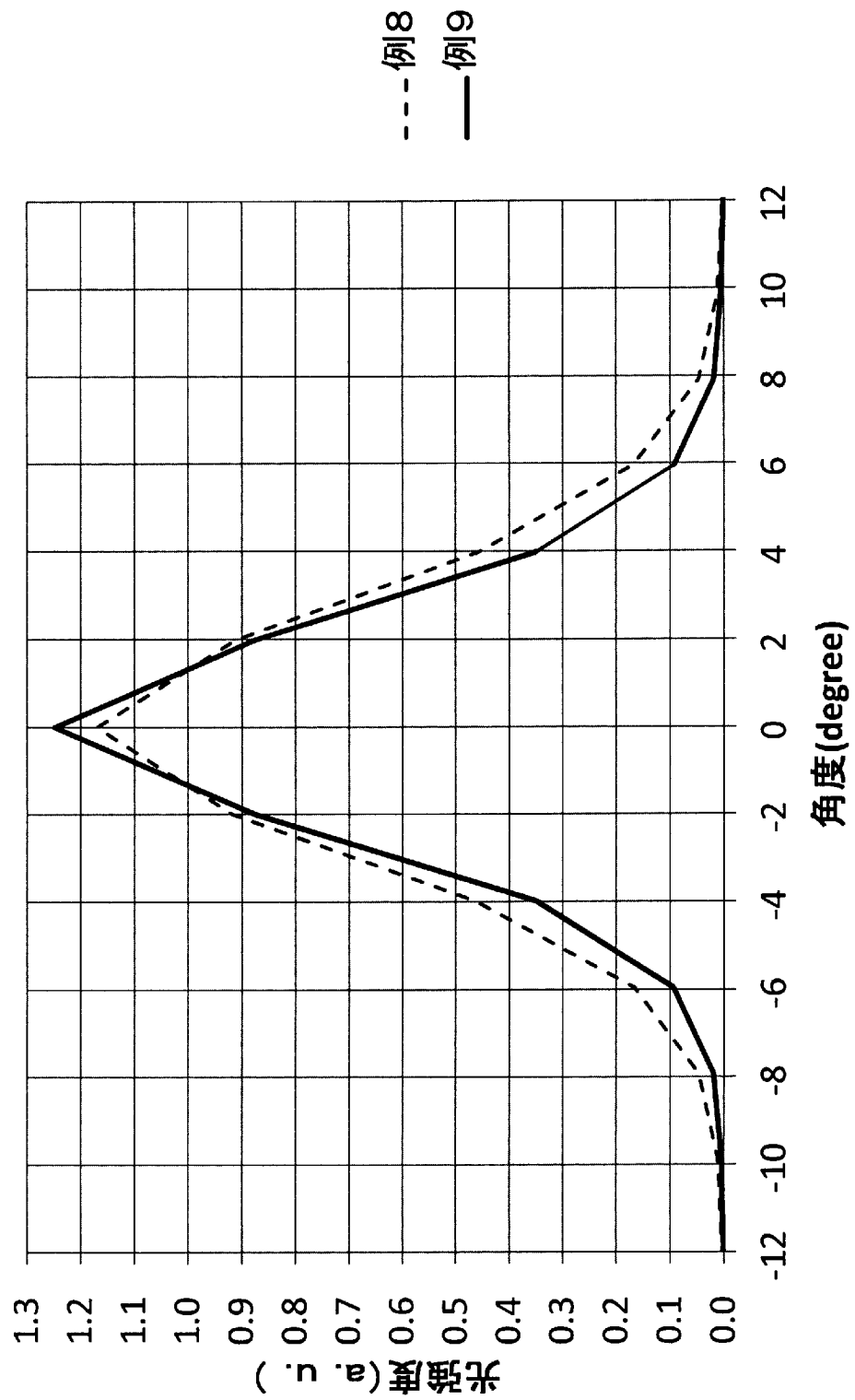
[図22]



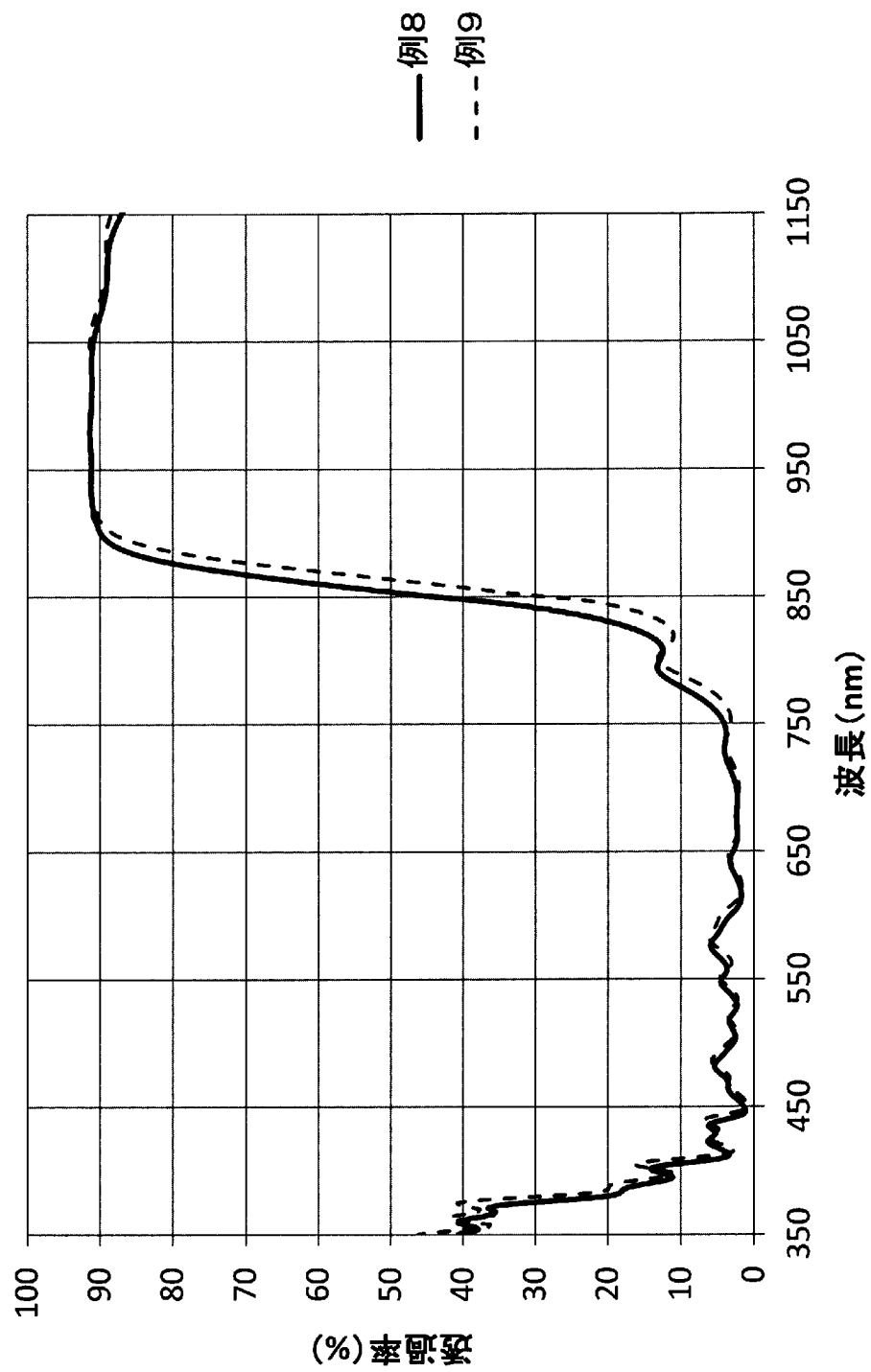
[図23]



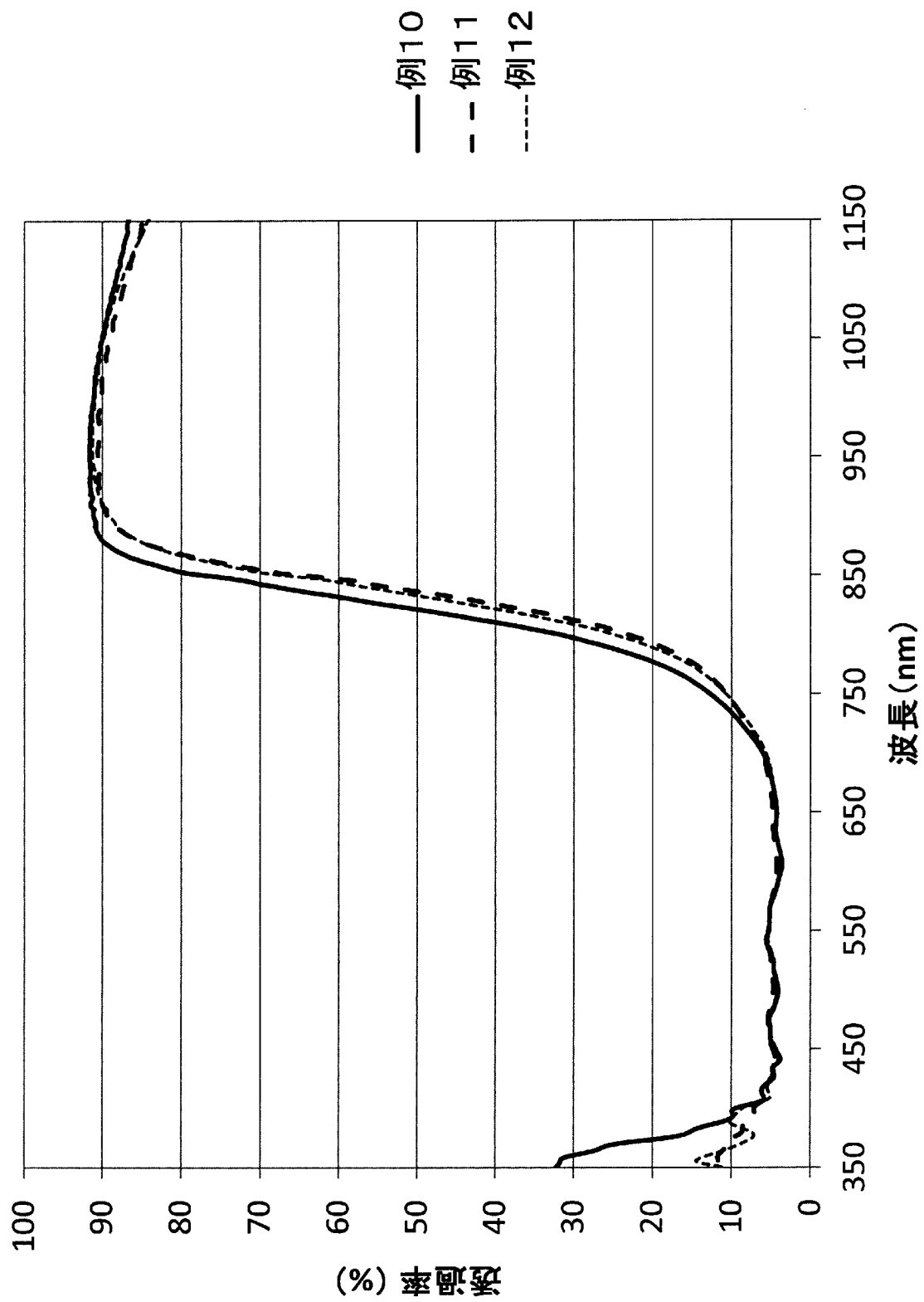
[図24]



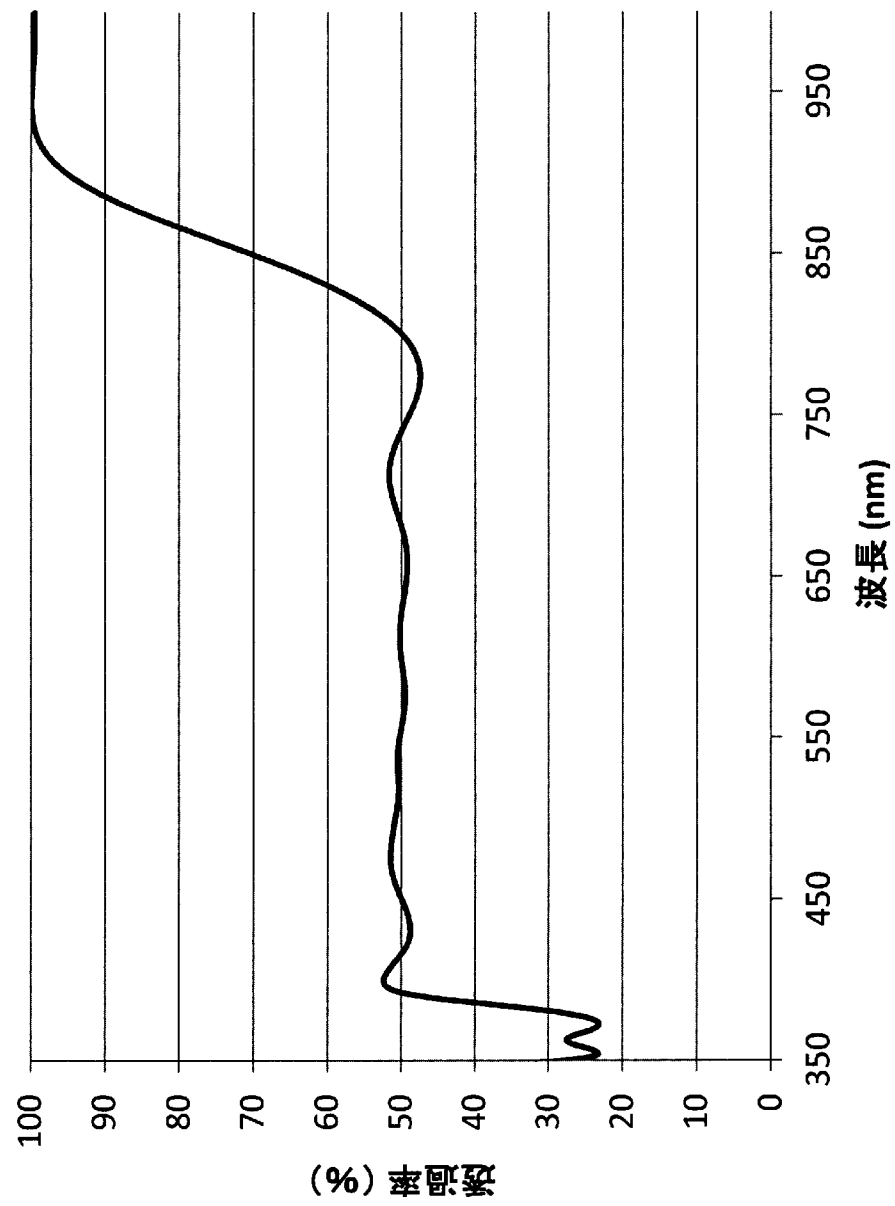
[図25]



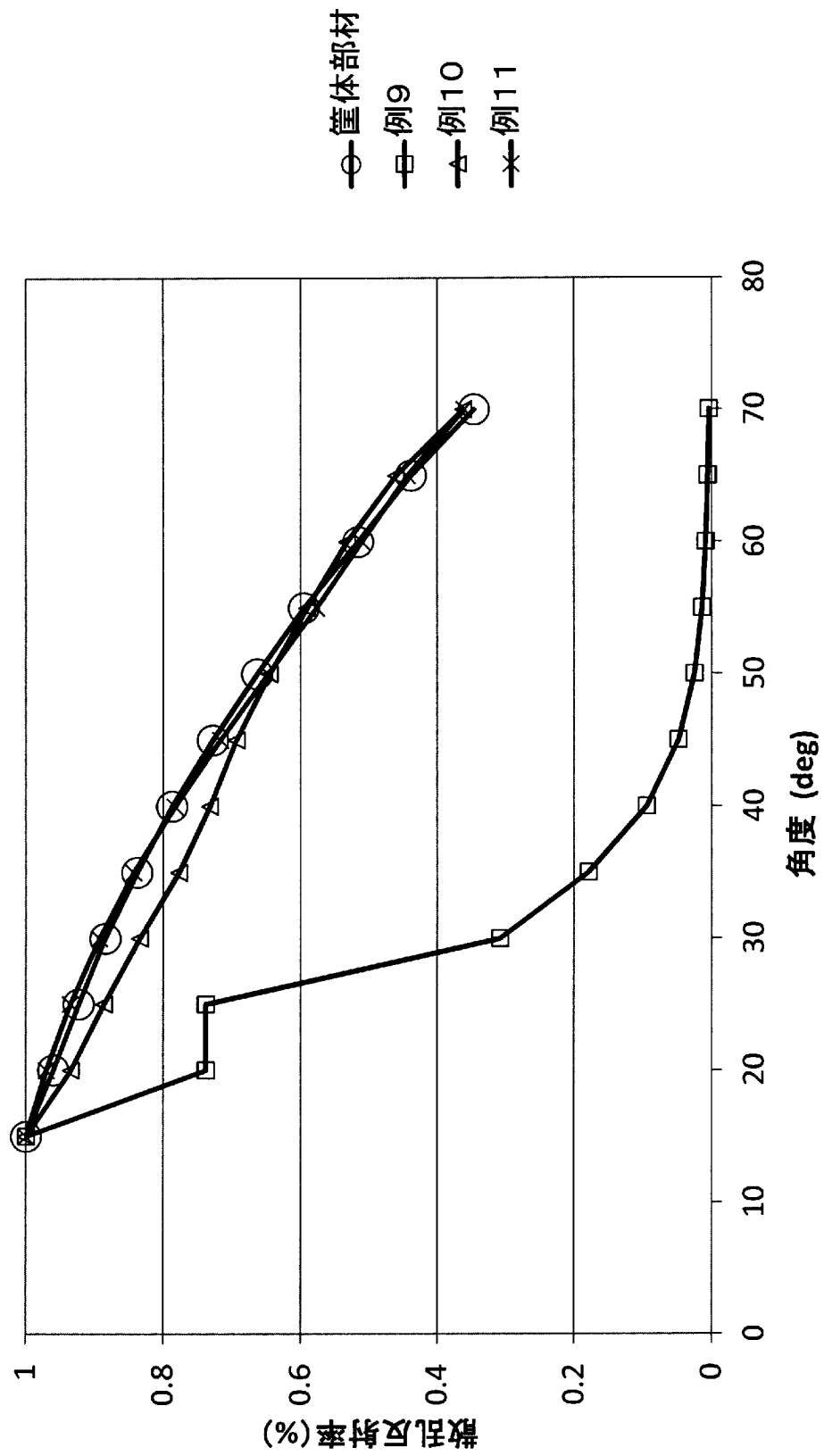
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/26(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02B5/18(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/28(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)

G02B5/26, G02B5/02, G02B5/18, G02B5/22, G02B5/28

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	WO 2014/050806 A1 (Tokai Optical Co., Ltd.), 03 April 2014 (03.04.2014), paragraph [0008]; fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP 2010-72616 A (Tokai Optical Co., Ltd.), 02 April 2010 (02.04.2010), paragraph [0030]; fig. 4 (Family: none)	1-18
A	JP 2011-53577 A (Tokai Optical Co., Ltd.), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraph [0011] (Family: none)	1-18

☐ 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
17 March 2016 (17.03.16)

Date of mailing of the international search report
29 March 2016 (29.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B5/26(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02B5/18(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/28(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（I P C））

Int.Cl. G02B5/26, G02B5/02, G02B5/18, G02B5/22, G02B5/28

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
A	WO 2 0 1 4 / 0 5 0 8 0 6 A 1（東海光学株式会社）2 0 1 4 . 0 4 . 0 3、段落 [0 0 0 8]、図 1 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	J P 2 0 1 0 - 7 2 6 1 6 A（東海光学株式会社）2 0 1 0 . 0 4 . 0 2、段落 [0 0 3 0]、図 4 (ファミリーなし)	1 - 1 8

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 7 . 0 3 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 3 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

中山 佳美

2 0

3 9 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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	J P 2011-53577 A (東海光学株式会社) 2011.03.17、段落 [0011] (ファミリーなし)	1-18