

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7705876号  
(P7705876)

(45)発行日 令和7年7月10日(2025.7.10)

(24)登録日 令和7年7月2日(2025.7.2)

(51)国際特許分類 F I  
 G 0 2 F 1/155(2006.01) G 0 2 F 1/155  
 G 0 2 F 1/15 (2019.01) G 0 2 F 1/15 5 0 3

請求項の数 6 (全19頁)

(21)出願番号	特願2022-557549(P2022-557549)	(73)特許権者	509333807 ホヤ レンズ タイランド リミテッド HOYA Lens Thailand Ltd タイ国 パトムタニ県タンヤブリ郡プラ チャティパット町ファホルヨティンロー ド 8 5 3
(86)(22)出願日	令和3年10月19日(2021.10.19)	(74)代理人	110004185 インフォート弁理士法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/038551	(72)発明者	宮本 聡 東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 HOYA株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/085667	審査官	岩村 貴
(87)国際公開日	令和4年4月28日(2022.4.28)		
審査請求日	令和5年4月20日(2023.4.20)		
(31)優先権主張番号	特願2020-176814(P2020-176814)		
(32)優先日	令和2年10月21日(2020.10.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エレクトロクロミック素子、及び、眼鏡用レンズ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、  
 前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、  
 前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、  
 第2の基板 / 第2の電極層 / 酸化層 / 電解質層 / 還元層 / 第1の電極層 / 第1の基板を  
 有する層構造であり、  
 前記第1の基板は、ポリカーボネート基板であり、前記第1の電極層は、膜厚が、12  
 3.5nm以上136.5nm以下の透明電極であり、  
 及び / 又は、  
 前記第2の基板は、ポリカーボネート基板であり、前記第2の電極層は、膜厚が、12  
 0.5nm以上138nm以下の透明電極であり、  
前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、  
前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解  
質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、  
 前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第  
 2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とするエ  
 レクトロクロミック素子。

【請求項2】

基板と、

前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、  
 前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、  
 第2の基板 / 第2の電極層 / 酸化層 / 電解質層 / 還元層 / 第1の電極層 / 第1の基板を  
 有する層構造であり、

前記第1の基板は、屈折率が1.5のプラスチック基板であり、前記第1の電極層は、  
 膜厚が、125 nm以上135 nm以下の透明電極であり、

及び / 又は、

前記第2の基板は、屈折率が1.5のプラスチック基板であり、前記第2の電極層は、  
 膜厚が、124.5 nm以上134 nm以下の透明電極であり、

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、  
 前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解  
 質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、

10

前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第  
 2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とするエ  
 レクトロクロミック素子。

#### 【請求項3】

基板と、

前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、  
 前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、  
 第2の基板 / 第2の電極層 / 酸化層 / 電解質層 / 還元層 / 第1の電極層 / 第1の基板を  
 有する層構造であり、

20

前記第1の基板は、屈折率が1.7のプラスチック基板であり、前記第1の電極層は、  
 膜厚が、125.5 nm以上134.5 nm以下の透明電極であり、

及び / 又は、

前記第2の基板は、屈折率が1.7のプラスチック基板であり、前記第2の電極層は、  
 膜厚が、118 nm以上140 nmの透明電極であり、

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、  
 前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解  
 質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、

前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第  
 2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とするエ  
 レクトロクロミック素子。

30

#### 【請求項4】

前記電極層は、ITOからなる透明電極層であり、ITOの前記基板側との界面の視感  
 反射率が、1.0%以下であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載  
 のエレクトロクロミック素子。

#### 【請求項5】

前記基板と前記エレクトロクロミックフィルムとの間に、反射防止層が設けられてい  
 ることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

#### 【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子であり、前記基板  
 は、レンズ基板であることを特徴とする眼鏡用レンズ。

40

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、電気により発消色を可逆的に制御可能なエレクトロクロミック素子、及び、  
 それを用いた眼鏡用レンズに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

電圧の印加により可逆的に酸化還元反応を起こして、可逆的に色を変化させるエレクト

50

ロクロミズム現象を利用したエレクトロクロミック素子は、例えば、眼鏡用レンズとして用いられる。エレクトロクロミック素子は、基板の表面に、電極層やエレクトロクロミック層を有するエレクトロクロミックフィルムを配置した構成である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-111389号公報

【文献】特開2013-101309号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1、2に記載するように、電極層には、ITO等からなる透明電極層が一般的に使用されるが、透明電極層の屈折率は、エレクトロクロミックフィルムの中で他の材料層の屈折率より高く、電極層と基板との界面で強い反射が発生した。このため、例えば、反射が強いエレクトロクロミック素子を眼鏡用レンズとして用いると、装用感が悪化する原因となっていた。

【0005】

本発明は、以上の課題を解決するためのものであり、電極層と基板との界面の反射を抑制し、装用感等を損なわないエレクトロクロミック素子、及び、それを用いた眼鏡用レンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明におけるエレクトロクロミック素子は、基板と、前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、第2の基板/第2の電極層/酸化層/電解質層/還元層/第1の電極層/第1の基板を有する層構造であり、前記第1の基板は、ポリカーボネート基板であり、前記第1の電極層は、膜厚が、123.5nm以上136.5nm以下の透明電極であり、及び/又は、前記第2の基板は、ポリカーボネート基板であり、前記第2の電極層は、膜厚が、120.5nm以上138nm以下の透明電極であり、前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とする。

【0007】

本発明では、前記電極層は、ITOからなる透明電極層であり、ITOの前記基板側との界面の視感反射率が、1.0%以下であることが好ましい。

【0010】

本発明におけるエレクトロクロミック素子は、基板と、前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、第2の基板/第2の電極層/酸化層/電解質層/還元層/第1の電極層/第1の基板を有する層構造であり、前記第1の基板は、屈折率が1.5のプラスチック基板であり、前記第1の電極層は、膜厚が、125nm以上135nm以下の透明電極であり、及び/又は、前記第2の基板は、屈折率が1.5のプラスチック基板であり、前記第2の電極層は、膜厚が、124.5nm以上134nm以下の透明電極であり、前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0011】

本発明におけるエレクトロクロミック素子は、基板と、前記基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムと、を有し、前記エレクトロクロミックフィルムは、電極層と、エレクトロクロミック層と、を有し、第2の基板/第2の電極層/酸化層/電解質層/還元層/第1の電極層/第1の基板を有する層構造であり、前記第1の基板は、屈折率が1.7のプラスチック基板であり、前記第1の電極層は、膜厚が、125.5nm以上134.5nm以下の透明電極であり、及び/又は、前記第2の基板は、屈折率が1.7のプラスチック基板であり、前記第2の電極層は、膜厚が、118nm以上140nmの透明電極であり、前記第1の電極層及び前記第2の電極層の屈折率は、前記第1の基板、前記第2の基板、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率よりも高く、前記酸化層、前記電解質層、及び前記還元層の屈折率は、1.4以上1.7以下であり、前記第1の電極層と前記第1の基板との第1の界面、及び、前記第2の電極層と前記第2の基板との第2の界面の視感反射率が、夫々、1.0%以下であることを特徴とする。

10

## 【0012】

本発明では、前記基板と前記エレクトロクロミックフィルムとの間に、反射防止層が設けられていてもよい。

## 【0013】

本発明における眼鏡用レンズは、上記に記載のエレクトロクロミック素子であり、前記基板は、レンズ基板であることを特徴とする。

## 【発明の効果】

20

## 【0014】

本発明のエレクトロクロミック素子、及びそれを用いた眼鏡用レンズによれば、電極層の基板側との界面の視感反射率を、1.0%以下に制御することができ、優れた装用感や使用感、或いは視認性等を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子の断面模式図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子の断面模式図である。

30

【図3】本発明の第3の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子の断面模式図である。

【図4】PC基板を用いた図1に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第1の電極層の膜厚を変化させた際の、第1の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図5】PC基板を用いた図1に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第2の電極層の膜厚を変化させた際の、第2の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図6】1.5基板を用いた図2に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第1の電極層の膜厚を変化させた際の、第1の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図7】1.5基板を用いた図2に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第2の電極層の膜厚を変化させた際の、第2の界面の分光反射特性を示すグラフである。

40

【図8】1.7基板を用いた図2に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第1の電極層の膜厚を変化させた際の、第1の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図9】1.7基板を用いた図2に示すエレクトロクロミック素子を用いて、第2の電極層の膜厚を変化させた際の、第2の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図10】反射防止層を有する図3に示すエレクトロクロミック素子(実施例)と、反射防止層を有さないエレクトロクロミック素子(比較例)を用い、第1の電極層及び第2の電極層を100nmに固定した際の、第1の界面及び第2の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【図11】反射防止層を有する図3に示すエレクトロクロミック素子を用い、第1の電極層の膜厚を変化させた際の、第1の界面の分光反射特性を示すグラフである。

50

【図 1 2】反射防止層を有する図 3 に示すエレクトロクロミック素子を用い、第 2 の伝競争の膜厚を変化させた際の、第 2 の界面の分光反射特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を実施するための形態（以下、単に「本実施の形態」という。）について詳細に説明する。

【0017】

<エレクトロクロミック素子における従来の課題と、本実施の形態の概要について>

エレクトロクロミック素子は、両極に電圧を印加することにより可逆的に酸化還元反応を起こして、可逆的に色を変化させるエレクトロクロミズム現象を利用した素子である。例えば、エレクトロクロミック素子は、眼鏡用レンズとして用いることができ、明るい場所では、サングラスとして、暗い場所では、クリアレンズとして機能させることができる。スイッチ操作や、自動で、最適な明るさに調整することを可能とする。

10

【0018】

エレクトロクロミック素子は、基板と、基板に重ねて配置されたエレクトロクロミックフィルムとを有する。エレクトロクロミックフィルムの層構成を限定するものではないが、少なくとも電極層と、エレクトロクロミック層を備えており、電極層は基板に接しており、或いは反射防止層などの機能層を介して基板表面に配置される。

【0019】

電極層に求められる特性としては、透明であること、透過率が高いこと、及び伝導性に優れていることを挙げることができる。このような特性を満たすために、電極層は透明電極層であり、特に、ITO（酸化インジウムスズ；Indium Tin Oxide）が好ましく用いられる。

20

【0020】

ところで、エレクトロクロミックフィルムの中で、透明電極層の屈折率が他の材料層の屈折率よりも高いために、透明電極層の基板側との界面で強い反射が発生することがわかった。反射については、視感反射率を指標とすることができ、この視感反射率は、従来では、3%～5%程度と高い数値となっていた。

【0021】

このように高い視感反射率を有していると、例えば、エレクトロクロミック素子を眼鏡用レンズとして用いた場合、反射が強いため、装着感が悪化する原因となっていた。

30

【0022】

そこで、本発明者は、鋭意研究した結果、例えば、電極層の膜厚を調整することで、視感反射率を従来に比べて十分低くできることを見出した。すなわち、本実施の形態のエレクトロクロミック素子では、電極層の基板側との界面の視感反射率を、1.0%以下に制御することを可能とする。以下、本実施の形態におけるエレクトロクロミック素子の層構成を具体的に説明する。

【0023】

<第 1 の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子 10 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子 10 の断面模式図である。

40

【0024】

エレクトロクロミック素子 10 は、一对の第 1 の基板 1 及び第 2 の基板 2 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の間に挟持されたエレクトロクロミックフィルム 3 と、を有して構成される。

【0025】

エレクトロクロミックフィルム 3 は、一对の第 1 の電極層 4 及び第 2 の電極層 5 と、第 1 の電極層 4 と第 2 の電極層 5 の間に設けられたエレクトロクロミック層 6 と、を有する。更に、エレクトロクロミック層 6 は、第 1 の電極層 4 側に配置された還元層 7 と、第 2 の電極層 5 側に配置された酸化層 8 と、還元層 7 と酸化層 8 の間に設けられた電解質層 9

50

と、を有して構成される。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、第 1 の電極層 4 は、第 1 の基板 1 に接しており、第 1 の電極層 4 と第 1 の基板 1 との間の界面を「第 1 の界面 1 1」と称することとする。また、第 2 の電極層 5 は、第 2 の基板 2 に接しており、第 2 の電極層 5 と第 2 の基板 2 との間の界面を「第 2 の界面 1 2」と称することとする。

【 0 0 2 7 】

[ 第 1 の実施の形態のエレクトロクロミック素子 1 0 の特徴点 ]

図 1 に示すエレクトロクロミック素子 1 0 では、第 1 の界面 1 1 及び、第 2 の界面 1 2 の視感反射率が、夫々、1 . 0 % 以下である。視感反射率  $R_v$  は、J I S T 7 3 3 4 : 2 0 1 1 に従って測定される。

10

【 0 0 2 8 】

第 1 の実施の形態では、各基板 1、2 が、ポリカーボネート ( P C ) 基板で形成される。なお、ポリカーボネート基板の厚みは、限定されるものではないが、数百  $\mu\text{m}$  程度である。また、各電極層 4、5 は、I T O で形成される。ポリカーボネート基板の屈折率は、約 1 . 5 5 であり、I T O の屈折率は、約 2 . 0 である。また、還元層 7、酸化層 8 及び電解質層 9 の屈折率は、2 . 0 より小さく、具体的には、1 . 4 ~ 1 . 7 程度である。このように、I T O の屈折率は、エレクトロクロミックフィルム 3 の中で一番大きい。

【 0 0 2 9 】

後述する実験に示すように、I T O の膜厚を 1 0 0 n m とすると、第 1 の界面 1 1 及び第 2 の界面 1 2 とともに、視感反射率が 3 % ~ 5 % 程度と高くなった。

20

【 0 0 3 0 】

そこで、第 1 の実施の形態のエレクトロクロミック素子 1 0 では、I T O の膜厚を 1 0 0 n m よりも厚く設定している。なお、電極層 4、5 の膜厚を厚くする方向であるため、優れた電気特性を維持することができる。

【 0 0 3 1 】

第 1 の実施の形態では、第 1 の電極層 4、すなわち還元層 7 側の I T O の膜厚は、1 2 3 . 5 n m 以上 1 3 6 . 5 n m 以下であることが好ましい。これにより、第 1 の界面 1 1 の視感反射率を、1 . 0 % 以下に抑えることができる。

【 0 0 3 2 】

また、第 1 の実施の形態では、第 2 の電極層 5、すなわち酸化層 8 側の I T O の膜厚は、1 2 0 . 5 n m 以上 1 3 8 n m 以下であることが好ましい。これにより、第 2 の界面 1 2 の視感反射率を、1 . 0 % 以下に抑えることができる。

30

【 0 0 3 3 】

[ エレクトロクロミック層 6 ]

エレクトロクロミック層 6 を構成する還元層 7、酸化層 8 及び電解質層 9 には、既存の材料を用いることができる。

【 0 0 3 4 】

還元層 7 は、還元反応に伴って発色する層である。還元層 7 には、既存の還元型エレクトロクロミック化合物を用いることができる。有機物、無機物の別を問わず、限定されるものではないが、例えば、アゾベンゼン系、アントラキノン系、ジアリールエテン系、ジヒドロプレン系、ジピリジン系、スチリル系、スチリルスピロピラン系、スピロオキサジン系、スピロチオピラン系、チオインジゴ系、テトラチアフルバレン系、テレフタル酸系、トリフェニルメタン系、トリフェニルアミン系、ナフトピラン系、ピオロゲン系、ピラゾリン系、フェナジン系、フェニレンジアミン系、フェノキサジン系、フェノチアジン系、フタロシアニン系、フルオラン系、フルギド系、ベンゾピラン系、メタロセン系、酸化タングステン、酸化モリブデン、酸化イリジウム、酸化チタンなどが挙げられる。

40

【 0 0 3 5 】

酸化層 8 は、酸化反応に伴って発色する層である。酸化層 8 には、既存の酸化型エレクトロクロミック化合物を用いることができる。有機物、無機物の別を問わず、限定される

50

ものではないが、例えば、トリアリールアミンを有するラジカル重合性化合物を含む組成物、プルシアンブルー型錯体、酸化ニッケル、酸化イリジウムなどから選択することができる。

【0036】

電解質層9は、電子的な絶縁性とイオン導電性を備えており、また、透明であることが好ましい。電解質層9は固体電解質や、ゲル状、液体状などであってもよい。高いイオン導電性を維持するためにはゲル状であることが好ましい。限定するものではないが、例えば、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩等の無機イオン塩、4級アンモニウム塩や酸類等の既存の電解質材料を用いることができる。

【0037】

なお、エレクトロクロミック層6を構成する各材料層の膜厚には、エレクトロクロミズム現象を効果的に発揮する既存の値を選択することができる。具体的には、例えば、US 2019/184694号、特許6623507号、又は、特開2018-132718号公報等に記載の材料、及び膜厚から適宜選択して用いることができる。また、前記公報等に記載の材料の屈折率は、Chemical Bookサイト ([https://www.chemicalbook.com/ProductIndex\\_JP.aspx](https://www.chemicalbook.com/ProductIndex_JP.aspx)) 等で確認することができる。

【0038】

<第2の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子20>

図2に示すエレクトロクロミック素子20では、図1に示すエレクトロクロミックフィルム3の両端に、図1とは異なる材料の基板21、22が配置されている。

【0039】

各基板21、22は、ガラスやプラスチックレンズであり、ポリカーボネート樹脂以外では、アクリル系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリエステル系樹脂、エポキシ系樹脂、メラミン系樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂を用いることができる。

【0040】

例えば、図2に示すエレクトロクロミック素子20では、各基板21、22に、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート系レンズ(屈折率=1.5; HOYA株式会社製、「HL」)や、ポリスルフィド系プラスチックレンズ(屈折率=1.7; HOYA株式会社製、「ERY」)を用いることができる。

【0041】

図2に示すエレクトロクロミック素子20においても、第1の基板21と第1の電極層4との第1の界面23、及び、第2の基板22と第2の電極層5との第2の界面24の視感反射率が、夫々、1.0%以下である。

【0042】

本実施の形態では、第1の電極層4及び第2の電極層5の膜厚調整により、第1の界面23及び第2の界面24の視感反射率が1.0%以下になるように制御することができる。

【0043】

例えば、各基板21、22に屈折率1.5のレンズ基材(上記のHOYA株式会社製「HL」)を用いた場合、還元層7側のITO(第1の電極層4)の膜厚は、125nm以上135nm以下であることが好ましい。また、酸化層8側のITO(第2の電極層5)の膜厚は、124.5nm以上134nm以下であることが好ましい。これにより、第1の界面23及び、第2の界面24の視感反射率を、夫々、1.0%以下に抑えることができる。

【0044】

また、各基板21、22に屈折率1.7のレンズ基材(上記のHOYA株式会社製「ERY」)を用いた場合、還元層7側のITO(第1の電極層4)の膜厚は、125.5nm以上134.5nm以下であることが好ましい。また、酸化層8側のITO(第2の電極層5)の膜厚は、118nm以上140nm以下であることが好ましい。これにより、第1の界面23及び、第2の界面24の視感反射率を、夫々、1.0%以下に抑えるこ

10

20

30

40

50

とができる。

#### 【0045】

ここで、エレクトロクロミック素子に適用される各基板の屈折率は、通常、 $1.5 \sim 1.7$ 程度である。上記の図1、図2を用いて説明した各ITOの膜厚に基づき、屈折率が $1.5 \sim 1.7$ 程度の基板を用いた場合、還元層側のITOの膜厚を、約 $123.5 \text{ nm} \sim 136.5 \text{ nm}$ 、好ましくは、 $125 \text{ nm} \sim 135 \text{ nm}$ 、より好ましくは、 $125.5 \text{ nm} \sim 134.5 \text{ nm}$ の範囲内で調整することで、第1の界面の視感反射率を $1.0\%$ 以下に抑えることができる。また、酸化層側のITOの膜厚を、約 $118 \text{ nm} \sim 140 \text{ nm}$ 、好ましくは、 $120.5 \text{ nm} \sim 138 \text{ nm}$ 、より好ましくは、 $124.5 \text{ nm} \sim 134 \text{ nm}$ の範囲内で調整することで、第2の界面の視感反射率を $1.0\%$ 以下に抑えることができる。

10

#### 【0046】

<第3の実施の形態におけるエレクトロクロミック素子30>

図3に示すエレクトロクロミック素子30では、図1に示すエレクトロクロミックフィルム3の両端に、反射防止層(ARコート)31、32を介して各基板1、2が配置されている。各反射防止層31、32は、エレクトロクロミックフィルム3及び各基板1、2の双方に接している。各反射防止層31、32は、高屈折率層と低屈折率層とが交互に積層された無機多層膜であることが好ましい。高屈折率層の材質を限定するものではないが、例えば、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{TaO}_2$ 、 $\text{NbO}_2$ などであり、特に、 $\text{ZrO}_2$ が好ましい。また、低屈折率層の材質を限定するものではないが、 $\text{SiO}_2$ の単層又は $\text{SiO}_2$ を含む混合層で形成され、 $\text{SiO}_2$ の単層であることが好ましい。限定するものではないが、高屈折率層と低屈折率層を合わせた総数は、2層 $\sim$ 10層程度である。

20

#### 【0047】

図3におけるエレクトロクロミック素子30においても、図1及び図2に示すエレクトロクロミック素子10、20と同様に、第1の電極層4の第1の基板1側との第1の界面33(第1の電極層4と反射防止層31との界面に相当)及び、第2の電極層5の第2の基板2側との第2の界面34(第2の電極層5と反射防止層32との界面に相当)の視感反射率が、夫々、 $1.0\%$ 以下である。

#### 【0048】

図3では、各電極層(ITO)4、5の膜厚に対し、各反射防止層31、32の膜構成を調整することで、視感反射率を、 $1.0\%$ 以下に制御することができる。すなわち、エレクトロクロミック現象が適切に発揮される膜厚にて各電極層4、5を形成するとともに、視感反射率が、 $1.0\%$ 以下となるように、反射防止層31、32の膜構成を調整することができる。

30

#### 【0049】

<用途>

本実施の形態のエレクトロクロミック素子の用途を限定するものではないが、調光眼鏡レンズに好ましく適用することができる。眼鏡用レンズでは、第1の基板及び第2の基板がレンズ基板であり、或いは、酸化層側の第2の基板がレンズ基板であり、第1の基板1は、保護層(ハードコート層)として機能する。本実施の形態では、第1の界面及び第2の界面の視感反射率を、夫々、 $1.0\%$ 以下にすることができ、眼鏡用レンズとして用いた場合、反射を効果的に抑制でき、装用感を高めることができる。

40

#### 【0050】

本実施の形態のエレクトロクロミック素子を眼鏡用レンズ以外に適用してもよい。例えば、エレクトロクロミック調光装置や、防眩ミラーなどである。これら用途に適用した場合でも視感反射率を $1.0\%$ 以下にすることができるため、優れた装用感や使用感、或いは、視認性を得ることができる。

#### 【0051】

<そのほか>

上記の各実施の形態では、還元層7側の第1の基板及び、酸化層8側の第2の基板に同

50

じ材料を使用していたが、異なる材料の基板を使用してもよい。例えば、第1の基板に、ポリカーボネート基板、第2の基板に、屈折率が1.5のレンズ基板を用いることができる。かかる場合、上記に挙げた基板の材料に対する各ITOの膜厚で形成することで、各界面の視感反射率を1.0%以下に抑えることができる。また、基板は、エレクトロクロミック素子の片側だけに配置されてもよい。すなわち、かかる場合は、エレクトロクロミック素子の一方には基板が配置されるが、他方には基板がなく電極層が露出した状態とされる。

#### 【0052】

また、エレクトロクロミックフィルム3は、少なくとも1つの電極層とエレクトロクロミック層6を有していればよく、この場合でも、基板と電極層との界面の視感反射率は、1.0%以下に制御される。

10

#### 【0053】

また、上記の各実施の形態では、電極層としてITOを用いたが、ITO以外の透明電極層であってもよい。例えば、透明電極層としてFTO(フッ素ドープ酸化スズ; Fluorine-doped Tin Oxide)、ATO(アンチモンドープ酸化スズ; Antimony doped Tin Oxide)等を用いることができる。FTOやATOは、ITOとほぼ同程度の屈折率であり、各電極層の膜厚に、上記の各実施の形態で説明したITOの膜厚を適用することで、第1の界面及び第2の界面の視感反射率が、1.0%以下となるように制御することができる。

#### 【0054】

本実施の形態におけるエレクトロクロミック素子は、平板状であってもよいし曲面状であってもよい。エレクトロクロミック素子の形状に関わらず、1.0%以下の視感反射率を得ることができる。

20

#### 【実施例】

#### 【0055】

以下、本実施の形態を実施例及び比較例を用いて、より具体的に説明する。

<第1の実施の形態のエレクトロクロミック素子10の膜構成を用いた実験>

図1に示すエレクトロクロミック素子の積層構造を、基板の膜厚を300 $\mu$ m、還元層の膜厚を3 $\mu$ m、酸化層の膜厚を1.5 $\mu$ m、電解質層の膜厚を50 $\mu$ mとして構成した。電極層は表1及び表2に記載の膜厚とした。

30

#### 【0056】

基板には、ポリカーボネート基板(屈折率=1.59)、電極層にはITO(屈折率=2.1)を用いた。また、限定するものではないが、還元層には、ピオロゲン系化合物(屈折率=1.45)、酸化層には、トリアリールアミン化合物(屈折率=1.64)、電解質層には、有機ゲル状物質(複数の有機塩とポリマーの混合物、屈折率=1.50)を用いた。

#### 【0057】

還元層側のITOの膜厚を、100nm、123.5nm、130nm、136.5nmと変化させ、また、酸化層側のITOの膜厚を、100nm、120.5nm、130nm、138nmと変化させた。

40

#### 【0058】

実験では、オリンパス社製分光反射率測定器USPMを用いて、各PC基板と各ITOとの界面の、波長380nm~780nmにおける分光反射スペクトルを測定した。その実験結果を図4、図5に示す。図4は、還元層側のITO膜厚を種々変化させて測定した第1の界面の分光反射特性であり、図5は、酸化層側のITO膜厚を種々変化させて測定した第2の界面の分光反射特性である。

#### 【0059】

図4、図5のように、ITO膜厚を100nmから厚くしていくと、分光反射スペクトルが高波長側にシフトしていくことがわかった。すなわち、図4、図5に示すように、ITOの膜厚が100nmであると、分光反射率が0%となる波長は450nm程度である

50

とともに、波長 550 nm ~ 580 nm 程度の波長帯の分光反射率は 4 % 程度に高くなるが、ITO の膜厚を厚くすると、530 nm ~ 580 nm 程度の波長帯に、分光反射率が 0 % となるピークをシフトさせることができるとわかった。

【0060】

次に、第 1 の界面及び第 2 の界面の視感反射率を、図 4、図 5 で測定された分光反射率を用いて、JIS T 7334 : 2011 に従い算出した。その実験結果を表 1 及び表 2 に示す。

【0061】

【表 1】

	視感反射率
ITO 100 nm	4.61
ITO 123.5nm	0.99
ITO 130 nm	0.78
ITO 136.5nm	0.98

10

【0062】

【表 2】

	視感反射率
ITO 100 nm	3.66
ITO 120.5nm	0.96
ITO 130 nm	0.66
ITO 138 nm	0.96

20

【0063】

表 1 は、還元層側の ITO の膜厚と、第 1 の界面の視感反射率との関係を示す。表 2 は、酸化層側の ITO の膜厚と、第 2 の界面の視感反射率との関係を示す。

【0064】

表 1 に示すように、還元層側の ITO の膜厚が 100 nm であると、第 1 の界面の視感反射率が 4.61 となり非常に大きくなることがわかった。一方、ITO の膜厚を 123.5 nm 以上 136.5 nm 以下にすると、第 1 の界面の視感反射率を、1.0 % 以下に抑えることができるとわかった。

40

【0065】

また、表 2 に示すように、酸化層側の ITO の膜厚が 100 nm であると、第 2 の界面の視感反射率が 3.66 となり非常に大きくなることがわかった。一方、ITO の膜厚を 120.5 nm 以上 138 nm 以下に設定すると、第 2 の界面の視感反射率を、1.0 % 以下に抑えることができるとわかった。

【0066】

< 第 2 の実施の形態のエレクトロクロミック素子 20 の膜構成を用いた実験 >

図 2 に示すエレクトロクロミック素子の積層構造を、基板の膜厚を 300 μm、還元層

50

の膜厚を 3  $\mu\text{m}$ 、酸化層の膜厚を 1.5  $\mu\text{m}$ 、電解質層の膜厚を 50  $\mu\text{m}$ として構成した。電極層の膜厚は表 3～表 6 記載の膜厚とした。基板は「1.5 基板」又は「1.7 基板」を用いた。「1.5 基板」とは、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート系レンズ（屈折率 = 1.5；HOYA 株式会社製「HL」）である。また、「1.7 基板」とは、ポリスルフィド系プラスチックレンズ（屈折率 = 1.7；HOYA 株式会社製「EYRY」）である。

【0067】

電極層には、ITO（屈折率 = 2.1）を用いた。また、限定するものではないが、還元層には、ピオロゲン系化合物、酸化層には、トリアリールアミン化合物、電解質層には、有機ゲル状物質（複数の有機塩とポリマーの混合物）を用いた。

10

【0068】

実験では、1.5 基板を用いたエレクトロクロミック素子の還元層側の ITO の膜厚を、100 nm、125 nm、130 nm、135 nm と変化させ、酸化層側の ITO の膜厚を、100 nm、124.5 nm、129 nm、134 nm と変化させた。

【0069】

上記した方法により、分光反射スペクトルを測定した。その実験結果を図 6、図 7 に示す。図 6 は、還元層側の ITO 膜厚を種々変化させて測定した第 1 の界面の分光反射特性であり、図 7 は、酸化層側の ITO 膜厚を種々変化させて測定した第 2 の界面の分光反射特性である。

【0070】

図 6、図 7 に示すように、ITO の膜厚が 100 nm であると、波長 450 nm 程度で、分光反射率は 0% になるとともに、波長 530 nm～580 nm の波長帯では、分光反射率が 4% 以上であった。一方、ITO の膜厚を約 125 nm～135 nm とすると、分光反射率が 0% となるピークを、波長 530 nm～580 nm 程度の波長帯にシフトできることがわかった。

20

【0071】

次に、第 1 の界面及び第 2 の界面の視感反射率を、図 6、図 7 で測定された分光反射率を用いて、JIS T 7334：2011 に従い算出した。その実験結果を表 3、表 4 に示す。

【0072】

表 3 には、1.5 基板を用いたエレクトロクロミック素子における還元層側の ITO の膜厚と、第 1 の界面の視感反射率との関係が示されている。また、表 4 には、1.5 基板を用いたエレクトロクロミック素子における酸化層側の ITO の膜厚と、第 2 の界面の視感反射率との関係が示されている。

30

【0073】

【表 3】

	視感反射率
ITO 100 nm	5.44
ITO 125 nm	0.99
ITO 130 nm	0.84
ITO 135 nm	0.99

40

【0074】

50

【表 4】

	視感反射率
ITO 100 nm	4.48
ITO 124.5nm	0.98
ITO 129 nm	0.87
ITO 134 nm	0.99

10

## 【0075】

表3に示すように、還元層側のITOの膜厚が100nmであると、第1の界面の視感反射率が5.44となり、非常に大きくなることがわかった。これに対し、ITOの膜厚を125nm以上135nm以下に設定すると、第1の界面の視感反射率を、1.0%以下に抑えることができるとわかった。

## 【0076】

また、表4に示すように、酸化層側のITOの膜厚が100nmであると、第2の界面の視感反射率が4.48となり、非常に大きくなることがわかった。これに対し、ITOの膜厚を124.5nm以上134nm以下に設定すると、第2の界面の視感反射率を1.0%以下に抑えることができるとわかった。

20

## 【0077】

次に、実験では、1.7基板を用いたエレクトロクロミック素子の還元層側のITOの膜厚を、100nm、125.5nm、130nm、134.5nmと変化させ、酸化層側のITOの膜厚を、100nm、118nm、130nm、140nmと変化させた。

## 【0078】

上記した方法により、分光反射スペクトルを測定した。その実験結果を図8、図9に示す。図8は、還元層側のITO膜厚を種々変化させて測定した第1の界面の分光反射特性であり、図9は、酸化層側のITO膜厚を種々変化させて測定した第2の界面の分光反射特性である。

30

## 【0079】

図8、図9に示すように、ITOの膜厚が100nmであると、波長450nm程度で、分光反射率は約0.5%以下になるとともに、波長530nm~580nmの波長帯では、分光反射率が3%以上であった。一方、ITOの膜厚を約120nm~140nmとすると、分光反射率の最低ピーク(0.5%以下)を、波長530nm~580nm程度の波長帯にシフトできることがわかった。

## 【0080】

次に、第1の界面及び第2の界面の視感反射率を、図8、図9で測定された分光反射率を用いて、JIS T 7334:2011に従い算出した。その実験結果を表5、表6に示す。

40

## 【0081】

表5には、1.7基板を用いたエレクトロクロミック素子における還元層側のITOの膜厚と、第1の界面の視感反射率との関係が示されている。また、表6には、1.7基板を用いたエレクトロクロミック素子における酸化層側のITOの膜厚と、第2の界面の視感反射率との関係が示されている。

## 【0082】

50

【表 5】

	視感反射率
ITO 100 nm	3.87
ITO 125.5nm	0.99
ITO 130 nm	0.92
ITO 134.5nm	0.99

10

【 0 0 8 3 】

【表 6】

	視感反射率
ITO 100 nm	2.93
ITO 118 nm	1.00
ITO 130 nm	0.62
ITO 140 nm	0.98

20

【 0 0 8 4 】

表 5 に示すように、還元層側の I T O の膜厚が 1 0 0 n m であると、第 1 の界面の視感反射率が 3 . 8 7 となり、非常に大きくなることがわかった。これに対し、I T O の膜厚を、1 2 5 . 5 n m 以上 1 3 4 . 5 n m 以下に設定すると、第 1 の界面の視感反射率を、1 . 0 % 以下に抑えることができるとわかった。

30

【 0 0 8 5 】

また、表 6 に示すように、酸化層側の I T O 膜厚が 1 0 0 n m であると、第 2 の界面の視感反射率が 2 . 9 3 となり、非常に大きくなることがわかった。これに対し、I T O の膜厚を、1 1 8 n m 以上 1 4 0 n m 以下に設定すると、第 2 の界面の視感反射率を、1 . 0 % 以下に抑えることができるとわかった。

【 0 0 8 6 】

< 第 3 の実施の形態のエレクトロクロミック素子 2 0 の膜構成を用いた実験 >

図 3 に示すエレクトロクロミック素子の積層構造を、以下の表 7 に示す膜厚により積層した。

【 0 0 8 7 】

40

50

【表 7】

## 全体構成

	膜厚 [ $\mu\text{m}$ ]
基板(PC)	300~
第1のAR層	表8に記載
電極層(ITO)	表8に記載
還元層	3
電解質層	50
酸化層	1.5
電極層(ITO)	表9に記載
第2のAR層	表9に記載
基板(PC)	300~

10

## 【0088】

表7は、第3のエレクトロクロミック素子30全体の膜構成を示し、AR層を構成する各材料層の材料構成及び膜厚、及び電極層の膜厚は、表8、表9に示した。

20

## 【0089】

なお、各基板にはポリカーボネート基板、各電極層にはITOを用いた。また、限定するものではないが、還元層には、ピオロゲン系化合物、酸化層には、トリアリールアミン化合物、電解質層には、有機ゲル状物質（複数の有機塩とポリマーの混合物）を用いた。基板、電極層、還元層、酸化層、及び電解質層の屈折率は第1の実施形態と同一である。

## 【0090】

実験では、還元層側のITOの膜厚を、100nm（実施例1）、123.5nm（実施例2）、130nm（実施例3）、136.5nm（実施例4）と変化させ、酸化層側のITOの膜厚を、100nm（実施例5）、120nm（実施例6）、130nm（実施例7）、138nm（実施例8）と変化させた。

30

## 【0091】

図10は、還元層側のITOの膜厚及び酸化層側のITOの膜厚を夫々、100nmに固定したエレクトロクロミック素子において、反射防止層のない形態（比較例）、及び、反射防止層を設けた形態（実施例1及び実施例5）の分光反射特性である。図10に示すように、比較例1では、分光反射率が0%となる波長が約430nm~450nm程度であり、波長530nm~580nmでは、分光反射率が3%以上に大きくなることがわかった。一方、実施例1及び実施例5では、分光反射率が0%となる波長が530nm~580nm程度にシフトすることがわかった。

40

## 【0092】

図11は、還元層側のITO膜厚を種々変化させて測定した実施例1~実施例4における第1の界面の分光反射特性であり、図12は、酸化層側のITO膜厚を種々変化させて測定した実施例5~実施例8における第2の界面の分光反射特性である。

## 【0093】

図11、図12に示すように、反射防止層を有する実施例1~実施例8のエレクトロクロミック素子においては、ITOの膜厚に関わらず、波長530nm~580nmでの分光反射率を非常に低く抑えることができるとわかった。すなわち、図11、図12からわかるように、530nm~580nm波長帯にわたって分光反射率がほぼ0%になるように、ITOの膜厚に応じて、反射防止層の膜構成を適宜調整した。

50

## 【 0 0 9 4 】

次に、第1の界面及び第2の界面の視感反射率を、図11、図12で測定された分光反射率を用いて、JIS T 7334:2011に従い算出した。その実験結果を表8、表9に示す。

## 【 0 0 9 5 】

## 【表8】

		比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
Sub	ITO	100nm	100nm	123.5nm	130nm	136.5nm
1st	SiO <sub>2</sub>	—	—	—	15nm	58 nm
2nd	ZrO <sub>2</sub>	—	26nm	8 nm	2nm	5 nm
3rd	SiO <sub>2</sub>	—	170nm	190 nm	185nm	140 nm
Medium	Polycarbonate	—	—	—	—	—
視感反射率		4.61	0.59	0.58	0.62	0.75

10

## 【 0 0 9 6 】

## 【表9】

		比較例1	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
Sub	ITO	100nm	100nm	120nm	130nm	138nm
1st	ZrO <sub>2</sub>	—	29nm	20nm	10nm	—
2nd	SiO <sub>2</sub>	—	52nm	60nm	60nm	67nm
3rd	ZrO <sub>2</sub>	—	9nm	11nm	11nm	9nm
4th	SiO <sub>2</sub>	—	82nm	82nm	80nm	83nm
Medium	Polycarbonate	—	—	—	—	—
視感反射率		3.66	0.45	0.41	0.43	0.42

20

## 【 0 0 9 7 】

表8に示すように、還元層側に反射防止層を有する構成においては、ITOの膜厚に対して、反射防止層の膜構成を適宜調整することで、第1の界面の視感反射率を1.0%以下、好ましくは0.75%以下に抑えることができた。限定するものではないが、ITOの膜厚を100nm~136.5nmの範囲で調整することができる。ITOの膜厚を100nm~136.5nmの範囲とした場合、反射防止層の膜構成としては、SiO<sub>2</sub>とZrO<sub>2</sub>との積層構造とし、第1の基板(PC)に接するSiO<sub>2</sub>の膜厚を、反射防止層中最も厚く形成する。具体的には140nm以上200nm以下とする。また、ZrO<sub>2</sub>の膜厚は、SiO<sub>2</sub>より薄く、2nm~30nm程度とする。反射防止層の総数は、2層か3層とし、3層とした場合には、第1の電極層(ITO)に接するSiO<sub>2</sub>の膜厚を10nm~60nm程度で形成する。

30

40

## 【 0 0 9 8 】

また、表9に示す酸化層側に反射防止層を有する構成においては、ITOの膜厚に対して、反射防止層の膜構成を調整することで、第2の界面の視感反射率を1.0%以下、好ましくは0.45%以下に抑えることができた。限定するものではないが、ITOの膜厚を100nm~138nmの範囲で調整することができる。ITOの膜厚を100nm~138nmの範囲とした場合、反射防止層の膜構成としては、SiO<sub>2</sub>とZrO<sub>2</sub>との積層構造とし、第1の基板(PC)に接するSiO<sub>2</sub>の膜厚を、反射防止層中最も厚く形成する。具体的には50nm以上100nm以下とする。ZrO<sub>2</sub>の膜厚は、SiO<sub>2</sub>より薄く、5nm~30nm程度とする。反射防止層の総数は3層か4層とすることが好ましい。

## 【産業上の利用可能性】

50

## 【 0 0 9 9 】

本発明のエレクトロクロミック素子は視感反射率を1.0%以下に抑えることができる。このように反射を低く抑えることができるため、エレクトロクロミック素子を例えば、調光眼鏡としてのレンズとして用いると、優れた装用性を得ることが可能になる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 0 0 】

本出願は、2020年10月21日出願の特願2020-176814に基づく。この内容は全てここに含めておく。

10

20

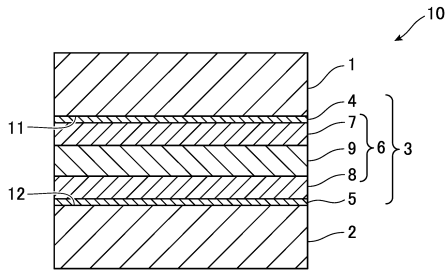
30

40

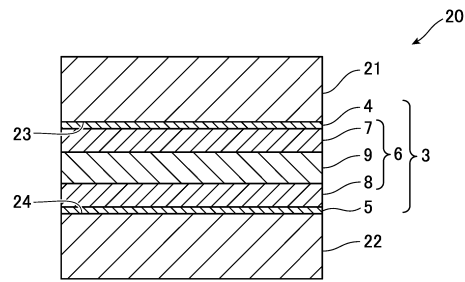
50

【図面】

【図 1】

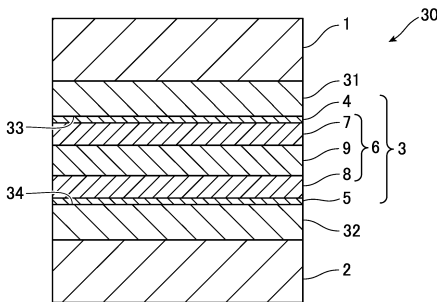


【図 2】

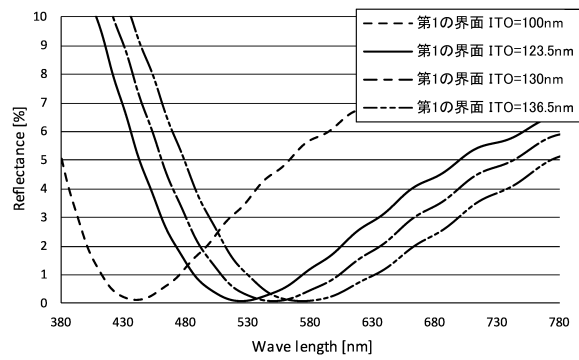


10

【図 3】

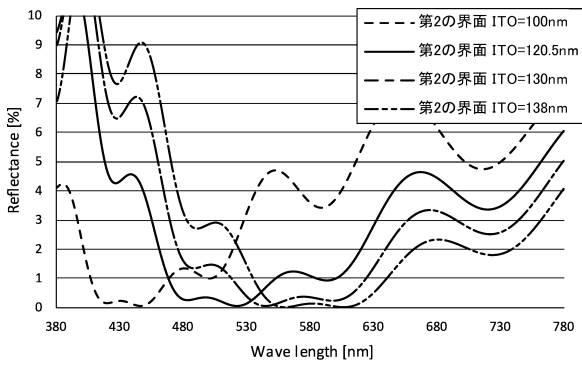


【図 4】

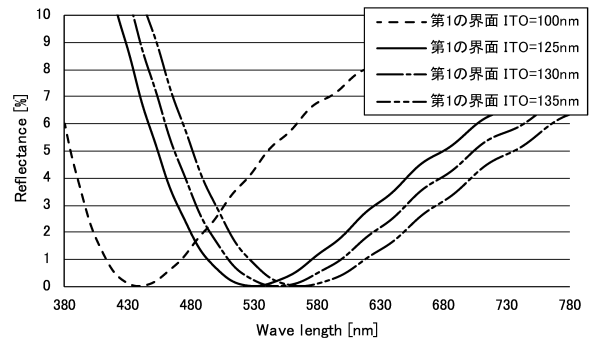


20

【図 5】



【図 6】

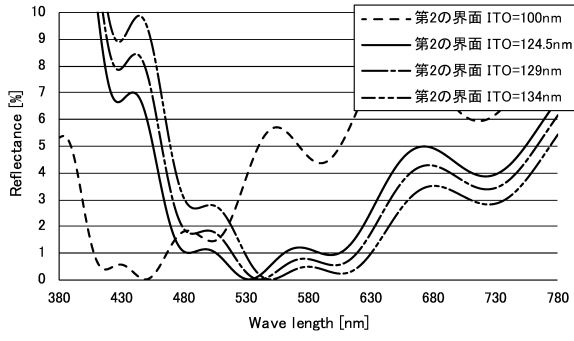


30

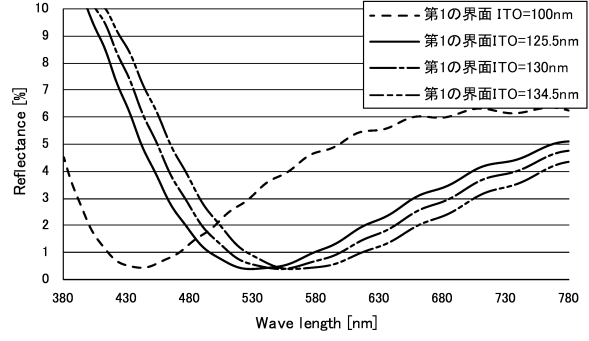
40

50

【 図 7 】

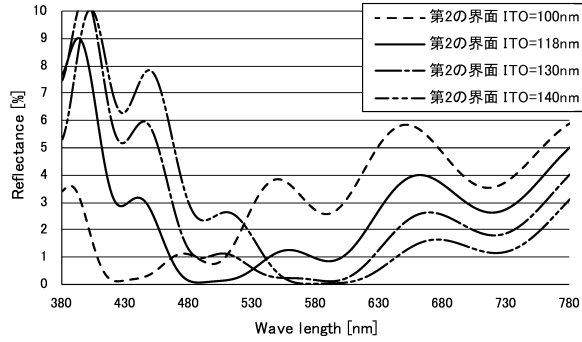


【 図 8 】

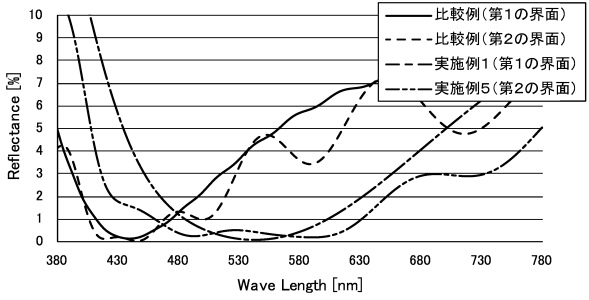


10

【 図 9 】

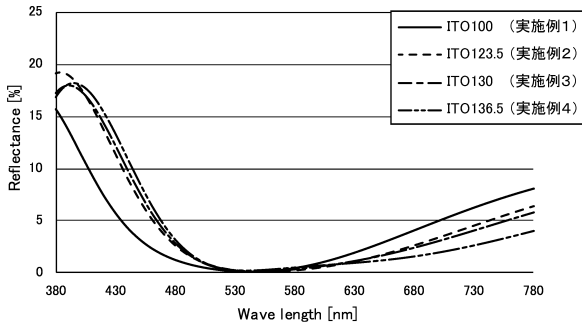


【 図 10 】

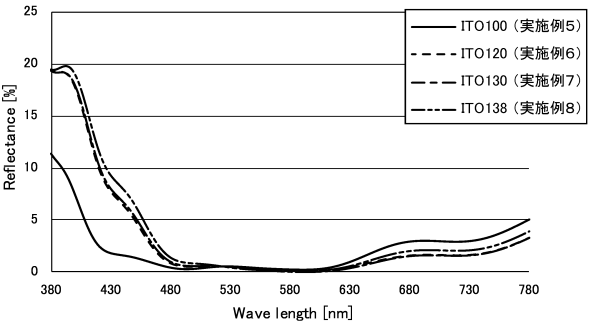


20

【 図 11 】



【 図 12 】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2018/0017823 (US, A1)  
国際公開第2020/021107 (WO, A1)  
特開2019-070788 (JP, A)  
特開2002-062540 (JP, A)  
米国特許出願公開第2018/0113306 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G02F 1/15 - 1/163  
G02F 1/1343