

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6166150号
(P6166150)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 J 1/04 (2006.01) GO 1 J 1/04 B
HO 1 L 31/10 (2006.01) HO 1 L 31/10 A

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-224625 (P2013-224625)	(73) 特許権者	000010098 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号
(22) 出願日	平成25年10月29日(2013.10.29)	(74) 代理人	100085453 弁理士 野▲崎▼ 照夫
(65) 公開番号	特開2015-87181 (P2015-87181A)	(74) 代理人	100108006 弁理士 松下 昌弘
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)	(72) 発明者	平山 元輝 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
審査請求日	平成28年2月1日(2016.2.1)	(72) 発明者	難波 裕徳 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
		審査官	塚本 丈二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受光素子と、前記受光素子の上に配置された光学基材とを有する受光装置において、前記光学基材が前記受光素子に対向する対向面と、光の入射側に向けられる入射面とを有し、前記入射面に第1光学多層膜が形成され、前記対向面に第2光学多層膜が形成され、前記受光素子の前記光学基材に対向する側に絶縁層が設けられ、前記絶縁層の上に前記第1光学多層膜及び第2光学多層膜より膜厚の小さい第3光学多層膜が形成されており、3層の前記光学多層膜によって、前記受光素子で受光される光の波長帯域が決められていることを特徴とする受光装置。

【請求項2】

3層の前記光学多層膜が、互いに離間した2つの波長域の光を透過させ、前記2つの波長域のうち、短波長側の第2波長域の光の透過率が、長波長側の第1波長域の光の透過率よりも低く制限される請求項1に記載の受光装置。

【請求項3】

前記第1光学多層膜と前記第2光学多層膜が、前記2つの波長域の光を透過させ、前記第3光学多層膜で、前記第2波長域の光の透過率が前記第1波長域の光の透過率よりも低く制限される請求項2に記載の受光装置。

【請求項4】

前記第1波長域における光の透過率は90%以上であり、前記第2波長域における光の透過率の範囲は40~60%である請求項2または3に記載の受光装置。

【請求項 5】

前記第 1 波長域は 500 ~ 560 nm を含み、前記第 2 波長域は 640 ~ 680 nm を含む請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の受光装置。

【請求項 6】

第 1 光学多層膜及び第 2 光学多層膜は、 TiO_2 層と SiO_2 層を交互に積層した多層膜である請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の受光装置。

【請求項 7】

前記絶縁層の下に電極層が設けられ、前記絶縁層の表面に、前記電極層の存在に伴う凹凸が形成されている請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の受光装置。

【請求項 8】

前記光学素子が PN 型のフォトダイオードである請求項 7 に記載の受光装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定の波長域の光を受光可能な受光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に光センサモジュールが開示されている。この光センサモジュールに用いられている受光装置は、受光した光量に応じて電流を発生させる受光素子と、この受光素子への光の入射側に配置された波長選択フィルタ部材とを有している。この波長選択フィルタ部材は、光学基材に波長選択フィルタ膜を積層した構成を備えており、入射面から入射した所望の波長の光を透過させる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 79852 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載された受光装置は、光学基材の 1 つの面に波長選択フィルタ膜を積層する構成であるため、透過波長帯域の設定に限界があった。これに対して、波長選択フィルタ膜を積層した光学基材をさらに追加することも考えられるが、この場合は光学基材の数が増えることになるため、受光装置全体の厚みが増え、光センサモジュールとしても大型化してしまうおそれがあった。

30

【0005】

そこで本発明は、大型化することなく所望の波長帯域の光を受光することが可能な受光装置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】

上記課題を解決するために、受光素子と、前記受光素子の上に配置された光学基材とを有する受光装置において、前記光学基材が前記受光素子に対向する対向面と、光の入射側に向けられる入射面とを有し、前記入射面に第 1 光学多層膜が形成され、前記対向面に第 2 光学多層膜が形成され、前記受光素子の前記光学基材に対向する側に絶縁層が設けられ、前記絶縁層の上に前記第 1 光学多層膜及び第 2 光学多層膜より膜厚の小さい第 3 光学多層膜が形成されており、3 層の前記光学多層膜によって、前記受光素子で受光される光の波長帯域が決められていることを特徴としている。

40

【0007】

これにより、新たな光学基材を追加することなく、所望の波長帯域の光を所望範囲の透過率で透過させることが可能となる。

【0008】

50

本発明の受光装置においては、3層の前記光学多層膜が、互いに離間した2つの波長域の光を透過させ、前記2つの波長域のうち、短波長側の第2波長域の光の透過率が、長波長側の第1波長域の光の透過率よりも低く制限されることが好ましい。

【0009】

本発明の受光装置においては、前記第1光学多層膜と前記第2光学多層膜が、前記2つの波長域の光を透過させ、前記第3光学多層膜で、前記第2波長域の光の透過率が前記第1波長域の光の透過率よりも低く制限されることが好ましい。

【0010】

本発明の受光装置においては、第1波長域における光の透過率は90%以上であり、第2波長域における光の透過率の範囲は40~60%であることが好ましい。

10

【0011】

本発明の受光装置においては、第1波長域は500~560nmを含み、第2波長域は640~680nmを含むことが好ましい。

【0012】

本発明の受光装置においては、第1光学多層膜及び第2光学多層膜は、TiO₂層とSiO₂層を交互に積層した多層膜であることが好ましい。

【0013】

本発明の受光装置においては、前記絶縁層の下に電極層が設けられ、前記絶縁層の表面に前記電極層の存在に伴う凹凸が形成されていることが好ましい。また、前記光学素子がPN型のフォトダイオードであることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明によると、光学基材を追加することなく、一定の波長域の光を透過させる光学多層膜を追加することにより、大型化することなく所望の波長帯域の光を受光することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る受光装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】第1光学多層膜の透過光の光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

30

【図3】第2光学多層膜の透過光の光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図4】第1光学多層膜と第2光学多層膜が形成されたガラス基材の透過光の光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図5】第1光学多層膜と第2光学多層膜が形成されたガラス基材の透過光の光透過特性を示すグラフである。

【図6】第3光学多層膜の透過光の光透過特性を示すグラフである。

【図7】第1光学多層膜と第2光学多層膜が形成されたガラス基材及び第3光学多層膜の3層の光学多層膜を光が透過したときの光透過特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

40

【0016】

以下、本発明の実施形態に係る受光装置について図面を参照しつつ詳しく説明する。図1は、本発明の実施形態に係る受光装置10の概略構成を示す断面図である。図1は、受光装置10への光の入射方向Lに沿った断面図であり、入射方向Lに直交する面において受光装置10の略中央の断面図である。

【0017】

受光装置10は、受光素子としてのPN型のフォトダイオード20と、フォトダイオード20への光の入射側に距離を空けて配置された光学基材としてのガラス基材40とを備えている。ガラス基材40は、例えば石英ガラス(屈折率1.52)であり、接着層30により、所定の空隙31を空けて、フォトダイオード20上に固定されている。

50

【 0 0 1 8 】

フォトダイオード 2 0 は、P 層 2 1 と N 層 2 2 とを接合した構成であって、表面の受光面 2 3 上に、表面電極 2 5、2 6、2 7 ならびにランド電極 2 4 が形成されている。表面電極 2 5、2 6、2 7 ならびにランド電極 2 4 は、アルミニウム膜を例えばフォトリソグラフィで加工して形成されている。

【 0 0 1 9 】

受光面 2 3 ならびに表面電極 2 5、2 6、2 7 には、その上面を覆うように絶縁層 2 8 が成膜されている。絶縁層 2 8 は、例えば SiN のスパッタリングによって形成する。この絶縁層 2 8 上には、第 3 光学多層膜 5 3 が成膜されている。

【 0 0 2 0 】

ランド電極 2 4 は外部との電気接続のためのものであり、その上の絶縁層 2 8 及び第 3 光学多層膜 5 3 がエッチング等によって除去されている。ランド電極 2 4 の露出された表面に、例えば、外部電源（不図示）に接続されたボンディングワイヤ（不図示）を接続する。

【 0 0 2 1 】

ランド電極 2 4 は複数層設けられ、複数の表面電極 2 5、2 6、2 7 がそれぞれのランド電極 2 4 に接続されている。ランド電極 2 4 を通じて、例えば、P 層 2 1 上に形成した表面電極 2 6、2 7 が前記外部電源の正極に接続され、N 層 2 2 上に形成した表面電極 2 5 が前記外部電極の負極に接続される。

接着層 3 0 は、例えば、熱硬化型の接着剤や紫外線硬化型の接着剤を用いる。

【 0 0 2 2 】

光学基材としてのガラス基材 4 0 については、光の入射側に向けられる入射面 4 1 の表面に第 1 光学多層膜 5 1 が形成され、フォトダイオード 2 0 に対面する対向面 4 2 の表面に第 2 光学多層膜 5 2 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

第 1 光学多層膜 5 1 は、例えば、SiO_x 層と TiO_x 層を交互に積層した膜であり、例えば、SiO₂ 層（屈折率 1.48）と TiO₂ 層（屈折率 2.22）を 10 層以上の所定数の多層構造となるように交互に積層して形成する。この積層は、例えば、スパッタリングや蒸着その他の PVD（Physical vapor deposition）法や CVD（Chemical vapor deposition）法によって行う。

第 2 光学多層膜 5 2 の構成及び製法は、第 1 光学多層膜 5 1 と同様である。

【 0 0 2 4 】

第 3 光学多層膜 5 3 は、フォトダイオード 2 0 を覆う絶縁層 2 8 の表面に直接成膜されたものであり、SiO_x 層と TiO_x 層を交互に積層した多層膜である。積層は、第 1 光学多層膜 5 1 及び第 2 光学多層膜 5 2 と同様に、PVD や CVD によって行う。ここで、第 3 光学多層膜 5 3 を構成する層の層数は第 1 光学多層膜 5 1 及び第 2 光学多層膜 5 2 よりも少なく、例えば、SiO₂ 層と TiO₂ 層のそれぞれの層数は 10 層未満である。そのため、第 3 光学多層膜 5 3 を構成する層の膜厚は、第 1 光学多層膜 5 1 ならびに第 2 光学多層膜 5 2 の膜厚よりも十分に小さく、第 3 光学多層膜 5 3 を構成する層の膜厚は 1.0 μm 未満である。

【 0 0 2 5 】

後に説明するように、第 1 光学多層膜 5 1 及び第 2 光学多層膜 5 2 は、入射した光のうちの 2 つの帯域の光を通過させるという厳しい条件の透過特性が得られるように設定されている。その透過特性を実現するために、SiO_x 層と TiO_x 層の層数を多くする必要があり、それぞれの膜厚の管理も精度が要求される。そのため、ガラス基材 4 0 の平滑な表面である入射面 4 1 と対向面 4 2 に形成する必要がある。

【 0 0 2 6 】

一方、第 3 光学多層膜 5 3 による光透過特性は、第 1 光学多層膜 5 1 及び第 2 光学多層膜 5 2 を透過した 2 つの帯域の光のうちの短波長側の波長域（第 1 波長域）の光の透過率を制限する機能を分担するものであり、要求される透過特性が、第 1 光学多層膜 5 1 及び

10

20

30

40

50

第2光学多層膜52ほど厳しくはない。そのため、第3光学多層膜53は層数が少なく膜厚も小さくて済み、それぞれの層の膜厚の許容度も比較的広く、表面電極25、26、27を有する凹凸面の上に成膜することが可能となっている。

【0027】

ここで、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52のいずれか一方を絶縁層28の表面に形成し、第3光学多層膜53をガラス基材40の入射面41または対向面42のいずれか一方の面に形成したとすると、次の問題が生じる。

【0028】

まず、ガラス基材40の一方の面に第1光学多層膜51または第2光学多層膜52の層数が多く膜厚が大きい膜が形成され、他方の面に層数が少なく膜厚が小さい第3光学多層膜53が形成されることになると、ガラス基材40に曲げ応力が残留し、後の工程で、フォトダイオード20上にガラス基材40を接合するのが困難になる。また、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52は層数が多く膜厚が大きいため、これらを、凹凸を有する絶縁層28の表面に均一な膜厚で形成するのが難しくなる。この点からも、第3光学多層膜53を絶縁層28の上に形成することが好ましい。

【0029】

フォトダイオード20とガラス基材40上の成膜は別の工程で行われる。

フォトダイオード20上の成膜については、受光面23上に表面電極25、26、27とランド電極24とを形成した後に、絶縁層28、第3光学多層膜53の順に積層する。その後、ランド電極24の上の絶縁層28と第3光学多層膜53を除去して表面を露出させる。

【0030】

ガラス基材40の成膜については、入射面41及び対向面42を所定の粗さに研磨・洗浄した後に、対向面42及び側面をマスクした状態で入射面41の表面に第1光学多層膜51を形成し、その後、入射面41及び側面をマスクした状態で対向面42の表面に第2光学多層膜52を形成する。ここで、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52の成膜順序は逆であってもよい。

【0031】

以上のように製造したフォトダイオード20の表面の所定位置に接着層30を塗布し、その上にガラス基材40を載置した後に、接着層30を熱硬化させる。あるいは紫外線を照射して硬化させる。

【0032】

以下、第1光学多層膜51、第2光学多層膜52、第3光学多層膜53のそれぞれの光学特性、及び3層の光学多層膜を組み合わせた光学特性について説明する。

【0033】

図2ないし図4に第1光学多層膜51と第2光学多層膜52によって得られる光学特性が示されている。

【0034】

図2は、第1光学多層膜51の透過光に対する光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。図3は、第2光学多層膜52の透過光に対する光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。図4は、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52が形成されたガラス基材40の透過光に対する光透過特性のシミュレーション結果を示すグラフである。ここで、光透過特性とは、対象物（第1光学多層膜51、第2光学多層膜52、ガラス基材40）への入射光と対象物による透過率の関係を示している。

【0035】

第1光学多層膜51は、石英ガラス（屈折率1.52）上に、SiO₂層（屈折率1.48）とTiO₂層（屈折率2.22）を交互に10層以上の多層構成となるように積層している。層数と各層の膜厚を調整することにより、図2に示す特性の光学多層膜を実現している。

【0036】

10

20

30

40

50

第2光学多層膜52も、石英ガラス(屈折率1.52)上に、 SiO_2 層(屈折率1.48)と TiO_2 層(屈折率2.22)を交互に10層以上の多層構成となるように積層している。層数と各層の膜厚を調整することにより、図3に示す特性の光学多層膜を実現している。

【0037】

なお、ガラス基材40に対する、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52の配置は逆であってもよく、対向面42に第1光学多層膜51が形成され、入射面41に第2光学多層膜52が形成されてもよい。

【0038】

図4に示すように、入射面51側から第1光学多層膜51、ガラス基材40、及び第2光学多層膜52の順に光を透過させることにより、530nmを中心波長とする波長域(第1波長域)T11の光と、660nmを中心波長とする波長域(第2波長域)T12の光成分を透過させることができる。図4に示す透過特性では、波長域T11と波長域T12が離れた波長帯域にあり、T11とT12の透過帯の間に、透過率がほぼゼロの波長域T13が存在している。

【0039】

波長域T11は、立ち上がり波長(50%透過波長)が500nm、立ち下がり波長(50%透過波長)が560nmであって、ピーク波長域での透過率は90%以上である。波長域T12は、立ち上がり波長が640nm、立ち下がり波長が680nmであって、ピーク波長域での透過率は90%以上である。第1光学多層膜51、ガラス基材40、及び第2光学多層膜52を透過した透過光は、300~1100nmまでの範囲において、波長域T11と波長域T12の波長域以外の波長域での光が、第1光学多層膜51及び第2光学多層膜52で遮られており、その透過率はほぼゼロである。

【0040】

図5ないし図7に、第1光学多層膜51、第2光学多層膜52、及び、第3光学多層膜53の3層の光学多層膜を組み合わせた光学特性が示されている。

【0041】

図5は、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52が形成されたガラス基材40の透過光の光透過特性を示すグラフである。図5の透過特性は図4に示した透過特性と実質的に同じである。図6は、第3光学多層膜53の透過光の光透過特性を示すグラフである。図7は、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52と第3光学多層膜53の3層の光学多層膜を透過した光透過特性を示すグラフである。

【0042】

図5では、 SiO_2 層(屈折率1.48)と TiO_2 層(屈折率2.22)とで多層膜を構成するときの設計上予測できる公差(ばらつき)をシミュレーションしたときの、その交差の最大値MAXと最小値MINが破線で示されている。実線が公差のない設計上の光透過特性である。

【0043】

図5に示すシミュレーション結果を得たときの第1光学多層膜51及び第2光学多層膜52の層構成は、図4に示したシミュレーション結果を得たときの層構成と層数や膜厚が若干相違しており、そのため長波長側の波長域T22が、図4の波長域T12と少しずれている。ただし、2つの波長域T21、T22を透過させる基本的な特性は、図4と図5とで実質的に同じである。

【0044】

第3光学多層膜53は、石英ガラス(屈折率1.52)上に、 SiO_2 層(屈折率1.48)と TiO_2 層(屈折率2.22)を交互に10層未満の複数層に積層し、各層の膜厚を調整することにより、図6に示す特性の光学多層膜を実現している。

【0045】

図5に示すように、光を、第1光学多層膜51、ガラス基材40、及び第2光学多層膜52の順に透過させることにより、短波長側の波長域(第1波長域)T21の光と、長波

10

20

30

40

50

長側の波長域（第2波長域）T22の光とが得られる。波長域T21の帯域は、図4に示す短波長側の波長域T11の帯域と同じであり、長波長側の波長域T22は図4に示す波長域T12よりもやや短波長側へシフトしている。図5に示す波長域T21、T22の設計値（実線）での透過率（平均値）は90%以上である。

【0046】

図6に示すように、第3光学多層膜53の透過光は、図5の波長域T22に対応する波長域T32の透過率がほぼ100%であるとともに、図5の短波長側の波長域T21に対応する波長域T31の透過率が約57%（平均値）となっている。

【0047】

第1光学多層膜51、ガラス基材40、第2光学多層膜52、及び第3光学多層膜53を透過させることにより、図7に示す光が得られる。図7に示す透過光において、上記波長域T22、T32に対応する波長域T42における透過率は90%以上を確保している。一方、上記波長域T21、T31に対応する波長域T41は、その波長範囲を維持しつつ、透過率が平均値で約57%、ばらつきを含めて40~60%の範囲に抑えられている。

10

【0048】

図7に示すように、3層の光学多層膜51、52、53を通過した光は、波長域T41と波長域T42は、透過率がほぼゼロである波長域T43を挟んで帯域が互いに離間している。さらに、波長域T41と波長域T42の波長域以外の波長域での光は、第1光学多層膜51、第2光学多層膜52、及び第3光学多層膜53によって遮られており、その透過率はほぼゼロである。

20

【0049】

図6に例示するような、一定の波長域T31の光の透過を制限する第3光学多層膜53を追加することにより、第2のガラス基材などの新たな光学基材を追加することなく、図7に示すような所望のプロファイルの受光特性を得ることができる。

【0050】

ここで、フォトダイオード20が受光する光の波長域及び強度は、第1光学多層膜51、第2光学多層膜52、及び第3光学多層膜53の層構成（例えば、層材料、膜厚、層数）を変更することによって調整することができる。3つの多層膜によって調整すると、1つ又は2つの多層膜によって波長域及び透過光強度（受光強度）を調整するよりも制御が容易となる。また、第1光学多層膜51と第2光学多層膜52の層数よりも第3光学多層膜53の層数を少なくすることにより、第3光学多層膜53における層調整の負担割合が小さくなるため、凹凸のあるフォトダイオード20上であっても所望の層構成を実現しやすい。さらにまた、波長帯域の制御は主に第1光学多層膜51と第2光学多層膜52によって行い、第3光学多層膜53では制御された波長帯域における光強度の制御を行っているため、第3光学多層膜53の層数が少なく膜厚が小さくて済み、これにより、第3光学多層膜53の成膜を容易に行うことができる。

30

【0051】

ここで、所望の光透過特性としては、第2波長域における光の透過率に対する第1波長域における光の透過率の割合は70~80%であることが好ましい。また、第1波長域における光の透過率は90%以上であり、第2波長域における光の透過率の範囲は40~60%であることが好ましい。さらに、第1波長域は500~560nmを含み、第2波長域は640~680nmを含むことが好ましい。

40

【0052】

本発明について上記実施形態を参照しつつ説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、改良の目的または本発明の思想の範囲内において改良または変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0053】

以上のように、本発明に係る受光装置は、大型化することなく、所望の波長帯域を所望

50

の強度で受光したい場合に有用である。

【符号の説明】

【0054】

- 10 受光装置
- 20 フォトダイオード（受光素子）
- 23 受光面
- 40 ガラス基材（光学基材）
- 41 入射面
- 42 底面
- 51 第1光学多層膜
- 52 第2光学多層膜
- 53 第3光学多層膜
- T11、T21、T31、T41 波長域（第1波長域）
- T12、T22、T32、T42 波長域（第2波長域）
- T13、T23、T43 波長域

【図1】

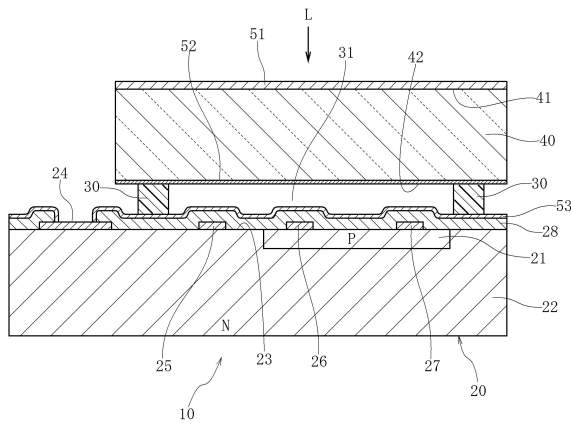


図1

【図3】

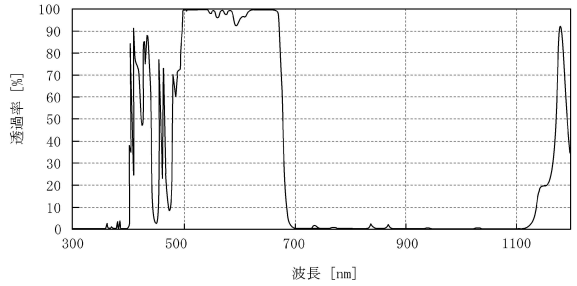


図3

【図2】

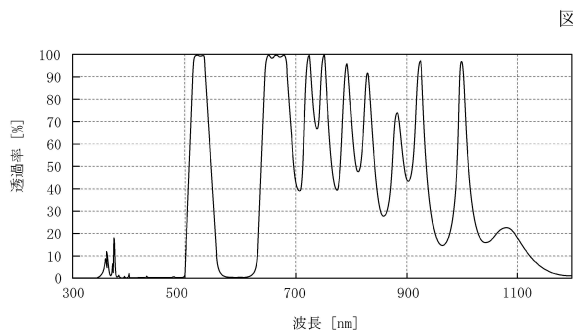


図2

【図4】

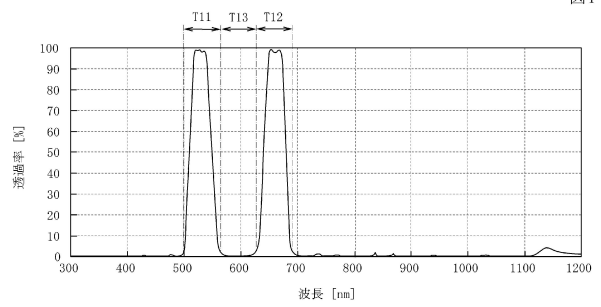


図4

【 図 5 】

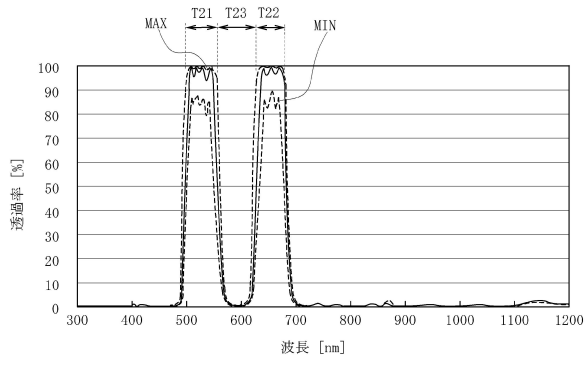


図5

【 図 7 】

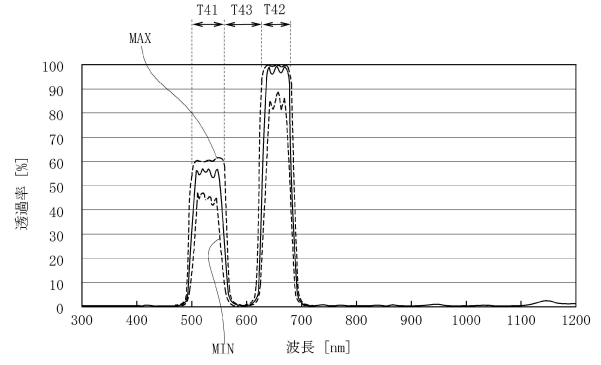


図7

【 図 6 】

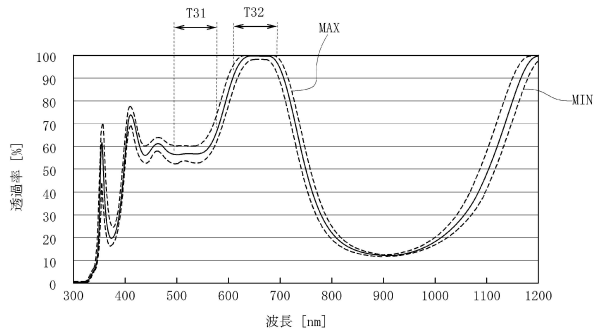


図6

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-296458(JP,A)
国際公開第2004/086515(WO,A1)
米国特許出願公開第2007/0008539(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0034729(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0132809(US,A1)
特開2002-324910(JP,A)
特開2011-220938(JP,A)
特開平03-095502(JP,A)
特開2006-017684(JP,A)
特開2006-284474(JP,A)
特開平04-158584(JP,A)
特開平06-279408(JP,A)
特開2002-048649(JP,A)
特開2012-159450(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 1/00 - 1/60
H01L 31/10