

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-37095  
(P2015-37095A)

(43) 公開日 平成27年2月23日(2015.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1L 27/14 (2006.01)	HO1L 27/14 D	4M118
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N 5/335 690	5C024
HO4N 9/07 (2006.01)	HO4N 9/07 A	5C065

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-167581 (P2013-167581)  
(22) 出願日 平成25年8月12日 (2013.8.12)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(74) 代理人 110000235  
特許業務法人 天城国際特許事務所  
(72) 発明者 上野 宗一郎  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝内  
Fターム(参考) 4M118 AB01 BA06 CA02 CA03 CA34  
GA02 GC07 GC08 GC14 GD04  
GD07  
5C024 AX01 DX01 EX43 EX52 GX24  
5C065 BB42 CC01 DD17 EE05 EE06

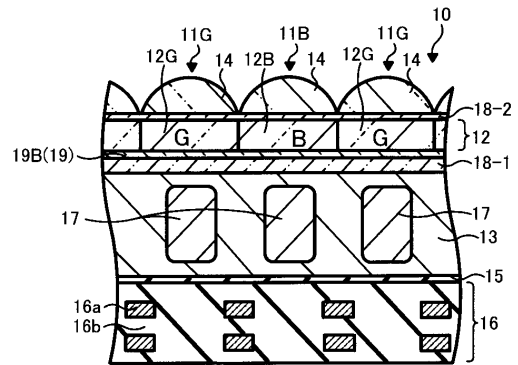
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】分光特性を向上させることができる固体撮像装置を提供すること。

【解決手段】実施形態に係る固体撮像装置10は、受光部17を有する半導体基板13、カラーフィルタ層12、および波長選択反射層19、を具備する。カラーフィルタ層12は、半導体基板13の裏面上に設けられており、青色光を透過させる透過帯域を有し、透過帯域外の光を吸収する青色カラーフィルタ部12Bを含む。波長選択反射層19は、半導体基板13の裏面と青色カラーフィルタ層12Bとの間に設けられており、波長選択反射部19Bを有する。波長選択反射部19Bは、青色カラーフィルタ部12Bに接するように設けられ、透過帯域内において青色カラーフィルタ部12Bと実質的に同一の屈折率を有し、透過帯域外において青色カラーフィルタ部12Bと実質的に異なる屈折率を含む。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

受光部を有する半導体基板と、

この半導体基板の第 1 面上に設けられ、青色光を透過させる透過帯域を有し、この透過帯域外の光を吸収する青色カラーフィルタ部、緑色光を透過させる透過帯域を有し、この透過帯域外の光を吸収する緑色カラーフィルタ部、および赤色光を透過させる透過帯域を有し、この透過帯域外の光を吸収する赤色カラーフィルタ部、を有するカラーフィルタ層と、

前記半導体基板の前記第 1 の面と前記カラーフィルタ層との間に設けられ、複数の波長選択反射部を有する波長選択反射層と、

を具備し、

前記複数の波長選択反射部は、前記青色カラーフィルタ部に接するように設けられ、前記青色光の透過帯域内において前記青色カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有し、前記青色光の透過帯域外において前記青色カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する波長選択反射部、

前記緑色カラーフィルタ部に接するように設けられ、前記緑色光の透過帯域内において前記緑色カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有し、前記緑色光の透過帯域外において前記緑色カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する波長選択反射部、

および前記赤色カラーフィルタ部に接するように設けられ、前記赤色光の透過帯域内において前記赤色カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有し、前記赤色光の透過帯域外において前記赤色カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する波長選択反射部、  
 によって構成されたことを特徴とする固体撮像装置。

## 【請求項 2】

受光部を有する半導体基板と、

所定の波長帯域の光を透過させる透過帯域を有し、前記透過帯域外の光を吸収するカラーフィルタ部を含み、前記半導体基板の第 1 面上に設けられたカラーフィルタ層と、

前記カラーフィルタ部に接するように設けられ、前記透過帯域内において前記カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有するとともに、前記透過帯域外において前記カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する波長選択反射部を含み、前記半導体基板の前記第 1 の面と前記カラーフィルタ層との間に設けられた波長選択反射層と、

を具備することを特徴とする固体撮像装置。

## 【請求項 3】

前記半導体基板は、前記受光部を複数有し、

前記カラーフィルタ層は、互いに異なる前記透過帯域をそれぞれが有する複数の前記カラーフィルタ部を有し、

前記波長選択反射層は、前記波長選択反射部を複数有し、

複数の前記波長選択反射部のそれぞれは、対応する前記カラーフィルタ部に接するように設けられ、対応する前記カラーフィルタ部の前記透過帯域内において前記カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有し、対応する前記カラーフィルタ部の前記透過帯域外において前記カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有することを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

## 【請求項 4】

前記複数のカラーフィルタ部は、前記透過帯域が青色の波長帯域である青色カラーフィルタ部、前記透過帯域が緑色の波長帯域である緑色カラーフィルタ部、および前記透過帯域が赤色の波長帯域である赤色カラーフィルタ部、であることを特徴とする請求項 3 に記載の固体撮像装置。

## 【請求項 5】

前記カラーフィルタ層は、前記青色カラーフィルタ部、前記緑色カラーフィルタ部、および前記赤色カラーフィルタ部がベイヤー配列されることによって構成されることを特徴とする請求項 4 に記載の固体撮像装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、固体撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えばCMOSイメージセンサ等に用いられる従来の固体撮像装置は、光を受光する受光部および受光部に光を集光するマイクロレンズをそれぞれが有する複数の画素が配列されたものである。

## 【0003】

このような複数の画素を有する固体撮像装置においてカラー画像を撮像する場合、光の透過帯域が互いに異なる複数のカラーフィルタ部（例えば青色光を透過させる青色カラーフィルタ部、緑色光を透過させる緑色カラーフィルタ部、および赤色光を透過させる赤色カラーフィルタ部）を有するカラーフィルタ層を、受光部とマイクロレンズとの間に設け、各カラーフィルタ部において、透過帯域内の光を透過させ、透過帯域外の光を吸収させることによって、画素毎に異なる色の光を受光させればよい。

## 【0004】

ここで、カラーフィルタ部は一般に、パターンニング可能な透明樹脂に対して、適当な顔料、染料を選定して含有させ、光の透過帯域や透過帯域外における光の吸収率を制御することにより形成される。

## 【0005】

しかしながら、このように形成されるカラーフィルタ部を有する固体撮像装置の各画素の分光特性（所定の波長帯域内の光とそれ以外の波長帯域の光とを分け、所定の波長帯域内の光のみを画素の受光部に到達させる特性）は、透明樹脂に含有させる顔料、染料の材料に制限され、より一層の分光特性の向上は困難であった。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2010-165718号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

実施形態は、分光特性を向上させることができる固体撮像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】

## 【0008】

実施形態に係る固体撮像装置は、受光部を有する半導体基板、カラーフィルタ層、および波長選択反射層、を具備する。前記カラーフィルタ層は、前記半導体基板の第1面上に設けられており、カラーフィルタ部を含む。前記カラーフィルタ部は、所定の波長帯域の光を透過させる透過帯域を有し、前記透過帯域外の光を吸収する。前記波長選択反射層は、前記半導体基板の前記第1の面と前記カラーフィルタ層との間に設けられており、波長選択反射部を含む。前記波長選択反射部は、前記カラーフィルタ部に接するように設けられており、前記透過帯域内において前記カラーフィルタ部と実質的に同一の屈折率を有するとともに、前記透過帯域外において前記カラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】第1の実施形態に係る固体撮像装置を模式的に示す上面図である。

【図2】図1の一点鎖線X-X'に沿った固体撮像装置の断面図である。

【図3】図1の一点鎖線Y-Y'に沿った固体撮像装置の断面図である。

10

20

30

40

50

【図４】青色カラーフィルタ部と波長選択反射部との関係について説明するための説明図であり、同図（a）は、青色カラーフィルタ部における光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図（b）は、波長選択反射部の屈折率の波長依存性を示す図であり、同図（c）は、青色カラーフィルタ部と波長選択反射部との界面における反射率の波長依存性を示す図である。

【図５】青色カラーフィルタ部および波長選択反射部を有する青色画素内の受光部に到達する光の波長依存性を示す図である。

【図６】第１の実施形態の第１の変形例に係る固体撮像装置の図２に対応する断面図である。

【図７】第１の実施形態の第１の変形例に係る固体撮像装置の図３に対応する断面図である。

【図８】緑色カラーフィルタ部と波長選択反射部との関係について説明するための説明図であり、同図（a）は、緑色カラーフィルタ部における光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図（b）は、波長選択反射部の屈折率の波長依存性を示す図であり、同図（c）は、緑色カラーフィルタ部と波長選択反射部との界面における反射率の波長依存性を示す図である。

【図９】緑色カラーフィルタ部および波長選択反射部を有する緑色画素内の受光部に到達する光の波長依存性を示す図である。

【図１０】第１の実施形態の第２の変形例に係る固体撮像装置の図２に対応する断面図である。

【図１１】第１の実施形態の第２の変形例に係る固体撮像装置の図３に対応する断面図である。

【図１２】赤色カラーフィルタ部と波長選択反射部との関係について説明するための説明図であり、同図（a）は、赤色カラーフィルタ部における光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図（b）は、波長選択反射部の屈折率の波長依存性を示す図であり、同図（c）は、赤色カラーフィルタ部と波長選択反射部との界面における反射率の波長依存性を示す図である。

【図１３】赤色カラーフィルタ部および波長選択反射部を有する緑色画素内の受光部に到達する光の波長依存性を示す図である。

【図１４】第２の実施形態に係る固体撮像装置の図２に対応する断面図である。

【図１５】第２の実施形態に係る固体撮像装置の図３に対応する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下に、実施形態に係る固体撮像装置について説明する。

【００１１】

（第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態に係る固体撮像装置を模式的に示す上面図である。なお、図１においては、後述するマイクロレンズを省略している。

【００１２】

図１に示すように、第１の実施形態に係る固体撮像装置１０は、複数の画素が格子状に配列されたものである。複数の画素は、青色カラーフィルタ部１２Ｂを有する青色画素１１Ｂ、緑色カラーフィルタ部１２Ｇを有する緑色画素１１Ｇ、および赤色カラーフィルタ部１３Ｒを有する赤色画素１１Ｒ、のいずれかからなる。このような複数の画素１１Ｂ、１１Ｇ、１１Ｒは、青色カラーフィルタ部１２Ｂ、緑色カラーフィルタ部１２Ｇ、および赤色カラーフィルタ部１２Ｒがベイヤー配列されるように設けられている。

【００１３】

図２は、図１の一点鎖線Ｘ－Ｘ′に沿った固体撮像装置１０の断面図、図３は、図１の一点鎖線Ｙ－Ｙ′に沿った固体撮像装置１０の断面図、である。

【００１４】

図２および図３に示すように、実施形態に係る固体撮像装置１０は、半導体基板１３の

10

20

30

40

50

第1の面である裏面上にカラーフィルタ層12、マイクロレンズ14等を有するとともに、半導体基板13の第2の面である表面上に絶縁膜15を介して形成された配線層16を有する、いわゆる裏面照射型の固体撮像装置である。

【0015】

なお、配線層16は、後述する受光部17において生じた電荷を読み出すためのゲートトランジスタ等(図示せず)に接続される配線16aを含む複数の配線層が、層間絶縁膜16bによって互いに絶縁されたものである。

【0016】

この固体撮像装置10において、半導体基板13には、複数の受光部17が設けられている。各々の受光部17は、例えば、半導体基板13に不純物を注入することによって形成されたフォトダイオード層である。このような複数の受光部17は、図1に示す画素毎にそれぞれ設けられている。従って、複数の受光部17は、複数の画素11B、11G、11Rの配列に応じて、格子状に配列形成されている。

10

【0017】

このような複数の受光部17を有する半導体基板13の裏面上には、第1の平坦化層18-1が設けられている。第1の平坦化層18-1は、例えば、少なくとも可視光を透過させることができる透明樹脂層からなり、半導体基板13の裏面の凹凸を吸収し、表面が平坦になるように設けられている。

【0018】

この第1の平坦化層18-1の表面上には、波長選択反射層19およびカラーフィルタ層12が、この順に積層されている。

20

【0019】

カラーフィルタ層12は、例えば複数の青色カラーフィルタ部12B、複数の緑色カラーフィルタ部12G、および複数の赤色カラーフィルタ部12R、を含む。青色カラーフィルタ部12Bは、青色の波長帯域(450~495nm程度)を透過帯域として有し、この透過帯域外の光を吸収するものである。緑色カラーフィルタ部12Gは、緑色の波長帯域(495~570nm程度)を透過帯域として有し、この透過帯域外の光を吸収するものである。そして、赤色カラーフィルタ部12Rは、赤色の波長帯域(620~750nm程度)を透過帯域として有し、この透過帯域外の光を吸収するものである。

【0020】

これらのカラーフィルタ部12B、12G、12Rのそれぞれは、例えばパターンング可能な透明樹脂に所定の顔料または染料等の有機物を混入させ、透過帯域、および透過帯域外の光の吸収率、を制御することによって形成される。

30

【0021】

このような複数のカラーフィルタ部12B、12G、12Rのそれぞれは、上述したように、複数の画素11B、11G、11Rのいずれかに含まれている。従って、カラーフィルタ層12において、上述の複数のカラーフィルタ部12B、12G、12Rは、格子状に配列されるとともに、ベイヤー配列されている。

【0022】

また、波長選択反射層19は、半導体基板11の裏面と前記カラーフィルタ層12との間に、カラーフィルタ層12に接するように設けられている。この波長選択反射層19は、例えば少なくとも青色カラーフィルタ部12Bに接するように設けられた一層の波長選択反射部19Bからなり、青色カラーフィルタ部12Bを透過した青色光を透過させるとともに、青色カラーフィルタ部12Bとの界面において、青色光以外の光を反射させる。

40

【0023】

以下に、図4を参照して、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射部19Bとの関係について説明する。図4は、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射部19Bとの関係について説明するための説明図であり、同図(a)は、青色カラーフィルタ部12Bにおける光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図(b)は、波長選択反射部19B

50

の屈折率の波長依存性を示す図であり、同図(c)は、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射部19Bとの界面における反射率の波長依存性を示す図である。

【0024】

図4(a)に示すように、青色カラーフィルタ部12Bは、青色の波長帯域 $B$ ( $B$ は、450~495nm程度)において光の吸収率が低く、青色の波長帯域 $B$ 外において光の吸収率が高くなるように、含有される含有物を選定して形成されたものである。これは、例えば透明樹脂に、青色顔料を含有させることにより形成することができる。この結果、青色カラーフィルタ部12Bは、青色光を透過させ、青色光以外の光をほとんど吸収する。

【0025】

次に、図4(b)に示すように、波長選択反射部19Bは、青色の波長帯域 $B$ 内における屈折率が、青色カラーフィルタ部12Bの屈折率 $n_B$ に実質的に一致し、青色の波長帯域 $B$ 外における屈折率が、青色カラーフィルタ部12Bの屈折率 $n_B$ と実質的に異なるように、例えば青色カラーフィルタ部12Bの屈折率 $n_B$ より高くなる設けられたものである。これは、例えばパターンング可能な透明樹脂に、所定の金属等の有機物または無機物を混入させ、屈折率を制御することによって形成することができる。

【0026】

例えば青色顔料を含有する青色カラーフィルタ部12Bの屈折率 $n_B$ は、およそ1.4~1.6程度であり、このような青色カラーフィルタ部12Bが設けられた場合、波長選択反射部19Bは、例えば透明樹脂に、フィラーを含有させることにより形成することができる。このように形成された波長選択反射部19Bは、青色の波長帯域 $B$ 内における屈折率が青色カラーフィルタ部12Bに近くなり(青色カラーフィルタ部12Bに実質的に一致し)、青色の波長帯域 $B$ 外における屈折率が青色カラーフィルタ部12Bから遠くなる(青色カラーフィルタ部12Bより高くなる)。

【0027】

ここで、屈折率 $n_a$ の物体Aと屈折率 $n_b$ の物体Bとの界面に入射される光の、界面における反射率はホイヘンスの原理及びスネルの法則により、物体Aの屈折率 $n_a$ と物体Bの屈折率 $n_b$ が等しいときに反射は最少となり、物体Aの屈折率 $n_a$ と物体Bの屈折率 $n_b$ とに差があれば、両物体間の界面において反射が生じることがわかる。そして、物体Aの屈折率 $n_a$ と物体Bの屈折率 $n_b$ との差が大きいほど、反射が大きくなることがわかる。

【0028】

以上の関係によれば、上述のように波長選択反射部19Bを設けた結果、青色の波長帯域 $B$ 内における、青色カラーフィルタ部12Bおよび波長選択反射部19Bの屈折率は、実質的に一致する。従って、図4(c)に示すように、青色カラーフィルタ部12Bを透過した青色光は、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射部19Bとの界面において反射せず、波長選択反射部19Bに侵入する。

【0029】

また、青色の波長帯域 $B$ 外における、青色カラーフィルタ部12Bおよび波長選択反射部19Bの屈折率は、実質的に互いに異なる。従って、図4(c)に示すように、青色カラーフィルタ部12Bにおいて吸収されず、このカラーフィルタ部12Bを透過した青色光以外の光は、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射部19Bとの界面において反射される。

【0030】

すなわち、波長選択反射部19Bは、図4(b)に示すような屈折率特性を有するように設けることにより、青色カラーフィルタ部12Bを透過した青色光を透過させることができるとともに、青色カラーフィルタ部12Bとの界面において、青色光以外の光を反射させることができる。

【0031】

そして、青色の波長帯域 $B$ 外における、青色カラーフィルタ部12Bと波長選択反射

10

20

30

40

50

部 19B との屈折率差を大きくするほど、これらの界面において反射される青色光以外の光の反射量を大きくすることができる。

【0032】

以上に説明したように、波長選択反射部 19B は、青色カラーフィルタ部 12B との屈折率差によって、これらの界面において、青色光以外の光を反射させるものであるが、このような効果を奏するために、波長選択反射部 19B は、少なくとも一波長（例えば青色画素 11B 中の波長選択反射部 19B であれば、青色光の一波長）分程度の厚さを有する必要がある。

【0033】

なお、上述のように、波長選択反射部 19B は、青色の波長帯域  $B$  外における、青色カラーフィルタ部 12B および波長選択反射部 19B の屈折率が互いに異なるように設けられればよい。従って、図 4 (b) に点線で示すように、波長選択反射部 19B は、青色の波長帯域  $B$  外における屈折率が、青色カラーフィルタ部 12B の屈折率  $n_B$  より低くなるように設けられてもよい。

10

【0034】

図 5 は、青色カラーフィルタ部 12B および波長選択反射部 19B を有する青色画素 11B 内の受光部 17 に到達する光の光強度の波長依存性を示す図である。上述のように波長選択反射部 19B を設けた結果、青色カラーフィルタ部 12B を透過した青色光は、波長選択反射部 19B を透過し、受光部 17 に到達する。従って、図 5 に示すように、青色画素 11B において、青色光は、高い光強度で受光部 17 に到達する。

20

【0035】

また、青色カラーフィルタ部 12B において吸収されず、このカラーフィルタ部 12B を透過した青色光以外の光は、青色カラーフィルタ部 12B と波長選択反射部 19B との界面において反射される。従って、図 5 に示すように、青色画素 11B において、受光部 17 に到達する青色光以外の光の光強度は、小さい。

【0036】

一方、従来 of 固体撮像装置のように、波長選択反射部を有さない場合、青色画素において、青色カラーフィルタ部を透過した青色光以外の光のほぼ全ては、受光部に到達する。従って、図 5 に点線で示すように、従来 of 固体撮像装置の青色画素において、受光部に到達する青色光以外の光の光強度は、本実施形態に係る固体撮像装置 10 における青色画素 11B と比較して、高くなる。これが、青色画素における分光特性を低下させる要因の一つとなっている。

30

【0037】

図 2 および図 3 を参照する。上述のように設けられた波長選択反射層 19 の表面上には、第 2 の平坦化層 18 - 2 が設けられている。第 2 の平坦化層 18 - 2 は、例えば、少なくとも可視光を透過させることができる透明樹脂層からなり、波長選択反射層 19 の表面の凹凸を吸収し、表面が平坦になるように設けられている。

【0038】

この第 2 の平坦化層 18 - 2 の表面上には、複数のマイクロレンズ 14 が、画素 11B、11G、11R 毎に設けられている。各々のマイクロレンズ 14 は、これに入射された光を、対応する画素 11B、11G、11R 内の受光部 17 に集光する。

40

【0039】

このような第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 は、例えば以下のように製造される。すなわち、まず、半導体基板 13 に選択的にイオン注入することにより複数の受光部 17 を形成する。この後、半導体基板 11 の表面上に絶縁膜 15 を介して配線層 16 を形成するとともに、半導体基板 11 の裏面上に第 1 の平坦化層 18 - 1、波長選択反射層 19 をこの順に形成する。続いて、青色カラーフィルタ部 12B、緑色カラーフィルタ部 12G、および赤色カラーフィルタ部 12R、をそれぞれ別工程において、例えばパターニングにより形成する。このようにしてカラーフィルタ層 12 を形成した後、第 2 の平坦化層 18 - 2 を形成し、最後に、マイクロレンズ 14 を形成することにより、上述の固体撮像

50

装置 10 が製造される。

【0040】

以上に説明した第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 によれば、半導体基板 13 の裏面と青色カラーフィルタ部 12 B との間に、青色カラーフィルタ部 12 B に接するように、波長選択反射部 19 B が設けられている。波長選択反射部 19 B は、青色カラーフィルタ部 12 B を透過する青色光の波長帯域  $\lambda_B$  内（透過帯域内）において、青色カラーフィルタ部 12 B の屈折率  $n_B$  に実質的に一致する屈折率を有し、透過帯域  $\lambda_B$  外において、青色カラーフィルタ部 12 B の屈折率と実質的に異なる屈折率を有する。従って、少なくとも青色画素 11 B における分光特性を向上させることができる。

【0041】

第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 において、波長選択反射層 19 は、青色カラーフィルタ部 12 B を透過した青色光を透過させるとともに、青色カラーフィルタ部 12 B との界面において、青色光以外の光を反射させる、一層の波長選択反射部 19 B からなるものであった。しかし、波長選択反射層 19 は、緑色カラーフィルタ部 12 G を透過した緑色光を透過させるとともに、緑色カラーフィルタ部 12 G との界面において、緑色光以外の光を反射させる、一層の波長選択反射部 19 G からなるものであってもよいし、赤色カラーフィルタ部 12 R を透過した赤色光を透過させるとともに、赤色カラーフィルタ部 12 R との界面において、赤色光以外の光を反射させる、一層の波長選択反射部 19 R からなるものであってもよい。前者を第 1 の変形例、後者を第 2 の変形例として、以下に説明する。

【0042】

（第 1 の変形例）

図 6 および図 7 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る固体撮像装置を示す断面図である。図 6 は、第 1 の変形例に係る固体撮像装置の、図 2 に対応する断面図であり、図 7 は、第 1 の変形例に係る固体撮像装置の、図 3 に対応する断面図である。なお、第 1 の変形例に係る固体撮像装置の上面図は図 1 と同様であるため、図示は省略する。また、以下の説明において、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 と同一箇所については、説明を省略する。

【0043】

図 6 および図 7 に示すように、第 1 の変形例に係る固体撮像装置 20 において、波長選択反射層 29 は、上述のように、緑色カラーフィルタ部 12 G を透過した緑色光を透過させるとともに、緑色カラーフィルタ部 12 G との界面において、緑色光以外の光を反射させる、一層の波長選択反射部 29 G からなるものである。

【0044】

以下に、図 8 を参照して、緑色カラーフィルタ部 12 G と波長選択反射部 29 G との関係について説明する。図 8 は、緑色カラーフィルタ部 12 G と波長選択反射部 29 G との関係について説明するための説明図であり、同図 (a) は、緑色カラーフィルタ部 12 G における光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図 (b) は、波長選択反射部 29 G の屈折率の波長依存性を示す図であり、同図 (c) は、緑色カラーフィルタ部 12 G と波長選択反射部 29 G との界面における反射率の波長依存性を示す図である。

【0045】

図 8 (a) に示すように、緑色カラーフィルタ部 12 G は、緑色の波長帯域  $\lambda_G$  ( $\lambda_G$  は、495 ~ 570 nm 程度) において光の吸収率が低く、緑色の波長帯域  $\lambda_G$  外において光の吸収率が高くなるように、含有される含有物を選定して形成されたものである。これは、例えば透明樹脂に、緑色顔料を含有させることにより形成することができる。この結果、緑色カラーフィルタ部 12 G は、緑色光を透過させ、緑色光以外の光をほとんど吸収する。

【0046】

次に、図 8 (b) に示すように、波長選択反射部 29 G は、緑色の波長帯域  $\lambda_G$  内における屈折率が、緑色カラーフィルタ部 12 G の屈折率  $n_G$  に実質的に一致し、緑色の波長

10

20

30

40

50



帯域  $G$  外における屈折率が、緑色カラーフィルタ部 12G の屈性率  $n_G$  と実質的に異なるように、例えば緑色カラーフィルタ部 12G の屈性率  $n_G$  より高くなる設けられたものである。これは、例えばパターンニング可能な透明樹脂に、青色カラーフィルタ部 12B に含有される含有物とは異なる所定の金属等の有機物または無機物を混入させ、屈折率を制御することによって形成することができる。

【0047】

例えば緑色顔料を含有する緑色カラーフィルタ部 12G の屈折率  $n_G$  は、およそ 1.4 ~ 1.6 程度であり、このような緑色カラーフィルタ部 12G が設けられた場合、波長選択反射部 29G は、例えば透明樹脂にフィラーを含有させることにより形成することができる。このように形成された波長選択反射部 29G は、緑色の波長帯域  $G$  内における屈折率が緑色カラーフィルタ部 12G に近くなり（緑色カラーフィルタ部 12G に実質的に一致し）、緑色の波長帯域  $G$  外における屈折率が緑色カラーフィルタ部 12G から遠くなる（緑色カラーフィルタ部 12G より高くなる）。

10

【0048】

このように波長選択反射部 29G を設けた結果、緑色の波長帯域  $G$  内における、緑色カラーフィルタ部 12G および波長選択反射部 29G の屈折率はともに  $n_G$  において実質的に一致する。従って、図 8 (c) に示すように、緑色カラーフィルタ部 12G を透過した緑色光は、緑色カラーフィルタ部 12G と波長選択反射部 29G との界面において反射せず、波長選択反射部 29G に侵入する。

【0049】

また、緑色の波長帯域  $G$  外における、緑色カラーフィルタ部 12G および波長選択反射部 29G の屈折率は、実質的に互いに異なる。従って、図 8 (c) に示すように、緑色カラーフィルタ部 12G において吸収されず、このカラーフィルタ部 12G を透過した緑色光以外の光は、緑色カラーフィルタ部 12G と波長選択反射部 29G との界面において反射される。

20

【0050】

すなわち、波長選択反射部 29G は、図 8 (b) に示すような屈折率特性を有するように設けることにより、緑色カラーフィルタ部 12G を透過した緑色光を透過させることができるとともに、緑色カラーフィルタ部 12G との界面において、緑色光以外の光を反射させることができる。

30

【0051】

そして、緑色の波長帯域  $G$  外における、緑色カラーフィルタ部 12G と波長選択反射部 29G との屈折率差を大きくするほど、これらの界面において反射される緑色光以外の光の反射量を大きくすることができる。

【0052】

なお、上述のように、波長選択反射部 29G は、緑色の波長帯域  $G$  外における、緑色カラーフィルタ部 12G および波長選択反射部 29G の屈折率が互いに異なるように設けられればよい。従って、図 8 (b) に点線で示すように、波長選択反射部 29G は、緑色の波長帯域  $G$  外における屈折率が、緑色カラーフィルタ部 12G の屈性率  $n_G$  より低くなるように設けられてもよい。

40

【0053】

図 9 は、緑色カラーフィルタ部 12G および波長選択反射部 29G を有する緑色画素 11G 内の受光部 17 に到達する光の光強度の波長依存性を示す図である。上述のように波長選択反射部 29G を設けた結果、図 9 に示すように、緑色カラーフィルタ部 12G を透過した緑色光は、波長選択反射部 29G を透過し、受光部 17 に到達する。従って、緑色画素 11G において、緑色光は、高い光強度で受光部に到達する。

【0054】

また、緑色カラーフィルタ部 12G において吸収されず、このカラーフィルタ部 12G を透過した緑色光以外の光は、緑色カラーフィルタ部 12G と波長選択反射部 29G との界面において反射される。従って、緑色画素 11G において、受光部 17 に到達する緑色

50

光以外の光の光強度は、小さい。

【0055】

一方、従来の固体撮像装置のように、波長選択反射部を有さない場合、緑色画素において、緑色カラーフィルタ部を透過した緑色光以外の光のほぼ全ては、受光部に到達する。従って、図9に点線で示すように、従来の固体撮像装置の緑色画素において、受光部に到達する緑色光以外の光の光強度は、第1の変形例に係る固体撮像装置20における緑色画素11Gと比較して、高くなる。これが、緑色画素における分光特性を低下させる要因の一つとなっている。

【0056】

以上に説明した第1の変形例に係る固体撮像装置20においては、半導体基板13の裏面と緑色カラーフィルタ部12Gとの間に、緑色カラーフィルタ部12Gに接するように、波長選択反射部29Gが設けられている。波長選択反射部29Gは、緑色カラーフィルタ部12Gを透過する緑色光の波長帯域 $G$ 内(透過帯域内)において、緑色カラーフィルタ部12Gの屈折率に実質的に一致する屈折率を有し、透過帯域外において、緑色カラーフィルタ部12Gの屈折率と実質的に異なる屈折率を有する。従って、少なくとも緑色画素11Gにおける分光特性を向上させることができる。

10

【0057】

(第2の変形例)

図10および図11は、第1の実施形態の第2の変形例に係る固体撮像装置を示す断面図である。図10は、第2の変形例に係る固体撮像装置の、図2に対応する断面図であり、図11は、第2の変形例に係る固体撮像装置の、図3に対応する断面図である。なお、第2の変形例に係る固体撮像装置の上面図は図1と同様であるため、図示は省略する。また、以下の説明において、第1の実施形態に係る固体撮像装置10と同一箇所については、説明を省略する。

20

【0058】

図10および図11に示すように、第2の変形例に係る固体撮像装置30において、波長選択反射層39は、赤色カラーフィルタ部12Rを透過した赤色光を透過させるとともに、赤色カラーフィルタ部12Rとの界面において、赤色光以外の光を反射させる、一層の波長選択反射部39Rからなるものである。

【0059】

以下に、図12を参照して、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの関係について説明する。図12は、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの関係について説明するための説明図であり、同図(a)は、赤色カラーフィルタ部12Rにおける光の吸収率の波長依存性を示す図であり、同図(b)は、波長選択反射部39Rの屈折率の波長依存性を示す図であり、同図(c)は、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの界面における反射率の波長依存性を示す図である。

30

【0060】

図12(a)に示すように、赤色カラーフィルタ部12Rは、赤色の波長帯域 $R$ ( $R$ は、620~750nm程度)において光の吸収率が低く、赤色の波長帯域 $R$ 外において光の吸収率が高くなるように、含有される含有物を選定して形成されたものである。これは、例えば透明樹脂に、赤色顔料を含有させることにより形成することができる。この結果、赤色カラーフィルタ部12Rは、赤色光を透過させ、赤色光以外の光をほとんど吸収する。

40

【0061】

次に、図12(b)に示すように、波長選択反射部39Rは、赤色の波長帯域 $R$ 内における屈折率が、赤色カラーフィルタ部12Rの屈折率 $n_R$ に実質的に一致し、赤色の波長帯域 $R$ 外における屈折率が、赤色カラーフィルタ部12Rの屈折率 $n_R$ と実質的に異なり、例えば赤色カラーフィルタ部12Rの屈折率 $n_R$ より高くなるように設けられたものである。これは、例えばパターンニング可能な透明樹脂に、青色カラーフィルタ部12Bおよび緑色カラーフィルタ部12Gに含有される含有物とは異なる所定の金属等の有機物

50

または無機物を混入させ、屈折率を制御することによって形成することができる。

【0062】

例えば赤色顔料を含有する赤色カラーフィルタ部12Rの屈折率 $n_R$ は、およそ1.4~1.6程度であり、このような赤色カラーフィルタ部12Rが設けられた場合、波長選択反射部39Rは、例えば透明樹脂にフィラーを含有させることにより形成することができる。このように形成された波長選択反射部39Rは、赤色の波長帯域 $R$ 内における屈折率が赤色カラーフィルタ部12Rに近くなり（赤色カラーフィルタ部12Rに実質的に一致し）、赤色の波長帯域 $R$ 外における屈折率が赤色カラーフィルタ部12Rから遠くなる（赤色カラーフィルタ部12Rより高くなる）。

【0063】

このように波長選択反射部39Rを設けた結果、赤色の波長帯域 $R$ 内における、赤色カラーフィルタ部12Rおよび波長選択反射部39Rの屈折率はともに $n_R$ において実質的に一致する。従って、図12(c)に示すように、赤色カラーフィルタ部12Rを透過した赤色光は、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの界面において反射せず、波長選択反射部39Rに侵入する。

【0064】

また、赤色の波長帯域 $R$ 外における、赤色カラーフィルタ部12Rおよび波長選択反射部39Rの屈折率は、実質的に互いに異なる。従って、図12(c)に示すように、赤色カラーフィルタ部12Rにおいて吸収されず、このカラーフィルタ部12Rを透過した赤色光以外の光は、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの界面において反射される。

【0065】

すなわち、波長選択反射部39Rは、図12(b)に示すような屈折率特性を有するように設けることにより、赤色カラーフィルタ部12Rを透過した赤色光を透過させることができるとともに、赤色カラーフィルタ部12Rとの界面において、赤色光以外の光を反射させることができる。

【0066】

そして、赤色の波長帯域 $R$ 外における、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの屈折率差を大きくするほど、これらの界面において反射される赤色光以外の光の反射量を大きくすることができる。

【0067】

なお、上述のように、波長選択反射部39Rは、赤色の波長帯域 $R$ 外における、赤色カラーフィルタ部12Rおよび波長選択反射部39Rの屈折率が互いに異なるように設けられればよい。従って、図12(b)に点線で示すように、波長選択反射部39Rは、赤色の波長帯域 $R$ 外における屈折率が、赤色カラーフィルタ部12Rの屈折率 $n_R$ より低くなるように設けられてもよい。

【0068】

図13は、赤色カラーフィルタ部12Rおよび波長選択反射部39Rを有する赤色画素11R内の受光部17に到達する光の光強度の波長依存性を示す図である。上述のように波長選択反射部39Rを設けた結果、図13に示すように、赤色カラーフィルタ部12Rを透過した赤色光は、波長選択反射部39Rを透過し、受光部17に到達する。従って、赤色画素11Rにおいて、赤色光は、高い光強度で受光部に到達する。

【0069】

また、赤色カラーフィルタ部12Rにおいて吸収されず、このカラーフィルタ部12Rを透過した赤色光以外の光は、赤色カラーフィルタ部12Rと波長選択反射部39Rとの界面において反射される。従って、赤色画素11Rにおいて、受光部17に到達する赤色光以外の光の光強度は、小さい。

【0070】

一方、従来の固体撮像装置のように、波長選択反射部を有さない場合、赤色画素において、赤色カラーフィルタ部を透過した赤色光以外の光のほぼ全ては、受光部に到達する。

10

20

30

40

50

従って、図 13 に点線で示すように、従来の固体撮像装置の赤色画素において、受光部に到達する赤色光以外の光の光強度は、第 2 の変形例に係る固体撮像装置 30 における赤色画素 11R と比較して、高くなる。これが、赤色画素における分光特性を低下させる要因の一つとなっている。

#### 【0071】

以上に説明した第 2 の変形例に係る固体撮像装置 30 によれば、半導体基板 13 の裏面と赤色カラーフィルタ部 12R との間に、赤色カラーフィルタ部 12R に接するように、波長選択反射部 39R が設けられている。波長選択反射部 39R は、赤色カラーフィルタ部 12R を透過する赤色光の波長帯域  $R$  内（透過帯域内）において、赤色カラーフィルタ部 12R の屈折率に実質的に一致する屈折率を有し、透過帯域外において、赤色カラーフィルタ部 12R の屈折率と実質的に異なる屈折率を有する。従って、少なくとも赤色画素 11R における分光特性を向上させることができる。

10

#### 【0072】

（第 2 の実施形態）

図 14 および図 15 は、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置を示す断面図である。図 14 は、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の、図 2 に対応する断面図であり、図 15 は、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の、図 3 に対応する断面図である。なお、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の上面図は図 1 と同様であるため、図示は省略する。また、以下の説明において、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 と同一箇所については、説明を省略する。

20

#### 【0073】

第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 40 は、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置 10 と比較して、波長選択反射層 49 の構造が異なっている。

#### 【0074】

図 14 および図 15 に示すように、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 40 において、波長選択反射層 49 は、画素 11B、11G、11R 毎に設けられた複数の波長選択反射部 49B、49G、49R からなる。複数の波長選択反射部 49B、49G、49R のそれぞれは、対応するカラーフィルタ部 12B、12G、12R の透過帯域内においてカラーフィルタ部 12B、12G、12R と実質的に同一の屈折率を有し、透過帯域外においてカラーフィルタ部と実質的に異なる屈折率を有する。

30

#### 【0075】

すなわち、半導体基板 13 の裏面と青色カラーフィルタ部 12B との間には、図 4 (b) に示す屈折率特性の波長選択反射部 49B が、青色カラーフィルタ部 12B に接するように設けられており、半導体基板 13 の裏面と緑色カラーフィルタ部 12G との間には、図 8 (b) に示す屈折率特性の波長選択反射部 49G が、緑色カラーフィルタ部 12G に接するように設けられている。そして、半導体基板 13 の裏面と赤色カラーフィルタ層 12R との間には、図 11 (b) に示す屈折率特性の波長選択反射部 49R が、赤色カラーフィルタ部 12R に接するように設けられている。第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 40 における波長選択反射層 49 は、このような 3 種類の波長選択反射部 49B、49G、49R によって構成されている。

40

#### 【0076】

このような第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 40 によれば、半導体基板 13 の裏面と各色のカラーフィルタ部 12B、12G、12R との間に、各色のカラーフィルタ部 12B、12G、12R に接するようにそれぞれ、波長選択反射部 49B、49G、49R が設けられている。各々の波長選択反射部 49B、49G、49R は、対応するカラーフィルタ部 12B、12G、12R を透過する光の波長帯域  $R$  内（透過帯域内）において、対応するカラーフィルタ部 12R の屈折率に実質的に一致する屈折率を有し、透過帯域外において、対応するカラーフィルタ部 12R の屈折率と実質的に異なる屈折率を有する。従って、各画素 11B、11G、11R における分光特性を向上させることができる。

#### 【0077】

50

以上に、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0078】

例えば、上述の実施形態は全て、裏面照射型の固体撮像装置であったが、本発明は、半導体基板の第1面である表面上に、配線層を介してカラーフィルタ層およびマイクロレンズが設けられた、いわゆる表面照射型の固体撮像装置においても、同様に適用可能である。

10

【符号の説明】

【0079】

10、20、30、40・・・固体撮像装置

11B・・・青色画素

11G・・・緑色画素

11R・・・赤色画素

12・・・カラーフィルタ層

12B・・・青色カラーフィルタ部

12G・・・緑色カラーフィルタ部

12R・・・赤色カラーフィルタ部

20

13・・・半導体基板

14・・・マイクロレンズ

15・・・絶縁膜

16・・・配線層

16a・・・配線

16b・・・層間絶縁膜

17・・・受光部

18-1・・・第1の平坦化層

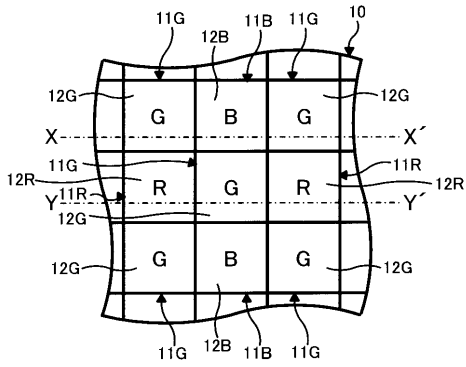
18-2・・・第2の平坦化層

19、29、39、49・・・波長選択反射層

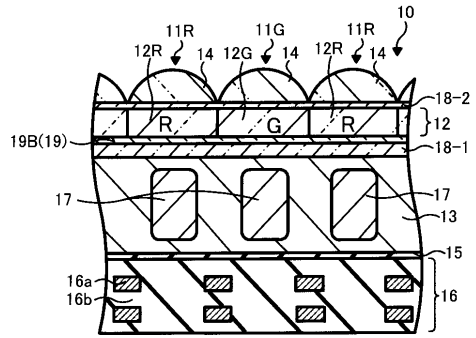
30

19B、29G、39R、49B、49G、49R・・・波長選択反射部

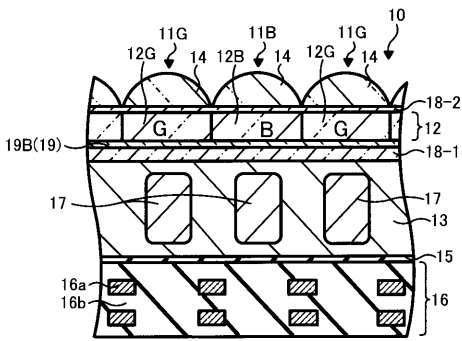
【 図 1 】



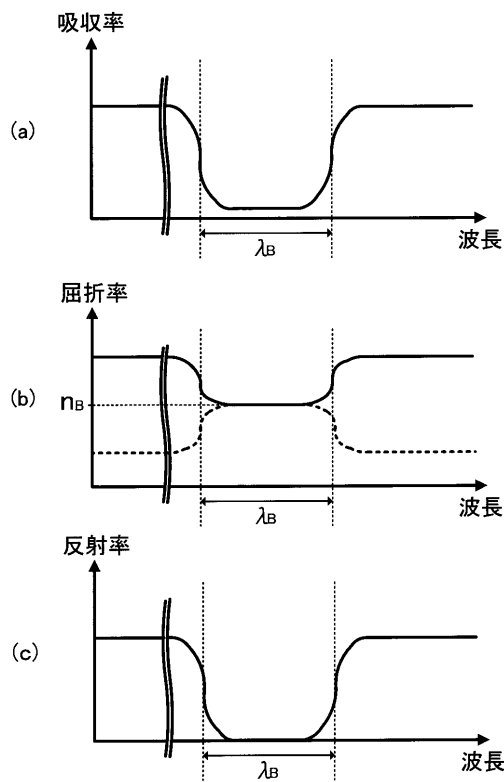
【 図 3 】



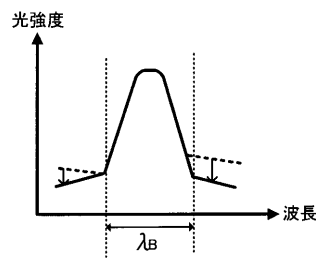
【 図 2 】



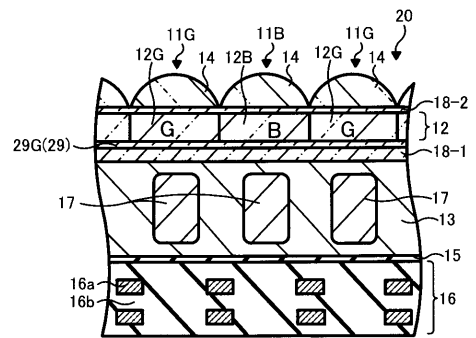
【 図 4 】



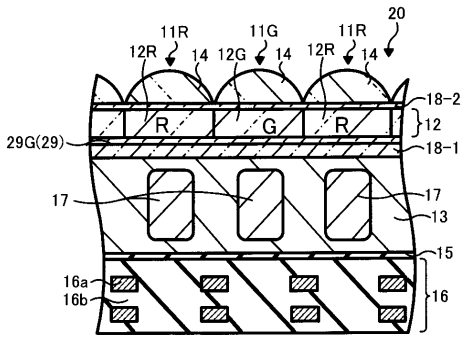
【 図 5 】



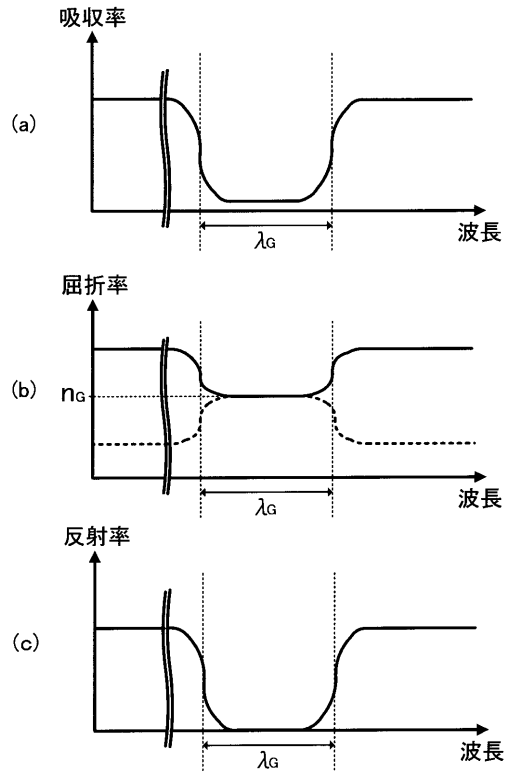
【 図 6 】



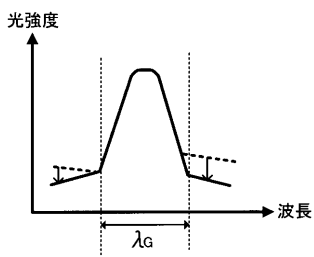
【 図 7 】



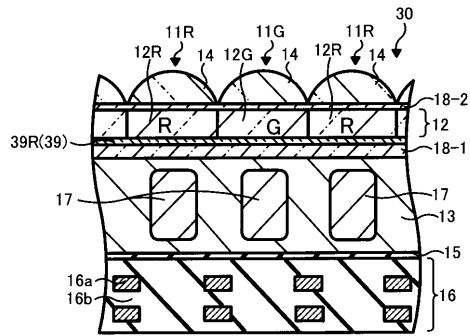
【 図 8 】



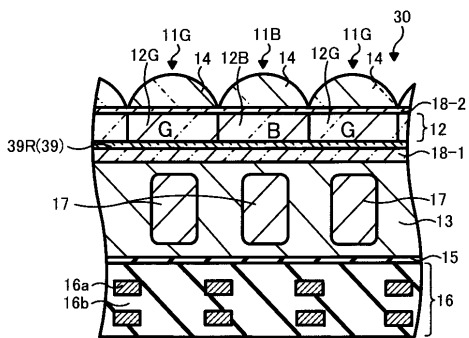
【 図 9 】



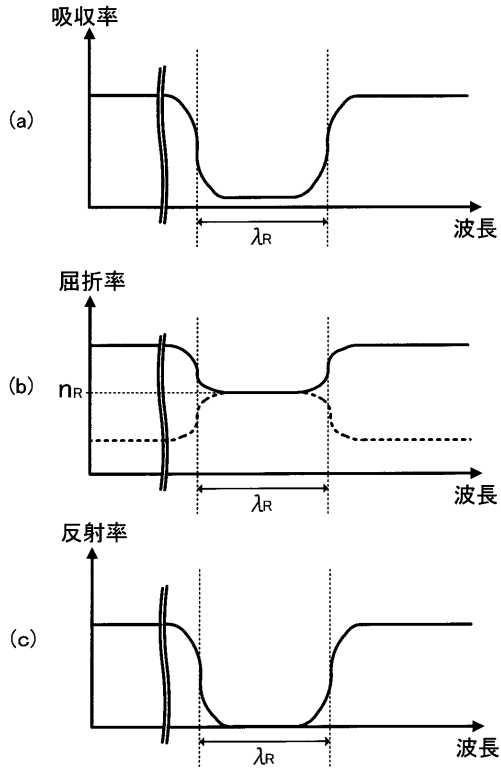
【 図 1 1 】



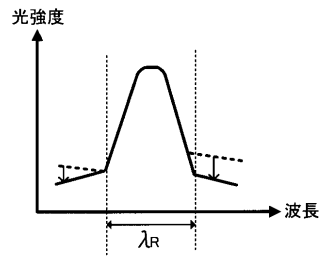
【 図 1 0 】



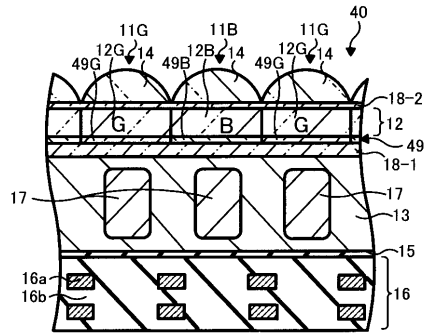
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

