

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4836498号  
(P4836498)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>H O 1 L</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H O 1 L</b> 27/14 D
<b>G O 2 B</b>	<b>5/28</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 2 B</b> 5/28
<b>G O 3 B</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 3 B</b> 11/00

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-175435 (P2005-175435)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年6月15日 (2005. 6. 15)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-351800 (P2006-351800A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年12月28日 (2006.12.28)	(74) 代理人	100090446
審査請求日	平成20年3月21日 (2008. 3. 21)		弁理士 中島 司朗
		(72) 発明者	稲葉 雄一
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	笠野 真弘
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		審査官	田代 吉成
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素毎に所定の波長の入射光を透過させるカラーフィルタを備える固体撮像装置であって、

前記カラーフィルタは、

光学膜厚を同じくすると共に屈折率を異にする2種類の誘電体層が交互に積層されてなり、互いに積層された3つの / 4 多層膜と、

前記 / 4 多層膜のうちの組み合わせに異なる2つにそれぞれ挟まれた2つの絶縁体層と、を備え、

前記絶縁層は、透過させるべき波長に応じた、 / 4 以外の光学膜厚を有し、

1つのカラーフィルタが備える2つの絶縁層の光学膜厚の合計が、互いに異なるカラーフィルタ間で等しく、

互いに異なるカラーフィルタ間で、 / 4 多層膜の光学膜厚が等しいことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

2次元配列され、それぞれ3原色の何れかを検出する画素を備え、

前記カラーフィルタは青色光を検出する画素に配設されている

ことを特徴とする請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

請求項1に記載の固体撮像装置を備える

10

20

ことを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置及びカメラに関し、特に、固体撮像装置が備えるカラーフィルタが透過させる光の帯域幅を拡大する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラや携帯電話機等、固体撮像装置の適用範囲が爆発的に拡大しつつあり、いずれの分野においてもカラー化が必須となっている。

10

図8は従来技術に係る固体撮像装置の画素部分を示す断面図である。図8に示されるように、固体撮像装置8の画素部分はN型半導体層801上にP型半導体層802、層間絶縁膜804、有機顔料タイプのカラーフィルタ806及び集光レンズ807を順次積層した構成を採っている。なお、P型半導体802の層間絶縁膜804側にはフォトダイオード803が形成されており、層間絶縁膜804中には遮光膜805が形成されている。

【0003】

固体撮像装置8に入射した光は集光レンズ807にて集光され、カラーフィルタ806にて特定の色に分光された後、フォトダイオード803に入射する（例えば、非特許文献1参照）。

【非特許文献1】「固体撮像素子の基礎」日本理工出版会、安藤・菰淵著、映像情報メディア学会編、1999年12月発行、p.183-188。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、固体撮像装置は常に画質の向上が求められているため、高画素化し、かつ色の再現性を高めてゆかねばならない。このような要請に対して、従来技術に係る固体撮像装置は、有機顔料タイプのカラーフィルタを用いており、画素を小型化するとカラーフィルタの色選択性が低下するので、色の再現性が低下する。すなわち、従来構成では高画素化と色の再現性とを両立させることができないという問題がある。

【0005】

30

本発明は、上記のような問題に鑑みて為されたものであって、高画素で、かつ色の再現性が高いカラーフィルタを備えた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】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明に係る固体撮像装置は、所定の波長の入射光を透過させる多層膜干渉フィルタを備える固体撮像装置であって、多層膜干渉フィルタは、光学膜厚を同じくすると共に屈折率を異にする2種類の誘電体層が交互に積層されてなるN層の / 4多層膜と、(N-1)層の絶縁体層と、を備え、(N-1)層の絶縁体層の光学膜厚は何れもN層の / 4多層膜を構成する誘電体層の光学膜厚と異なり、(N-1)層の絶縁体層はN層の / 4多層膜と交互に積層されており、Nが3以上であることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

このようにすれば、多層膜干渉フィルタを用いるので、カラーフィルタを小型化して高画素化を図ることができる。また、多層膜干渉フィルタに絶縁体層（スペーサ層）を複数設けているので、光色毎の透過帯域幅を拡大して色の再現性を向上させることができる。

この場合において、Nが3であるとしても良い。このようにすれば、カラーフィルタをより小型化しつつ、色の再現性を向上させることができる。

【0008】

また、本発明に係る固体撮像装置は、2次元配列され、それぞれ3原色の何れかを検出

50

する画素を備え、多層膜干渉フィルタは青色光を検出する画素に配設されていることを特徴とする。多層膜干渉フィルタは特に青色光について透過帯域幅が狭くなる傾向があるのに対して、このようにすれば、青色光について透過帯域幅を拡大することができる。従って、光色による光量のバラツキを無くして色の再現性を向上させることができる。この場合において、他の光色については多層膜干渉フィルタのスペーサ層の数を１層としても良い。

#### 【０００９】

また、本発明に係る固体撮像装置は、２次元配列された画素を備え、多層膜干渉フィルタは対応する画素が検出すべき色の光を選択的に透過させ、対応する画素が異なっても多層膜干渉フィルタの膜厚が略同じであることを特徴とする。このようにすれば、多層膜干渉フィルタ上に集光レンズ等を容易に形成することができる。

10

また、本発明に係る固体撮像装置は、絶縁体層は  $N/4$  多層膜に用いられる材料からなることを特徴とする。このようにすれば、多層膜干渉フィルタの製造コストを低減することができる。

#### 【００１０】

本発明に係るカメラは、所定の波長の入射光を透過させる多層膜干渉フィルタを備える固体撮像装置であって、多層膜干渉フィルタは、光学膜厚を同じくすると共に屈折率を異にする２種類の誘電体層が交互に積層されてなる  $N$  層の  $N/4$  多層膜と、 $(N-1)$  層の絶縁体層と、を備え、 $(N-1)$  層の絶縁体層の光学膜厚は何れも  $N$  層の  $N/4$  多層膜を構成する誘電体層の光学膜厚と異なり、 $(N-1)$  層の絶縁体層は  $N$  層の  $N/4$  多層膜と交互に積層されている固体撮像装置を備えることを特徴とする。このようにすれば、カメラを小型化することができるので、携帯機器その他、カメラを搭載する際にそのサイズが問題となるような機器にも適用することができる。また、より高い色の再現性を有する画像を撮像することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００１１】

以下、本発明に係る固体撮像装置及びカメラの実施の形態について、デジタルスチルカメラを例にとり、図面を参照しながら説明する。

#### 〔１〕 デジタルスチルカメラの構成

先ず、本発明の実施の形態に係るデジタルスチルカメラの構成について説明する。図１は、本実施の形態に係るデジタルスチルカメラの主要な機能構成を示すブロック図である。

30

#### 【００１２】

図１に示されるように、本実施の形態に係るデジタルスチルカメラ１は、レンズ１０１、固体撮像装置１０２、色信号合成部１０３、映像信号作成部１０４及び素子駆動部１０５を備えている。

レンズ１０１はデジタルカメラ１に入射した光を固体撮像装置１０２の撮像領域上に結像させる。固体撮像装置１０２は入射光を光電変換して色信号を生成する。素子駆動部１０５は固体撮像装置１０２から色信号を取り出す。色信号合成部１０３は固体撮像装置１０２から受け付けた色信号に色シェーディングを施す。映像信号作成部１０４は色信号合成部１０３にて色シェーディングを施された色信号からカラー映像信号を生成する。カラー映像信号は最終的にカラー画像データとして記録媒体に記録される。

40

#### 【００１３】

#### 〔２〕 固体撮像装置の構成

次に、固体撮像装置１０２の構成について説明する。

図２は、固体撮像装置１０２の概略構成を示す図である。図２に示されるように、固体撮像装置１０２は２次元配列された単位画素２０１の各行を垂直シフトレジスタ２０２により選択し、その行信号を水平シフトレジスタ２０３により選択して、画素毎のカラー信号を出力アンプ２０４から出力する。なお、固体撮像装置１０２は駆動回路２０５にて垂直シフトレジスタ２０２、水平シフトレジスタ２０３及び出力アンプ２０４を駆動する。

50

## 【 0 0 1 4 】

図 3 は、本実施の形態に係る固体撮像装置 1 0 2 の画素部分を示す断面図である。図 3 に示されるように、固体撮像装置 1 0 2 は、N 型半導体層 3 0 1 上に P 型半導体層 3 0 2 、層間絶縁膜 3 0 4 、多層膜干渉フィルタ 3 0 6 及び集光レンズ 3 0 7 が順次積層されてなる。なお、P 型半導体層 3 0 2 の層間絶縁膜 3 0 4 側には N 型不純物がイオン注入されてなるフォトダイオード 3 0 3 が画素毎に形成されている。隣り合うフォトダイオード 3 0 3 の間には P 型半導体層が介在しており、これを素子分離領域という。

## 【 0 0 1 5 】

また、層間絶縁膜 3 0 4 中には遮光膜 3 0 5 が形成されている。個々のフォトダイオード 3 0 3 と集光レンズ 3 0 7 とは対応関係にあり、遮光膜 3 0 5 は集光レンズ 3 0 7 を透過した光が対応関係に無いフォトダイオード 3 0 3 に入射するのを防ぐ。

10

多層膜干渉フィルタ 3 0 6 は所定の波長  $\lambda$  の  $1/4$  に略等しい光学膜厚を有し、屈折率を異にする 2 種類の誘電体層を 1 1 層だけ交互に積層した  $\lambda/4$  多層膜にてスペーサ層 3 0 6 a、3 0 6 b を挟んだ構造を備えている。2 種類の誘電体層のうち高屈折率層は二酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) からなり、低屈折率層は二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) からなっている。ここで、光学膜厚とは、物理膜厚に屈折率を乗じて得られる指数を意味する。

## 【 0 0 1 6 】

スペーサ層は透過させる光色に応じた光学膜厚を有するので、多層膜干渉フィルタ 3 0 6 全体の物理膜厚も透過させる光色毎に異なっており、赤色領域、緑色領域及び青色領域のそれぞれについて  $691\text{ nm}$ 、 $682\text{ nm}$ 、 $874\text{ nm}$  となっている。

20

なお、緑色領域にはスペーサ層 3 0 6 a がなく、 $\lambda/4$  多層膜を構成する 2 層の二酸化チタン層が相接して光学膜厚が  $\lambda/2$  の二酸化チタン層となっている。すなわち、赤色領域並びに青色領域に存するスペーサ層は何れも二酸化シリコンからなるのに対して、緑色領域に存するスペーサ層のうち 1 層は二酸化チタンからなっている。

## 【 0 0 1 7 】

## [ 2 ] 多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の分光特性

次に、本実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の分光特性について、マトリックス法を用いて算出された評価結果を説明する。

図 4 は、多層膜干渉フィルタの分光特性を示すグラフであって、図 4 ( a ) は多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の分光特性を示し、図 4 ( b ) はスペーサ層が 1 層である多層膜干渉フィルタの分光特性を示す。いずれのグラフも縦軸が透過率を表わし、横軸が透過光の波長を表わす。

30

## 【 0 0 1 8 】

図 4 ( a ) において、グラフ 4 0 1、4 0 2 及び 4 0 3 はそれぞれ青色領域、緑色領域及び赤色領域の分光特性を示す。また、図 4 ( b ) において、グラフ 4 0 4、4 0 5 及び 4 0 6 はそれぞれ青色領域、緑色領域及び赤色領域の分光特性を示す。

なお、分光特性の算出にあたって、図 4 ( a ) については  $\lambda/4$  多層膜の層数を 1 1 層とし、図 4 ( b ) については 8 層とした。また、設定中心波長  $\lambda_0$  は  $530\text{ nm}$  とした。

## 【 0 0 1 9 】

図 4 ( b ) に示されるように、スペーサ層が 1 層だと緑色領域や赤色領域の透過帯域幅に比べて青色領域の透過帯域幅は狭くなっている。これに対して、スペーサ層を 2 層とすれば、図 4 ( a ) に示されるように、青色領域の透過帯域幅を拡大することができる。

40

また、多層膜干渉フィルタ 3 0 6 を用いれば、透過させたい波長域以外の光の透過率を低減することができる。例えば、青色領域 ( グラフ 4 0 1 ) であれば、波長  $500\text{ nm}$  以上の光の透過率がグラフ 4 0 4 と比べて低減されている。

## 【 0 0 2 0 】

従って、優れた色分離特性を有するので、デジタルカメラ 1 は忠実に色を再現するデジタル画像を撮像することができる。

## [ 3 ] 多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の製造方法

次に、多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の製造方法について説明する。図 5 は多層膜干渉フィ

50

ルタ306を製造する諸工程を示す図である。図5において、多層膜干渉フィルタ306の製造工程は(a)から(e)へと進む。また、N型半導体層301、P型半導体層302、フォトダイオード303及び遮光膜305は図示を省略した。

#### 【0021】

まず、層間絶縁膜304上に、高周波(RF: Radio Frequency)スパッタ装置を用いて、二酸化チタン層501、二酸化シリコン層502及び二酸化チタン層503を順次積層して、4多層膜を形成し、二酸化チタン層503上にスペーサ層306aを形成する(図5(a))。

次に、透過させるべき波長域に応じた膜厚となるようにスペーサ層306aをエッチングする。すなわち、スペーサ層306a上にレジスト504を形成し、スペーサ層306aの赤色領域をエッチングして膜厚を整える(図5(b))。

#### 【0022】

次に、スペーサ層306a上にレジスト505を形成し、スペーサ層306aの緑色領域をエッチングして除去する(図5(c))。

レジスト504、505を形成するには、例えば、ウエハー面にレジスト剤を塗布し、露光前ベーク(プリベーク)の後、ステッパなどの露光装置によって露光を行い、レジスト現像、および最終ベーク(ポストベーク)すれば良い。そして、4フッ化メタン(CF<sub>4</sub>)系のエッチングガスを用いれば、スペーサ層306aをエッチングすることができる。

#### 【0023】

次に、スペーサ層306a上、及び緑色領域にあっては二酸化チタン層503上に、二酸化チタン層506、二酸化シリコン層507及び二酸化チタン層508を順次積層して、4多層膜を形成し、二酸化チタン層508上にスペーサ層306bを形成する(図5(d))。

スペーサ層306bの青色領域と緑色領域との膜厚をエッチングにより整えた後、スペーサ層306b上に二酸化チタン層509、二酸化シリコン層510及び二酸化チタン層511を順次積層して、4多層膜を形成すれば、多層膜干渉フィルタ506が完成する。

#### 【0024】

##### [4] 変形例

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明が上述の実施の形態に限定されないのは勿論であり、以下のような変形例を実施することができる。

(1) 上記実施の形態においては、高屈折率層の材料として二酸化チタンを用いる場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

#### 【0025】

すなわち、高屈折率層の材料として、二酸化チタンに代えて、窒化シリコン(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)や三酸化ニタンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、二酸化ジルコニウム(ZrO<sub>2</sub>)等、他の材料を用いても良い。また、低屈折率層の材料についても二酸化シリコン以外の材料を用いても良い。多層膜干渉フィルタに用いる材料の如何に関わらず本発明の効果を得ることができる。

#### 【0026】

(2) 上記実施の形態においては、多層膜干渉フィルタの膜厚が透過させる光色毎に異なる場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

図6は、本変形例に係る多層膜干渉フィルタの構成を示す断面図である。図6に示されるように、多層膜干渉フィルタ6の膜厚は透過させる光色に関わらず一定となっている。スペーサ層601の膜厚は赤色領域で324nm、緑色領域で182nm、青色領域で252nmであり、スペーサ層602の膜厚は赤色領域で40nm、緑色領域で182nm、青色領域で112nmである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

従って、スペーサ層 6 0 1、6 0 2 の膜厚の合計は何れの領域も 3 6 4 n m となり、多層膜干渉フィルタ 6 の膜厚が一定となる。このようにすれば、多層膜干渉フィルタ上に集光レンズ等を容易に形成することができる。

図 7 は、多層膜干渉フィルタ 6 の分光特性を示すグラフである。上記実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ 3 0 6 と同様に透過帯域幅が拡大されており、かつ、良好な色分離特性を示していることが分かる。

## 【 0 0 2 8 】

なお、言うまでも無く上記実施の形態並びに本変形例に挙げた膜厚は一例に過ぎず他の膜厚としても本発明の効果に変わりはない。

( 3 ) 上記実施の形態においては、透過させる光色に関わらずスペーサ層を 2 層設ける場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて、透過させる光色に応じてスペーサ層の層数を異ならせても良い。例えば、スペーサ層を 1 層だけにすると青色光は他の色の光に比べて透過帯域幅が狭くなるので、青色領域のみスペーサ層を 2 層にして透過帯域幅を拡大しても良い。

## 【 0 0 2 9 】

( 4 ) 上記実施の形態においては、専ら / 4 多層膜が 1 1 層である場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、1 1 層に代えて 1 5 層や 1 9 層、2 3 層、或いはそれ以上など 1 1 層以外の層数の / 4 多層膜を用いても良い。

また、上記実施の形態においては、多層膜干渉フィルタが 2 つのスペーサ層を備える場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えてスペーサ層を 3 つ以上備えても良い。

## 【 0 0 3 0 】

( 5 ) 上記実施の形態においては、スペーサ層の材料として二酸化シリコンを用いる場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて他の材料を用いても良い。また、スペーサ層の材料は / 4 多層膜を構成する高屈折率層と低屈折率層との何れと同じ材料を用いても良いし、何れとも異なる材料を用いても良い。また、上述のように、2 つのスペーサ層で異なる材料を用いても良い。

## 【 0 0 3 1 】

( 6 ) 上記実施の形態においては特に言及しなかったが、色ごとの画素は例えばベイヤ配列すれば良い。この場合において、4 画素からなる矩形領域のうち 2 画素を占める色は分光特性において最も透過帯域幅が狭い色としても良い。このようにすれば、透過帯域幅が狭いことにより生じる光量の不足を、画素を増やして補うことができる。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 3 2 】

本発明に係る固体撮像装置及びカメラは、固体撮像装置が備えるカラーフィルタが透過させる光の帯域幅を拡大して、より忠実に色を再現する技術として有用である。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 3 】

【 図 1 】本発明の実施の形態に係るデジタルスチルカメラの主要な機能構成を示すブロック図である。

【 図 2 】本発明の実施の形態に係るデジタルスチルカメラが備える固体撮像装置 1 0 2 の概略構成を示す図である。

【 図 3 】本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 1 0 2 の画素部分を示す断面図である。

【 図 4 】多層膜干渉フィルタの分光特性を示すグラフであって、図 4 ( a ) は本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 1 0 2 が備える多層膜干渉フィルタ 3 0 6 の分光特性を示し、図 4 ( b ) はスペーサ層が 1 層である多層膜干渉フィルタの分光特性を示す。

【 図 5 】本発明の実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ 3 0 6 を製造する諸工程を示す図である。

【 図 6 】本発明の変形例 ( 2 ) に係る多層膜干渉フィルタの構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 7】多層膜干渉フィルタ 6 の分光特性を示すグラフである。

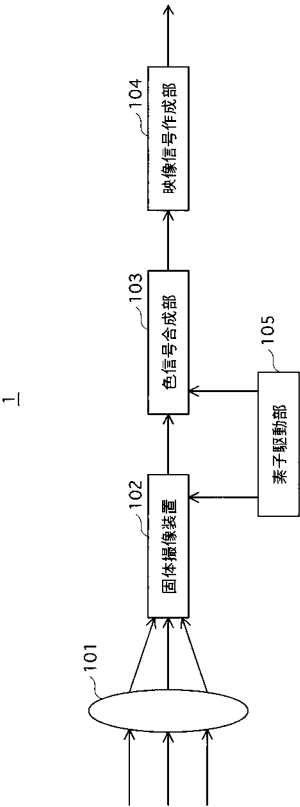
【図 8】従来技術に係る固体撮像装置の画素部分を示す断面図である。

【符号の説明】

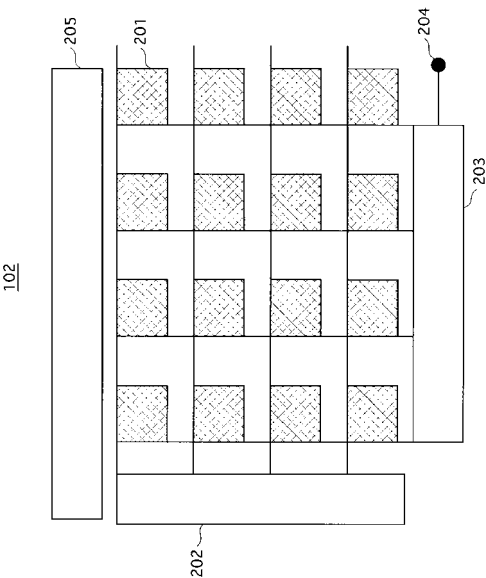
【 0 0 3 4 】

1 .....	デジタルスチルカメラ	
6、3 0 6 .....	多層膜干渉フィルタ	
8、1 0 2 .....	固体撮像装置	
1 0 1 .....	レンズ	
1 0 3 .....	色信号合成部	
1 0 4 .....	映像信号作成部	10
1 0 5 .....	素子駆動部	
2 0 1 .....	単位画素	
2 0 2 .....	垂直シフトレジスタ	
2 0 3 .....	水平シフトレジスタ	
2 0 4 .....	出力アンプ	
2 0 5 .....	駆動回路	
3 0 1、8 0 1 .....	N 型半導体層	
3 0 2、8 0 2 .....	P 型半導体層	
3 0 3、8 0 3 .....	フォトダイオード	
3 0 4、8 0 4 .....	層間絶縁膜	20
3 0 5、8 0 5 .....	遮光膜	
3 0 7、8 0 7 .....	集光レンズ	
4 0 1 ~ 4 0 6 .....	グラフ	
5 0 1、5 0 3、5 0 6 ...	二酸化チタン層	
5 0 8、5 0 9、5 1 1 ...	二酸化チタン層	
5 0 2、5 0 7、5 1 0 ...	二酸化シリコン層	
5 0 4、5 0 5 .....	レジスト	
8 0 6 .....	有機顔料タイプのカラーフィルタ	

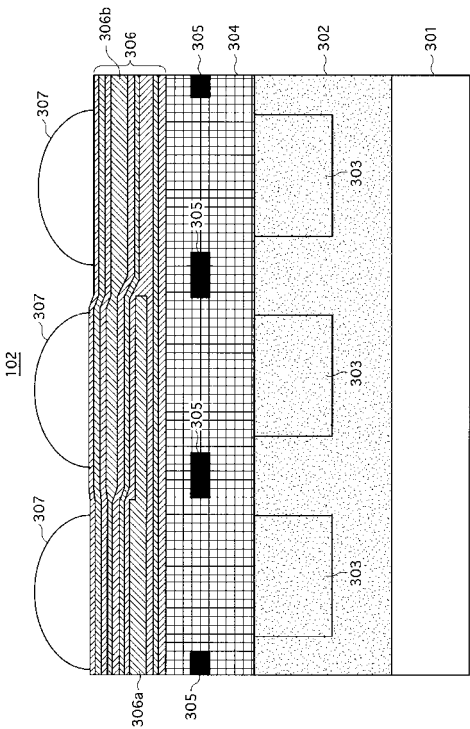
【図 1】



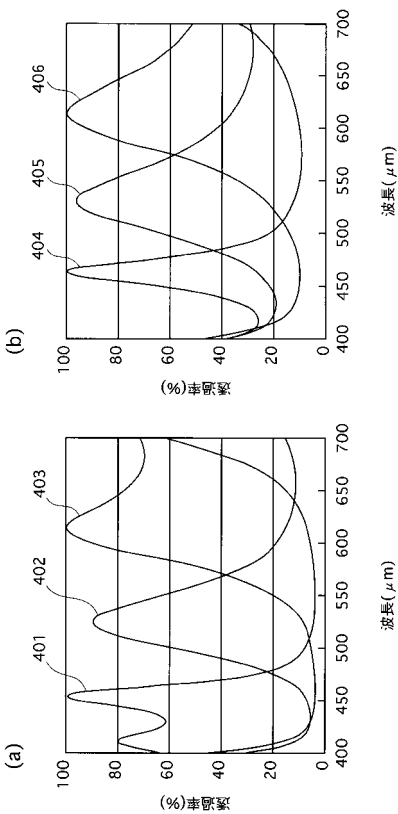
【図 2】



【図 3】

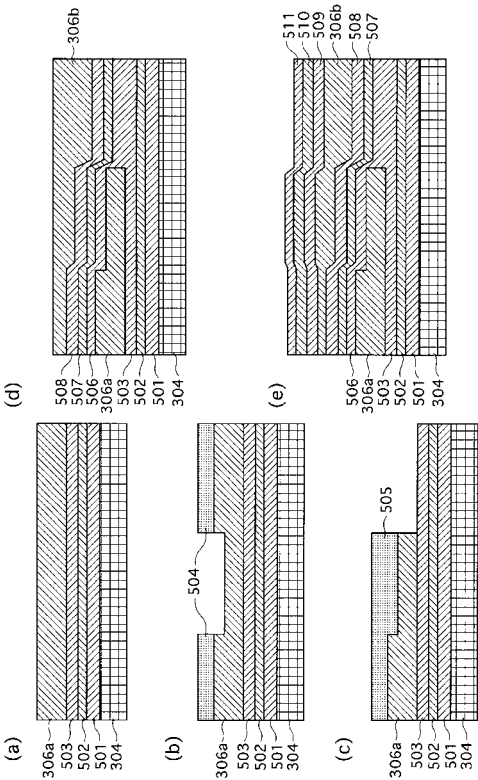


【図 4】

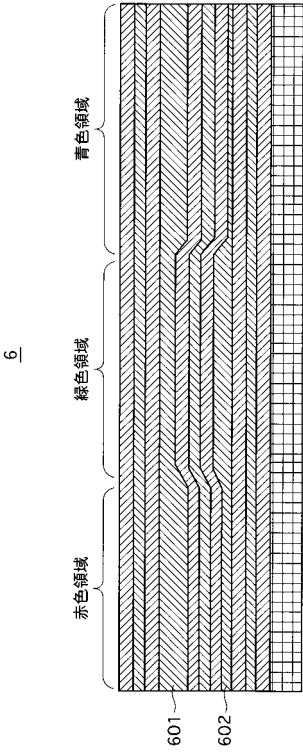




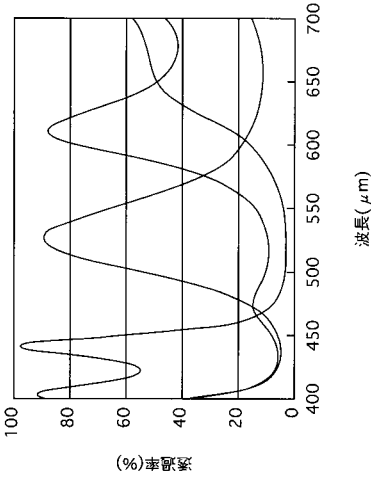
【図 5】



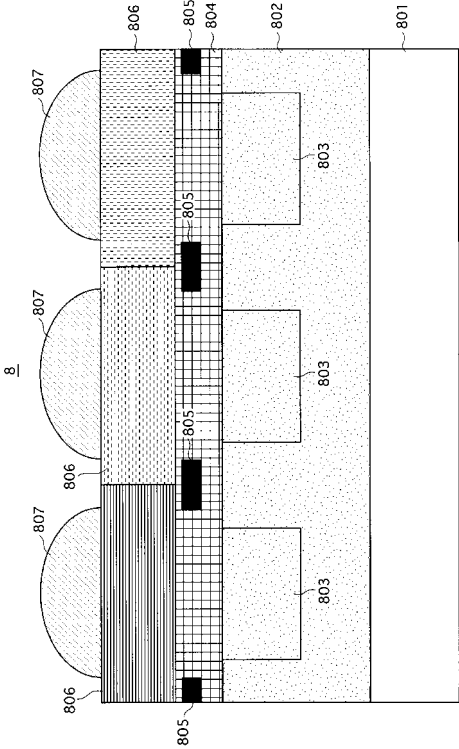
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭57-100404(JP,A)  
特開2005-142468(JP,A)  
国際公開第2005/013369(WO,A1)  
再公表特許第2005/069376(JP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
H01L 27/14  
G02B 5/28  
G03B 11/00