

(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2006-201725

(P2006-201725A)

(43) 公開日 平成18年8月3日(2006.8.3)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 5/28 (2006.01)	GO2B 5/28	2H048
GO3B 11/00 (2006.01)	GO3B 11/00	2H083
HO4N 5/335 (2006.01)	HO4N 5/335 U	4M118
HO4N 9/07 (2006.01)	HO4N 9/07 D	5C024
HO1L 27/14 (2006.01)	HO1L 27/14 D	5C065

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-16137 (P2005-16137)  
 (22) 出願日 平成17年1月24日 (2005.1.24)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100090446  
 弁理士 中島 司朗  
 (72) 発明者 吉田 真治  
 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  
 (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  
 Fターム(参考) 2H048 GA04 GA13 GA23 GA30 GA61  
 最終頁に続く

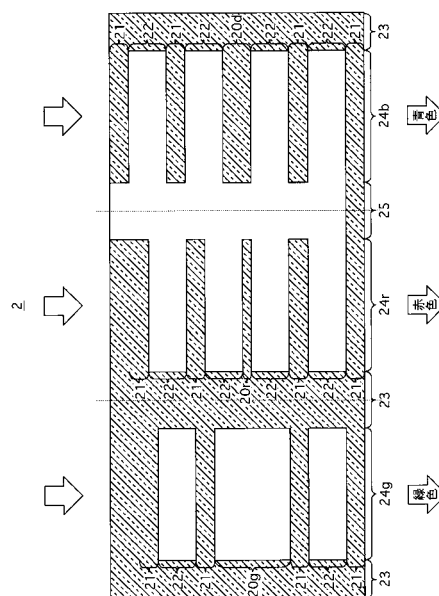
(54) 【発明の名称】 多層膜干渉フィルタ、多層膜干渉フィルタの製造方法、固体撮像装置及びカメラ

(57) 【要約】

【課題】 透光帯域が広く高い波長分離能を有する多層膜干渉フィルタを提供する。

【解決手段】 カラーフィルタ2は窒化ケイ素からなっており、窒化ケイ素層21と空気層22とからなる多層膜構造を備えている。緑色の光を選択的に透過させる多層膜24gは空気層であるスペーサ層20gの上下にそれぞれ窒化ケイ素層21を2層と空気層22を1層備えた7層構造となっている。一方、赤色の光を選択的に透過させる多層膜24rと、青色の光を選択的に透過させる多層膜24bとは、窒化ケイ素層をスペーサ層20r、20bとしており、その上下にそれぞれ窒化ケイ素層21を2層と空気層22を2層備えている。窒化ケイ素層20g、20b、20r及び21はその周縁部において支持部23に支持されている。また、多層膜24r、24bの間には、製造上の理由からホール25が設けられている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光学膜厚を同じくする複数の固体層と、  
 固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、  
 固体層は気体層と屈折率が異なり、  
 固体層と気体層とが交互に積層されてなる  
 ことを特徴とする多層膜干渉フィルタ。

## 【請求項 2】

前記固体層は誘電体材料からなる  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の多層膜干渉フィルタ。

10

## 【請求項 3】

前記誘電体材料は酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒酸化ケイ素、酸化チタンまたは酸化タンタルである  
 ことを特徴とする請求項 2 に記載の多層膜干渉フィルタ。

## 【請求項 4】

前記複数の固体層を互いに連結して支持する支持部を備え、  
 前記複数の固体層と前記支持部とは同一材料にてなる  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の多層膜干渉フィルタ。

## 【請求項 5】

光学膜厚を同じくする複数の固体層と複数の気体層とが交互に積層されてなる多層膜干渉フィルタの製造方法であって、  
 固体層を形成する工程と、  
 固体層とは異なる材料を用いて、固体層上に犠牲層を形成する工程と、  
 固体層上に形成されるべき気体層の形状となるように犠牲層を整形する工程と、  
 固体層と犠牲層とを覆うように更に固体層を形成する工程と、  
 固体層の上面を平坦化する工程と、  
 前記複数の固体層を形成した後、犠牲層を除去する除去工程と、を含む  
 ことを特徴とする多層膜干渉フィルタの製造方法。

20

## 【請求項 6】

前記除去工程は、  
 前記複数の固体層を形成した後、上面から最下層の犠牲層に達する開口を設ける掘削工程と、  
 前記開口を通じてエッチングガスを送気し、犠牲層を除去する工程と、を含む  
 ことを特徴とする請求項 5 に記載の多層膜干渉フィルタの製造方法。

30

## 【請求項 7】

前記掘削工程は犠牲層を挟んで対向する複数の開口を設ける  
 ことを特徴とする請求項 6 に記載の多層膜干渉フィルタの製造方法。

## 【請求項 8】

光電変換素子が二次元配列されてなる固体撮像装置であって、  
 前記光電変換素子に入射する光を波長分離する多層膜干渉フィルタを備え、  
 当該多層膜干渉フィルタは、膜厚を同じくする複数の固体層と、  
 前記固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、  
 前記固体層と気体層とが交互に積層されてなる  
 ことを特徴とする固体撮像装置。

40

## 【請求項 9】

光電変換素子が二次元配列されてなる固体撮像装置を備えたカメラであって、  
 前記固体撮像装置は、前記光電変換素子に入射する光を波長分離する多層膜干渉フィルタを備え、  
 当該多層膜干渉フィルタは、膜厚を同じくする複数の固体層と、  
 前記固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、

50

前記固体層と気体層とが交互に積層されてなる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、多層膜干渉フィルタ、固体撮像装置及びその製造方法に関し、特に、多層膜干渉フィルタの波長分離能を向上させ、かつ透過帯域を拡大する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、広く普及しているデジタルカメラでは、色分離のために、有機顔料微粒子の吸収スペクトルを利用した顔料タイプのカラーフィルタが用いられている。図8は、顔料タイプのカラーフィルタを備えた固体撮像装置の構成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はN型半導体層801上にP型半導体層802、フォトダイオード803、分離領域804、絶縁層805、遮光膜806、カラーフィルタ807及びマイクロレンズ808が順次積層されてなる。フォトダイオード803どうしは分離領域804によって分離されている。また、遮光膜806は絶縁層805中に形成され、各フォトダイオードに対応するカラーフィルタを通過した光のみが入射するように他の光を遮光する。

【0003】

このような構成によって、固体撮像装置8は入射光をマイクロレンズ808によって集光し、カラーフィルタ807によって画素ごとに赤色、緑色、青色の何れかに対応する所定の波長のみを透過させた後、フォトダイオード803にて受光する。高波長感度を実現するために、カラーフィルタ807の膜厚は1.5~2.0 $\mu\text{m}$ 程度とされている。また、カラーフィルタ807に含まれる顔料粒子の直径は約0.1 $\mu\text{m}$ 程度である(非特許文献1参照)。

【0004】

このような固体撮像装置において、画素を微細化するためにはフィルタに含まれる顔料粒子の粒子径を微細化しなければならないが、粒子径の微細化には限界がある。また、吸収能は吸収係数と膜厚との積で決まるため、薄膜化すると波長分離能が低下する。更に、顔料粒子を微細化しカラーフィルタ807中に均一に分散させることが困難となり、波長感度の低下や色ムラが生じる。

【0005】

このような問題に対して、多層膜干渉フィルタを用いたカラーフィルタが提案されている。多層膜干渉フィルタは光学膜厚が互いに略等しい薄膜であって、高屈折率の薄膜と低屈折率の薄膜を交互に積層させてなるカラーフィルタであり、各層の光学膜厚の4倍に等しい波長を中心とする波長域の光を反射する。このため、これらの薄膜は1/4波長膜と呼ばれる。また、多層膜干渉フィルタが前記各層とは異なる光学膜厚の層をスペーサ層として含む場合には、当該スペーサ層の光学膜厚に応じた波長の光を透過させる。

【0006】

図9は多層膜干渉フィルタの構成を示す断面図である。図9に示されるように、多層膜フィルタ9は高屈折率材料からなる層901と低屈折率材料からなる層902が交互に積層された構造を有しており、何れも光学膜厚が略137.5nmとなっている。また、多層膜フィルタ9は層901、902とは光学膜厚が異なるスペーサ層903を有している。スペーサ層903の光学膜厚は275nmとなっている。

【0007】

図10は多層膜干渉フィルタ9の分光スペクトルを示すグラフである。図10に示されるように、層901、902の光学膜厚の4倍に略等しい波長を中心とする500nmから600nmでの波長域の光が遮光される。また、スペーサ層903の光学膜厚の2倍に略等しい波長550nm付近の光が透過される。なお、スペーサ層903が高屈折率材料からなるか低屈折率材料になるかに関わらず、多層膜干渉フィルタ9は同様の分光特性を

示す。

【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。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

近年、固体撮像装置の多画素化に伴ってカラーフィルタの薄膜化が求められている。このためには、多層膜干渉フィルタの層数を減少させる必要がある。

多層膜干渉フィルタは層数が少ないほど透過率のピーク値が低下し、透過帯域が広がる。このような場合に、多層膜干渉フィルタの透過率のピーク値を向上させるには、多層膜干渉フィルタを構成する高屈折率材料と低屈折率材料との間の屈折率差を大きくすれば良い。屈折率差を大きくすれば透過率のピーク値が向上し、波長分離能を高めることができる。

10

【0009】

多層膜干渉フィルタに用いられる低屈折率材料としてはガラスや石英がよく用いられる。また、高屈折率材料としては二酸化チタン( $TiO_2$ )や酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )が一般的である。

しかしながら、多層膜干渉フィルタを更に薄膜化するためには、より屈折率差が大きい材料を用いて波長分離能を向上させる必要がある。さもなければ、多層膜干渉フィルタの薄膜化に伴う固体撮像装置の感度低下や色むらが避けられない。

20

【0010】

本発明は、上述のような問題に鑑みて為されたものであって、透光帯域が広く高い波長分離能を有する多層膜干渉フィルタ、これを用いた固体撮像装置及びその製造方法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】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明に係る多層膜干渉フィルタは、光学膜厚を同じくする複数の固体層と、固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、固体層は気体層と屈折率が異なり、固体層と気体層とが交互に積層されてなることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0012】

このようにすれば、気体は固体と比較して屈折率が低いので、高屈折率層と低屈折率層との間の屈折率差を大きくすることができる。従って、多層膜干渉フィルタの層数を減らして、透光帯域が広く、高い波長分離能を実現することができる。

本発明に係る多層膜干渉フィルタは、前記固体層は誘電体材料からなることを特徴とする。特に、前記誘電体材料は酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒酸化ケイ素、酸化チタンまたは酸化タンタルとすれば好適である。このようにすれば、固体層と気体層との間の屈折率差を大きくして、高い波長分離能を有するカラーフィルタを実現することができる。

【0013】

40

本発明に係る多層膜干渉フィルタは、前記複数の固体層を互いに連結して支持する支持部を備え、前記複数の固体層と前記支持部とは同一材料にて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構成がより単純なものとなるので、多層膜干渉フィルタ製造プロセスを簡便化して製造コストを削減することができるので、多層膜干渉フィルタを安価に提供することができる。

【0014】

本発明に係る多層膜干渉フィルタの製造方法は、光学膜厚を同じくする複数の固体層と複数の気体層とが交互に積層されてなる多層膜干渉フィルタの製造方法であって、固体層を形成する工程と、固体層とは異なる材料を用いて、固体層上に犠牲層を形成する工程と、固体層上に形成されるべき気体層の形状となるように犠牲層を整形する工程と、固体層

50

と犠牲層とを覆うように更に固体層を形成する工程と、固体層の上面を平坦化する工程と、前記複数の固体層を形成した後、犠牲層を除去する除去工程と、を含むことを特徴とする。このようにすれば、高い屈折率差を有する多層膜干渉フィルタを容易に製造することができ、安定した多層構造を実現することができる。

#### 【0015】

本発明に係る多層膜干渉フィルタの製造方法は、前記除去工程は、前記複数の固体層を形成した後、上面から最下層の犠牲層に達する開口を設ける掘削工程と、前記開口を通じてエッチングガスを送気し、犠牲層を除去する工程と、を含むことを特徴とする。このようにすれば、気体層を容易に形成することができるので、多層膜干渉フィルタの工期を短縮すると共に製造コストを低減することができる。

10

#### 【0016】

本発明に係る多層膜干渉フィルタの製造方法は、前記掘削工程は犠牲層を挟んで対向する複数の開口を設けることを特徴とする。このようにすれば、エッチングガスを犠牲層全体に流通させることができるので、確実に犠牲層を除去して、精度良く気体層を形成することができる。従って、高い波長分離能を有する多層膜干渉フィルタを製造することができる。

#### 【0017】

本発明に係る固体撮像装置は、光電変換素子が二次元配列されてなる固体撮像装置であって、前記光電変換素子に入射する光を波長分離する多層膜干渉フィルタを備え、当該多層膜干渉フィルタは、膜厚を同じくする複数の固体層と、前記固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、前記固体層と気体層とが交互に積層されてなることを特徴とする。このようにすれば、できる。

20

#### 【0018】

カラーフィルタを薄膜化することが可能となり、固体撮像装置の微細化を実現することができるため、多画素高精彩な画像を得ることができる。

本発明に係るカメラは、光電変換素子が二次元配列されてなる固体撮像装置を備えたカメラであって、前記固体撮像装置は、前記光電変換素子に入射する光を波長分離する多層膜干渉フィルタを備え、当該多層膜干渉フィルタは、膜厚を同じくする複数の固体層と、前記固体層と光学膜厚を同じくする複数の気体層と、を備え、前記固体層と気体層とが交互に積層されてなることを特徴とする。このようにすれば、低コストで製造することができる薄型のカラーフィルタを用いているので、低価格で高精細、高画質の撮像を実現するカメラを提供することができる。

30

#### 【0019】

多層膜干渉フィルタを構成する高屈折率材料と低屈折率材料との間の屈折率差を大きくするためには、高屈折率材料としてより屈折率が高い材料を用いることが考えられる。しかしながら、一般的に高屈折率材料は波長によって屈折率が甚だしく変化するため、十分な波長分離能を達成することができない。また、400nm前後の短波長領域から光吸収が現れることが多いので、カラーフィルタの材料として適当でない。

#### 【0020】

従って、屈折率差を大きくするためには低屈折率材料としてより屈折率が小さい材料を用いると良い。特に、本発明のように、低屈折率材料として空気等の屈折率が小さい気体を用いれば、安価に屈折率差を大きくすることができる。よって、本発明によれば、透過波長幅が広く、波長分離能が高い多層膜干渉フィルタを安価に提供することができる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

以下、本発明に係る多層膜干渉フィルタ、固体撮像装置及びその製造方法の実施の形態について、電子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] 電子スチルカメラの構成

図1は、本発明の実施の形態に係る電子スチルカメラの機能構成を示すブロック図である。図1に示されるように、電子スチルカメラ1は絞り機構100、光学レンズ101、

50

I R ( Infrared Rays ) カットフィルタ 1 0 2、固体撮像装置 1 0 3、アナログ信号処理回路 1 0 4、A / D ( Analogue to Digital ) 変換器 1 0 5、デジタル信号処理回路 1 0 6、メモリカード 1 0 7 及びドライブ回路 1 0 8 を備えている。

#### 【 0 0 2 2 】

絞り機構 1 0 0 は光学レンズ 1 0 1 に入射する光量を調節する。絞り機構 1 0 0 は 2 枚の絞り羽根を備えており、絞り羽根どうしを離間させると光学レンズ 1 0 1 に入射する光量が増加し、固体撮像装置 1 0 3 への入射光量が増加する。逆に、絞り羽根どうしを近づけると、固体撮像装置 1 0 3 への入射光量が減少する。

光学レンズ 1 0 1 は被写体からの入射光を固体撮像装置 1 0 3 上に結像させる。I R カットフィルタは固体撮像装置 1 0 3 に入射する光の長波長成分を除去する。固体撮像装置 1 0 3 はいわゆる単板式 C C D ( Charge Coupled Device ) イメージセンサであって、二次元状に配置された光電変換素子のそれぞれに入射光を濾光するカラーフィルタが設けられている。カラーフィルタは例えばベイヤ配列されている。固体撮像装置 1 0 3 は、ドライブ回路 1 0 8 からの駆動信号に応じて電荷を読み出し、アナログ撮像信号を出力する。

10

#### 【 0 0 2 3 】

なお、固体撮像装置 1 0 3 が備える受光素子は偏りをもって二次元配置されている。すなわち、固体撮像装置 1 0 3 が備える受光素子の一部は他の受光素子に比べて近接して配置されている。これによって高い解像度が実現される。また、上記第 1 の実施の形態等にて説明したように互いに近接配置されている受光素子は透光層と集光層とを共用する。

アナログ信号処理回路 1 0 4 は、固体撮像装置 1 0 3 が出力したアナログ撮像信号に対して相関二重サンプリングや信号増幅等の処理を施す。A / D 変換器 1 0 5 はアナログ信号処理回路 1 0 4 の出力信号をデジタル撮像信号に変換する。デジタル信号処理回路 1 0 6 はデジタル撮像信号の色ずれを補正した後、デジタル映像信号を生成する。メモリカード 1 0 7 はデジタル映像信号を記録する。

20

#### 【 0 0 2 4 】

##### [ 2 ] 固体撮像装置 1 0 3 の構成

固体撮像装置 1 0 3 は、図 8 に示される従来技術に係る固体撮像装置 8 と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタの構成が異なっている。図 2 は固体撮像装置 1 0 3 が備えるカラーフィルタの構成を示す断面図であって、互いに異なる波長の光を分光する 3 つの画素に対応するカラーフィルタが示されている。カラーフィルタ 2 は窒化ケイ素 ( S i <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) からなっており、図 2 に示されるように、窒化ケイ素層 2 1 と空気層 2 2 とからなる多層膜構造を備えている。

30

#### 【 0 0 2 5 】

緑色の光を選択的に透過させる多層膜 2 4 g は空気層であるスペーサ層 2 0 g の上下にそれぞれ窒化ケイ素層 2 1 を 2 層と空気層 2 2 を 1 層備えた 7 層構造となっている。一方、赤色の光を選択的に透過させる多層膜 2 4 r と、青色の光を選択的に透過させる多層膜 2 4 b とは、窒化ケイ素層をスペーサ層 2 0 r、2 0 b としており、その上下にそれぞれ窒化ケイ素層 2 1 を 2 層と空気層 2 2 を 2 層備えている。

#### 【 0 0 2 6 】

窒化ケイ素層 2 0 g、2 0 b、2 0 r 及び 2 1 はその周縁部において支持部 2 3 に支持されている。また、多層膜 2 4 r、2 4 b の間には、後述するような製造上の理由からホール 2 5 が設けられている。

40

窒化ケイ素層 2 1 の膜厚は 6 6 . 3 n m、空気層 2 2 の膜厚は 1 3 2 . 5 n m となっている。窒化ケイ素の屈折率は概ね 2 であり、空気の屈折率は概ね 1 であるので、窒化ケイ素層 2 1 と空気層 2 2 とは略等しい光学膜厚を有し、カラーフィルタ 2 は波長 5 3 0 n m を中心とする所定の波長域の光を反射する。また、スペーサ層 2 0 g、2 0 b、2 0 r の光学膜厚はそれぞれ 2 6 5 n m、5 5 n m 及び 2 1 5 n m である。スペーサ層 2 0 g、2 0 b、2 0 r によってそれぞれ緑色、青色及び赤色の光が透過される。

#### 【 0 0 2 7 】

次表はカラーフィルタ 2 を構成する各層の膜厚をまとめたものである。

50

【 0 0 2 8 】

【 表 1 】

	多層膜 2 4 g	多層膜 2 4 r	多層膜 2 4 b
窒化ケイ素層	66.3 nm	66.3 nm	66.3 nm
空気層	132.5 nm	132.5 nm	132.5 nm
窒化ケイ素層	66.3 nm	66.3 nm	66.3 nm
空気層	132.5 nm	132.5 nm	132.5 nm
窒化ケイ素層	0.0 nm	27.5 nm	97.5 nm
空気層	132.5 nm	132.5 nm	132.5 nm
窒化ケイ素層	66.3 nm	66.3 nm	66.3 nm
空気層	132.5 nm	132.5 nm	132.5 nm
窒化ケイ素層	66.3 nm	66.3 nm	66.3 nm
膜厚合計	795.2 nm	822.7 nm	892.7 nm

10

【 0 0 2 9 】

上表から分かるように、多層膜干渉フィルタを用いれば、スペーサ層の膜厚のみを変化させることによって、透過させる光の波長を制御することができる。また、多層膜 2 4 g、2 4 r、2 4 b の膜厚は何れも 1  $\mu$ m 未満となっており、固体撮像装置の微細化に適した大きさとなっている。

20

[ 3 ] カラーフィルタ 2 の分光特性

図 3 は、カラーフィルタ 2 の分光特性をスペーサ層 2 0 g、2 0 b、2 0 r ごとに示すグラフである。図 3 において、グラフ 3 0 1 はそれぞれスペーサ層 2 0 b を含む多層膜の分光特性を示す。また、グラフ 3 0 2、3 0 3 はそれぞれスペーサ層 2 0 g、2 0 r を含む多層膜の分光特性を示す。図 3 に示されるように、カラーフィルタの色ごとの分光特性は、従来技術に係る分光特性 ( 図 1 0 ) と比較して、何れも透過帯域の帯域幅が広がっている。また、波長分離能についても、透過すべき波長については透過率が 9 5 % 以上である、反射すべき波長については 1 0 % 以下となっており、一方従来と比べて遜色のないものとなっている。

30

【 0 0 3 0 】

[ 4 ] カラーフィルタ 2 の製造方法

次に、カラーフィルタ 2 の製造方法について説明する。図 4、図 5 はカラーフィルタ 2 の製造工程を示す断面図である。図 4 中 ( a ) から ( f ) の順に、また図 5 中 ( a ) から ( c ) の順に製造工程が進行する。まず、図 4 ( a ) に示されるように、最下層の窒化ケイ素層 2 1 上に犠牲層 4 1 を形成する。次に、犠牲層 4 1 上にレジスト 4 2 を形成する。そして、リソグラフィによって犠牲層 4 1 をパターンニングする ( 図 4 ( b ) )。犠牲層 4 1 の材料としてはポリシリコンを用いても良いし、酸化ケイ素膜をもって犠牲層としても良い。

40

【 0 0 3 1 】

そして、窒化ケイ素層 2 1 及び犠牲層 4 1 上に窒化ケイ素膜を成膜し ( 図 4 ( c ) )、CMP ( Chemical Mechanical Polishing ) によって、犠牲層 4 1 上の窒化ケイ素層 2 1 が所望の膜厚となるように研磨し、平坦化する ( 図 4 ( d ) )。

平坦化した窒化ケイ素層 2 1 上に再び犠牲層 4 3 を形成し ( 図 4 ( e ) )、上記と同様にして、窒化ケイ素層 2 1 を形成、研磨する ( 図 4 ( f ) )。なお、スペーサ層 2 0 g、2 0 b、2 0 r を形成する際には、まず、最もスペーサ層が厚いスペーサ層の厚さまで研磨する。そして、他の画素についてはドライエッチングによって窒化ケイ素層 2 1 を所望の膜厚にする。この場合において、エッチングしない箇所は予めレジストにてマスクして

50

おく。

【0032】

スペーサ層20g、20b、20rを形成した後、上述のような処理を繰り返すと、空気層22たるべき箇所が犠牲層41となったカラーフィルタ2を得る(図5(a))。次に、犠牲層41を除去するためにエッチングホール25を形成する(図5(b))。図6はカラーフィルタ2の製造工程を示す平面図である。先ず、窒化ケイ素層21上にエッチングマスク61を形成する。このエッチングマスク61はエッチングホール25が形成されるべき位置を残して窒化ケイ素層21を被覆する(図6(a))。

【0033】

図6(a)において破線は犠牲層41が埋設されている位置を表わす。エッチングガスが犠牲層41を流通できるように、エッチングホール25は犠牲層41の対角位置に向き合うように形成される。そして、エッチングガスを用いて犠牲層41を除去して、空気層22を形成する。図5(c)は図6(b)のA-Aにおける断面図となっている。

ここで、犠牲層41が酸化ケイ素膜ならばフッ酸蒸気やフッ酸とアルコールの混合蒸気にてエッチングすれば良い。この場合においてエッチングに用いるアルコールはメタノールが好適である。また、犠牲層41がポリシリコンならばフッ化キセノン( $XeF_2$ )やフッ素ガス( $F_2$ )を用いると良い。これらのエッチングガスによれば等方的なエッチングを行うことができる。

【0034】

以上のようにして、カラーフィルタ2を低コストで製造することができる。

[5] 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、高屈折率材料として窒化ケイ素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。すなわち、高屈折率材料として、酸化チタン( $TiO_2$ )を用いても良い。酸化チタンは屈折率が約2.5と非常に大きい。また、可視光領域での吸収が小さいのでカラーフィルタに適している。このような酸化チタンを高屈折率材料として用いれば約1.5と大きな屈折率差を得ることができるので、高い波長分離能を有するカラーフィルタを実現することができる。

【0035】

また、高屈折率材料として酸化ケイ素( $SiO_2$ )や窒化ケイ素( $Si_3N_4$ )、窒酸化ケイ素( $SiON$ )を用いても良い。例えば、高屈折率層を窒化ケイ素膜とすれば、窒化ケイ素の屈折率は約2であるので、屈折率差を上記実施の形態と同じく約1とすることができる。また、酸化ケイ素は可視光領域全般にわたって光学的吸収が無く、分散もほとんど無い優れた材料である。これらを高屈折率材料として用いれば、上記実施の形態と同様にシリコンプロセスを用いてカラーフィルタを安価に製造することができる。

【0036】

本発明を実施するにあたって用いる高屈折率材料は屈折率が1.4以上であるのが望ましい。屈折率が高いほど高い波長分離能を得ることができる。また、可視光領域における光学的吸収が極めて小さいのが好適である。

(2) 上記実施の形態においては、低屈折率層として空気層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、これに代えて以下のようにしても良い。すなわち、空気以外の気体を充填した気体層を低屈折率層として用いても良い。なお、当然のことながら、できるだけ屈折率が低い気体を用いるのが良く、また、無色透明の気体を用いるのが好適である。また、空気層に代えて真空層を用いても同様の効果を得ることができる。

【0037】

(3) 上記実施の形態においては、スペーサ層の上下にそれぞれ高屈折率層2層と低屈折率層2層とを設け(多層膜24r、24b)、或いはスペーサ層の上下にそれぞれ高

10

20

30

40

50



屈折率層 2 層と低屈折率層 1 層とを設ける（多層膜 2 4 g）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、上記に代えて異なる層数としても良い。

ただし、上述のように、多層膜の層数が多いと透過帯域が狭くなり、また、カラーフィルタの小型化の要請に反するので、層数は増やし過ぎないのが望ましい。例えば、スペーサ層の一方に形成される高屈折率層と低屈折率層との組の数を 3 以下とするのが望ましい。本発明の長所は層数が少ない多層膜で透過率のピーク値を向上させ、波長分離能を高めることにある。

#### 【0038】

（4）上記実施の形態においては、高屈折率層 2 1 と支持部 2 3 とが同一材料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、これに代えて異なる材料を用いても良い。支持部 2 3 として高屈折率層 2 1 よりも硬度が高い材料を用いれば、高屈折率層 2 1 と低屈折率層 2 2 との位置関係を安定して維持することができる。一方、同一材料を用いればプロセスを簡便化することができるので製造上有利である。

10

#### 【0039】

（5）上記実施の形態においては、1/4 波長膜とスペーサ層とが同一材料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、異なる材料を用いても良い。ただし、同一材料とすればプロセスを簡便化することができる。

（6）上記実施の形態においては、多層膜干渉フィルタを構成する各層の光学膜厚はスペーサ層を除いて何れも同一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、これに代えて以下のようにしても良い。すなわち、多層膜干渉フィルタは、各層に入射する光と各層で反射された光との間の位相差を 1/2 波長とすることによって、入射光と反射光との間に打ち消し合いの干渉を起こし、特定波長の光を反射する。

20

#### 【0040】

この打ち消し合いの干渉を起こさせるためには、各層の光学膜厚が  $(n/2) + (\quad / 4)$  であれば良い。ただし、 $n$  はゼロ以上の整数であって、層毎に異なっても良い。

（7）上記実施の形態においては、犠牲層 4 1 をエッチングするエッチングガスを犠牲層 4 1 を平面視したときの対角線方向に送気する場合について説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて以下のようにしても良い。

30

#### 【0041】

図 7 は、本変形例に係るカラーフィルタ 7 を示す平面図である。図 7 において、平面視矩形形状の多層膜 7 0 2 の 4 辺に接するように、平面視矩形形状のエッチングホール 7 0 1 が形成されている。ただし、多層膜 7 0 2 を構成する固体層を支持するために多層膜 7 0 2 の四隅にはエッチングホール 7 0 1 は形成されていない。このようにすれば、多層膜を構成する気体層がより大きくエッチングホール 7 0 1 に接するので、より確実に犠牲層を除去することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0042】

本発明に係る多層膜干渉フィルタ、固体撮像装置及びその製造方法は、デジタルスチルカメラや携帯電話用のカメラ等に利用されるカラーフィルタの透光領域を拡大し、透過率を向上させる技術として有用である。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0043】

【図 1】本発明の実施の形態に係る電子スチルカメラの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固体撮像装置 1 0 3 が備えるカラーフィルタの構成を示す断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係るカラーフィルタ 2 の分光特性をスペーサ層 2 0 g、2 0 b、2 0 r ごとに示すグラフである。

50

【図 4】本発明の実施の形態に係るカラーフィルタ 2 の製造工程を示す断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態に係るカラーフィルタ 2 の製造工程（図 4 の続き）を示す断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係るカラーフィルタ 2 の製造工程であって、特に犠牲層を除去する工程を示す平面図である。

【図 7】本発明の変形例（7）に係るカラーフィルタ 7 を示す平面図である。

【図 8】従来技術に係る顔料タイプのカラーフィルタを備えた固体撮像装置の構成を示す断面図である。

【図 9】従来技術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 10】従来技術に係る多層膜干渉フィルタの分光スペクトルを示すグラフである。

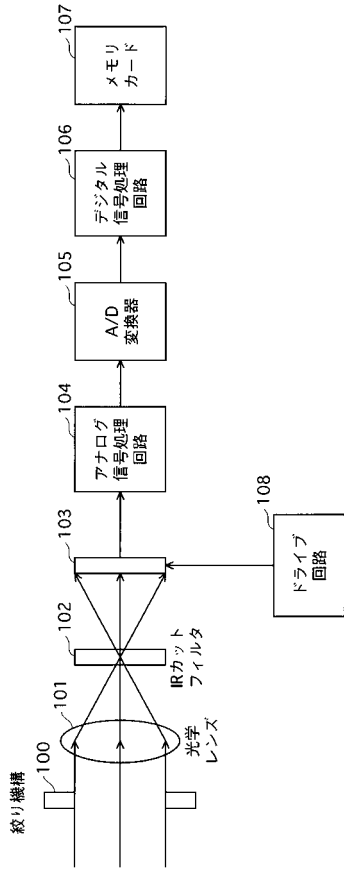
10

【符号の説明】

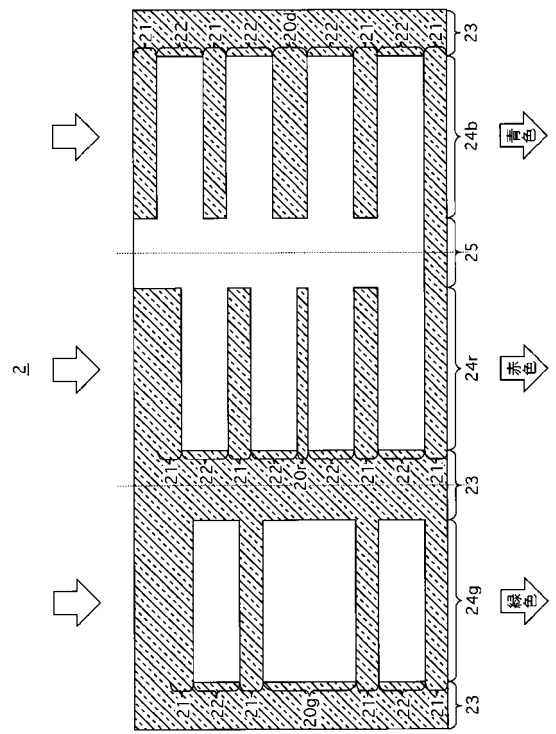
【0044】

1	電子スチルカメラ	
7	固体撮像装置	
8	多層膜フィルタ	
2 1	窒化ケイ素層	
2 2	空気層	
2 4 g、2 4 r、2 4 b	多層膜	
2 0 g、2 0 r、2 0 b、8 0 3	スペーサ層	
3 0 1、3 0 2、3 0 3	グラフ	20
4 1	犠牲層	
4 2	レジスト	
6 1	エッチングマスク	
1 0 0	絞り機構	
1 0 1	光学レンズ	
1 0 2	I R ( Infrared Rays ) カットフィルタ	
1 0 3	固体撮像装置	
1 0 4	アナログ信号処理回路	
1 0 5	A / D ( Analogue to Digital ) 変換器	
1 0 6	デジタル信号処理回路	30
1 0 7	メモリカード	
1 0 8	ドライブ回路	
8 0 1	N 型半導体層	
8 0 2	P 型半導体層	
8 0 3	フォトダイオード	
8 0 4	分離領域	
8 0 5	絶縁層	
8 0 6	遮光膜	
8 0 7	カラーフィルタ	
8 0 8	マイクロレンズ	40
9 0 1	高屈折率層	
9 0 2	低屈折率層	
9 0 3	スペーサ層	

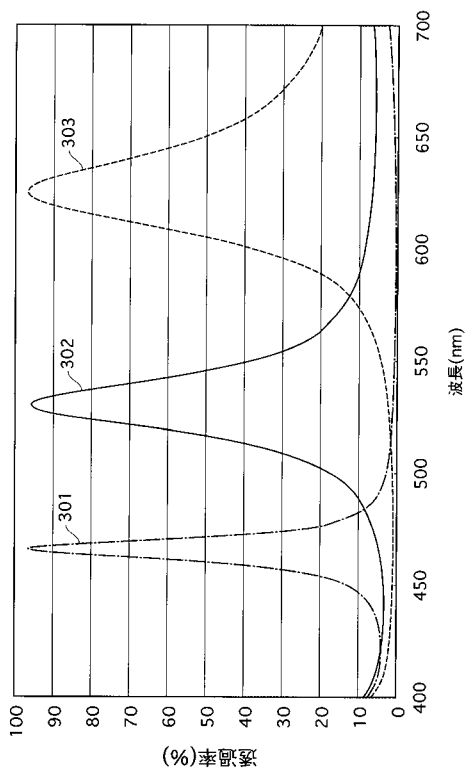
【 図 1 】



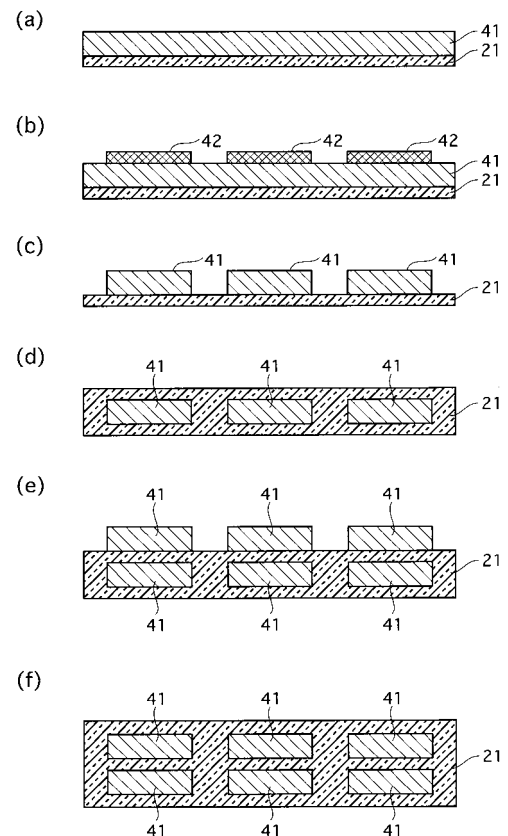
【 図 2 】



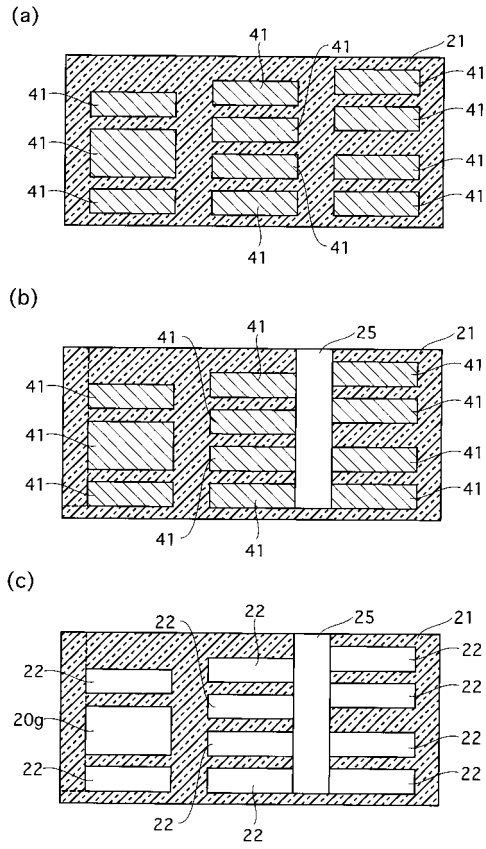
【 図 3 】



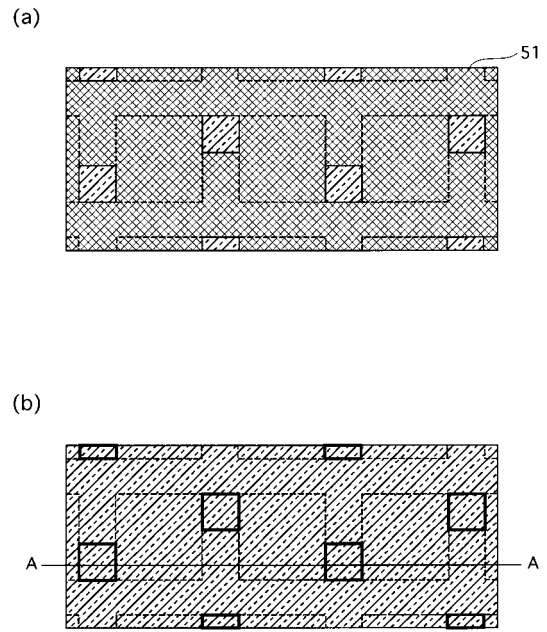
【 図 4 】



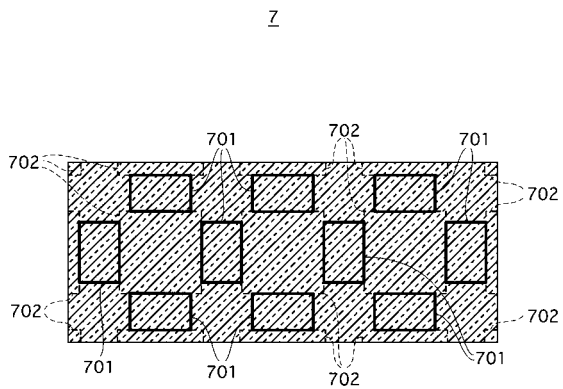
【 図 5 】



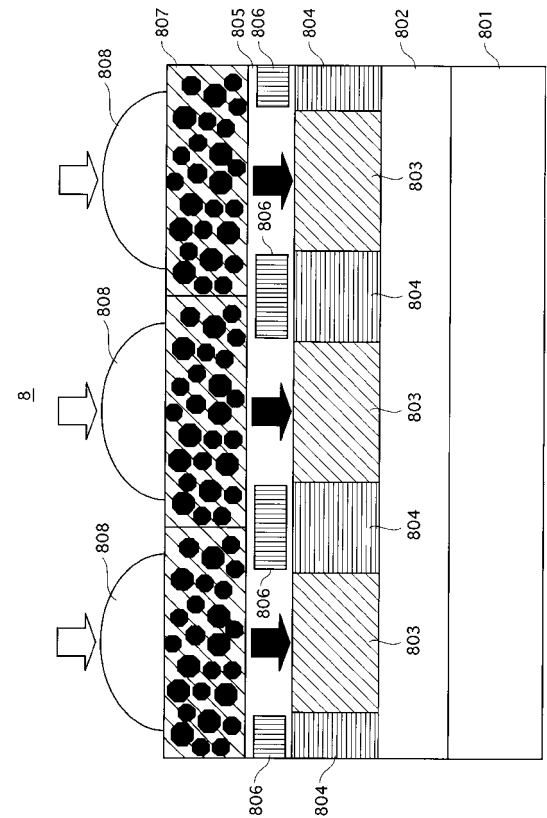
【 図 6 】



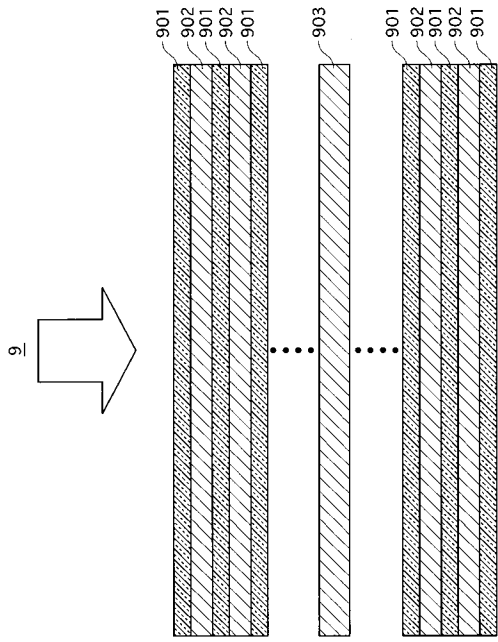
【 図 7 】



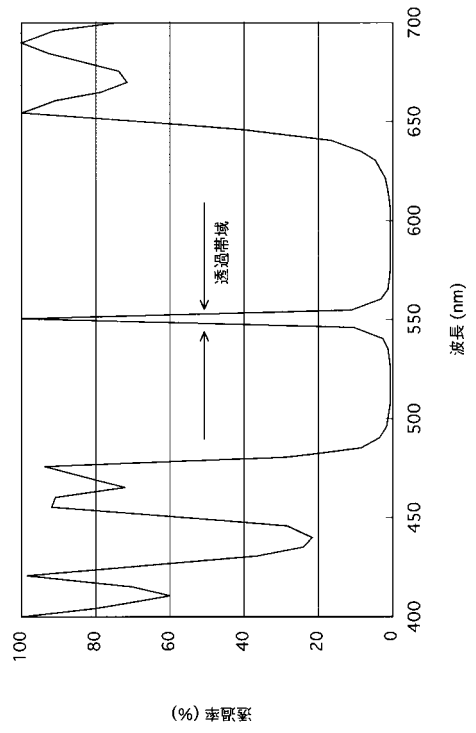
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H083 AA02 AA20 AA26  
4M118 AA01 AA10 AB01 BA10 FA06 GC08 GC11 GC14 GC17  
5C024 AX01 CY47 DX01 EX52  
5C065 AA01 BB48 CC01 DD01 EE10 EE20