(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4978106号
(P4978106)

(45)発行日　平成24年7月18日(2012.7.18)　(24)登録日　平成24年4月27日(2012.4.27)

(51)Int.Cl.		F I		
H04N 5/335	(2011.01)	H04N	5/335	
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D
G02B 5/18	(2006.01)	G02B	5/18	
G02B 5/30	(2006.01)	G02B	5/30	
H01L 23/02	(2006.01)	H01L	23/02	J

請求項の数 11　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2006-217825(P2006-217825)
(22)出願日　平成18年8月10日(2006.8.10)
(65)公開番号　特開2008-42797(P2008-42797A)
(43)公開日　平成20年2月21日(2008.2.21)
審査請求日　平成21年7月24日(2009.7.24)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100085660
弁理士　鈴木　均
(72)発明者　木村　融一郎
東京都日野市日野４２１－８　エプソントヨコム株式会社内
(72)発明者　磯村　智樹
東京都日野市日野４２１－８　エプソントヨコム株式会社内
(72)発明者　大戸　正之
東京都日野市日野４２１－８　エプソントヨコム株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像素子カバー及び撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
撮像素子が収納されているパッケージを封止する撮像素子カバーであって、
前記撮像素子カバーは、Ｚカット水晶板と当該Ｚカット水晶板の光の透過面上に設けられている光学ローパスフィルタとを含むことを特徴とする撮像素子カバー。
【請求項２】
請求項１において、
前記光学ローパスフィルタは、複屈折板であることを特徴とする撮像素子カバー。
【請求項３】
請求項１において、
前記光学ローパスフィルタは、水平方向分離複屈折板と垂直方向分離複屈折板とを備え、
前記水平方向分離複屈折板と前記垂直方向分離複屈折板との間に、１／４波長板が配置されていることを特徴とする撮像素子カバー。
【請求項４】
請求項１において、
前記光学ローパスフィルタは、前記Ｚカット水晶板の光の透過面上に第１の屈折率材料と第２の屈折率材料とが周期的に交互に配置されている第１の回折格子であることを特徴とする撮像素子カバー。
【請求項５】

請求項４において、
前記第１の屈折率材料の幅Ｗと前記第１の回折格子の周期Ｐとの比Ｗ／Ｐが０．５であり、
前記第１の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の表面からの高さをd_Lとし、
前記第２の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の表面からの高さをd_Hとし、
波長λ_1の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L1}とし、
前記波長λ_1の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H1}とし、
波長λ_2の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L2}とし、
前記波長λ_2の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H2}とし、
前記波長λ_1の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_1とし、
前記波長λ_2の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_2としたとき、
下記式（３）～（５）を満足することを特徴とする撮像素子カバー。

$$\Gamma_1 = \{(n_{H1} - n_{L1}) \times d_H + (1 - n_{L1}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_1 \cdots (3)$$

$$\Gamma_2 = \{(n_{H2} - n_{L2}) \times d_H + (1 - n_{L2}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_2 \cdots (4)$$

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 \cdots (5)$$

【請求項６】
下記式（６）を満足することを特徴とする請求項５に記載の撮像素子カバー。

$$d_L = 2.87 \times d_H \cdots (6)$$

【請求項７】
前記第１の屈折率材料を二酸化ケイ素とし、
前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとしたことを特徴とする請求項５又は６に記載の撮像素子カバー。
【請求項８】
前記第１の屈折率材料を紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂とし、
前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとしたことを特徴とする請求項５又は６に記載の撮像素子カバー。
【請求項９】
前記第１の回折格子の主面上に、順に１／４波長板と第２の回折格子が配置され、
前記第２の回折格子は、前記第１の回折格子と同一の形状であり、
前記第２の回折格子の形成方向と、前記第１の回折格子の形成方向とは直交関係にあることを特徴とする請求項４乃至８の何れかに記載の撮像素子カバー。
【請求項１０】
前記第１の回折格子の主面上に、順に１／４波長板と複屈折板が配置され、
前記第１の回折格子の回折方向と、前記複屈折板の複屈折方向とは直交関係にあることを特徴とする請求項４乃至８の何れかに記載の撮像素子カバー。
【請求項１１】
撮像素子と、
前記撮像素子が収納されているパッケージと、
前記パッケージを封止している請求項１乃至１０の何れかに記載の撮像素子カバーと、
を備えていることを特徴とする撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等に用いられる固体撮像素子カバーおよび撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等には撮像装置が用いられている。これ

ら携帯デジタル機器では、小型化、低価格化が進んでいる。それに伴い、撮像装置の小型化、低背化、低価格化も求められている。

撮像装置は複数の構成部品からなり、固体撮像素子、固体撮像素子を外部環境から保護するためのパッケージ、パッケージを封止する固体撮像素子カバー等を備えている（特許文献１参照）。

また、固体撮像素子の素子密度の向上により、撮影像に含まれる空間的な高周波成分を抑制する光学ローパスフィルタが必要となってきている。

光学ローパスフィルタとしての回折格子を撮像装置に取り込んで、デジタル機器全体として部品数を減らした構成が知られている（特許文献２および特許文献３参照）。

【０００３】

【特許文献１】特開平９－６９６１８号公報（第４頁、図３）

【特許文献２】特許第２９６８３５７号公報（第３および４頁、図６）

【特許文献３】特開平５－２７３５０１号公報（第２頁、図２）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

パッケージを封止する固体撮像素子カバーにはガラスが用いられる。ガラスは、ホウケイ酸ガラス、ソーダガラス等が使用されている。近年、これらのガラスに含まれる微量の重金属からα線が発生し、固体撮像素子にダメージを及ぼすという問題が発生している。

本発明の目的は、小型化、低背化および低価格化に対応しつつ、α線による固体撮像素子へのダメージを防止した光学ローパスフィルタを備えた固体撮像素子カバーおよび撮像装置を得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の撮像素子カバーは、撮像素子が収納されているパッケージを封止する撮像素子カバーであって、前記撮像素子カバーは、Ｚカット水晶板と当該Ｚカット水晶板の光の透過面上に設けられている光学ローパスフィルタとを含むことを特徴とする。

【０００６】

この発明によれば、パッケージを封止する撮像素子カバーとして、重金属等の不純物の少ない単結晶からなるＺカット水晶板を備えているので、α線の発生が少なく撮像素子へのダメージを防止した撮像素子カバーが得られる。

【０００７】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、複屈折板であることが好ましい。

この発明では、上述の効果に加え、複屈折板で二点分離の光学ローパスフィルタを構成しているので、部品数が少なく、構造が単純で製造が容易になる。したがって、撮像素子カバーの小型化、低背化、および低価格化が可能になる。

【０００８】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、水平方向分離複屈折板と垂直方向分離複屈折板とを備え、前記水平方向分離複屈折板と前記垂直方向分離複屈折板との間に、１／４波長板が配置されているのが好ましい。

この発明では、上述の効果に加え、２つの複屈折板と１／４波長板で４点分離の光学ローパスフィルタが構成されているので、より空間的な高周波成分が抑制された撮像素子カバーが得られる。

【０００９】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、前記Ｚカット水晶板の光の透過面上に第１の屈折率材料と第２の屈折率材料とが周期的に交互に配置されている第１の回折格子であることが望ましい。

また、本発明では、前記光学ローパスフィルタは、前記第１の屈折率材料の幅Ｗと前記第１の回折格子の周期Ｐとの比Ｗ／Ｐが０．５であり、前記第１の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の表面からの高さをd_Lとし、前記第２の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の

表面からの高さをd_Hとし、波長λ_1の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L1}とし、前記波長λ_1の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H1}とし、波長λ_2の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L2}とし、前記波長λ_2の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H2}とし、前記波長λ_1の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_1とし、前記波長λ_2の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_2としたとき、下記式（３）～（５）を満足することが望ましい。

$$\Gamma_1 = \{(n_{H1} - n_{L1}) \times d_H + (1 - n_{L1}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_1 \cdots (3)$$

$$\Gamma_2 = \{(n_{H2} - n_{L2}) \times d_H + (1 - n_{L2}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_2 \cdots (4)$$

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 \cdots (5)$$

この発明では、可視光領域の各波長に対して回折効率が略一定に保たれる。したがって、回折格子は、各波長において入射光強度に対し一定の回折光強度を取り出せる光学ローパスフィルタとして機能し、可視光領域で被写体の色調を忠実に再現できる固体撮像素子カバーが得られる。

【００１０】

本発明は、下記式（６）を満足する撮像素子カバーを特徴とする。

$$d_L = 2.87 \times d_H \cdots (6)$$

この発明では、可視光領域における０次回折効率を略同じすることができる。また、１次回折光の回折効率も略同じに設定することができる。

【００１１】

本発明では、前記第１の屈折率材料を二酸化ケイ素とし、前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとするのが好ましい。

この発明では、回折格子を形成する材料として耐久性に優れた誘電体を用いているので、信頼性の高い撮像素子カバーが得られる。

【００１２】

本発明では、前記第１の屈折率材料を紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂とし、前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとするのが好ましい。

この発明では、回折格子を形成する材料が樹脂を含んでいるため、撮像素子カバーの低価格化に対応できる。

【００１３】

本発明では、前記第１の回折格子の主面上に、順に１／４波長板と第２の回折格子が配置され、前記第２の回折格子は、前記第１の回折格子と同一の形状であり、前記第２の回折格子の形成方向と、前記第１の回折格子の形成方向とは直交関係にあるのが好ましい。

この発明では、２つの回折格子の回折方向を直交させて用いているので、４点分離の光学ローパスフィルタが構成され、より高性能の光学ローパスフィルタを備えた撮像素子カバーが得られる。

【００１４】

本発明では、前記第１の回折格子の主面上に、順に１／４波長板と複屈折板が配置され、前記第１の回折格子の回折方向と、前記複屈折板の複屈折方向とは直交関係にあるのが好ましい。

この発明では、複屈折方向と回折方向が略直交した４点分離の光学ローパスフィルタが構成され、より高性能の光学ローパスフィルタを備えた撮像素子カバーが得られる。

【００１５】

本発明の撮像装置は、撮像素子と、前記撮像素子が収納されているパッケージと、前記パッケージを封止している請求項１乃至１０の何れかに記載の撮像素子カバーと、を備えていることを特徴とする。

【００１６】

この発明によれば、パッケージを封止する撮像素子カバーとして、重金属等の不純物の少ない単結晶からなるＺカット水晶板を備えているので、α線の発生が少なく撮像素子へ

のダメージを防止した撮像装置が得られる。

【００１７】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、複屈折板であるのが好ましい。

この発明では、上述の効果に加え、複屈折板で二点分離の光学ローパスフィルタを構成しているので、部品数が少なく、構造が単純で製造が容易になる。したがって、撮像装置の小型化、低背化、および低価格化が可能になる。

【００１８】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、水平方向分離複屈折板と垂直方向分離複屈折板とを備え、前記水平方向分離複屈折板と前記垂直方向分離複屈折板との間に、１／４波長板が配置されているのが好ましい。

この発明では、上述の効果に加え、２つの複屈折板と１／４波長板で４点分離の光学ローパスフィルタが構成されているので、より空間的な高周波成分が抑制された撮像装置が得られる。

【００１９】

本発明では、前記光学ローパスフィルタは、前記Ｚカット水晶板の光の透過面上に第１の屈折率材料と第２の屈折率材料とが周期的に交互に配置されている第１の回折格子である。

また、本発明では、前記第１の屈折率材料の幅Ｗと前記第１の回折格子の周期Ｐとの比Ｗ／Ｐが０．５であり、

前記第１の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の表面からの高さをd_Lとし、

前記第２の屈折率材料の前記Ｚカット水晶板の表面からの高さをd_Hとし、

波長λ_1の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L1}とし、

前記波長λ_1の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H1}とし、

波長λ_2の光に対する前記第１の屈折率材料の屈折率をn_{L2}とし、

前記波長λ_2の光に対する前記第２の屈折率材料の屈折率をn_{H2}とし、

前記波長λ_1の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_1とし、

前記波長λ_2の光に対する前記第１の回折格子の位相変調量Γ_2としたとき、

下記式（３）～（５）を満足することが望ましい。

$$\Gamma_1 = \{(n_{H1} - n_{L1}) \times d_H + (1 - n_{L1}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_1 \cdots (3)$$

$$\Gamma_2 = \{(n_{H2} - n_{L2}) \times d_H + (1 - n_{L2}) \times (d_L - d_H)\} / \lambda_2 \cdots (4)$$

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 \cdots (5)$$

この発明では、可視光領域の各波長に対して回折効率が略一定に保たれる。したがって、回折格子は、各波長において入射光強度に対し一定の回折光強度を取り出せる光学ローパスフィルタとして機能し、可視光領域で被写体の色調を忠実に再現できる撮像素子カバーが得られる。

【００２０】

本発明は、下記式（６）を満足する撮像素子カバーを特徴とする。

$$d_L = 2.87 \times d_H \cdots (6)$$

この発明では、可視光領域における０次回折効率を略同じすることができる。また、１次回折光の回折効率も略同じに設定することができる。

【００２１】

本発明では、前記第１の屈折率材料を二酸化ケイ素とし、前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとするのが好ましい。

この発明では、回折格子を形成する材料として耐久性に優れた誘電体を用いているので、信頼性の高い撮像装置が得られる。

【００２２】

本発明では、前記第１の屈折率材料を紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂とし、前記第２の屈折率材料を二酸化チタンまたは五酸化タンタルとするのが好ましい。

この発明では、回折格子を形成する材料が樹脂を含んでいるため、撮像装置の低価格化に対応できる。

【００２３】

本発明では、前記回折格子の主面上に、順に１／４波長板と第２の回折格子が配置され、前記第２の回折格子は、前記第１の回折格子と同一の形状であり、前記第２の回折格子の形成方向と、前記第１の回折格子の形成方向とは直交関係にあるのが好ましい。

この発明では、２つの回折格子の回折方向を直交させて用いているので、４点分離の光学ローパスフィルタが構成され、より高性能の光学ローパスフィルタを備えた撮像装置が得られる。

【００２４】

本発明では、前記第１の回折格子の主面上に、順に１／４波長板と複屈折板が配置され、前記第１の回折格子の回折方向と、前記複屈折板の複屈折方向とは直交関係にあるのが好ましい。

この発明では、複屈折方向と回折方向が略直交した４点分離の光学ローパスフィルタが構成され、より高性能の光学ローパスフィルタを備えた撮像装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

（第１実施形態）

図１（ａ）は、本実施形態の固体撮像素子カバー４０および撮像装置１０の概略斜視図、同図（ｂ）は、（ａ）における正断面図を示している。

図１において、撮像装置１０は、固体撮像素子１とパッケージ２とパッケージ２を封止する固体撮像素子カバー４０を備えている。また、固体撮像素子カバー４０は、Ｚカット水晶板３と複屈折板５０を備えている。

尚、周知の通りＺカット水晶板３は、水晶板の主面の法線が水晶の光学軸であるＺ軸に対して０°となるようにカットされた水晶板である。また、Ｚカット水晶板３の屈折率（ｎｓ）は、１．５３であり、複屈折（常光屈折率と異常光屈折率とによる）は生じない。

固体撮像素子１は、升形状のパッケージ２の底部に収納されている。パッケージ２の開口部は、固体撮像素子カバー４０が接着剤４によって開口部に固定されることによって塞がれ、固体撮像素子１が封止されている。

Ｚカット水晶板３の光の入射面３０には、二点分離機能を備えた光学ローパスフィルタ２００としての複屈折板５０が設けられている。

【００２６】

固体撮像素子１には、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）、ＣＰＤ（Charge Priming Device）等を用いることができる。

パッケージ２には、セラミック、熱硬化性のエポキシ樹脂，熱可塑性のポリスルフォン系であるポリフェニレンサルファイド樹脂等を成形したものを用いることができる。

【００２７】

接着剤４には、エポキシ系、酢酸ビニル系、アクリル系、スチレン系、セルロース系、ポリアミド系、フェノール系等からなる樹脂を用いることができる。

また、複屈折板５０の表面には、表面での反射を防ぐために反射防止層を設けることができる。反射防止層は、可視光領域に渡って反射を抑える多層反射防止層を用いるのがよい。

【００２８】

このような本実施形態によれば以下の効果がある。

（１）パッケージ２を封止する固体撮像素子カバー４０として、重金属等の不純物の少ない単結晶からなるＺカット水晶板３を備えているので、α線の発生が少なく固体撮像素子１へのダメージを防止した固体撮像素子カバー４０および撮像装置１０を得ることができる。

【００２９】
（２）複屈折板５０で二点分離の光学ローパスフィルタ２００を構成しているので、部品数が少なく、構造が単純で製造を容易にできる。したがって、固体撮像素子カバー４０および撮像装置１０の小型化、低背化、および低価格化を可能にできる。
【００３０】
第２実施形態～第６実施形態は、第１実施形態とは光学ローパスフィルタの構成が異なる。
（第２実施形態）
図２（ａ）は、本実施形態の固体撮像素子カバー４１および撮像装置１００の概略斜視図、同図（ｂ）は、（ａ）における正断面図を示している。
固体撮像素子カバー４１は、Ｚカット水晶板３と光学ローパスフィルタ２１０を備えている。そして、本実施形態では、光学ローパスフィルタ２１０は、水平方向分離複屈折板５３と垂直方向分離複屈折板９０と１／４波長板８とを備えている。
水平方向分離複屈折板５３と垂直方向分離複屈折板９０との間に、１／４波長板８が配置されている。
【００３１】
本実施形態によれば、以下の効果がある。
（３）水平方向分離複屈折板５３と垂直方向分離複屈折板９０との２つの複屈折板と１／４波長板８で４点分離の光学ローパスフィルタ２１０が構成されているので、より空間的な高周波成分が抑制された固体撮像素子カバー４１および撮像装置１００が得られる。
【００３２】
（第３実施形態）
図３（ａ）は、本実施形態の固体撮像素子カバー４２および撮像装置２０の概略斜視図、同図（ｂ）は、（ａ）における正断面図を示している。
固体撮像素子カバー４２は、Ｚカット水晶板３と光学ローパスフィルタ２２０を備えている。本実施形態では、光学ローパスフィルタ２２０として、Ｚカット水晶板３の入射光の入射面３０には、回折格子５が形成されている。回折格子５は、断面形状が周期的な凹凸からなっている。図３では、凹凸の断面形状は矩形状であるが、台形状等であってもよい。
回折格子５は、Ｚカット水晶板３をエッチングして凹部を形成して凹凸としてもよいし、凸部となる部分に、二酸化ケイ素等の誘電体層を蒸着やスパッタ等の成膜手段によって設けて形成してもよい。また、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂を用いて凹凸を形成してもよい。
【００３３】
回折格子５は、二点分離の光学ローパスフィルタ２２０として働く。回折格子５の好ましい格子の高さは、０．１～１μｍであり、凸部の幅および周期は、固体撮像素子１の画素周期に応じて設定することができる。
図４に、本実施形態の回折格子５の１次回折光の回折効率I_1を実線で示した。横軸は、波長λで縦軸は回折効率Ｉを表している。
１次回折光の回折効率I_1は、可視光領域で６００ｎｍにピークを持つ山型の波長依存性を示す。
【００３４】
回折格子５の表面および入射面３０には、表面での反射を防ぐために反射防止層を設けることができる。反射防止層は、可視光領域に渡って反射を抑える多層反射防止層を用いるのがよい。
【００３５】
このような本実施形態によれば以下の効果がある。
（４）Ｚカット水晶板３に回折格子５が一体で形成され１つの部品を構成しており、固体撮像素子カバー４２および撮像装置２０全体として部品数を少なくできる。したがって、固体撮像素子カバー４２および撮像装置２０の小型化、低背化、および低価格化を可能

にできる。

【００３６】

（第４実施形態）

図５（ａ）は、本実施形態の固体撮像素子カバー４３および撮像装置６０の正断面図、同図（ｂ）は、（ａ）における拡大正断面図を示している。

固体撮像素子カバー４３は、Ｚカット水晶板３と光学ローパスフィルタ２３０を備えている。本実施形態は、第３実施形態と回折格子の構成が異なる。

図５（ａ）において、第３実施形態と異なる点は、Ｚカット水晶板３の入射面３０に設けられる光学ローパスフィルタ２３０が、断面形状が周期的な凹凸からなる回折格子であって、この回折格子は、凸部６が低屈折率材料、凹部７が高屈折率材料で構成されていることである。

【００３７】

以下に、図５（ｂ）を参照して、凸部６の厚みおよび凹部７の厚みの関係を説明する。これらの厚みは、可視光領域における回折効率Ｉが略一定となるようにそれぞれ設定されている。

【００３８】

凸部６の幅Ｗと周期Ｐとの比Ｗ／Ｐは、０．５に設定してある。

凸部６の厚みをd_L、屈折率をn_L、凹部７の厚みをd_H、屈折率をn_Hとする。

ここで、回折効率のｍ次回折光の回折効率をI_mとすると、回折効率I_mは、Ｐ、Ｗ、Γによって式（１）のような関数によって示すことができる。

$$I_m = f(P, W, \Gamma) \cdots (1)$$

Γは位相変調量である。

位相変調量Γは、波長により変化するため、異なる波長で回折効率I_mを同じ値にするためには、波長が変化しても位相変調量Γが変化しないように補償すればよい。

【００３９】

位相変調量Γは、式（２）のように示すことができる。

$$\Gamma = \{(n_H - n_L)\, d_H + (1 - n_L)(d_L - d_H)\} / \lambda \cdots (2)$$

ここで、波長λ_1での凸部６の屈折率をn_{L1}、凹部７の屈折率をn_{H1}とし、波長λ_2での凸部６の屈折率をn_{L2}、凹部７の屈折率をn_{H2}とすると、波長λ_1における位相変調量Γ_1、および波長λ_2における位相変調量Γ_2は、式（３）、（４）のように示すことができる。

$$\Gamma_1 = \{(n_{H1} - n_{L1})\, d_H + (1 - n_{L1})(d_L - d_H)\} / \lambda_1 \cdots (3)$$

$$\Gamma_2 = \{(n_{H2} - n_{L2})\, d_H + (1 - n_{L2})(d_L - d_H)\} / \lambda_2 \cdots (4)$$

波長λ_1および波長λ_2における回折効率I_mを同じにするには、$\Gamma_1 = \Gamma_2$であれば良いから、式（５）を満足するように各条件を設定すればよい。

$$\{(n_{H1} - n_{L1})\, d_H + (1 - n_{L1})(d_L - d_H)\} / \lambda_1 = \{(n_{H2} - n_{L2})\, d_H + (1 - n_{L2})(d_L - d_H)\} / \lambda_2 \cdots (5)$$

【００４０】

次に、可視光領域を想定して、d_Lおよびd_Hの関係を求める。

凸部６を二酸化ケイ素、凹部７を五酸化タンタル、波長λ_1を４００ｎｍ、波長λ_2を７００ｎｍとする。各波長λ_1およびλ_2における二酸化ケイ素、五酸化タンタルの屈折率は次のようになる。波長λ_1＝４００ｎｍのとき、二酸化ケイ素の屈折率は１．４９５、五酸化タンタルの屈折率は２．３１２であり、波長λ_2＝８００ｎｍのとき、二酸化ケイ素の屈折率は１．４６７、五酸化タンタルの屈折率は２．１５８となる。

これらの値を式（５）に代入して式（６）の結果が得られる。

$$d_L = 2.87\, d_H \cdots (6)$$

【００４１】

したがって、式（６）を満たすように凸部６の厚みd_Lと、凹部７の厚みd_Hを設定すれば、可視光領域における０次回折光の回折効率I_0を略同じに設定することができる。また１次回折光の回折効率I_1も略同じに設定することができる。

ここで、２点に分離する場合を考えると、０次回折光が略０の回折効率I_0であって、１次回折光の回折効率I_1が最大となるように設定すればよいから、略$\Gamma 1 = \Gamma 2 = 0.5$であればよい。さらに$d_H$および$d_L$は、式（３）に式（６）を代入することで求められ、$d_H$＝１８７２ｎｍ、$d_L$＝５３７４ｎｍが得られる。ここで得られた値は波長$\lambda_1$＝４００ｎｍにおける最適値である。そこで、可視光域内で最も良い効率が得られるように、式（２）を用いてd_Hおよびd_Lを微調整し、使用する波長範囲内で最適化した。この結果d_H＝１７００ｎｍ、d_L＝４８７８ｎｍが得られた。

【００４２】

図６に、波長と回折効率I_0、I_1との関係をシミュレーションした結果を示した。

最適化前として、波長λ_1＝４００ｎｍにおける最適値である凸部６の厚みd_L＝５３７４ｎｍ、凹部７の厚みd_H＝１８７２ｎｍに設定したときの結果を細線で示した。

最適化後として、使用する波長範囲内でさらに最適化した凸部６の厚みd_L＝４８７８ｎｍ、凹部７の厚みd_H＝１７００ｎｍに設定したときの結果を太線で示した。

この図６に示すシミュレーション結果から、凸部６の厚みd_Lと凹部７の厚みd_Hとを最適化することにより、可視光領域における回折効率I_1を略同じに設定でき、かつ０次光の回折効率I_0のピークが無くなり、０次光はほとんど回折されないことが確認された。

【００４３】

凸部６に二酸化ケイ素、凹部７に二酸化チタンまたは五酸化タンタルの誘電体を用いた場合には、例えば、以下のように凸部６、凹部７を形成する。

Ｚカット水晶板３に真空蒸着やスパッタ等の成膜手段によって二酸化ケイ素膜を形成後、フォトリソグラフィ法およびエッチング法によって二酸化ケイ素膜をエッチング、パターニングして凸部６を形成し、二酸化ケイ素膜を除去した箇所に二酸化チタンまたは五酸化タンタルを真空蒸着やスパッタによって形成し凹部７を形成する。

【００４４】

凸部６に紫外線硬化樹脂を用いる場合には、例えば、以下のように回折格子を形成する。

Ｚカット水晶板３に、二酸化チタンまたは五酸化タンタルを真空蒸着やスパッタによって形成する。次にフォトリソグラフィ法およびエッチング法によって選択的にエッチングを行う。二酸化チタンまたは五酸化タンタルが除去された場所に紫外線硬化樹脂を塗布し、Ｚカット水晶板３を介して、裏側から紫外線を照射して感光させる。二酸化チタンまたは五酸化タンタルの存在する部分は、紫外線の透過率が低下し、紫外線硬化樹脂が感光しない。したがって、剥離液を用いて未硬化の紫外線硬化樹脂の除去ができる。

【００４５】

また、フォトリソグラフィ法、エッチング法以外に、ナノインプリント技術と呼ばれるナノオーダーのパターンを有する金型を利用して格子を形成してもよい。

【００４６】

このような本実施形態によれば第３実施形態の効果に加え、以下のような効果がある。

（５）可視光領域の各波長に対して１次回折光の回折効率I_1を略一定に保つことができ、０次回折光の回折効率I_0を少なくすることができる。したがって、凸部６、凹部７は、各波長において入射光強度に対し一定の回折光強度を取り出せる光学ローパスフィルタ２３０として機能し、可視光領域で被写体の色調を忠実に再現できる固体撮像素子カバー４３および撮像装置６０を得ることができる。

【００４７】

（６）凸部６、凹部７を形成する材料として耐久性に優れた誘電体を用いているので、信頼性の高い固体撮像素子カバー４３および撮像装置６０を得ることができる。

【００４８】

（７）低屈折率材料として樹脂を用いた場合、固体撮像素子カバー４３および撮像装置６０の低価格化に対応できる。

【００４９】

（第５実施形態）

本実施形態は、第４実施形態で得られた光学ローパスフィルタ２３０にさらに別の回折格子を組み合わせて４点分離の光学ローパスフィルタ２４０としたものである。

図７（ａ）には、本実施形態の固体撮像素子カバー４４および撮像装置１１０の概略斜視図が示されている。（ｂ）は正断面図である。

凸部６、凹部７からなる回折格子上には、１／４波長板８が配置され、さらにその上に、回折格子５１が形成されたＺカット水晶板３１が配置されている。

回折格子５１は、Ｚカット水晶板３に形成されている凸部６、凹部７からなる回折格子と同様に凸部が低屈折率材料、凹部が高屈折率材料の２種類の屈折率材料で構成される回折格子からなっていても、前述の第３実施形態の図３のように１種類の屈折率材料で構成される回折格子からなっていてもよい。

また、回折格子５１は、その回折方向が、凸部６、凹部７からなる回折格子の回折方向と略直交するように配置されている。

【００５０】

このような本実施形態によれば以下のような効果がある。

（８）凸部６、凹部７からなる回折格子と回折格子５１との回折方向を直交させて用いているので、４点分離の光学ローパスフィルタ２４０が構成され、より高性能の光学ローパスフィルタ２４０を備えた撮像装置１１０を得ることができる。

【００５１】

（第６実施形態）

本実施形態は、第４実施形態で得られた光学ローパスフィルタ２３０にさらに複屈折板９を組み合わせて４点分離の光学ローパスフィルタ２５０としたものである。

図８（ａ）には、本実施形態の固体撮像素子カバー４５および撮像装置１２０の概略斜視図が示されている。（ｂ）は正断面図である。

凸部６、凹部７からなる回折格子上には、１／４波長板８が配置され、さらにその上に、複屈折板９が配置されている。

複屈折板９は、その複屈折方向と凸部６、凹部７からなる回折格子の回折方向とが略直交するように配置されている。

【００５２】

このような本実施形態によれば以下のような効果がある。

（９）複屈折方向と回折方向が略直交した４点分離の光学ローパスフィルタ２５０が構成され、より高性能の光学ローパスフィルタ２５０を備えた固体撮像素子カバー４５および撮像装置１２０を得ることができる。

【００５３】

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【００５４】

また、本発明を実施するための最良の方法などは、以上の記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、使用する材料、形状その他の詳細な事項において、当業者が様々な変形を加えることができるものである。したがって、上記に開示した材料、形状などを限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの材料、形状などの限定の一部もしくは全部の限定を外した記載は、本発明に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

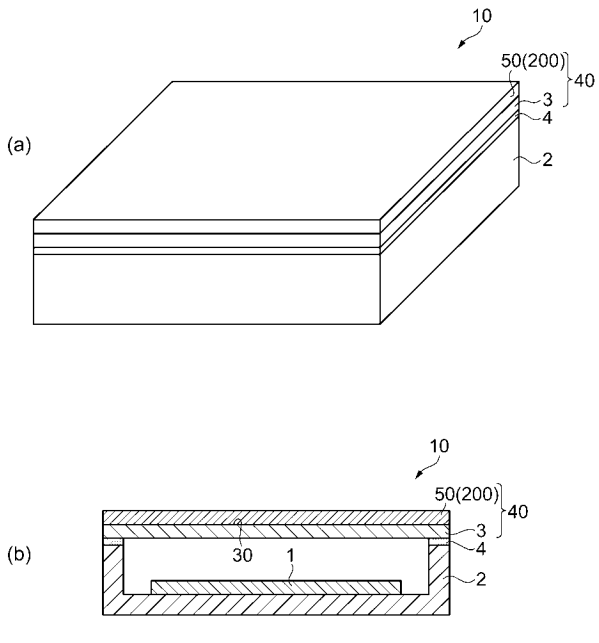
【００５５】

【図１】（ａ）は、本発明の第１実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の概略斜視図、（ｂ）は、正断面図。

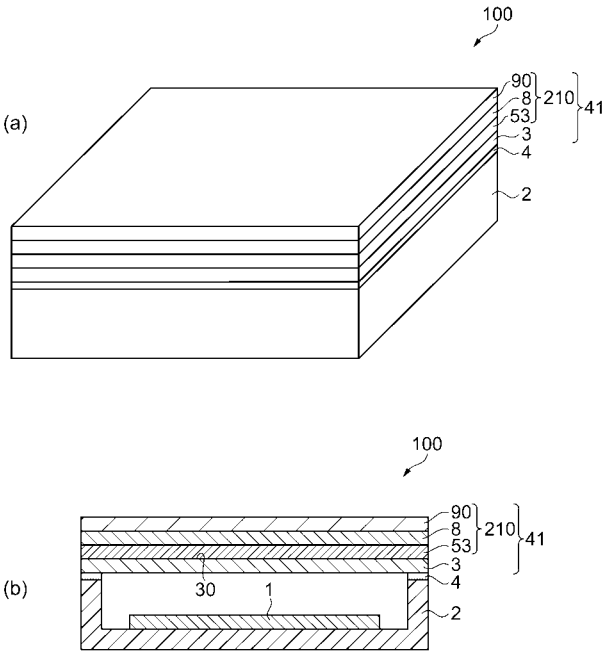
【図２】（ａ）は、本発明の第２実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の概略斜視図、（ｂ）は、正断面図。

【図３】（ａ）は、本発明の第３実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の概略斜視図、（ｂ）は、正断面図。
【図４】第３実施形態の回折効率を示す図。
【図５】（ａ）は、本発明の第４実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の正断面図、（ｂ）は、拡大正断面図。
【図６】波長と回折効率との関係を示した図。
【図７】（ａ）は、本発明の第５実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の概略斜視図、（ｂ）は、正断面図。
【図８】（ａ）は、本発明の第６実施形態にかかる固体撮像素子カバーおよび撮像装置の概略斜視図、（ｂ）は、正断面図。
【符号の説明】
【００５６】
１…固体撮像素子、２…パッケージ、３，３１…Ｚカット水晶板、５，５１…回折格子、６…凸部、７…凹部、８…１／４波長板、９，５０…複屈折板、１０，２０，６０，１００，１１０，１２０…撮像装置、３０…入射面、４０，４１，４２，４３，４４，４５…固体撮像素子カバー、５３…水平方向分離複屈折板、９０…垂直方向分離複屈折板、２００，２１０，２２０，２３０，２４０，２５０…光学ローパスフィルタ。

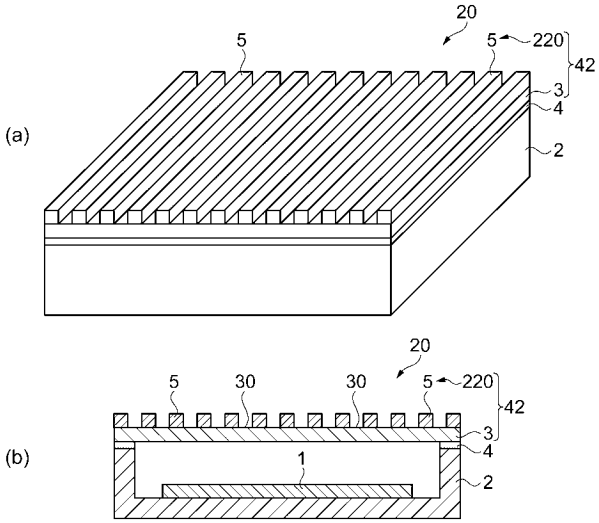
【図１】



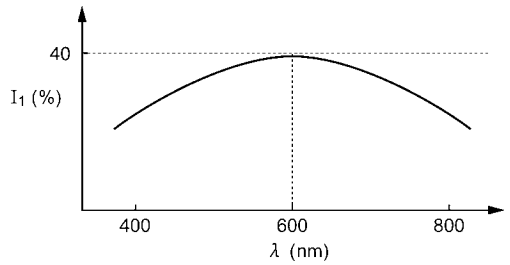
【図２】



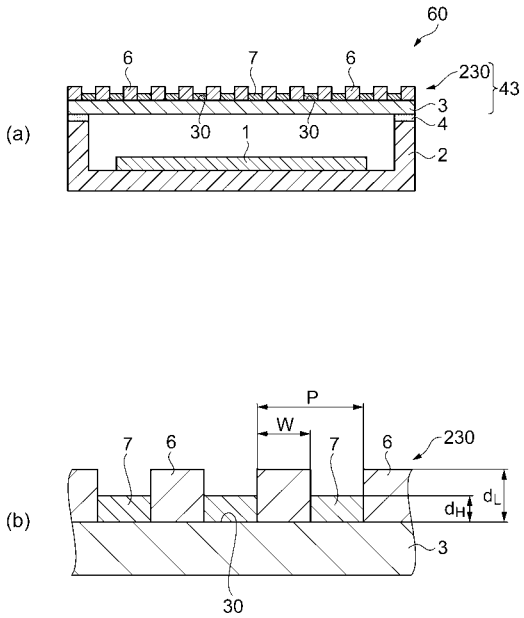
【図３】


(a)
20
5
5
220
42
3
4
2
(b)
20
5
30
30
5
220
42
3
4
1
2

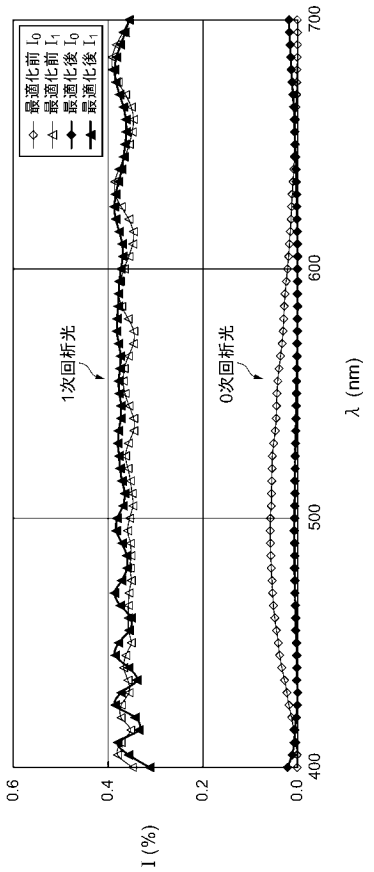
【図４】


40
I_1 (%)
400
600
800
λ (nm)

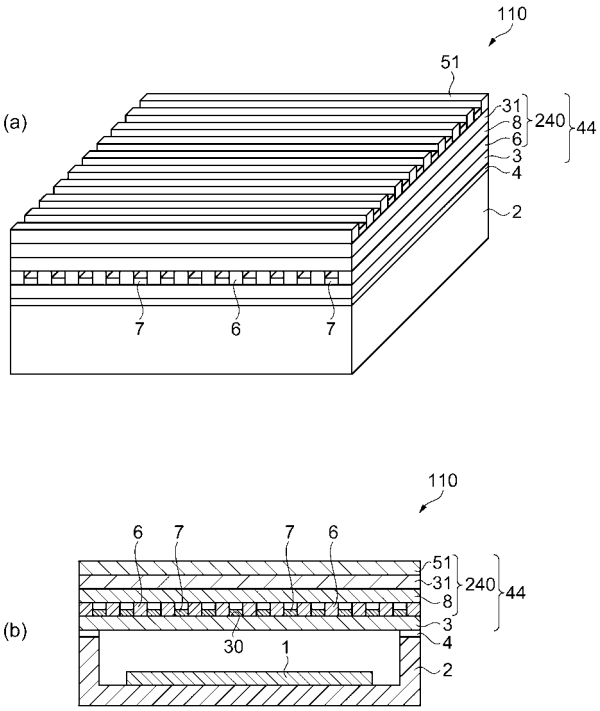
【図５】


(a)
60
6
7
6
230
43
3
4
30
1
30
2
(b)
P
W
7
6
7
6
230
d_H
d_L
3
30

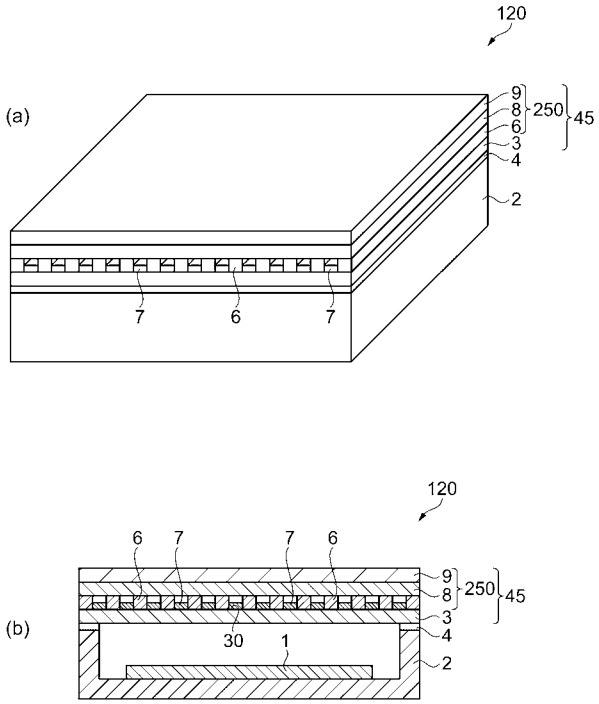
【図６】


最適化前 I_0
最適化前 I_1
最適化後 I_0
最適化後 I_1
1次回析光
0次回析光
700
600
500
400
λ (nm)
0.6
0.4
0.2
0.0
I (%)

【図７】


(a)
110
51
31
8
6
240
44
3
4
2
7
6
7
(b)
110
6
7
7
6
51
31
8
240
44
3
4
30
1
2

【図８】



フロントページの続き

審査官　鈴木　肇

(56)参考文献　特開２００６－０９１６２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１２６３７７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３５３３５２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０１４４１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２４５９１４（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２８６９３４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００４／０９７８１６（ＷＯ，Ａ１）
特開２００６－０７３０４２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１３４４０４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｎ　　５／３０　－　５／３７８
Ｈ０１Ｌ　２１／３３９
Ｈ０１Ｌ　２１／５４
Ｈ０１Ｌ　２３／００　－２３／０４
Ｈ０１Ｌ　２３／０６　－２３／１０
Ｈ０１Ｌ　２３／１６　－２３／２６
Ｈ０１Ｌ　２７／１４　－２７／１４８
Ｈ０１Ｌ　２９／７６２
Ｇ０２Ｂ　　５／１８
Ｇ０２Ｂ　　５／３０　－　５／３２