

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6932656号
(P6932656)

(45) 発行日 令和3年9月8日 (2021. 9. 8)

(24) 登録日 令和3年8月20日 (2021. 8. 20)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 5/30 (2006. 01)	GO 2 B 5/30
GO 2 B 5/26 (2006. 01)	GO 2 B 5/26
GO 2 B 5/28 (2006. 01)	GO 2 B 5/28
GO 2 B 27/28 (2006. 01)	GO 2 B 27/28 Z

請求項の数 20 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2018-9735 (P2018-9735)	(73) 特許権者 502151820
(22) 出願日 平成30年1月24日 (2018. 1. 24)	ヴァイアヴィ・ソリューションズ・インコーポレイテッド
(65) 公開番号 特開2018-132760 (P2018-132760A)	Viavi Solutions Inc.
(43) 公開日 平成30年8月23日 (2018. 8. 23)	.
審査請求日 令和2年11月13日 (2020. 11. 13)	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(31) 優先権主張番号 15/431, 344	002 サンノゼ アメリカ センター
(32) 優先日 平成29年2月13日 (2017. 2. 13)	ドライブ 6001
(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	(74) 代理人 100147485
早期審査対象出願	弁理士 杉村 憲司
	(74) 代理人 230118913
	弁理士 杉村 光嗣
	(74) 代理人 100169823
	弁理士 吉澤 雄郎
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光フィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一組の層を具えた偏光コーティングであって、
前記一組の層は、
層の第 1 部分集合と、
層の第 2 部分集合とを含み、
前記層の第 1 部分集合は、第 1 屈折率を有する水素化シリコン (Si:H) を含み、
前記層の第 2 部分集合は、第 2 屈折率を有する材料を含み、
前記第 2 屈折率は前記第 1 屈折率よりも小さく、
入射光の第 1 偏光が、前記偏光コーティングに関連し、s 平面内にあり、
前記入射光の第 2 偏光が p 平面内にあり、
前記偏光コーティングが、
890 nm ~ 940 nm、または
930 nm ~ 960 nm
のうちの少なくとも一方のスペクトル範囲の、前記入射光の前記第 2 偏光に対して 95 %
以上の透過率を有し、
前記偏光コーティングが、s 平面内の入射光に対して 95 % 以上の反射率を有し、
前記層の第 1 部分集合は、第 1 の厚さを有する第 1 層を含み、
前記層の第 2 部分集合は、第 2 の厚さを有する第 2 層を含み、
前記第 2 の厚さは前記第 1 の厚さと異なる、偏光コーティング。

【請求項 2】

前記第 1 の厚さまたは前記第 2 の厚さの少なくとも一方が 3 nm ~ 3 0 0 nm であり、
前記材料が、
二酸化シリコン (SiO_2) 材料、
酸化アルミニウム (Al_2O_3) 材料、
二酸化チタニウム (TiO_2) 材料、
五酸化ニオブウム (Nb_2O_5) 材料、
五酸化タンタル (Ta_2O_5) 材料、または
フッ化マグネシウム (MgF_2) 材料、
のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

10

【請求項 3】

前記層の第 1 部分集合は高屈折率層 (H) であり、前記層の第 2 部分集合は低屈折率層 (L) であり、
前記一組の層は、
(H - L)_m の順、
(H - L)_m - H の順、
(L - H)_m の順、または
L - (H - L)_m の順、

のうちの少なくとも 1 つの形に配置され、ここに m は H と L の層が交互する回数であり、
意図した光学特性に基づいて選択される、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

20

【請求項 4】

前記一組の層が、7 0 0 ナノメートル (nm) 未満のスペクトル範囲を有する光の閾値部分を遮光する、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 5】

前記一組の層が、1 7 0 0 ナノメートル (nm) 未満のスペクトル範囲を有する光の閾値部分を通過させる、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 6】

前記第 1 屈折率が、9 0 0 ナノメートル (nm) の波長で 3 よりも大きい、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 7】

前記第 1 屈折率が、8 3 0 ナノメートル (nm) の波長で 3 . 6 である、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

30

【請求項 8】

前記層の第 1 部分集合が、特定のスペクトル範囲で 0 . 0 0 0 6 未満の吸光係数を有する、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 9】

前記第 2 屈折率が、8 0 0 ナノメートル (nm) ~ 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲で 3 未満である、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 10】

前記第 2 屈折率が、8 0 0 ナノメートル (nm) ~ 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲で 2 未満である、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

40

【請求項 11】

前記偏光コーティングが偏光ビームスプリッタである、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 12】

前記偏光コーティングが、7 0 0 ナノメートル (nm) から 1 7 0 0 nm までのスペクトル範囲をカバーする、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 13】

前記偏光コーティングが、第 1 偏光面において 5 0 % よりも大きい反射率を有し、第 2 偏光面において 5 0 % よりも大きい透過率を有し、

50

前記第 1 偏光面は前記第 2 偏光面に直交する、
請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 1 4】

前記偏光コーティングの表面に対する光の公称入射角が 1 5 度 ~ 7 5 度である、請求項 1 に記載の偏光コーティング。

【請求項 1 5】

前記公称入射角に対する入射光の角度範囲が 0 度 ~ 4 5 度である、請求項 1 4 に記載の偏光コーティング。

【請求項 1 6】

基板と、

高屈折率層と低屈折率層とが前記基板上に交互に配置されて入射光を偏光ビーム分割する一組の層とを具えた光学フィルタであって、

8 0 0 ナノメートル (nm) 未満のスペクトル範囲を有する入射光の第 1 偏光が前記光学フィルタによって反射され、

8 0 0 nm よりも大きいスペクトル範囲を有する入射光の第 2 偏光が前記光学フィルタを通過し、

前記入射光の前記第 1 偏光が s 平面内にあり、

前記入射光の前記第 2 偏光が p 平面内にあり、

前記光学フィルタが、

8 9 0 nm ~ 9 4 0 nm、または

9 3 0 nm ~ 9 6 0 nm

のうちの少なくとも一方のスペクトル範囲の、前記入射光の前記第 2 偏光に対して 9 5 % 以上の透過率を有し、

前記光学フィルタが、s 平面内の入射光に対して 9 5 % 以上の反射率を有し、

前記高屈折率層は水素化シリコン (Si:H) であり、

前記低屈折率層は二酸化シリコン (SiO₂) であり、

前記光学フィルタが、複数の前記高屈折率層及び複数の前記低屈折率層を有し、

前記高屈折率層と前記低屈折率層の合計の数量が 1 0 層 ~ 1 0 0 層の範囲内である、光学フィルタ。

【請求項 1 7】

前記光学フィルタが、8 9 0 nm ~ 9 4 0 nm のスペクトル範囲の、前記入射光の前記第 2 偏光に対して 9 9 % 以上の透過率を有し、

前記光学フィルタが、s 平面内の入射光に対して 9 9 % 以上の反射率を有する、請求項 1 6 に記載の光学フィルタ。

【請求項 1 8】

近赤外 (N I R) 光を、ジェスチャー認識のために人物に向けて、車両または前記人物に近接した物体を検出するために物体に向けて、あるいは L I D A R 技術を用いて前記物体に近接した物体を検出するために前記物体に向けて発光する光送信機と、

入力光信号をフィルタ処理して、フィルタ処理された前記入力光信号を供給する偏光フィルタと、

前記フィルタ処理された入力光信号を受光して出力電気信号を供給する受光器とを具えた光学系であって、

前記入力光信号は、前記光送信機からの前記 N I R 光、及び他の光源からの周辺光を含み、

前記偏光フィルタは一組の誘電体薄膜層を含み、

前記一組の誘電体薄膜層は、

第 1 屈折率を有する水素化シリコンの層の第 1 部分集合と、

前記第 1 屈折率未満の第 2 屈折率を有する材料の層の第 2 部分集合とを含み、

入射光の第 1 偏光が、前記偏光フィルタに関連し、s 平面内にあり、

前記入射光の第 2 偏光が p 平面内にあり、

前記偏光フィルタが、
8 9 0 nm ~ 9 4 0 nm、または
9 3 0 nm ~ 9 6 0 nm

のうちの少なくとも一方のスペクトル範囲の、前記入射光の前記第 2 偏光に対して 9 5 % 以上の透過率を有し、

前記偏光フィルタが、s 平面内の入射光に対して 9 5 % 以上の反射率を有し、

前記層の第 1 部分集合は、第 1 の厚さを有する第 1 層を含み、

前記層の第 2 部分集合は、第 2 の厚さを有する第 2 層を含み、

前記第 2 の厚さは前記第 1 の厚さと異なる、光学系。

【請求項 1 9】

前記偏光フィルタが、前記入力光信号を偏光ビーム分割して、前記フィルタ処理された入力光信号を供給する、請求項 1 8 に記載の光学系。

【請求項 2 0】

前記偏光フィルタが、8 9 0 nm ~ 9 4 0 nmのスペクトル範囲の、前記入射光の前記第 2 偏光に対して 9 9 % 以上の透過率を有する、請求項 1 8 に記載の光学系。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

一部の例では、エネルギーにおける特定波長を遮断すること、及び/または特定波長のエネルギーのみを検出器に伝達することが望ましいことがある。例えば、一部の検出器は特定波長のエネルギーに敏感なことがある。一例では、光送信機（光トランスミッタ）が、最終的に受光器によって受光される光を発光することができる。例えば、ジェスチャー認識システムでは、光送信機が近赤外（N I R : near infrared）光をユーザに向けて伝送することができ、この N I R 光はユーザに反射して受光器に向かうことができる。この場合、受光器はこの N I R 光に関する情報を捕捉することができ、この情報を用いてユーザが実行しているジェスチャーを識別することができる。例えば、ある装置がこの情報を用いてユーザの三次元表現を生成することができ、この三次元表現に基づいて、ユーザが実行しているジェスチャーを識別することができる。しかし、N I R 光をユーザに向けて伝送する間、及び/またはユーザから反射して受光器に向かう間に、周辺光が N I R 光を妨害することがある。従って、受光器をバンドパス（帯域通過）フィルタのような光学フィルタに光学的に結合して、周辺光をフィルタで遮光し、N I R 光を通過させて受光器に向けることができる。

【0 0 0 2】

一部の例では、光学フィルタが偏光ビームスプリッタを含むことができる。一般に、偏光ビームスプリッタは、エネルギーを有する入射ビームを、直線偏光した 2 つのサブビーム（「P」及び「S」）に物理的に分離する。一方の「サブビーム」は、「P」の（例えば、電界が入射ビームに平行であるか、入射ビームの入射面内にある）偏光エネルギーを含む。第 2 の「サブビーム」は、「S」の（例えば、電界が入射ビームの入射面に直交する）偏光エネルギーを含む。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 3】

一部の可能な実現によれば、偏光コーティングが一組の層を含む。これら一組の層は、層の第 1 部分集合を含むことができる。この層の第 1 部分集合は、第 1 屈折率を有する水素化シリコン（Si:H）を含むことができる。上記一組の層は、層の第 2 部分集合を含むことができる。この層の第 2 部分集合は、第 2 屈折率を有する材料を含むことができる。この第 2 屈折率は第 1 屈折率よりも小さくすることができる。

【0 0 0 4】

一部の可能な実現によれば、光学フィルタが基板を含むことができる。この光学フィル

10

20

30

40

50

タは、高屈折率層と低屈折率層とが基板上に交互に配置されて入射光を偏光ビーム分割（ビームスプリット）する一組の層を含むことができる。高屈折率層と低屈折率層とが交互する一組の層は、約 800 ナノメートル(nm)未満のスペクトル範囲を有する入射光の第 1 偏光が上記光学フィルタによって反射され、約 800 nm よりも大きいスペクトル範囲を有する入射光の第 2 偏光が上記光学フィルタを通過するように配置することができる。上記高屈折率層は水素化シリコン (Si:H) とすることができる。上記低屈折率層は二酸化シリコン (SiO₂) とすることができる。

【0005】

一部の可能な実現によれば、光学系が、近赤外 (NIR) 光を発光する光送信機を含むことができる。この光学系は、入力光信号をフィルタ処理して、フィルタ処理された入力光信号を供給するための偏光フィルタを含むことができる。この入力光信号は、光送信機からの NIR 光及び他の光源からの周辺光を含み得る。上記偏光フィルタは一組の誘電体薄膜層を含むことができる。この一組の誘電体薄膜層は、第 1 屈折率を有する水素化シリコンの層の第 1 部分集合を含むことができる。この一組の誘電体薄膜層は、第 1 屈折率未満の第 2 屈折率を有する材料の層の第 2 部分集合を含むことができる。上記フィルタ処理された入力光信号は、入力光信号における周辺光に比べて強度が低減された周辺光を含むことができる。受光器は、フィルタ処理された入力光信号を受光して出力電気信号を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】本明細書中に説明する実現例の概略を示す図である。

【図 2】本明細書中に説明する実現例に関係する一組の材料の屈折率を示す表である。

【図 3】本明細書中に説明する実現例を用いることに関係する光学特性の例を示す図である。

【図 4】本明細書中に説明する実現例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下の実現例の詳細な説明は、添付した図面を参照する。異なる図面中の同じ参照番号は、同一または同様の要素を識別することができる。本明細書中に用いる「ほぼ」、「およそ」、及び「約」は、記載された値の ± 5 % 以内の値の範囲を示す。

【0008】

受光器は、光送信機のような光源から出る光を受光することができる。例えば、受光器は、光送信機から出てユーザまたは物体のようなターゲット（対象物）に反射した近赤外 (NIR) 光を受光することができる。この場合、受光器は、この NIR 光、並びに可視スペクトルの光のような周辺光を受光し得る。周辺光は、NIR 光に関する測定の精度を低下させることがある。例えば、ジェスチャー認識システムでは、周辺光が、NIR 光に基づくターゲットの三次元画像の発生を低下させることがある。従って、受光器をバンドパスフィルタのような光学フィルタに光学的に結合して、周辺光を遮光し NIR 光を通過させて受光器に向けることができる。

【0009】

この光学フィルタは、一組の誘電体薄膜層を含むことができる。この一組の誘電体薄膜層は、700 ナノメートル(nm)未満のように特定閾値よりも下及び/または上である帯域外の光の一部分を遮光するように選択して配置することができる。例えば、上記誘電体薄膜層の集合は、周辺光を遮光するように選択することができる。この光学フィルタは、光に対する偏光ビーム分割機能を果たすことができる。例えば、この光学フィルタは、受光器が第 2 偏光を受光することが望まれる際に、第 1 偏光を有する光の第 1 部分を反射し、第 2 偏光を有する光の第 2 部分を通過させることができる。

【0010】

しかし、誘電体薄膜の過度の品質は、比較的厚いコーティングを生じさせ得る。こうした比較的厚いコーティングは、各誘電体薄膜層を順に堆積させることの結果として製造す

10

20

30

40

50

る費用が高価になり得るし、過度な応力条件が生じて貧弱な耐久性を生じさせ得る。さらに、こうした比較的厚いコーティングは、偏光ビーム分割機能にとって不十分な平面性を有することがある。さらに、誘電体薄膜層の一部分にシリコン層を用いると、シリコン層が約 1100nm 未満の光に対する比較的高い吸光係数を有することがあり、このことはシリコン層を、約 1100nm 未満の通過帯域に要求される比較的高い透過率を有する偏光ビームスプリッタにおける高屈折材料としての利用には適さないものとする。

【0011】

本明細書中に説明する実現は、偏光フィルタのような偏光コーティング用の一組の高屈折率層として水素化シリコン (Si:H) を利用することができる。このようにして、光学フィルタ (即ち、偏光コーティング) は周辺光を反射して NIR 光を通過させることができ、そして偏光ビーム分割機能を果たすことができる。水素化シリコンを光学フィルタの一組の高屈折率層用の材料として用いることに基づいて、光学フィルタの厚さ及び光学フィルタのコストが低減され、光学フィルタの耐久性及び光学フィルタの光学特性の集合が、他の種類の光学フィルタ用材料を利用することに比べて改善される。

【0012】

図 1 は、本明細書中に説明する実現例の概略を示す図である。図 1 に示すように、実現例 100 はセンサシステム 110 を含む。センサシステム 110 は光学系の一部とすることができ、センサの測定値に対応する電気出力信号を供給することができる。センサシステム 110 は光学フィルタ構造 120 を含むことができ、光学フィルタ構造 120 は光学フィルタ 130 及び光センサ 140 を含む。例えば、光学フィルタ構造 120 は、帯域通過フィルタ処理機能を果たす偏光ビームスプリッタ光学フィルタ 130 を含むことができる。

【0013】

本明細書中に説明する実現は、従来型の偏光ビームスプリッタ (例えば、P 偏光エネルギーを伝達し S 偏光エネルギーを反射する) 及び / または逆の偏光ビーム分割 (例えば、P 偏光エネルギーを反射し S 偏光エネルギーを伝達する) 用に利用することができることは明らかである。

【0014】

本明細書中に説明する実現は、センサシステム内の光学フィルタの意味で説明していることがあるが、本明細書中に説明する実現は、他の種類のシステムにおいて用いることができること、システムの外部で用いることができること、等は明らかである。

【0015】

図 1 に参照番号 150 でさらに示すように、入力光信号は、偏光コーティングである光学フィルタ構造 120 に向けて指向される。入力光信号は、(これらの光に限定されないが) 光送信機が初期に発光した NIR 光、及びセンサシステム 110 が利用されている環境からの周辺光を含むことができる。例えば、光送信機は NIR 光をジェスチャー認識システムのユーザに向けて指向させることができ、この NIR 光はユーザに反射して光センサ 140 に向かうことができ、光センサ 140 はこの NIR 光の測定を実行することができる。この場合、周辺光は 1 つ以上の周辺光源 (例えば、電球または太陽) から光センサに向けて指向され得る。他の例では、例えば、車両に近接した物体を検出するために、盲目者に近接した物体を検出するために、(例えば、LIDAR (laser intensity direction and ranging: レーザー強度方向検出と測距) 技術を用いて) ある物体に近接した物体を検出するために、等で光送信機が NIR 光を他の種類の物体に向けて指向させることができ、その結果、光センサ 140 は NIR 光及び周辺光を受光することができる。

【0016】

図 1 に参照番号 160 でさらに示すように、上記光信号の第 1 部分は、光学フィルタ 130 及び光学フィルタ構造 120 によって反射されて、第 1 偏光を有する。例えば、光学フィルタ 130 の水素化シリコン層 (例えば、高屈折材料) 及び他種の材料の層 (例えば、二酸化シリコン (SiO₂) のような低屈折材料) は、光の第 1 偏光を第 1 方向へ反射させることができる。(なお、あらゆる層が窒素、ゲルマニウム、アルゴン、及び / または他

10

20

30

40

50

の元素を含むことができる。) 参照番号 170 で示すように、上記光信号の第 2 部分は、光学フィルタ 130 及び光学フィルタ構造 120 を通過して第 2 偏光を有する。例えば、光フィルタ 130 は、光の第 2 偏光を第 2 方向に通過させて光センサ 140 に向けることができる。この場合、本明細書中により詳細に説明するように、光フィルタ 130 は N I R 光を過度に遮光せずに可視光を遮光する。

【0017】

図 1 に参照番号 180 でさらに示すように、通過して光センサ 140 に至る上記光信号の第 2 部分に基づいて、光センサ 140 は、例えばユーザのジェスチャーを認識するに当たり、あるいは物体の存在を検出するに当たり使用されるような出力電気信号をセンサシステム 110 に供給することができる。一部の實現では、光学フィルタ 130 及び光センサ 140 の他の構成を利用することができる。例えば、光学フィルタ 130 は、上記光信号の第 2 部分を当該入力光信号と共線的に（同一直線上に）通過させるのではなく、上記光信号の第 2 部分を他の方向に指向させて、異なる位置にある光センサ 140 に向けることができる。

10

【0018】

従来型の偏光ビームスプリッタでは、入力光信号の第 1 偏光部分 160 を S 偏光として反射させることができ、入力光信号の第 2 偏光部分 170 を P 偏光として透過させることができる。これとは対照的に、逆の偏光ビームスプリッタでは、入力光信号の第 1 偏光部分 160 を P 偏光として反射させることができ、入力光信号の第 2 偏光部分 170 を S 偏光として透過させることができる。一部の實現では、エネルギーが図 1 に示すのとは逆向きに進むことができ、1 本のビームを偏光させる代わりに、光学フィルタ 130 は 2 本のビームを組み合わせることができることも明らかである。

20

【0019】

以上に示すように、図 1 は一例として提供するに過ぎない。他の例が可能であり、図 1 に関して説明したものと異ならせることができる。

【0020】

図 2 は、本明細書中に説明する實現用に用いることができる一組の材料の屈折率の例を示す表である。図 2 に示すように、表 2 は、一組の材料、及びこれら一組の材料に対応する一組の屈折率を識別する。この場合、これら一組の屈折率は、これら一組の材料について、約 900 nm の波長の光に関して測定したものである。他の材料も可能であり、表 20

30

【0021】

図 2 に示すように、水素化シリコン (Si:H) は、それぞれ 2.28 及び 2.12 である五酸化ニオブウム (Nb_2O_5) 及び / または五酸化タンタル (Ta_2O_5) の屈折率に比べて相対的に高い 3.65 の屈折率を有する。一組の層における低屈折率材料に対する高屈折率材料の比率は、光学フィルタ用の偏光ビーム分割を生じさせるために使用する多数の層に該当する。例えば、相対的に高い屈折率を有する水素化シリコンに基づいて、水素化シリコンを高屈折材料として用い、1.47 の屈折率を有する二酸化シリコンを低屈折材料として用いることは、五酸化タンタルまたは五酸化ニオブウムのような他の材料を高屈折率材料として用いることに比べて相対的に高い屈折率の比を生じさせる。この場合、水素化シリコン層と二酸化シリコン層とが交互する層を用いた光学フィルタは、五酸化タンタルまたは五酸化ニオブウムを高屈折材料として用いることに比べて低減された数量で偏光ビーム分割を実行することができ、これにより光学フィルタのコスト及び / またはサイズを低減し、光学フィルタの耐久性及び / または光学フィルタの光学特性の集合を改善することができる。

40

【0022】

以上に示したように、図 2 は一例として提供するに過ぎない。他の例が可能であり、図 2 に関して説明したものと異ならせることができる。

【0023】

図 3 は、本明細書中に説明する實現例を用いることに係る光学特性の例を示す図で

50

ある。

【 0 0 2 4 】

図 3 に線図 3 1 0 及び 3 2 0 で示すように、一組の光学フィルタを N I R 偏光ビーム分割用に用いることができる。線図 3 1 0 は、五酸化ニオブウムを高屈折率材料として用い二酸化シリコンを低屈折率材料として用いた第 1 光学フィルタによる、45 度の入射角 (A O I : angle of incidence) における N I R 偏光ビーム分割の光学特性の例を示す。線図 2 0 は、水素化シリコンを高屈折率材料として用い二酸化シリコンを低屈折率材料として用いた第 2 光学フィルタによる、45 度の A O I における N I R 偏光ビーム分割の光学特性の例を示す。第 2 光学フィルタは 5 . 3 μ m の厚さ及び 4 0 の層を有する。このようにして、水素化シリコンを高屈折率材料として用いた光学フィルタは、他の材料 (例えば、五酸化ニオブウム) を高屈折率材料として用いることに比べて低減された厚さ及び低減された数量の層で N I R 偏光ビーム分割を実行し、これにより光学フィルタのコスト及びサイズを低減して光学フィルタの耐久性を改善する。

10

【 0 0 2 5 】

図 3 にさらに示すように、参照番号 3 3 0 は、s 平面における反射率を、第 1 光学フィルタ及び第 2 光学フィルタについて示す。s 平面は、p 平面の偏光と s 平面の偏光との直交座標系における第 1 偏光を参照することができる。この場合、第 2 光学フィルタは、s 平面の可視光に対して 99 % 以上の反射率を提供し、これにより、第 1 光学フィルタを利用するために必要な追加的な遮光フィルタの必要性を解消する。図 3 にさらに示すように、参照番号 3 4 0 は、s 平面における透過率を、第 1 光学フィルタ及び第 2 光学フィルタについて示す。この場合、第 2 光学フィルタは、約 890 nm ~ 約 940 nm (例えば、N I R 光) の範囲の p 平面の光に対して 99 % 以上の透過率を提供し、約 890 nm ~ 約 960 nm、約 890 nm ~ 約 940 nm、約 940 nm ~ 約 960 nm、等の範囲の範囲の p 平面の光に対して 95 % 以上の透過率を提供する。このようにして、水素化シリコンを用いた光学フィルタは、五酸化ニオブウムのようなより低屈折率の材料を高屈折率材料として用いることに比べて、帯域外の遮光及び帯域内透過率に関して、N I R 偏光ビーム分割向けに改善された光学性能を呈する。

20

【 0 0 2 6 】

図 3 は、特定のスペクトル範囲及び A O I にわたる特定の透過率及び反射率の値に関する例を示しているが、本明細書中に説明する例は、他のスペクトル範囲にわたる他の A O I に対する他の透過率及び反射率の値についても、同様に改善された性能を呈することができる。

30

【 0 0 2 7 】

以上に示したように、図 3 は一例として提供するに過ぎない。他の例が可能であり、図 3 に関して説明するものと異ならせることができる。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、光学フィルタの例 4 0 0 を示す図である。図 4 は、水素化シリコンを高屈折率材料として用いた光学フィルタの積層の例を示す。図 4 にさらに示すように、光学フィルタ 4 0 0 は光学フィルタのコーティング部分 4 1 0 及び基板 4 2 0 を含む。

40

【 0 0 2 9 】

光学フィルタのコーティング部分 4 1 0 は、一組の光学フィルタ層を含む。例えば、光学フィルタのコーティング部分 4 1 0 は、第 1 組の層 4 3 0 - 1 ~ 4 3 0 - N (N 1) 及び第 2 組の層 4 4 0 - 1 ~ 4 4 0 - (N + 1) を含む。層 4 3 0 は、水素化シリコン層のような一組の高屈折率材料の層 (H 層) を含むことができる。層 4 4 0 は、二酸化シリコン層、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 層、フッ化マンガン (MgF_2) 層、等のような一組の低屈折率材料の層 (L 層) を含むことができる。一部の実現では、層 4 3 0 及び 4 4 0 を、(H - L)_m (m 1) の順、(H - L)_m - H の順、(L - H)_m の順、L - (H - L)_m の順、等のような特定の順に積層させることができる。例えば、図示するように、層 4 3 0 及び 4 4 0 を (H - L)_n - H の順に配置することができ、H 層を光学フィルタ 4 0 0 の表面に配置し、H 層を基板 4 2 0 の表面に配置する。

50

【 0 0 3 0 】

一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 4 1 0 が特定数量 m 個の層を有することができる。例えば、図 3 に関して説明するように、水素化シリコン系の光学フィルタは、H 層と L 層とが交互する 4 0 層を含むことができる。他の例では、光学フィルタ 4 0 0 が、1 0 層 ~ 1 0 0 層の範囲のような他の数量の層を有することができる。一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 4 1 0 の各層が特定の厚さを有することができる。例えば、層 4 3 0 及び 4 4 0 の各々が 3 nm ~ 3 0 0 nm の厚さを有することができ、フィルタのコーティング部分 4 1 0 は 1 μ m ~ 1 0 0 μ m の厚さを有することになる。一部の実現では、層 4 3 0 は第 1 の厚さで層 4 4 0 は第 2 の厚さ、層 4 3 0 の第 1 部分集合は第 1 の厚さで層 4 3 0 の第 2 部分集合は第 2 の厚さ、層 4 4 0 の第 1 部分集合は第 1 の厚さで層 4 4 0 の第 2 部分集合は第 2 の厚さ、等のように、層 4 3 0 及び 4 4 0 が複数の厚さを有することができる。この場合、層の厚さ及び / または層の数量は、意図した通過帯域、意図した反射率、等のような意図した光学特性の集合に基づいて選択することができる。例えば、層の厚さ及び / または層の数量は、偏光ビームスプリッタを約 7 0 0 nm ~ 約 1 7 0 0 nm のスペクトル範囲用に、少なくとも 1 0 nm の分離帯域幅を伴って利用することを可能にするように選択することができる。

10

【 0 0 3 1 】

一部の実現では、特定の水素化シリコン系材料を H 層 4 3 0 用に選択することができる。一部の実現では、層 4 3 0 及び / または 4 4 0 が、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって、約 0 . 0 0 1 未満、約 0 . 0 0 0 7 未満、約 0 . 0 0 0 6 未満、約 0 . 0 0 0 5 未満の吸光係数、約 0 . 0 0 0 3 未満の吸光係数、約 0 . 0 0 0 1 未満の吸光係数、等のような特定の吸光係数を有することができる、一部の実現では、層 4 3 0 を、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって約 3、約 3 . 5、約 3 . 6、約 3 . 7、約 3 . 7 5、等よりも大きい屈折率を含むように選択及び / または製造することができる。他の例では、層 4 3 0 を、約 8 3 0 nm の波長で約 3 . 6 の屈折率を含むように選択することができる。一部の実現では、層 4 3 0 及び / または 4 4 0 を、光の第 1 部分（例えば、約 8 0 0 nm 未満、約 7 0 0 nm 未満、等）を遮光し、光の第 2 部分（例えば、約 1 7 0 0 nm 未満、約 1 5 5 0 nm 未満、約 1 1 0 0 nm 未満、等のスペクトル範囲）を通過させるように製造することができる。

20

30

【 0 0 3 2 】

一部の実現では、特定の材料を L 層 4 4 0 用に選択することができる。例えば、層 4 4 0 は、一組の二酸化シリコン (SiO_2) 層、一組の酸化アルミニウム (Al_2O_3) 層、一組の二酸化チタニウム (TiO_2) 層、一組の五酸化ニオブウム (Nb_2O_5) 層、一組の五酸化タンタル (Ta_2O_5) 層、一組のフッ化マグネシウム (MgF_2) 層、等を含むことができる。この場合、層 4 4 0 は、例えば、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって、層 4 3 0 の屈折率よりも低い屈折率を含むように選択することができる。例えば、層 4 4 0 は、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって、3 未満の相対屈折率を有するように選択することができる。

40

【 0 0 3 3 】

他の例では、層 4 4 0 を、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって、2 . 5 未満の相対屈折率を有するように選択することができる。他の例では、層 4 4 0 を、特定のスペクトル範囲（例えば、約 8 0 0 nm ~ 約 1 1 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 0 0 nm ~ 約 1 0 0 0 nm のスペクトル範囲、約 9 5 4 nm の波長、等）にわたって、2 未満の相対屈折率を有するように選択することができる。他の例では、層 4 4 0 を

50

、特定のスペクトル範囲（例えば、約 800 nm～約 1100 nm のスペクトル範囲、約 900 nm～約 1000 nm のスペクトル範囲、約 954 nm の波長、等）にわたって、1.5 未満の相対屈折率を有するように選択することができる。一部の実現では、所望の帯域外遮光スペクトル範囲の幅、A O I の変化に伴う所望の中心波長シフト、等に基づいて、特定材料を層 440 用に選択することができる。

【0034】

一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 410 を、スパッタリング手順を用いて製造することができる。例えば、光学フィルタのコーティング部分 410 を、パルスマグネトロン・ベースのスパッタリング手順を用いて、層 430 と 440 とを交互にガラス基板上にスパッタすることができる。一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 410 が A O I の変化に伴う比較的低い中心波長シフトを有することができる。例えば、光学フィルタのコーティング部分 410 は、0° から 30° までの入射角の変化に伴い、約 20 nm 未満、約 15 nm 未満、約 12 nm 未満、等の大きさの中心波長シフトを生じさせることができる。一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 410 が基板 420 のような基板に取り付けられている。例えば、光学フィルタのコーティング部分 410 をガラス基板に取り付けることができる。一部の実現では、光学フィルタのコーティング部分 410 が、空気媒体またはガラス媒体のような入射媒体を有することができ、この入射媒体は、第 1 偏光面において 50% よりも大きい反射率を有し、第 2 偏光面において 50% よりも大きい透過率を有し、光学フィルタ 400 の表面に対して 15° から 75° までの入射光の公称 A O I を有し、そして公称 A O I に対して 0° ～ 45° の入射光の角度範囲を有する。一部の実現では、光学フィルタ 400 を一組のプリズム間に配置することができる。

【0035】

一部の実現では、アニール加熱手順を利用して光学フィルタのコーティング部分 410 を製造することができる。例えば、層 430 及び 440 を基板上にスパッタリングで堆積させた後に、光学フィルタ 400 をアニール加熱して、光学フィルタ 400 の 1 つ以上の光学特性を改善することができ、例えば光学フィルタ 400 の吸光係数を、アニール加熱手順を実行していない光学フィルタに比べて低減することができる。

【0036】

以上に示したように、図 4 は一例として提供するに過ぎない。他の例が可能であり、図 4 に関して説明したものと異ならせることができる。

【0037】

このようにして、一組の水素化シリコン層を、光学フィルタの光学フィルタ・コーティング用の高屈折率材料として用いて、可視光の帯域外遮光、N I R 光の透過、及び偏光ビーム分割を、一組の高屈折率層用に用いられる他の種類の材料に比べて低減された厚さ、コスト、及び製造時間で提供することができる。さらに、水素化シリコンを用いることに基づいて、帯域外遮光及び帯域内透過が他の種類の材料に比べて改善される。

【0038】

以上の開示は例示及び説明を提供するが、網羅的であること、あるいは実現を開示した明確な形態に限定することは意図していない。以上の開示を考慮した変更及び変形が可能であり、あるいは以上の実現の実施より変更及び変形を獲得することができる。

【0039】

本明細書では、いくつかの実現を閾値に関連して説明している。本明細書中に用いるように、閾値を満足することは、ある値が閾値よりも大きいこと、閾値よりも多数であること、閾値よりも高いこと、閾値以上であること、閾値未満であること、閾値よりも少数であること、閾値よりも低いこと、閾値以下であること、閾値に等しいこと、等を参照することができる。

【0040】

特徴の特定の組合せを特許請求の範囲に記載し、及び／または明細書中に開示しているが、これらの組合せは可能な実現の開示を限定することは意図していない。実際に、これ

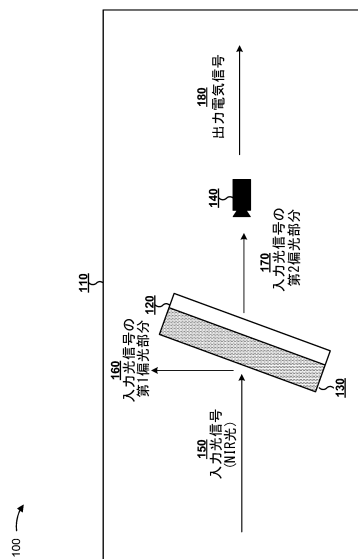
らの特徴の多数は、特許請求の範囲に記載していない方法、及び／または明細書中に開示していない方法で組み合わせることができる。以下に記載する各従属請求項は1つの請求項のみに直接従属することがあるが、可能な実現の開示は、各従属請求項を特許請求の範囲中の他のあらゆる請求項と組み合わせたものを含む。

【0041】

本明細書中に用いているどの要素、動作、または命令も、明示的な断りのない限り、重要または不可欠であるものとして考えるべきでない。また、本明細書中に用いている「1つの」等は1つ以上のアイテムを含むことを意図しており、「1つ以上の」と互換に用いることができる。さらに、本明細書中に用いている「一組の」、「集合」は、1つ以上のアイテム（例えば、関係するアイテム、無関係なアイテム、関係するアイテムと無関係なアイテムとの組合せ、等）を含むことを意図し、「1つ以上の」と互換に用いることができる。1つのアイテムのみを意図している場合、「1つの」または同様な文言を用いる。また、本明細書中に用いている「有する」等は、上限がないことを意図している。さらに、「基づく」は、明示的な断りのない限り「少なくとも部分的に基づく」ことを意味することを意図している。

10

【図1】



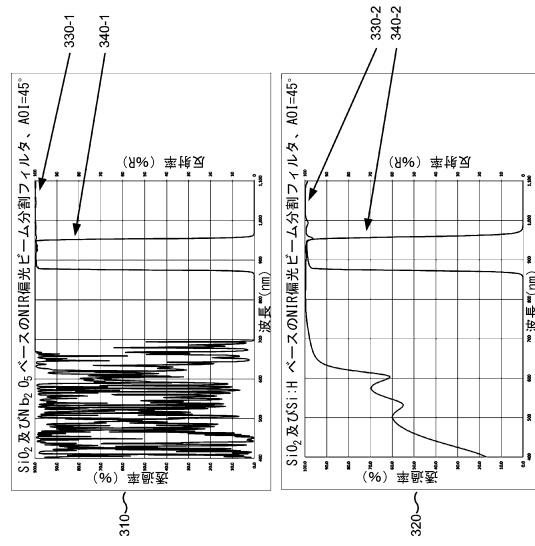
【図2】

200

材料	屈折率*
SiO ₂	1.47
Ta ₂ O ₅	2.12
Nb ₂ O ₅	2.28
Si:H	3.65

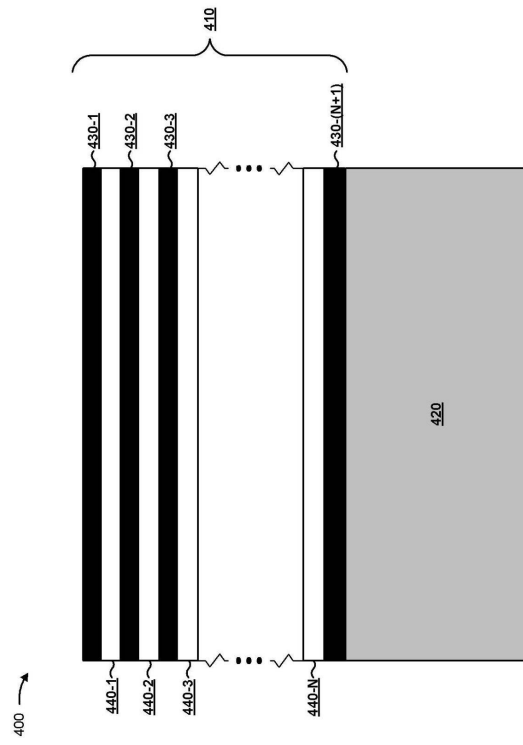
*900nmにおける値

【図 3】



300 →

【図 4】



400 →

フロントページの続き

- (72)発明者 カレン デニス ヘンドリックス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 4 0 1 サンタ ローザ カントリーサイド サークル
4 1 9
- (72)発明者 スコット ローランズ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 4 0 3 サンタ ローザ ウィキアップ ドライブ 6
0 1

審査官 菅原 奈津子

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 0 1 4 8 3 8 (U S , A 1)
特開平 0 6 - 2 1 4 1 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 7 9 0 5 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 2 3 8 4 2 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 5 3 8 8 6 2 5 (C N , A)
T.Sato,T.Sasaki,K.Tsuchida,K.Shiraishi, and S.Kawakami , Scattering mechanism and reduction of insertion losses in a laminated polarization splitter , Applied Optics , 米国 , 1 9 9 4 年 1 0 月 2 0 日 , Vol.33, No.30 , 6925-6934
B. M. Lairson et al. , Reduced angle-shift infrared bandpass filter coatings , Proceedings of SPIE , 米国 , 2 0 0 7 年 5 月 4 日 , Vol.6545 , 65451C

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 5 / 2 0 - 5 / 3 0
2 7 / 0 0 - 3 0 / 6 0