

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2023-543539

(P2023-543539A)

(43)公表日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 5/30 (2006.01)	G 0 2 B 5/30	2 H 0 0 6
G 0 2 B 5/26 (2006.01)	G 0 2 B 5/26	2 H 1 4 8
G 0 2 C 7/12 (2006.01)	G 0 2 C 7/12	2 H 1 4 9
G 0 2 C 7/10 (2006.01)	G 0 2 C 7/10	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全28頁)

(21)出願番号	特願2023-501207(P2023-501207)	(71)出願人	523005380 ホーヤ オプティカル ラブス オブ アメ リカ, インコーポレイテッド HOYA OPTICAL LABS OF AMERICA, INC. アメリカ合衆国 75057 テキサス州 ルイスビル, コーポレート ドライブ 651 イー. 651 E. Corporate Drive, Lewisville, Texas 75057 U.S.A.
(86)(22)出願日	令和3年7月2日(2021.7.2)	(74)代理人	100109634 弁理士 舩谷 威志
(85)翻訳文提出日	令和5年2月28日(2023.2.28)	(74)代理人	100129263 弁理士 中尾 洋之
(86)国際出願番号	PCT/US2021/040377		
(87)国際公開番号	WO2022/010808		
(87)国際公開日	令和4年1月13日(2022.1.13)		
(31)優先権主張番号	63/048,575		
(32)優先日	令和2年7月6日(2020.7.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA( AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ワイヤグリッド偏光子の反射制御

(57)【要約】

ワイヤグリッド偏光子は、複数の複合ワイヤの平行なグリッドを含み、各グリッドは、アルミニウム層上にコーティングされた少なくとも1つの高屈折率材料を有するコーティングスタックを含有する。少なくとも1つの高屈折率材料を含むコーティングスタックは、ワイヤグリッド偏光子の反射率を40 - 50%から5 - 10%に減少させる。高屈折率材料の可能な候補には、Ge、Si、および3を超える屈折率と0.2を超える消衰係数とを有するこれらの材料の合金が含まれる。

【選択図】 図2

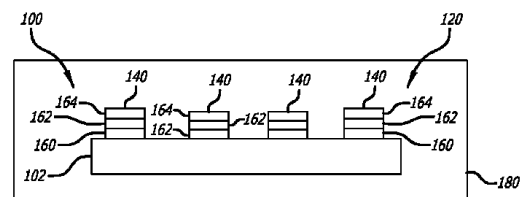


FIG. 2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入射光ビームを偏光するワイヤグリッド偏光子であって、  
 平行な複数の複合ワイヤのアレイを有し、  
 前記複合ワイヤのそれぞれが、低屈折率金属層上にコーティングされた少なくとも 1 つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、  
 前記コーティングスタックは、前記ワイヤグリッド偏光子の後方反射率を 6 % 未満に低減するように構成されることを特徴とするワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層が第 1 の厚さを有し、前記低屈折率金属層が第 2 の厚さを有する、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。 10

## 【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層が約 20 nm の前記第 1 の厚さを有し、前記低屈折率金属層が約 27.5 nm の前記第 2 の厚さを有するときに、前記コーティングスタックの合計の厚さは、約 47.5 nm である、請求項 2 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 4】

前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約 47.5 nm であるときに、前記ワイヤグリッド偏光子は、単一の表面反射制御を有する偏光ミラー太陽レンズである、請求項 3 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 5】

約 27.5 nm の前記第 2 の厚さを有する前記低屈折率金属層が、約 20 nm の前記第 1 の厚さを有する 2 つの前記高屈折率材料層の間に挟まれるときに、前記コーティングスタックの合計の厚さは、約 67.5 nm である、請求項 2 に記載のワイヤグリッド偏光子。 20

## 【請求項 6】

前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約 67.5 nm であるときに、前記ワイヤグリッド偏光子が双方向反射コントローラである、請求項 5 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 7】

前記ワイヤグリッド偏光子が前記双方向反射コントローラであるときに、前記平行な複数の複合ワイヤ間の間隔は、デューティサイクルを減少させることによって増加する、請求項 6 に記載のワイヤグリッド偏光子。 30

## 【請求項 8】

前記ワイヤグリッド偏光子が前記双方向反射コントローラであるときに、前記平行な複数の複合ワイヤ間の間隔は、デューティサイクルを 38 % 未満に減少させることによって増加する、請求項 7 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 9】

約 20 nm の前記第 1 の厚さを有する前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層は、ゲルマニウムである、請求項 2 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 10】

約 27.5 nm の前記第 2 の厚さを有する前記低屈折率金属層は、アルミニウムである、請求項 2 に記載のワイヤグリッド偏光子。 40

## 【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の屈折率は、3 より大きい、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 12】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の消衰係数は、0.2 を超える、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層が、ゲルマニウム層、シリコン層、またはゲルマ 50

ニウムおよびシリコンの合金を含む層を含む、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項 1 4】

前記ワイヤグリッド偏光子の透過率が、入射光の波長 400 - 800 nm の範囲で約 1 . 5 % である、請求項 3 に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項 1 5】

前記ワイヤグリッド偏光子の偏光効率が 90 % を超え、好ましくは 95 % を超える、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項 1 6】

表面を備えた基板と、前記基板の前記表面上に配置される平行な複数のワイヤのアレイとを有するワイヤグリッド偏光子を備えた光学レンズであって、

前記ワイヤのそれぞれが、少なくとも 1 つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、

前記コーティングスタックは、前記ワイヤグリッド偏光子が積層体に埋め込まれたときに、前記光学レンズの後方反射率を 6 % 未満に低減するように構成されることを特徴とする光学レンズ。

【請求項 1 7】

前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子が、ガラス基板を含む、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

【請求項 1 8】

前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子が、ポリウレタン接着剤、ウレタン接着剤またはポリカーボネートを含む前記積層体に埋め込まれている、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

【請求項 1 9】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックは、第 1 の厚さを有する Ge 層である前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層と、第 2 の厚さを有するアルミニウム層とを含む、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

【請求項 2 0】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックが、約 20 nm の前記第 1 の厚さを有する前記少なくとも 1 つの高屈折率 Ge 層と、約 27 . 5 nm の前記第 2 の厚さを有する前記アルミニウム層とを含む、請求項 1 9 に記載の光学レンズ。

【請求項 2 1】

前記少なくとも 1 つの高屈折率 Ge 層が約 20 nm の前記第 1 の厚さを有し、前記アルミニウム層が約 27 . 5 nm の前記第 2 の厚さを有するときに、前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックの合計の厚さは、約 47 . 5 nm である、請求項 1 9 に記載の光学レンズ。

【請求項 2 2】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約 47 . 5 nm であるときに、前記光学レンズは、観察者に向かって着色された鏡として見え、着用者の目に 2 % 未満の光を後方反射する、請求項 2 1 に記載の光学レンズ。

【請求項 2 3】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記ガラス基板の後方反射率が 4 % であるときに、前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックは、前記光学レンズの前記後方反射を 2 % に低減するように構成される、請求項 1 7 に記載の光学レンズ。

【請求項 2 4】

平行な複数のワイヤのアレイを有するワイヤグリッド偏光子を備えた光学物品であって、

前記ワイヤのそれぞれが、少なくとも 1 つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の前記コーティングスタックを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記光学物品の反射率の減少は、低屈折率材料層を有するグリッド

10

20

30

40

50

を含むワイヤグリッド偏光子を有する別の光学物品と比較して、4倍より大きいことを特徴とする光学物品。

【請求項25】

前記光学物品の前記反射率の減少が、前記ワイヤグリッド偏光子が積層体に埋め込まれたときの4倍よりも大きい、請求項24に記載の光学レンズ。

【請求項26】

前記ワイヤグリッド偏光子を埋め込む積層体が、ポリウレタン接着剤またはポリカーボネートを含む、請求項24に記載の光学物品。

【請求項27】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックが、ゲルマニウムである前記少なくとも1つの高屈折率材料層を含む、請求項24に記載の光学物品。

【請求項28】

前記ゲルマニウムを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記光学物品の前記反射率の減少は、アルミニウムの前記低屈折率材料層の前記グリッドを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記別の光学物品と比較して、4倍より大きい、請求項27に記載の光学物品。

【請求項29】

前記レンズの偏光効率が90%を超え、好ましくは95%を超える、請求項24に記載の光学物品。

【請求項30】

前記ワイヤグリッド偏光子の透過率が、入射光の波長400 - 800 nmの範囲で約1.5%である、請求項24に記載の光学物品。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2020年7月6日に出願された「WGP Reflection Control」という名称の米国仮出願第63/048,575号の利益および優先権を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

光学レンズの偏光機能は、眼用レンズとして使用するために透過性である必要があり、通常、後にヨウ素または適切な有機染料などの導電性材料が吸収される、延伸ポリエステルまたはポリビニルアルコール(PVA)フィルムを使用して提供される。このような延伸フィルム偏光シートは、最大99.9%の偏光効率を備えることができる。しかしながら、このような高水準の効率では、通常、光伝送は20%近くまで水準が低下してしまう。眼用レンズの使用方法に起因して、偏光フィルム素材はレンズ自体と一体になっている。

【0003】

別のタイプの偏光フィルタは、通常、基板上に互いに短い距離を離してリソグラフィーにより配置された細い金属ワイヤを使用するワイヤグリッド偏光子である。ワイヤグリッド偏光子は、熱安定性が高いため、通常、映像投影システム、医療用画像処理、およびデジタルカメラで使用される。ワイヤグリッド偏光子は、他の一般的な偏光技術と比較して相対的に費用がかかること、およびこれらの金属グリッドが入射光を着用者の目に反射する傾向があり、視覚的妨害を引き起こす傾向があるため、アイウェアでの使用にはあまり一般的ではない。したがって、ワイヤグリッド偏光子は、この費用と好ましくない反射性能特性のために、メガネ製造業者にはあまり人気がなかった。

【0004】

したがって、製造コストが低く、光学レンズの裏面での反射率が低減された、改良されたワイヤグリッド偏光子を開発する必要がある。

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【0005】

本発明は、平行複合ワイヤのアレイを含む、入射光ビームを偏光するためのワイヤグリッド偏光子を記載する。いくつかの実施形態では、複合ワイヤのそれぞれは、低屈折率金属層上にコーティングされた少なくとも1つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、コーティングスタックは、ワイヤグリッド偏光子の後方反射を6%未満に低減するように構成される。

## 【0006】

いくつかの実施形態によれば、ワイヤグリッド偏光子の高屈折率材料層は約20nmの第1の厚さで構成され、低屈折率金属層は約27.5nmの第2の厚さで構成される。いくつかの実施形態では、コーティングスタックは、合計の厚さが約47.5nmである。いくつかの実施形態によれば、ワイヤグリッド偏光子は、コーティングスタックの合計の厚さが約47.5nmである場合に、単一の表面反射制御を有する偏光ミラー太陽レンズである。

10

## 【0007】

いくつかの実施形態によれば、約27.5nmの第2の厚さで構成される低屈折率金属層が、約20nmの第1の厚さを有する2つの高屈折率材料層の間に挟まれる場合に、ワイヤグリッド偏光子のコーティングスタックは、合計の厚さが約67.5nmである。いくつかの実施形態では、ワイヤグリッド偏光子は、コーティングスタックの合計の厚さが約67.5nmである場合に、双方向反射制御部として機能する。

## 【0008】

いくつかの実施形態では、ワイヤグリッド偏光子が双方向反射コントローラである場合に、平行複合ワイヤのアレイ間の間隔は、ピラー幅を縦周期幅まで上げることによるデューティ(負荷)サイクルを50%未満に減少させることによって増加する。

20

## 【0009】

いくつかの実施形態によれば、ワイヤグリッド偏光子の高屈折率材料は、約20nmの厚さで構成され、屈折率が4.5で消衰係数が1.7のゲルマニウムを含む。いくつかの実施形態では、ワイヤグリッド偏光子の高屈折率材料層は、ゲルマニウム層、シリコン層、またはゲルマニウムとシリコンの合金を含む層を含む。

## 【0010】

いくつかの実施形態では、本発明の光学レンズは、表面を有する基板を備えたワイヤグリッド偏光子と、前記基板の前記表面に配置された平行なワイヤのアレイを含む。ワイヤグリッド偏光子の各ワイヤは、少なくとも1つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含む。ワイヤグリッド偏光子のコーティングスタックは、ワイヤグリッド偏光子が積送品に埋め込まれたときに、光学レンズの後方反射を6%未満に低減するように構成されている。

30

## 【0011】

いくつかの実施形態では、ワイヤグリッド偏光子のコーティングスタックの合計の厚さが約47.5nmである場合に、光学レンズは、観察者に向かって着色された鏡として見え、着用者の目に対して2%未満の光を後方反射する。いくつかの実施形態によれば、光学レンズのコーティングスタックは、ワイヤグリッド偏光子のガラス基板が4%の後方反射をするように構成されている場合に、光学レンズの後方反射を2%に低減するように構成される。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

本発明の実施形態が可能とするこれらおよび他の態様、特徴、および利点は、添付の図面を参照して、本発明の実施形態の以下の説明から明らかになり、解明される。

## 【0013】

【図1】図1は、本発明の特定の実施形態による眼科用物品の立面図である。

## 【0014】

【図2】図2は、レンズのガラス基板上に配置されたワイヤグリッド偏光子の一例の断面

50

図である。

【0015】

【図3】図3は、Al制御層およびガラス/Al/SiO<sub>2</sub>/Zrの層からの反射スペクトルである。

【0016】

【図4】図4は、スライドガラス+SiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層(A1層なし)およびスライドガラス+Al層+SiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層の反射スペクトルである。

【0017】

【図5】図5は、スライドガラス+SiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層(A1層なし)の透過スペクトルである。 10

【0018】

【図6】図6は、スライドガラス+Al層上にSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を有するワイヤグリッド偏光子、およびガラススライド+Al層上にSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を有しないワイヤグリッド偏光子の透過スペクトルである。

【0019】

【図7】図7は、スライドガラス+Al層の表側および裏側にSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を有さないワイヤグリッド偏光子の反射スペクトルである。

【0020】

【図8】図8は、スライドガラス+Al層の表側および裏側にSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を有するワイヤグリッド偏光子の反射スペクトルである。 20

【0021】

【図9】図9は、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>コーティングの屈折率および消衰係数を示すプロットである。

【0022】

【図10】図10は、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、ZrおよびAlを含む重要な屈折率を示す表である。

【0023】

【図11】図11は、異なるガス流下でZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>コーティングの異なる目標厚さを有するAl(制御層)およびZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>/Al/ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>スタックの反射スペクトルである。 30

【0024】

【図12】図12は、Al/ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>コーティングの光学アドミタンス図である。

【0025】

【図13】図13は、アドミタンス計算器を使用して計算された、Alからの反射を最小化するために必要な消衰係数および厚さの表である。

【0026】

【図14】図14は、異なる屈折率に対するアドミタンス軌跡を示すプロットである。

【0027】

【図15】図15は、550nmにおける異なる材料の屈折率を示す表である。 40

【0028】

【図16】図16は、電子ビーム蒸着による異なるO<sub>2</sub>流下でのGeの屈折率を示すプロットである。

【0029】

【図17】図17は、電子ビーム蒸着による異なるO<sub>2</sub>流下でのGeの消衰係数を示すプロットである。

【0030】

【図18】図18は、パターン化されたサンプル上のコーティングの偏光の最大透過スペクトルである。

【0031】

【図19】図19は、パターン化されたサンプル上のコーティングの偏光の最小透過率である。

【0032】

【図20】図20は、パターン化されたサンプルのGe側およびAl側からの反射スペクトルである。コーティング構造はPUA/Al/Geである。

【0033】

【図21】図21は、Ge/Al/Geコーティングを有するパターン化されたサンプルの表面および裏面からの反射スペクトル、および基準としてのAl反射スペクトルである。

【0034】

【図22】図22は、Geあり、およびGeなしのAlプロセスの修正後の透過率プロットである。

【0035】

【図23】図23は、(i)初期パターン(コーティングなし)、(ii)Alコーティングされたサンプル、(iii)Ge-Alコーティングの比較SEM画像である。

【0036】

【図24】図24は、ワイヤまたはグリッド間の間隔を制御するためのワイヤグリッド偏光子周期の変更の概略図である。

【0037】

【図25A】図25Aは、400-800nmの光の下で、対応するGeの厚さを有するGeの反射率を示すプロットである。

【0038】

【図25B】図25Bは、550nmの光の下で、対応するGeの厚さを有するGeの反射率を示すプロットである。

【0039】

【図25C】図25Cは、400-800nmの光の下で、対応するGeの厚さを有するGeの透過率を示すプロットである。

【0040】

【図25D】図25Dは、550nmの光の下で、対応するGeの厚さを有するGeの透過率を示すプロットである。

【0041】

【図26A】図26Aは、400-800nmの光の下で、対応するAlの厚さを有するAlの反射率を示すプロットである。

【0042】

【図26B】図26Bは、550nmの光の下で、対応するAlの厚さを有するAlの反射率を示すプロットである。

【0043】

【図26C】図26Cは、400-800nmの光の下で、対応するAlの厚さを有するAlの透過率を示すプロットである。

【0044】

【図26D】図26Dは、550nmの光の下で、対応するAlの厚さを有するAlの透過率を示すプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0045】

添付の図面を参照して、本発明の特定の実施形態について説明する。しかしながら、本発明は、多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書に記載の実施形態に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、この開示が徹底的かつ完全になり、本発明の範囲を当業者に十分に伝えるように提供される。添付の図面に示される実施形態の詳細な説明で使用される用語は、本発明を限定することを意図するものではない。図面において、同様の番号は同様の要素を指す。異なる実施形態が説明されている

10

20

30

40

50

が、各実施形態の特徴は、説明されている他の実施形態と交換可能に使用することができる。換言すれば、各実施形態の任意の特徴を互いに混合および適合させることができ、実施形態は、図示または説明された特徴のみを含むように厳密に解釈されるべきではない。

【0046】

本発明の一態様は、着用者の眼への後方反射が低減され、観察者にはフィルタの表側が鏡のように見えるワイヤグリッド偏光子フィルタを生成しようとするものである。これは、ワイヤグリッド偏光子の高反射率アルミニウム (Al) グリッドを、高い吸光度を有する成分でコーティングすることによって実現することができる。高い吸光度を有する成分の非限定的な例には、ジルコニウム (Zr)、ニッケル (Ni) またはゲルマニウム (Ge) が含まれる。

10

【0047】

概して、本発明は、例えば約380~780ナノメートルの可視スペクトル内の波長範囲内の電磁放射線を偏光するワイヤグリッド偏光子の形成を達成する。この目的は、レンズ、フィルム、またはフィルム積層体などの眼または光学物品上に構造化表面を最初に形成することによって達成される。構造化表面は、ナノメートルから数百ナノメートルの範囲の線形パターンまたは特徴のシステムを使用することができる。また、米国特許第10,838,128号明細書(その内容は参照によりその全体が組み込まれる)は、レンズ、フィルム、またはフィルムラミネートなどの眼科または光学物品上の可視範囲の電磁放射線を偏光するワイヤグリッド偏光子の形成を開示している。

【0048】

本発明の特定の実施形態では、本発明のワイヤグリッド偏光子が形成される表面は、未完成の単焦点または多焦点光学レンズパックの表面または裏面、または完成した単焦点または多焦点光学レンズの表面または裏面である。

20

【0049】

図1は、本発明の特定の実施形態による、表面12および裏面14を有する、完成または半完成レンズ10の立面図である。レンズ10は、レンズ成形プロセス中に、または表面12の直接表面仕上げの結果として形成された表面12上の表面構造16を使用する。本発明のいくつかの実施形態では、表面構造16は、表面12を高反射率アルミニウム (Al) グリッドでコーティングすることを含む。

【0050】

いくつかの実施形態では、本発明は、後方反射を低減することができる光学レンズで使用するためのAlグリッドを有するワイヤグリッド偏光子を実証する。この後方反射制御を達成するために、追加の吸収金属層、例えば、限定されないZr層またはNi層が、限定されないSiO<sub>2</sub>ギャップ層またはスペーサ層を含む誘電体層で覆われたAlワイヤ上に配置される。Alグリッド上に追加の吸収金属層が存在することは、高反射率Alグリッドで作られたワイヤグリッド偏光子の反射率を低減するのに効果的である。

30

【0051】

図2は、母材となるレンズブランク102(基板とも呼ばれる)と、レンズブランク102の表面に配置されたワイヤグリッド偏光子120を含むレンズスタック100の一実施形態を示す。レンズブランク102は、ポリカーボネート、ガラス、または眼用レンズとしての使用に適した他の材料であり得る。

40

【0052】

ワイヤグリッド偏光子120は、一般に、レンズブランクまたは基板102上に、電子ビーム蒸着、標準的な熱蒸着、スパッタリング、またはリソグラフィーによって互いに平行な向きで堆積された複数の細い金属ワイヤまたは複合金属線140を含む。これらの金属ワイヤは、40-150nmの間隔で互いに離すことができる。特定の例では、金属ワイヤは約60nm離間している。

【0053】

ワイヤグリッド偏光子120のワイヤまたは複合金属線140のそれぞれは、レンズまたは基板102の表面上に直接堆積された第1の金属層160、第1の金属層160上に

50

堆積された誘電体層 162、および誘電体層 162 上に堆積された第 2 の金属層を含む。

【0054】

いくつかの実施形態では、レンズブランク 102 を有するワイヤグリッド偏光子 120 は積層体 180 に埋め込まれている。いくつかの実施形態では、ラミネートの非限定的な例は、ポリカーボネートの 2 枚のシートの間に含まれるポリウレタン接着剤を含む。

【0055】

いくつかの実施形態では、第 1 の金属層 160 は Al を含むがこれに限定されない。各アルミニウム層の厚さは、10 - 30 nm の範囲であってもよい。Al 層は、堆積プロセスまたは Al の品質に応じて、550 nm の波長で約 0.789 から 1.015 の低屈折率を有する。したがって、Al は厚さが薄くても反射率の高い金属である。ワイヤグリッド偏光子の Al グリッドは、互いに 40 - 150 nm の間隔で配置することができる。特別な例では、金属ワイヤは約 60 nm の間隔で配置される。

10

【0056】

誘電体層 162 は、SiO<sub>2</sub> を含むが、これに限定されない。SiO<sub>2</sub> 層の厚さは、1 - 120 nm の範囲で変化し得る。SiO<sub>2</sub> 層の厚さを変えることで、反射を最小限に抑えることができる。これに関して、高屈折率とは、参照波長、例えば約 550 ナノメートルの波長で約 1.7 より大きい屈折率を意味する。低屈折率とは、参照波長、例えば約 550 ナノメートルの波長で約 1.5 未満の屈折率を意味する。この例では、SiO<sub>2</sub> 層の屈折率は 1.5 である。

【0057】

第 2 の金属層 164 は、Ni または Zr を含むが、これらに限定されない。Ni または Zr 層の厚さは変化し得る。一実施形態では、Ni または Zr 層の厚さの非限定的な例は 5 nm である。Ni または Zr は吸収性の高い金属である。550 nm の波長では、Zr の屈折率は 2.5315 であり、Ni の屈折率は 1.8 である。

20

【0058】

1 つの特別な例では、第 1 の金属層は、27.5 nm の厚さを有し、ワイヤ同士が 60 nm 離間した Al から構成され、誘電体層 162 は、SiO<sub>2</sub> から構成され、65 - 70 nm の厚さを有し、高吸収性の第 2 の金属層は、Zr からなり、7 nm の厚さを有する。

一例では、レンズスタックは、電子ビーム堆積、熱蒸着、またはコリメートスパッタリングによって第 1 の金属層（例えば、Al）を堆積することによって形成される。

30

【0059】

いくつかの実施形態では、反射制御のための基本構造は、ガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr 層の基本構造を含み、ガラスが基板として使用され、ガラス基板の上面に、平行で細かい複合ワイヤのグリッドまたはアレイが配置される（図示せず）。コーティング層の厚さは、ガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr の基本構造で固定または変化させることができる。いくつかの実施形態では、基本構造における Zr の厚さは固定されている。いくつかの実施形態では、Zr の厚さは 5 nm で構成されるがこれに限定されず、SiO<sub>2</sub> の厚さは変化する。ガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr の構造では、Al 層の厚さは光学的に不透明にされているため、反射を裏面（つまり、Al のみ）と表面（つまり、Al + Zr による反射制御）から測定することができる。

40

【0060】

後方反射制御のモデリングデータは、ガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr 構造の SiO<sub>2</sub> スペース層の厚さを変えることで、ワイヤグリッド偏光子の反射を最小限に抑えることができることを示している。図 3 のモデリングデータは、ガラス基板上に Al コーティングのみを有するガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr 構造の裏面が、80% 程度で一定の高い反射率を示すことを示している。ガラス / Al / SiO<sub>2</sub> / Zr 構造の表面は、Al グリッド上に SiO<sub>2</sub> / Zr の反射制御コーティングを備えている。SiO<sub>2</sub> の厚さが 0 - 120 nm の間で増加し、Zr 層の厚さが 5 nm に固定されている場合に、ワイヤグリッド偏光子の表面反射率は約 80% から 5% 未満に減少する。

【0061】

50

本発明のいくつかの実施形態では、図3のモデリングデータによって得られるコーティング層の理論的概念は、ガラス基板上のAlグリッドを使用するワイヤグリッド偏光子構造に適用される。コーティングは、小型のスputteringマシンにおいて法線入射で行われる。目標は、図3のモデリングデータで予測されているように、Alグリッドにコーティングされた追加の高吸収層が、十分な全体的な透過率を維持しながらアルミニウム化された領域の反射を減らすための実行可能なアプローチであるかどうかを評価することである。

#### 【0062】

いくつかの実施形態では、コーティング内の構造は、基板+様々な厚さのSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を含む。いくつかの実施形態では、反射制御層内の個々の金属または金属酸化物の厚さは、基板/70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>を含むが、これらに限定されない。反射制御層では、上部のSiO<sub>2</sub>層が反射をさらに低減する。

#### 【0063】

ガラスにコーティングされたこの設計の反射スペクトルと透過スペクトルは図4および5に示される。図4から分かるように、スライドガラスにAlがない場合には、スライドガラス/70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>のコーティング層の反射スペクトルは、可視領域で約2%から15%に増加する。一方、スライドガラス上のAlが反射制御層、例えば、70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>層でコーティングされている場合には、スライドガラス-Al/70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>の反射率が可視領域で約18%から2%まで減少する。ガラスまたはガラスの表面を通して測定された反射のスペクトルの違いは、反対側の空気に対するガラスの屈折率によるものであると予想される。図5は、スライドガラス+反射制御層の透過スペクトルを示している。すなわち、スライドガラス/70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>層(スライドガラス上にAlなし)は、可視領域で約50%のほぼ一定の値に減少させる。

#### 【0064】

図4および5から得られる、ガラス基板+反射制御層およびガラス基板+Al+反射制御層の反射・透過スペクトル性能は、ワイヤグリッド偏光子に適用され、その結果が図6-8にまとめられている。いくつかの実施形態では、コーティング層は、ポリウレタンまたはウレタン接着ラミネートまたはインプリント材料を含むがこれらに限定されない積層体に埋め込まれている。接着剤またはインプリント材料が空気ではなく入射媒体になるため、層を積層他に埋め込むことが重要である。接着剤またはインプリント材料の屈折率はほぼ1.5に近く、空気よりも大きくなっている。

#### 【0065】

図6は、反射制御層(すなわち、70nmのSiO<sub>2</sub>/7nmのZr/65nmのSiO<sub>2</sub>層)がある場合とない場合の透過スペクトルを示す。図6から分かるように、グリッド偏光子のAlワイヤが反射制御層を含まない場合には、透過率は可視領域で約35%から約48%に増加する。図6はまた、グリッド偏光子のAlワイヤが反射制御層を含む場合に、Alワイヤ上に反射制御層が存在しない場合の透過スペクトルと比較して、透過率の増加は約15%から約35%までのより小さい増加であることを示している。図6の透過スペクトルから、反射制御層を有するワイヤグリッド偏光子の透過率は、高吸収Zr層における入射光の吸収により減少すると結論付けることができる。

#### 【0066】

図7は、表面と裏面がSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を含まない場合のワイヤグリッド偏光子の反射スペクトルを示している。表面および裏面がSiO<sub>2</sub>/Zr/SiO<sub>2</sub>反射制御層を含まない場合の反射スペクトルの密接な重ね合わせは、ワイヤグリッド偏光子の表面と裏面との両方で反射を低減する際の反射制御層の重要性を強調している。

#### 【0067】

図8は、ワイヤグリッド偏光子の裏面(Alのみ)と表面(Al+反射制御層)の反射

スペクトルを示す。裏面、すなわち、ポリウレタンラミネートを介した Al 表面では、反射率は可視領域で約 18% から約 45% に増加する。しかしながら、表面については、表面が Al + SiO<sub>2</sub> / Zr / SiO<sub>2</sub> 反射制御層を含む場合には、反射率は約 18% から約 12% に減少する。いくつかの実施形態では、反射率は、可視領域の大部分を通して 3 ~ 4 倍減少する。

**【0068】**

ワイヤグリッド偏光子の性能を決定する重要な要因は、平行なグリッド要素の中心間の間隔（周期またはピッチとも呼ばれる）と入射光の波長との関係である。グリッドの厚さが増加すると、平行グリッド間の周期またはピッチの次元が減少する場合がある。上記の 70 nm の SiO<sub>2</sub> / 7 nm の Zr / 65 nm の SiO<sub>2</sub> の反射制御層の制限は、コーティングに必要な層の厚さと関連する複雑さである。SiO<sub>2</sub> / 7 nm の Zr / 65 nm の SiO<sub>2</sub> の反射制御層には、反射制御層の合計の厚さが約 140 nm の最低 2 つの追加材料が必要である。この厚さは、ワイヤグリッド偏光子構造の周期の要求される寸法よりも大きい。したがって、70 nm の SiO<sub>2</sub> / 7 nm の Zr / 65 nm の SiO<sub>2</sub> の反射制御層は、透過率の一部を回復するのに役立つ Al グリッドの上部に角度を付けて組み込むことはできない。

そのため、コーティングの厚さがワイヤグリッド偏光子の周期よりも小さく、反射制御層を Al グリッドの上部にある角度で組み込むことができる代替の反射制御コーティングが必要である。

**【0069】**

参照によりその全体が本明細書に組み込まれる「Nature Materials」（第 12 巻，2013，M. Kats 等著）は、高吸収性の非金属層を使用して、ワイヤグリッド偏光子の Al グリッドの反射率を低下させた。本発明のいくつかの実施形態によれば、非金属層を含む代替反射制御コーティングは、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> を含むが、これに限定されない。材料は、ZrN のような反射性金属窒化物、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> のような吸収性金属酸窒化物、および ZrO<sub>x</sub> のような透明な金属酸化物から変更できるので、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> が選択される。

**【0070】**

高吸収 ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 層の光学特性は、すべてのフィルムを準化学量論的および / または組成物の金属側に向かって堆積させることによって評価された。得られた屈折率（n）と消衰係数（k）は、図 9 に異なる酸素流量下で示される。図 10 は、モデル化の考慮事項に重要な屈折率（n）を示している。モデリングデータに基づくと、Al - My コート（SiO<sub>2</sub> / Zr / SiO<sub>2</sub> のコーティング）の n 値は 1.4874 である。ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> の n 値は、窒素および酸素の流量が異なる場合に、Al - My コートよりもはるかに高い（2.0 より大きい）。したがって、n 値に基づいて、Al グリッド上の高吸収性 ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> コーティングは、Al グリッドの減少制御層としてより適切な選択である。

**【0071】**

上記の n 値データを使用して、ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> / Al / ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> のスタックがスライドガラス上に組み立てられる。このコーティングアセンブリの目的は、さまざまな条件下、例えば、異なる厚さの ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> を使用し、異なる酸素流量でのコーティング層による反射率の低下を調べることである。得られたデータセットのサンプルが図 11 に示される。図 11 では、スライドガラス - Al をコントロール（対照群）として使用し、スライドガラス - Al について約 70% - 約 78% の反射率が得られた。スライドガラス - Al の高反射率のデータは、Al グリッド上に反射低減層がコーティングされていない結果である。ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> / Al / ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> のスタックが入射光の反射を実質的に減少させることが、図 10 からさらに分かる。ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> の厚さが 1.25 sccm のガス流量下で 550 である場合に、反射率の最小の減少率が達成される。これらの ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> / Al / ZrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> のスタックの反射率は、スライドガラスを通して測定した場合、3.61（視感反射率）まで低くすることができる。ガラス越しに測定すると、PUA およびウレタン接着剤で囲まれた積層構造を通して、外観との一致がシミュレートされる。Z

10

20

30

40

50

$rO_xN_y / Al / ZrO_xN_y$ のコーティングの厚さは145nmで、表面反射と裏面反射の両方からの反射制御を考慮している。これは、 $SiO_2 / Zr / SiO_2$ の金属誘電体反射制御層の半分の厚さであり、反射率の低減性能も向上する。

【0072】

その内容全体が本明細書に組み込まれる「Thin-Film Optical Filters」(IOPパブリッシング, 2001, MacLeod著)は、コーティング層のアドミタンスがコーティング層の屈折率に基づいてどのように計算されるかを示す。図10の屈折率データを使用して、コーティングスタック $ZrO_xN_y / Al / ZrO_xN_y$ のアドミタンスのモデリングをマットラブ(Matlab)で実行して、結果をよりよく理解することができる。図12は、 $ZrO_xN_y / Al / ZrO_xN_y$ のコーティングの光学アドミタンス図を示す。図12から分かるように、酸素1.25sccmのガス流量に対応する屈折率は、光学アドミタンスの目標値の最も近くを通過する。

10

【0073】

反射制御層の性能を最適化するには、反射制御層の厚さを薄くすることによる屈折率への影響を考慮することが重要である。したがって、アドミタンス計算機を使用して、消衰係数と、Al層からの反射を最小限に抑えるために必要な厚さの組み合わせを逆算した。消衰係数(k)および厚さ(d)の逆算結果を図13にまとめる。図13の表の最後の行から、Al層上のコーティング厚さの最小値を得るには、できるだけ屈折率の高いコーティング材料が必要であることが分かる。図13では、15nmのコーティング厚さの最小値を達成するために必要な屈折率の値は5であることが計算で示されている。

20

【0074】

図14は、異なる屈折率に対するアドミタンス軌跡を開示する。図14からも、反射制御層を薄くするためには屈折率の高いコーティング層が必要であることを確認することができる。図13および図14のモデリングデータに基づいて、反射制御層として高屈折率吸収材料を追求することを決定した。いくつかの材料が、検討されて図15の表に示される。

【0075】

図15から、屈折率が5.226と高いため、材料の適切な選択はゲルマニウム(Ge)であることが分かる。しかしながら、Geの消衰係数(k, 2.106)は、図13のアドミタンス計算に基づく所望の値よりも高く、所望の消衰係数は、名目上0.25であることが示されている。したがって、電子ビーム蒸着によってAlグリッド上に堆積されたGeフィルムの実際の屈折率を確認することが重要である。バックグラウンド酸素と空隙率の取り込みは、Geの屈折率に何らかの影響を与えると予想される。

30

【0076】

図16および17は、Geフィルムが電子ビーム蒸発によってAlグリッド上に堆積され、実屈折率(n)値および消衰係数(k)値が異なる酸素流量および550nmのコーティング厚さの下で測定されたときのn値およびk値のデータを示す。図16および17から、Geの最高屈折率は約4.5であり、そのときの消衰係数は1.7であることが分かる。

【0077】

上記のデータに基づいて、Ge/Al/GeおよびAl/Geの構造がパターン化されたサンプル上に堆積された。Alのみのコーティングの参照サンプルも含まれる。これは、パターン化および金属化された前に準備されたサンプル(対称のAl112118)と比較された。得られた最大透過スペクトルと反射スペクトルを図18-22に示す。

40

【0078】

図18は、最大透過率の最高値が、Ge反射制御コーティングを欠いた2つのAlのみのコーティング(例えば、AlのみおよびAl112118)について得られたことを示している。ただし、2つのAlのみのコーティングは、偏光の最大透過率の水準が異なる。2つのAlのみのコーティング間の最大透過率の違いは、アルミニウムコーティングのパターンまたは品質に起因する可能性がある。また、図18から、コーティング構造がG

50

e / A l / G e の場合に最大透過率の最低値が得られたことが分かる。A l / G e のコーティング構造の最大透過率は、G e / A l / G e のコーティング構造より高かった。G e の追加層は、G e / A l / G e の最大透過率の低下に寄与した可能性がある。図 1 8 から分かるように、A l のみのサンプルは低波長で最大透過率の増加を示し、G e の添加がこの増加を抑制する。図 1 8 から、コーティング構造内に 2 つの G e が存在すると、コーティング構造が 1 つの G e を含む場合よりも透過率が低下することがさらに明らかである。

【 0 0 7 9 】

図 1 9 は、対照として使用された 2 つの A l のみのコーティング、G e / A l / G e および A l / G e のコーティング構造の最小透過率値を開示する。図 1 9 から、両方の A l のみの対称コーティングの最小透過率低下は、より低い波長で低下することが明らかである。G e / A l / G e のコーティング構造では、A l / G e の最小透過スペクトルと比較して、最小透過率がわずかに増加している。

10

【 0 0 8 0 】

図 1 9 および 2 1 は、G e / A l / G e および A l / G e のコーティング構造の反射スペクトルを示す。A l / G e コーティングでは、G e はコーティングの裏側、つまり着用者の目に対向する側に存在することに留意されたい。図 2 0 は、A l / G e コーティングの反射率を示す。観察者に対向する側である A l 側は、はるかに高い反射率を示すが、着用者の目に対向する側である G e 側は、A l 側と比較してはるかに小さい反射率を示す。本発明のいくつかの実施形態では、このコーティング構造は、着用者の目への反射を最小限に抑えるが、鏡のような外観を観察者に提供する。いくつかの実施形態によれば、このコーティング構造は、反射を低減するために使用できるが、適切な厚さを選択することにより、反射に特定の色または外観を付与するためにも使用することができる。

20

【 0 0 8 1 】

図 2 1 は、参照としてスライドガラス - A l を使用して、G e / A l / G e のコーティング構造の表面および裏面からの反射率を示す。G e 層は反射率を 3 . 5 倍減らす。P U A またはポリカーボネート積層体に G e / A l / G e のコーティング構造が埋め込まれたポリカーボネートフィルムおよび P U A を通して見た場合、減少はより大きい ( 4 倍より大きい ) 。これは、ラミネートフォームの最終的な外観をより良くなることを示している。

30

反射率測定にはポリカーボネートの反射率が含まれているため ( 裏面測定の場合 ) 、裏面反射率は 5 % 増加する。したがって、G e / A l / G e のコーティング構造において反射率の低減が非常にうまく機能することが、図 2 0 および図 2 1 の反射率データから結論付けることができる。

【 0 0 8 2 】

G e / A l / G e および A l / G e のコーティング構造の透過率の低下は、図 1 8 の最大透過スペクトルと図 1 9 の最小透過スペクトルで前述したように問題がある。G e / A l / G e および A l / G e の透過率の低下を理解するために、まず、A l の品質を調査した。この品質は、前述した対称と比較した場合に、透過率の一般的な低下を引き起こしているようである。A l の品質を向上させるために、堆積条件は、堆積の角度と厚さを減少させることによって変更された。これらの条件下でパターン化された A l の結果として得られる透過スキャンは大幅に改善され、図 2 2 に示される。図 2 2 は、A l のみのコーティングの透過率パターンの品質が、対照コーティングの A l 1 1 2 1 1 8 と一致することを示している。

40

【 0 0 8 3 】

図 2 2 はさらに、1 つは、A l の外側に G e が存在し ( G e / A l 、サンプル番号 0 7 1 7 1 9 ) 、もう 1 つはコーティングスタックの裏側に G e が存在する ( A l / G e 、サンプル番号 0 7 1 5 1 9 ) 、2 つの A l 堆積条件の比較を示している。G e / A l の透過率は、A l の外側に存在する G e により大幅な増加を示す。ただし、透過率の値は、A l のみのサンプルよりもまだ低い。A l のみのサンプルと比較して G e / A l 層の透過率がこのように低い値を有する原因は、層の合計の厚さが結合を可能にするピラー間の間隔に

50

匹敵するという事実に起因する可能性がある。

【0084】

A1のみのサンプルと比較してGe/A1層の透過率が低いことをさらに理解するために、サンプルのSEM撮像を行った。SEM撮像は、反射率低減のメカニズムをよりよく理解するのに役立つ。SEM撮像は、(i)メタライゼーションまたはコーティングのない複製(ベアパターン)、(ii)アルミニウムでコーティングされたサンプル、および(iii)Ge+A1でコーティングされたサンプルの3つのサンプルについて行った。これらのサンプルのSEM画像を図23に示す。(ii)および(iii)のサンプルは、図22に開示されたサンプル番号071719(A1のみ)および071719(Ge/A1)に対応する。

10

【0085】

図23のSEM画像は、A1コーティングされたサンプル(ii)とGe/A1コーティングされたサンプル(iii)との間のA1の厚さが一定に保たれる一方で、Ge/A1層では、GeおよびA1のコーティングの厚さが一緒に増加すると、隣接するグリッド間の間隔が減少することを明確に示している。

【0086】

隣接するグリッド間の間隔の減少の問題を克服するために、パターンの周期を一定に保ちながら、パターンのデューティサイクルを変更してもよい。デューティサイクルは、パターンの全周期に対するピラー幅の比として定義することができる。デューティサイクルを減らすことで、ピラー間の間隔を広げることができる。これは、図24の4つのデューティサイクルについて概略的に示されている。図24では、ピラーの上部にある暗い影付きの領域は、適用されたコーティングを表す。W1はピラーの幅、W2はピラー間の間隔である。ピラー間の間隔を広げると、ワイヤ間の間隔が広がる。図22に示すSEM画像のGe/A1パターンは、50%のデューティサイクルである。図24から明らかのように、デューティサイクルが50%から13%まで徐々に減少すると、ピラー間の間隔(W2)およびワイヤ間の間隔が増加する。隣接するワイヤ間のこの間隔の増加により、追加のGe層をGe/A1構造に組み込むことができるため、Ge/A1/Geの反射制御コーティング構造を使用しながら、透過率または効率の望ましくない低下を軽減することができる。

20

【0087】

反射制御のためのGe/A1層の最適化：

【0088】

反射制御コーティングの可能な基本設計をよりよく理解するには、最小限の反射を実現するために必要なGe層とA1層の厚さを把握する必要がある。コンピュータモデリングによってGeおよびA1層の厚さを見出すことが可能であることは、当業者には知られているが、その一方で、Ge層およびA1層の正確な屈折率や、コンピュータモデリングから発生する可能性のある界面混合を予測することはできない。したがって、実験計画法を実行して最適な条件を決定する必要がある。コーティング(GeおよびA1層)の実験計画法は、平らなスライドガラス(パターン化されていない)で実行され、ガラスの裏面から透過率と反射率が測定された。このような構成では、反射および透過の両方を最小限に抑えることが目標となる。

40

【0089】

Ge-スライドガラスおよびA1-スライドガラスの実験計画法は、Geの場合は厚さを16-36nmの範囲で、またA1の場合は厚さを10-30nmの範囲でGeおよびA1の厚さを変化させて実行された。実験計画法で重要な測定基準は、透過率と反射率である。結果を図25A、25B、25C、25Dおよび26A、26B、26C、26Dに示す。Geの厚さの範囲(図25A、25B、25C、25D)およびA1の厚さの範囲(図26A、26B、26C、26D)に対する透過スペクトルおよび反射スペクトルは、400-800nmの平均および具体的に550nmの2つの方法で表される。

【0090】

50

図 2 5 A、2 5 B、2 5 C、2 5 D のデータから、目標の Ge 厚さが公称約 2 0 n m であると、最低の反射率および透過率を達成することが明らかである。図 2 6 A、2 6 B、2 6 C、2 6 D のデータから、目標の Al の厚さが約 2 7 . 5 n m であると、最低の反射率および透過率を達成することが明らかである。したがって、コーティングスタックの合計の厚さは、片面の Ge / Al 反射制御で 4 7 . 5 n m である。いくつかの実施形態では、そのような単一表面 Ge / Al 反射制御は、偏光ミラー太陽レンズとして機能することができる。双方向反射制御 ( Ge / Al / Ge ) の場合には、コーティングスタックの合計の厚さは 6 7 . 5 n m である。これらの最適化された条件下では、平均反射率は 6 % 未満である。反射率が 4 % であるスライドガラスの裏面反射を除去すると、本発明のいくつかの実施形態では、平均反射はわずか 2 % である。さらに、W G P の場合には、反射率はこの値の半分または 1 % にすぎない。いくつかの実施形態によれば、そのような条件下では、透過率は依然として低く、4 0 0 - 8 0 0 n m で約 1 . 5 % の値である。いくつかの実施形態によれば、コーティング層の厚さの最適化は、9 0 % を超える、好ましくは 9 5 % を超える偏光効率を提供する。

10

**【 0 0 9 1 】**

いくつかの実施形態では、高屈折率 / Al / 高屈折率スタックの使用は、W G P からの反射率を 4 0 - 5 0 % から 5 - 1 0 % に減少させることができる。パターンを改良し、屈折率と消衰係数に基づいて最適化された材料を選択することにより、反射率をさらに 5 % 未満に削減することも可能である。

**【 0 0 9 2 】**

本発明のいくつかの実施形態では、高屈折率材料は、1 / 4 波長層を形成するために使用される。高屈折率材料の望ましい屈折率は 3 より大きく、消衰係数は 0 . 2 0 より大きいことが望ましい。いくつかの実施形態では、所望の高屈折率材料には、Ge、Si、およびこれらの材料の合金が含まれるが、これらに限定されない。

20

**【 0 0 9 3 】**

ワイヤグリッド偏光子のコーティング構造は、ワイヤグリッド内のピラー（したがってワイヤー）間の間隔を狭めることができる。これにより、偏光子の性能が低下する（透過率および / または偏光効率が低下し、波長依存性が大きくなる）。本発明のいくつかの実施形態では、デューティサイクルを適用することによるピラー間の間隔の増加が、ワイヤ間の間隔を増加させ、ワイヤグリッド偏光子の性能を改善する。

30

**【 0 0 9 4 】**

本発明のいくつかの実施形態では、ワイヤのコーティングスタックを使用して、反射率を減らすことに加えて、適切な厚さを選択することにより、反射光に特定の色または外観を付与することができる。これにより、片側が色付きの鏡のように見え、裏面が低反射とすることができる。

**【 0 0 9 5 】**

本発明は、特定の実施形態および用途に関して説明されてきたが、当業者は、この教示に照らして、請求された発明の精神から逸脱することなく、またはその範囲を超えることなく、追加の実施形態および修正を生み出すことができる。したがって、本明細書における図面および説明は、本発明の理解を容易にするための例として提供され、その範囲を限定すると解釈されるべきではないことが理解されるべきである。

40

【 図 面 】

【 図 1 】

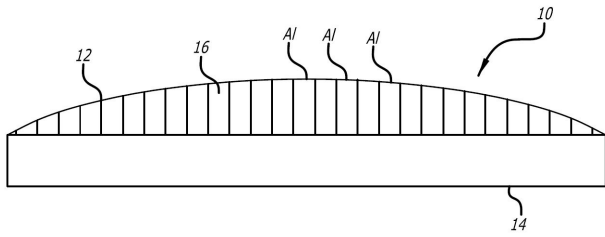


図 1

【 図 2 】

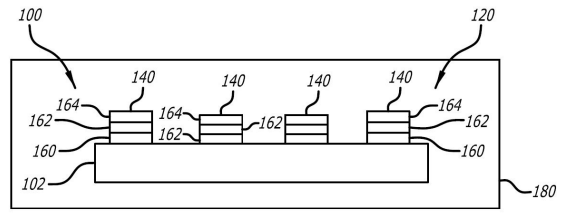


図 2

10

【 図 3 】

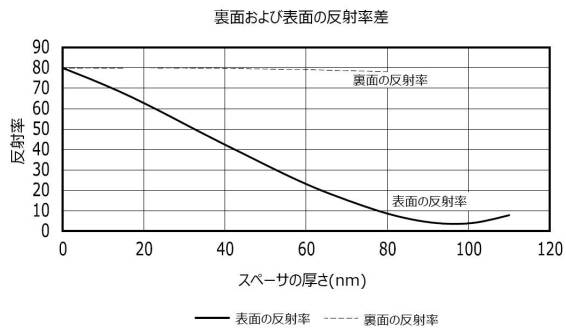


図 3

【 図 4 】

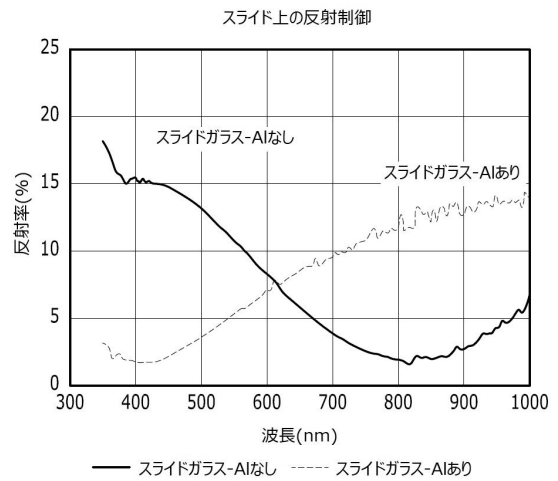


図 4

20

30

40

50

【 図 5 】

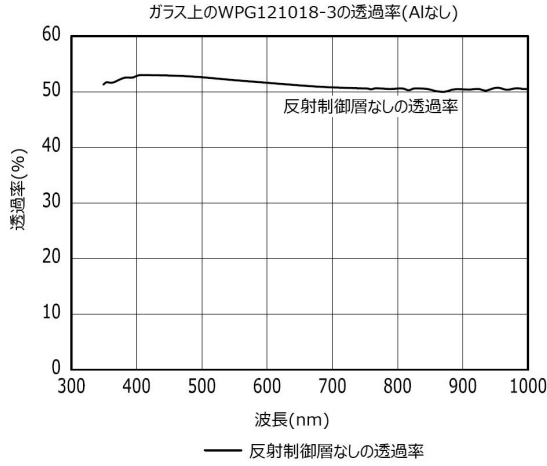


図 5

【 図 6 】

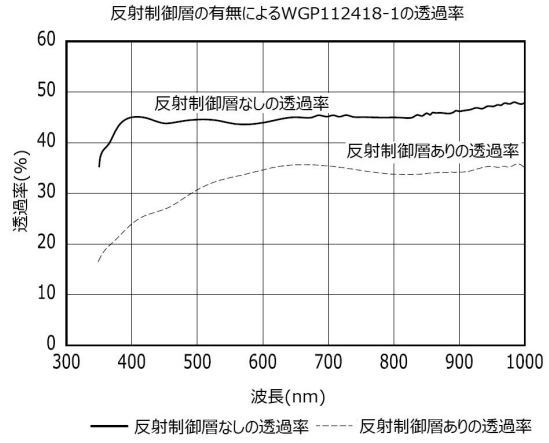


図 6

10

【 図 7 】

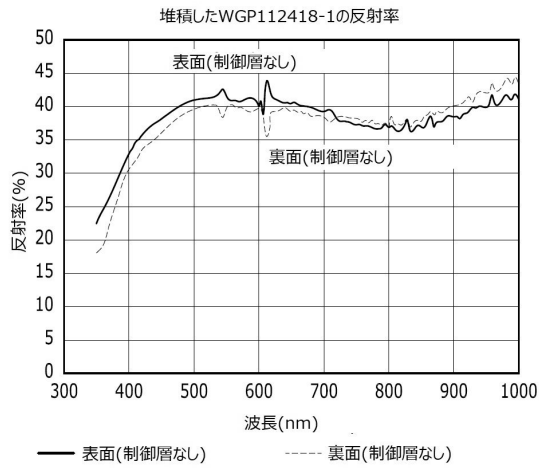


図 7

【 図 8 】

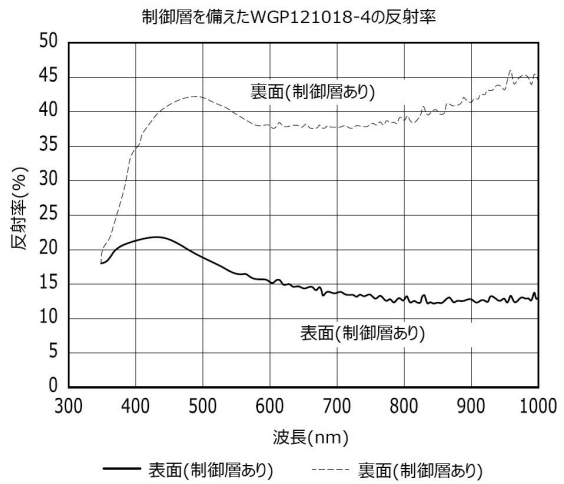


図 8

20

30

40

50

【 図 9 】

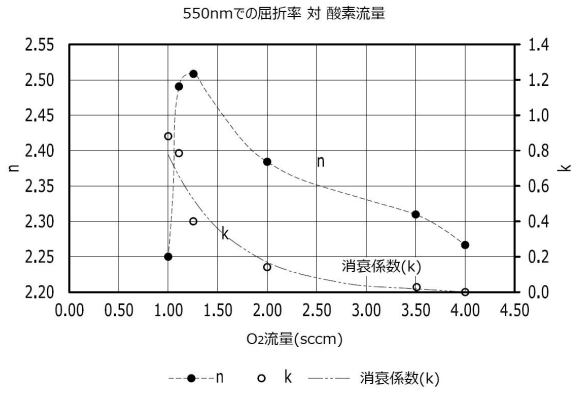


図 9

【 図 1 0 】

ZrOxNyコーティング

酸素流量		酸素流量		550nmでのエリブソメトリ	
		n	k	n	k
5	1.00	2.2500	0.8870		
5	1.10	2.4921	0.7841		
5	1.25	2.5090	0.4095		
5	2.00	2.3843	0.1455		
5	3.50	2.3100	0.0260		
5	4.00	2.2672	0.0066		

Zrインデックス	2.5315	3.3600	屈折率情報(Query)
Al Myコート	1.4874	5.5179	屈折率情報(McPeak)
Al(理想)	0.7894	5.8519	屈折率情報(Rakic)
Al(理想)	1.0152	6.6276	

図 1 0

10

【 図 1 1 】

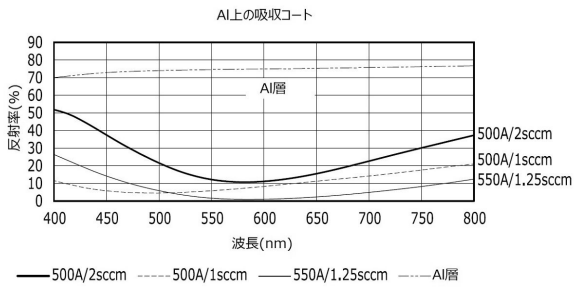


図 1 1

【 図 1 2 】

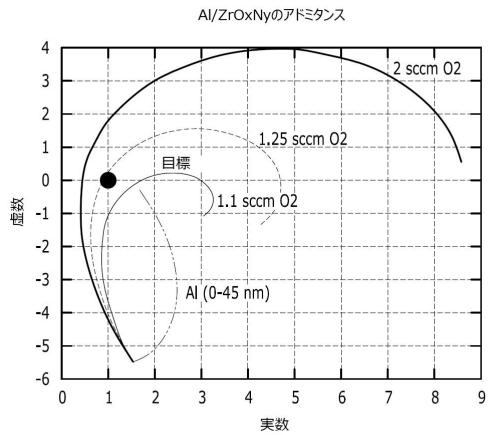


図 1 2

20

30

40

50

【 図 1 3 】

n	k	d (nm)	実数	虚数
2	0.5	62	1.006	-0.027
2.5	0.46	45	0.967	-0.002
3	0.43	34	1.004	0.022
3.5	0.39	27	1.010	0.033
4	0.34	22	1.006	0.048
5	0.25	15	0.993	-0.046

図 1 3

【 図 1 4 】

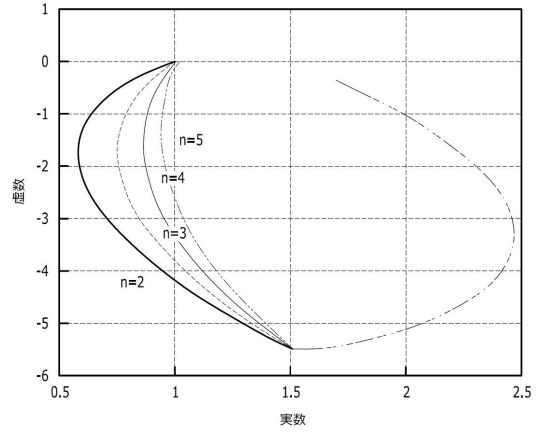


図 1 4

10

【 図 1 5 】

屈折率		550nmでのエリアノストリー		
窒素流量	酸素流量	n	k	
5	1.00	2.2500	0.8870	
5	1.10	2.4921	0.7841	
5	1.25	2.5090	0.4095	
5	2.00	2.3843	0.1455	
5	3.50	2.3100	0.0260	
5	4.00	2.2672	0.0066	
Zrインデックス		2.5315	3.3600	屈折率情報(Query)
Al Myコート		1.4874	5.5179	
Al(理想)		0.7894	5.8519	屈折率情報(McPeak)
Al(理想)		1.0152	6.6276	屈折率情報(Rakic)
Ge		5.226	2.106	屈折率情報
Si-結晶		4.1000	0.0410	屈折率情報
Si-非晶		4.3889	0.7707	屈折率情報
SiフィルムMyコート		3.2679	0.2801	

図 1 5

【 図 1 6 】

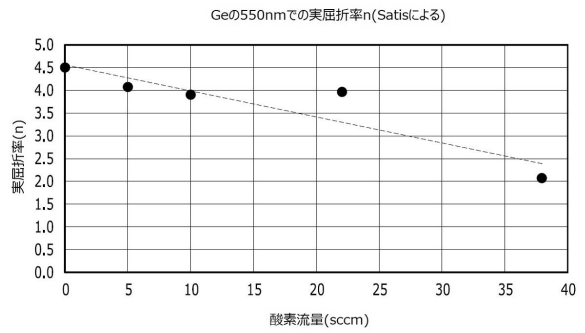


図 1 6

20

30

40

50

【 図 1 7 】

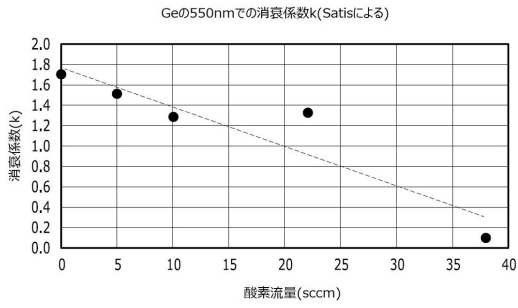


図 1 7

【 図 1 8 】

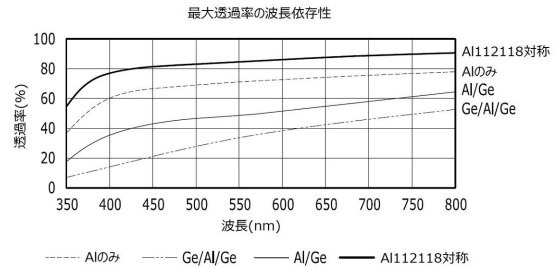


図 1 8

10

【 図 1 9 】

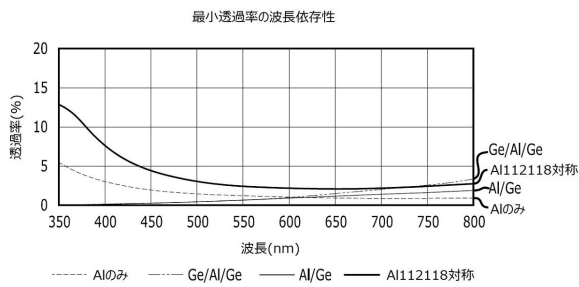


図 1 9

【 図 2 0 】

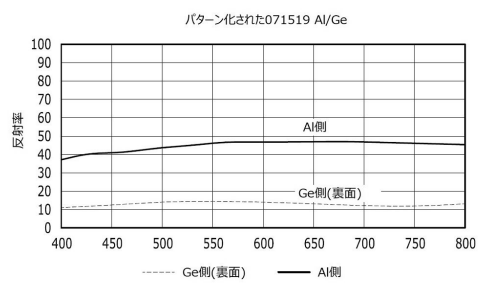


図 2 0

20

【 図 2 1 】

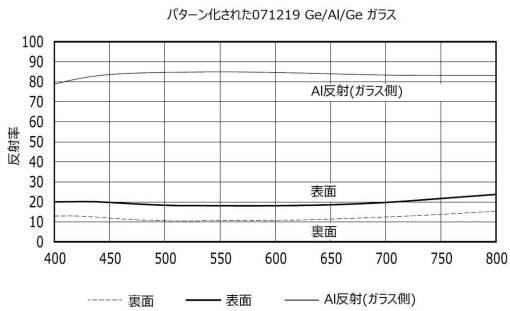


図 2 1

【 図 2 2 】

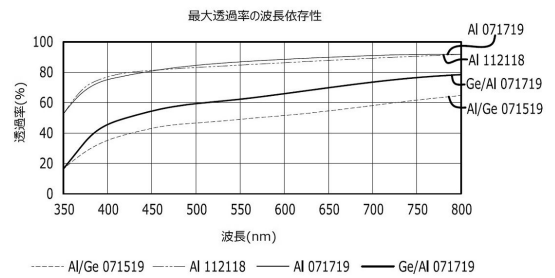


図 2 2

30

40

50

【 図 2 3 】

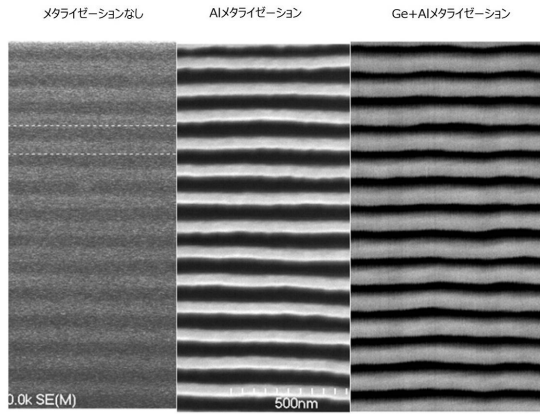


図 2 3

【 図 2 4 】

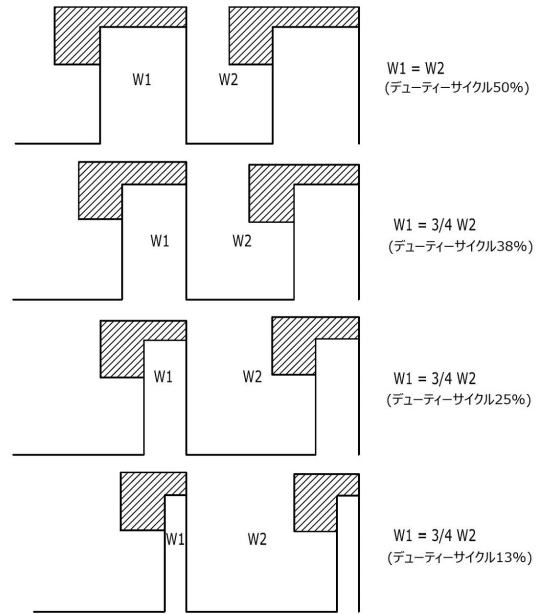
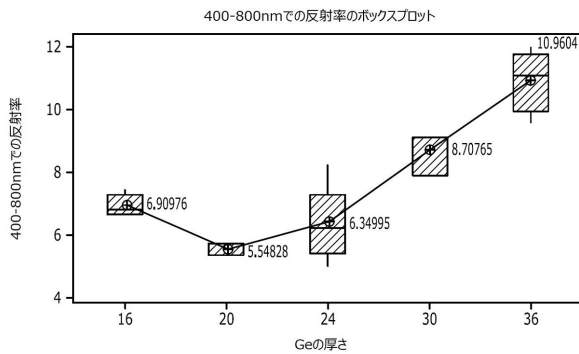


図 2 4

10

20

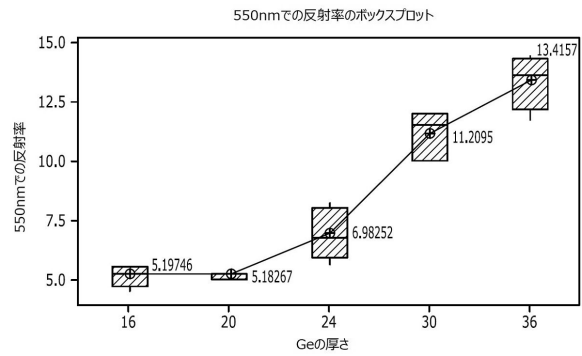
【 図 2 5 A 】



ワークシート : DOE比較

図 2 5 A

【 図 2 5 B 】



ワークシート : DOE比較

図 2 5 B

30

40

50

【 図 2 5 C 】

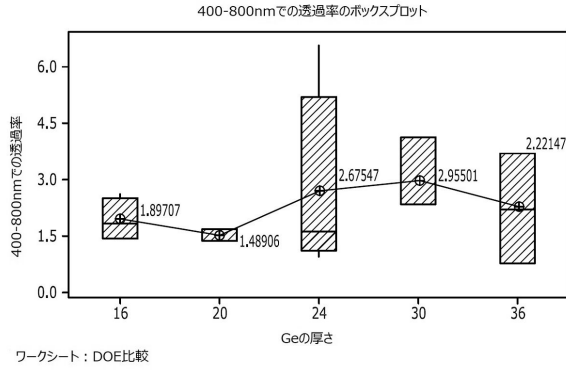


図 2 5 C

【 図 2 5 D 】

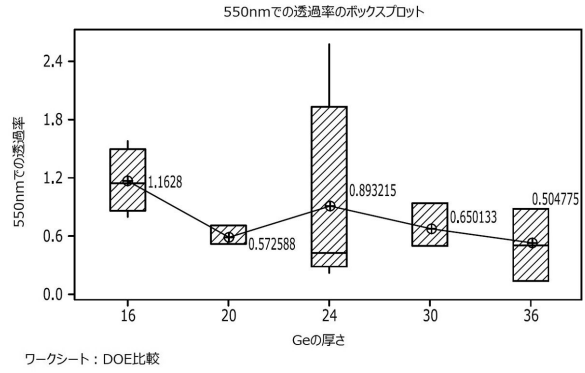


図 2 5 D

10

【 図 2 6 A 】

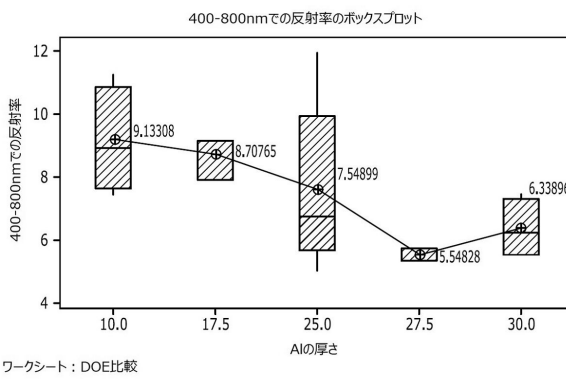


図 2 6 A

【 図 2 6 B 】

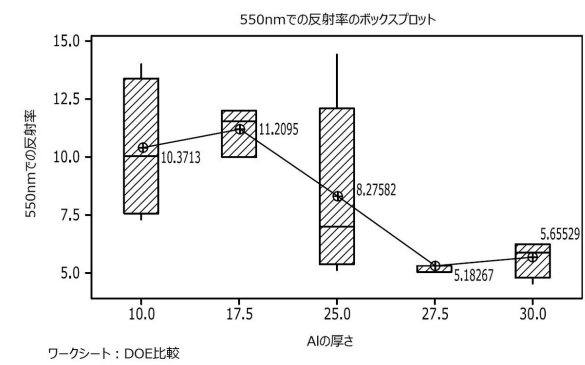


図 2 6 B

20

30

40

50

【 図 2 6 C 】

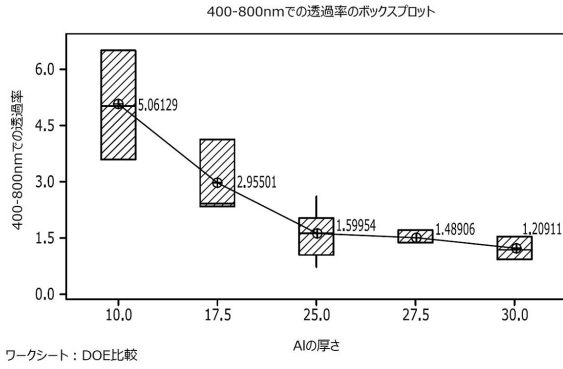


図 2 6 C

【 図 2 6 D 】

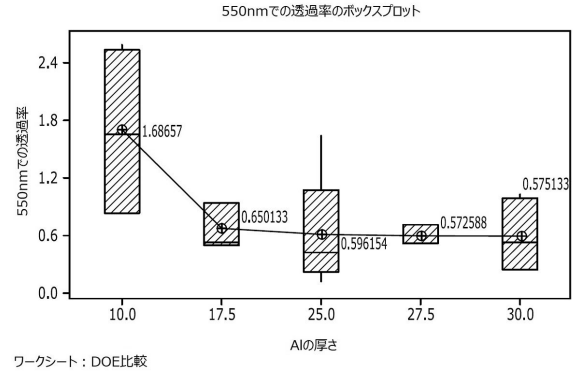


図 2 6 D

10

20

30

40

50

## 【手続補正書】

【提出日】令和5年3月7日(2023.3.7)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光ビームを偏光するワイヤグリッド偏光子であって、  
平行な複数の複合ワイヤのアレイを有し、  
前記複合ワイヤのそれぞれが、低屈折率金属層上にコーティングされた少なくとも1つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、  
前記コーティングスタックは、前記ワイヤグリッド偏光子の後方反射率を6%未満に低減するように構成され、前記少なくとも1つの高屈折率材料層が、ゲルマニウム層を含むことを特徴とするワイヤグリッド偏光子。

10

【請求項2】

前記少なくとも1つの高屈折率材料層が第1の厚さを有し、前記低屈折率金属層が第2の厚さを有する、請求項1に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項3】

前記少なくとも1つの高屈折率材料層が約20nmの前記第1の厚さを有し、前記低屈折率金属層が約27.5nmの前記第2の厚さを有するときに、前記コーティングスタックの合計の厚さは、約47.5nmである、請求項2に記載のワイヤグリッド偏光子。

20

【請求項4】

前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約47.5nmであるときに、前記ワイヤグリッド偏光子は、単一の表面反射制御を有する偏光ミラー太陽レンズである、請求項3に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項5】

約27.5nmの前記第2の厚さを有する前記低屈折率金属層が、約20nmの前記第1の厚さを有する2つの前記高屈折率材料層の間に挟まれるときに、前記コーティングスタックの合計の厚さは、約67.5nmである、請求項2に記載のワイヤグリッド偏光子。

30

【請求項6】

前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約67.5nmであるときに、前記ワイヤグリッド偏光子が双方向反射コントローラである、請求項5に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項7】

前記ワイヤグリッド偏光子が前記双方向反射コントローラであるときに、前記平行な複数の複合ワイヤ間の間隔は、デューティサイクルを減少させることによって増加する、請求項6に記載のワイヤグリッド偏光子。

40

【請求項8】

前記ワイヤグリッド偏光子が前記双方向反射コントローラであるときに、前記平行な複数の複合ワイヤ間の間隔は、デューティサイクルを38%未満に減少させることによって増加する、請求項7に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項9】

前記少なくとも1つの高屈折率材料層は、約20nmの前記第1の厚さを有する、請求項2に記載のワイヤグリッド偏光子。

【請求項10】

約27.5nmの前記第2の厚さを有する前記低屈折率金属層は、アルミニウムである、請求項2に記載のワイヤグリッド偏光子。

50

## 【請求項 1 1】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の屈折率は、3 より大きい、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 1 2】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の消衰係数は、0.2 を超える、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 1 3】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層が、ゲルマニウム層、シリコン層、またはゲルマニウムおよびシリコンの合金を含む層を含む、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 1 4】

前記ワイヤグリッド偏光子の透過率が、入射光の波長 400 - 800 nm の範囲で約 1.5 % である、請求項 3 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 1 5】

前記ワイヤグリッド偏光子の偏光効率が 90 % を超え、好ましくは 95 % を超える、請求項 1 に記載のワイヤグリッド偏光子。

## 【請求項 1 6】

表面を備えた基板と、前記基板の前記表面上に配置される平行な複数のワイヤのアレイとを有するワイヤグリッド偏光子を備えた光学レンズであって、

前記ワイヤのそれぞれが、少なくとも 1 つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、

前記コーティングスタックは、前記ワイヤグリッド偏光子が積層体に埋め込まれたときに、前記光学レンズの後方反射率を 6 % 未満に低減するように構成され、前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層が、ゲルマニウム層を含むことを特徴とする光学レンズ。

## 【請求項 1 7】

前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子が、ガラス基板を含む、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 1 8】

前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子が、ポリウレタン接着剤、ウレタン接着剤またはポリカーボネートを含む前記積層体に埋め込まれている、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 1 9】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックは、第 1 の厚さを有する Ge 層である前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層と、第 2 の厚さを有するアルミニウム層とを含む、請求項 1 6 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 2 0】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックが、約 20 nm の前記第 1 の厚さを有する前記少なくとも 1 つの高屈折率 Ge 層と、約 27.5 nm の前記第 2 の厚さを有する前記アルミニウム層とを含む、請求項 1 9 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 2 1】

前記少なくとも 1 つの高屈折率 Ge 層が約 20 nm の前記第 1 の厚さを有し、前記アルミニウム層が約 27.5 nm の前記第 2 の厚さを有するときに、前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックの合計の厚さは、約 47.5 nm である、請求項 1 9 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 2 2】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックの前記合計の厚さが約 47.5 nm であるときに、前記光学レンズは、観察者に向かって着色された鏡として見え、着用者の目に 2 % 未満の光を後方反射する、請求項 2 1 に記載の光学レンズ。

## 【請求項 2 3】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記ガラス基板の後方反射率が 4 % であるときに、前記光学レンズの前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックは、前記光学レンズの

10

20

30

40

50

前記後方反射を 2 % に低減するように構成される、請求項 17 に記載の光学レンズ。

【請求項 24】

平行な複数のワイヤのアレイを有するワイヤグリッド偏光子を備えた光学物品であって

、  
前記ワイヤのそれぞれが、少なくとも 1 つの高屈折率材料層を有するコーティングスタックを含み、

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層の前記コーティングスタックを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記光学物品の後方反射率の減少は、低屈折率材料層を有するグリッドを含むワイヤグリッド偏光子を有する別の光学物品と比較して、4 倍より大きいことを特徴とする光学物品。

10

【請求項 25】

前記光学物品の前記反射率の減少が、前記ワイヤグリッド偏光子が積層体に埋め込まれたときの 4 倍よりも大きい、請求項 24 に記載の光学物品。

【請求項 26】

前記ワイヤグリッド偏光子を埋め込む積層体が、ポリウレタン接着剤またはポリカーボネートを含む、請求項 24 に記載の光学物品。

【請求項 27】

前記ワイヤグリッド偏光子の前記コーティングスタックが、ゲルマニウムである前記少なくとも 1 つの高屈折率材料層を含む、請求項 24 に記載の光学物品。

【請求項 28】

前記ゲルマニウムを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記光学物品の前記反射率の減少は、アルミニウムの前記低屈折率材料層の前記グリッドを含む前記ワイヤグリッド偏光子を有する前記別の光学物品と比較して、4 倍より大きい、請求項 27 に記載の光学物品。

20

【請求項 29】

前記レンズの偏光効率が 90 % を超え、好ましくは 95 % を超える、請求項 24 に記載の光学物品。

【請求項 30】

前記ワイヤグリッド偏光子の透過率が、入射光の波長 400 - 800 nm の範囲で約 1 . 5 % である、請求項 24 に記載の光学物品。

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2021/040377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC(8) - G02B 5/30; G02C 7/12; G02C 7/14 (2021.01)  
 CPC - G02B 5/3058; G02B 5/08; G02B 5/208; G02C 7/10; G02C 7/12; G02C 7/14; G02C 2202/12 (2021.08)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

10

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 see Search History document

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 see Search History document

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 see Search History document

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US 2008/0316599 A1 (WANG et al) 25 December 2008 (25.12.2008) entire document	1-3, 5, 6, 10, 11, 13-15 --- 4, 7-9, 12, 16-23, 30
X --- Y	US 7,570,424 B2 (PERKINS et al) 04 August 2009 (04.08.2009) entire document	24, 27-29 --- 9, 19-22, 25, 26, 30
Y	US 7,771,045 B2 (MATERA et al) 10 August 2010 (10.08.2010) entire document	4, 16-23, 25, 26
Y	US 8,804,241 B2 (WU et al) 12 August 2014 (12.08.2014) entire document	7, 8, 12
Y	US 2019/0179169 A1 (BNL EUROLENS) 13 June 2019 (13.06.2019) entire document	22

20

30

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"D" document cited by the applicant in the international application

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

40

Date of the actual completion of the international search  
29 September 2021

Date of mailing of the international search report  
**OCT 28 2021**

Name and mailing address of the ISA/US  
 Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents  
 P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450  
 Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer  
 Harry Kim  
 Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

50

## フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

## 1. MATLAB

- (72)発明者 ブラウン, ジェフリー  
 アメリカ合衆国 5 5 3 0 3 ミネソタ州, ラムジー, サンウッド ドライブ エヌダブリュー 7 0  
 0 0, ホーヤ ビジョン ケアー内
- (72)発明者 マリガン, ジェームズ  
 アメリカ合衆国 5 5 3 0 3 ミネソタ州, ラムジー, サンウッド ドライブ エヌダブリュー 7 0  
 0 0, ホーヤ ビジョン ケアー内
- (72)発明者 マーシャル, マイケル  
 アメリカ合衆国 5 5 3 0 3 ミネソタ州, ラムジー, サンウッド ドライブ エヌダブリュー 7 0  
 0 0, ホーヤ ビジョン ケアー内
- (72)発明者 ブーリノー, マイケル エス.  
 アメリカ合衆国 5 5 3 0 3 ミネソタ州, ラムジー, サンウッド ドライブ エヌダブリュー 7 0  
 0 0, ホーヤ ビジョン ケアー内
- (72)発明者 ゴーベル, サンディ  
 アメリカ合衆国 5 5 3 0 3 ミネソタ州, ラムジー, サンウッド ドライブ エヌダブリュー 7 0  
 0 0, ホーヤ ビジョン ケアー内
- Fターム(参考) 2H006 BE00  
 2H148 FA05 FA09 FA15 FA24  
 2H149 AA23 AB01 AB26 BA02 BA23 CA02 EA12 FA13X FA42Z FA69  
 FD01 FD02 FD03 FD09 FD10 FD46 FD47