

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6637440号  
(P6637440)

(45) 発行日 令和2年1月29日(2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 27/02	(2006.01)     G02B 27/02     Z
G02C 7/12	(2006.01)     G02C 7/12
HO4N 5/64	(2006.01)     HO4N 5/64     511A

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-561813 (P2016-561813)  
 (86) (22) 出願日 平成27年3月27日 (2015.3.27)  
 (65) 公表番号 特表2017-514169 (P2017-514169A)  
 (43) 公表日 平成29年6月1日 (2017.6.1)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/023000  
 (87) 國際公開番号 WO2015/157016  
 (87) 國際公開日 平成27年10月15日 (2015.10.15)  
 審査請求日 平成30年3月22日 (2018.3.22)  
 (31) 優先権主張番号 61/977,171  
 (32) 優先日 平成26年4月9日 (2014.4.9)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(73) 特許権者 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
ズ カンパニー  
アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133  
-3427, セントポール, ポストオ  
フィス ボックス 33427, スリーエ  
ム センター  
 (74) 代理人 100110803  
 弁理士 赤澤 太朗  
 (74) 代理人 100135909  
 弁理士 野村 和歌子  
 (74) 代理人 100133042  
 弁理士 佃 誠玄  
 (74) 代理人 100157185  
 弁理士 吉野 亮平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ヘッドマウントディスプレイ及び目立ちにくい瞳孔イルミネーター

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

投射側かつ観察側となる凹状の第1の正面、反対側の第2の正面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、

第1の偏光方向と整列され、前記凹状の第1の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、

前記第1の偏光方向と位相角度をなして整列された速軸を有する、前記反射型偏光子と前記埋め込み型リフレクターとの間の位相子と、を有し、

前記埋め込み型リフレクターの全体の向きは、前記凹状の第1の正面の全体の向きに対して傾斜している、光学素子。

## 【請求項 2】

投射側かつ観察側となる凹状の第1の正面、反対側の第2の正面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、

第1の偏光方向と整列され、前記凹状の第1の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、

前記第1の偏光方向と位相角度をなして整列された速軸を有する、前記凹状の第1の正面と前記反射型偏光子との間の位相子と、

前記第1の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を、前記凹状の第1の正面に向けて投射するように配置された画像形成装置と、を有し、

前記埋め込み型リフレクターの全体の向きは、前記凹状の第1の正面の全体の向きに対

10

20

して傾斜しており、

前記画像光線の少なくとも一部を、前記画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、ヘッドマウントディスプレイ。

**【請求項 3】**

前記画像形成装置に隣接して配置されたイルミネーターであって、前記反射型偏光子に向けてイルミネーターの光線を投射することが可能なイルミネーターと、

前記イルミネーターに隣接して配置された画像受信装置と、をさらに有し、

前記反射型偏光子、前記位相子、及び前記埋め込み型リフレクターがとともに、前記イルミネーターに隣接して配置される前記目を照らすことが可能であり、前記画像受信装置が前記照らされた目の画像を受信することが可能である、

請求項 2 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

10

**【発明の詳細な説明】**

**【背景技術】**

**【0001】**

ウェアラブル装置の大きな流れとして、使用者にデータを提供するだけでなく、使用者から重要な情報を検知することも行われるようになっている。使用者の目は、使用者が画面全体を検索するのを補助し、使用者の健康及び注意力をモニターし、異なる情報源に対する使用者の反応についてのフィードバックを提供する重要な情報を与えることができる。目のモニタリングには、一般的に、通常は赤外光のような照明源を目の前方に配置することを必要とする。この前方の照明は、アイウェアの非常に目立ちやすい部分に装置及び電気的接続が取り付けられるため、設計上の美観をしばしば制限する。更に、電気的接続はしばしばアイウェアのヒンジに通されるため、ヒンジが曲げにくくなるか、電気的接続の信頼性が低下するか、又はその両方が結果として生じる。目のモニタリング用の照明システムをアイウェアの他の場所に配置することが求められている。

20

**【発明の概要】**

**【課題を解決するための手段】**

**【0002】**

本開示は、目の瞳孔を照らすための光学装置において有用な光学素子、詳細にはアイトラッキング（視線計測）機能を備えることができるヘッドマウントディスプレイと使用するための光学素子を提供するものである。本光学装置は、光源と、光を透過する光学素子とを有し、光源から放射された光が光学素子によって目の瞳孔に向けられることで、カメラなどの光学センサによって目の特性を検出することができる。光源は、人の目には見えない赤外光を放射することができるため、ヘッドマウントディスプレイの世界像及び／又は合成デジタル画像の質を低下させない。

30

**【0003】**

一態様では、本開示は、凹状の第1の正面、反対側の第2の正面、及びその間の埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、反射型偏光子と埋め込み型リフレクターとの間の移相子と、を有する、光学素子を提供する。

40

**【0004】**

別の態様では、本開示は、凹状の第1の正面、反対側の第2の正面、及びその間の埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、凹状の第1の正面と反射型偏光子との間の移相子と、を有する、ヘッドマウントディスプレイを提供する。ヘッドマウントディスプレイは、第1の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を凹状の第1の正面に向けて投射するように配置された画像形成装置を更に有し、画像光線の少なくとも一部を、画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である。

50

**【0005】**

更に別の態様では、本開示は、凹状の第1の主面及び反対側の第2の主面を有するレンズと、凹状の第1の主面に隣接して配置された部分リフレクターと、部分リフレクターに向けて光線を投射するように配置されたイルミネーターであって、光線の一部が部分リフレクターによって反射され、イルミネーターに隣接して配置される目を照らすことが可能なイルミネーターと、イルミネーターに隣接して配置され、部分リフレクターから反射された照らされた目の画像を受信することが可能な画像受信装置と、を有する、ヘッドマウントトラッキング装置を提供する。

**【0006】**

更に別の態様では、本開示は、凹状の第1の主面、反対側の第2の主面、及び埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の主面に隣接して配置された反射型偏光子と、第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、凹状の第1の主面と反射型偏光子との間の移相子と、を有する、トラッキングヘッドマウントディスプレイを提供する。トラッキングヘッドマウントディスプレイは、第1の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を凹状の第1の主面に向けて投射するように配置された画像形成装置であって、画像光線の少なくとも一部を、画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、画像形成装置と、画像形成装置に隣接して配置されたイルミネーターであって、反射型偏光子に向けてイルミネーターの光線を投射することが可能なイルミネーターと、イルミネーターに隣接して配置された画像受信装置と、を更に有し、反射型偏光子、移相子、及び埋め込み型リフレクターはともに、イルミネーターに隣接して配置される目を照らすことが可能であり、画像受信装置が照らされた目の画像を受信することが可能である。

10

**【0007】**

上記の「課題を解決するための手段」は、開示される各実施形態、又は本開示のすべての実現形態を記載することを目的としたものではない。以下の図面及び詳細な説明により、実例となる実施形態をより具体的に例示する。

**【図面の簡単な説明】****【0008】**

本明細書の全体を通じて添付の図面を参照するが、図中、同様の参照符号は、同様の要素を示す。

30

【図1A】ヘッドマウントディスプレイシステムの概略断面図である。

【図1B】図1Aの光学素子の概略断面図である。

【図2】ヘッドマウントトラッキング装置の概略断面図である。

【図3】ヘッドマウントトラッキング装置の概略断面図である。

【図4】ヘッドマウントトラッキング装置の概略断面図である。

【図5】ヘッドマウントトラッキング装置の概略断面図である。

【図6】ヘッドマウントトラッキングディスプレイシステムの斜視図である。

**【0009】**

図の縮尺は必ずしも一定ではない。図中に用いられる同様の数字は、同様の構成要素を示す。しかしながら、特定の図中のある構成要素を指した数字の使用は、同じ数字によって示される別の図中のその構成要素を限定しようとするものではないことは理解されるであろう。

40

**【発明を実施するための形態】****【0010】**

本開示は、目の瞳孔を照らすための光学装置において有用な光学素子、詳細にはアイトラッキング（視線計測）機能を備えることができるヘッドマウントディスプレイと使用するための光学素子を提供するものである。本光学装置は、光源と、光を透過する光学素子とを有し、光源から放射された光が光学素子によって目の瞳孔に向けられることで、カメラなどの光学センサによって目の特性を検出することができる。光源は、人の目には見えない赤外光を放射することができるため、ヘッドマウントディスプレイの世界像及び／又は

50

合成デジタル画像の質を低下させない。

【0011】

以下の説明では、本明細書の一部をなし、例示を目的として示される添付図面を参照する。本開示の範囲又は趣旨から逸脱することなく、他の実施形態が想到され、実施されうる点を理解されたい。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で理解されるべきではない。

【0012】

本明細書で使用するすべての科学的及び技術的用語は、特に断らないかぎり、当該技術分野において一般的に用いられる意味を有する。本明細書において与えられる定義は、本明細書中で頻繁に使用される特定の用語の理解を助けるためのものであり、本開示の範囲を限定するためのものではない。10

【0013】

特に断らないかぎり、本明細書及び「特許請求の範囲」で使用される要素の大きさ、量、及び物理的特性を表わすすべての数字は、いずれの場合においても「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでない旨が示されないかぎり、上記の明細書及び添付の「特許請求の範囲」において示される数値パラメータは、本明細書に開示される教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変わりうる近似値である。

【0014】

本明細書及び添付の「特許請求の範囲」において使用される单数形「a」、「a n」、及び「t h e」は、その内容によりそうでない旨が明示されないかぎり、複数の指示対象を有する実施形態を包含する。本明細書及び添付の「特許請求の範囲」において使用するところの「又は」なる語は、その内容によりそうでない旨が明示されないかぎり、一般に「及び／又は」を含む意味で用いられる。20

【0015】

これらに限定されるものではないが、「下側」、「上側」、「～の下」、「下方」、「上方」、及び「～の上」をはじめとする、空間に関する用語は、本明細書で使用される場合、ある要素の別の要素に対する空間的関係を述べる説明を容易にするために利用される。このような空間に関する用語には、図面に示され、本明細書で説明される特定の向き以外にも、使用時又は動作時の装置の異なる向きが含まれる。例えば、図面に示される物体が反転又は裏返される場合、それ以前に他の要素の下方又はその下にあるものとして説明されていた部分は、これらの他の要素の上方となるであろう。30

【0016】

本明細書で使用される場合、ある要素、部材若しくは層が、例えば、別の要素、部材若しくは層と「一致する境界面」を形成するか、これらの「上有る」、これらと「連結された」、「結合された」、又は「接触した」ものとして述べられる場合、その要素、部材若しくは層は、例えば、特定の要素、部材若しくは層の直接上にあるか、これらと直接連結されるか、直接結合されるか、直接接觸してよく、又は介在する要素、部材若しくは層が特定の要素、部材若しくは層の上にあるか、これらと連結されるか、結合されるか、若しくは接觸してよい。例えばある要素、部材、又は層が、別の要素の「直接上にある」か、別の要素と「直接連結される」、「直接結合される」、又は「直接接觸する」と述べられる場合、例えば介在する要素、部材、又は層は存在しない。40

【0017】

本明細書で使用されるところの「有する(have, having)」、「含む(include, including、comprise、comprising)」などは、オープンエンドの意味で用いられており、一般に「含むが、これらに限定されない」ことを意味する。「～からなる」及び「～から本質的になる」なる語は、「～を含む」及びこれに類する語に含まれることが理解されよう。

【0018】

合成型すなわち「コンバイナー」型のニアアイディスプレイは、現実世界像を使用者へと透過し、更に目に二次的な（例えばデジタル）画像を投射するうえで光学素子の使用に50

頼っている。コンバイナーディスプレイの1つのタイプでは、世界像の一部を透過し、更に二次的画像の一部を反射することができる50%可視光透過(VLT)ミラーのような部分ミラーを使用することができる。別のタイプのコンバイナーディスプレイは、世界像の1つの偏光状態を使用者へとほぼ完全に透過し、更に偏光された二次的画像を使用者へとほぼ完全に(又は少なくとも部分的に)反射することができる反射型又は弱反射型偏光子を使用することができる。別のタイプのコンバイナーディスプレイは、ある波長帯域の光(例えば、第1の波長域の光)をある程度反射するが、他の波長帯域(例えば、第2又はそれよりも多くの波長域の光)を透過するか又は反射波長帯域を部分的に透過することもできるダイクロイック、「ノッチ」、又は「くし」型リフレクターを使用することができる。

10

#### 【0019】

本明細書で提供されるヘッドマウントディスプレイは、使用者の目に現実世界像を透過する一方で、デジタルディスプレイによって生成されるものなどの二次的画像を反射又は透過することもできる。特定の一実施形態では、レンズなどの光学素子が、ダイクロイック、「ノッチ」、又は「くし」型の透過及び反射プロファイルを有するコーティング又はフィルムを有する。特定の一実施形態では、光学素子は、1つの偏光状態(例えば、第1の偏光方向)を反射し、別の偏光状態(例えば、第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向)を異なる程度で透過する反射型偏光子を含む。特定の場合では、光学素子はまた、1/4波長移相子のような移相層を更に含むことができる。特定の場合では、光学素子の形状は、二次的画像若しくは現実世界像のいずれか、又はその両方の倍率を与えることができるものである。

20

#### 【0020】

このような光学素子の透過/反射プロファイル(偏光状態に依存するか、波長に依存するか、又はそれらとは独立しているかによらず)は、現実世界像及び二次的画像の波長及び/又は偏光状態に基づいて、二次的画像と「合成された」現実世界像を使用者に同時に見えるようにするものである。光学素子は、それ自体で、又は別の屈折素子及び/若しくはフィルム及び/若しくはコーティングとの組み合わせで、曲面を通過する際の屈折及び/又は曲面からの反射に基づいて画像の倍率を与えることができる。

#### 【0021】

目の瞳孔を照らすための光学装置、及び目の特性を収集するための画像センサ(例えば、カメラ)を、スタンドアローン式の目のモニタリング装置として使用するか、又はヘッドマウントディスプレイと連動させて用いることができる。本発明において有用なヘッドマウントディスプレイの更なる説明として、例えば、2014年3月18日出願の発明の名称が「Low Profile Image Combiner for Near-Eye Displays」である、同時係属中の米国仮特許出願第61/954,690号に、また、2014年4月9日出願の発明の名称が「Near Eye Display System」である米国仮特許出願第61/977,166号がある。特定の一実施形態では、瞳孔を照らすための光学装置は、現実世界像と二次的画像とを合成するヘッドマウントディスプレイに二次的画像を生成するためにデジタルディスプレイに隣接して配置することができる。特定の場合では、デジタルディスプレイと画像センサを同じイメージング装置内に配置することにより、アイトラッキング機能を備えることができるヘッドマウントディスプレイと使用する電子部品を更に減らすことができる。本明細書に述べられる目の照明及び検知装置のいずれも、合成された世界像及びデジタル画像を与えることが可能なヘッドマウントディスプレイと使用することができることが理解される。

30

#### 【0022】

図1Aは、ヘッドマウントディスプレイシステム100の概略断面図を示し、図1Bは、本開示の一態様に基づく図1Aの光学素子の概略断面図を示す。ヘッドマウントディスプレイ100は、ヘッドマウントディスプレイシステムを使用者の頭部(図に示されていない)に配置するために使用することができるフレーム140を有している。フレーム140は、主光線103によって画像を生成する画像源101を支持している。画像源10

40

50

1は、画像生成装置101a及びカメラのような画像センサ101bの両方を含むことができる。画像生成装置101aは、他で述べるように、現実世界像150と合成することができる二次的画像を生成するために使用することができる。ヘッドマウントディスプレイはまた、他で述べるように、フレーム140に取り付けられた光源102を更に有することができる。主光線103は、1/4波長移相子109と接合された、第1の表面114を有するベースレンズ113を有する光学素子105に向けられており、1/4波長移相子109は更に線形反射型偏光子107と接合されている。光学素子105もフレーム140に取り付けられている。

#### 【0023】

主光線の第1の偏光方向は線形反射型偏光子107により透過され、直線偏光された光が円偏光された光線115に変換され、第1の表面114と反対側の第2の表面との間に配置されたベースレンズ113内部の埋め込み型リフレクター111により反射される。反射光線119は、円偏光された光線115とは逆の円偏光を有している。反射光線119は、1/4波長移相子109を透過して、第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向に直線偏光され、線形反射型偏光子107によって反射され、再び1/4波長移相子109を透過して、反射光線119とは逆方向に円偏光される。生じた光線121は、リフレクター111により反射されて光線125となり、再び円偏光の方向が切り替わる。光線125は1/4波長移相子109を透過し、反射型偏光子107を通過して第1の偏光方向を有するデジタル画像光線127となる。ここで、デジタル画像光線127は目129で視認できる。リフレクター111は部分リフレクターであってよく、部分透過光117及び123を形成することができる。部分リフレクターは、他で述べるように、ディスプレイ画像と合成された世界像が使用者に見えるようにするものである。

#### 【0024】

1/4波長移相子109は、直線偏光を円偏光に変換し、円偏光を直線偏光に変換する周知の光学装置である。適當な材料の例としては、Zeon Corp.（日本）より販売されるZeonor Film（登録商標）ZM16-138が挙げられる。このフィルムは、フィルムの延伸軸が線形反射型偏光子の遮蔽偏光軸から45°の角度となるような向きとされることが好ましい。特定の場合では、移相子は反射型偏光子107に直接隣接して配置することができるが、特定の場合では、代わりに移相子をリフレクター111に直接隣接して配置してもよい。

#### 【0025】

部分リフレクターは、少なくとも第1の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することができるダイクロイックリフレクターとしてもよく、又は部分リフレクターは広帯域の部分ミラーとすることもできる。特定の場合では、埋め込み型リフレクター111は曲面リフレクター又は平面リフレクターとすることができます。

#### 【0026】

図2は、本開示の一態様に基づく、ヘッドマウントトラッキング装置200の概略断面図を示す。図2に示される要素201～250のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素101～150に対応している。例えば、図2に示されるフレーム240は、図1のフレーム140に対応している、といった具合である。図2では、ヘッドマウントトラッキング装置200は目229の光彩を光で照らしており、光源202（イルミネーター202とも呼ばれる）が光線束204を形成する光を放射し、光線束204はここで部分リフレクター207を備えた表面を有する光学素子205を照らしている。光線束203の少なくとも一部は部分リフレクター207により反射されて光線束206を形成し、これが目229の光彩を照らす。カメラ201bが光彩の画像を生成し、この画像を処理することで目229の1つ以上の特性を測定することができる。

#### 【0027】

検出することが可能な目229のこうした特性としては、以下のもの、すなわち、目の視線の方向、瞳孔の直径及び直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、及び衝動性眼球運動（サッケード運動）の1つ以上が挙げられる。アイトラッキングのパラメータと

10

20

30

40

50

しては、眼球の回転の速度、及び物体の運動と眼球の運動との間の時間のずれ又は位相が挙げられる。サッケード運動としては、運動の時間的長さ、速度、及びパターンを挙げることができる。

#### 【0028】

部分リフレクター207は、反射を生じるために各層と隣接層との間の屈折率の差を用いた、光学的に透明な材料の1以上の層で構成されたダイクロイックコーティングで形成することができる。部分リフレクターはまた、アルミニウム又は銀などの薄い金属コーティングで形成することもできる。特定の場合では、部分リフレクターは反射型偏光子で形成することもできる。部分リフレクターは1以上の方向に湾曲してもよく、又は平坦であつてもよい。適当な光学的に透明な材料としては、一酸化ケイ素、二酸化ケイ素、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、二酸化チタン、ポリマー層、他の有機又は無機材料、及びこれらの組み合わせが挙げられる。  
10

#### 【0029】

光源202は、非偏光、偏光、可視光、紫外光、赤外光、又はこれらの組み合わせを放射することができる。光の全体又は一部が直線偏光又は円偏光されてもよい。偏光を用いることで目への照明パターンを変えることができる（例えば、図2に示される照明経路、又は図3に示される照明経路、又は両者の組み合わせが可能となる）。

#### 【0030】

図3は、本開示の一態様に基づく、ヘッドマウントトラッキング装置300の概略断面図を示す。図3に示される要素301～350のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素101～150に対応している。例えば、図3に示されるフレーム340は、図1のフレーム140に対応している、といった具合である。図3では、図1に示される光路と同様の要領で異なる光路が生じ、部分リフレクター311からの円偏光の反射が含まれる。光源302は、光線束304aを形成する光を放射し、光線束304aの少なくとも一部は反射型偏光子307により透過される。透過した光線は、1/4波長移相子309を通過し部分リフレクター311へと至る。部分リフレクター311によって反射された光線は、再び1/4波長移相子309を通過し、反射型偏光子307で反射し、再び1/4波長移相子309を通過し、部分リフレクター311で反射し、最後に1/4波長移相子309を通過し、反射型偏光子307を通過して、光線束306aを形成し、この光線束306aが目329の光彩を照らす。  
20  
30

#### 【0031】

図4は、本開示の一態様に基づく、ヘッドマウントトラッキング装置400の概略断面図を示す。図4に示される要素401～450のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素101～150に対応している。例えば、図4に示されるフレーム440は、図1のフレーム140に対応している、といった具合である。図4は、光源402の配置の変形例を示したものである。光源402は、カメラ401bに隣接して配置することができ、当業者には周知であるように、ビームスプリッター（図に示されていない）を使用することによってカメラビューの中心軸と同一直線上に置くことができる。光源402は、光線束404aを形成する光を放射し、光線束404aの少なくとも一部は反射型偏光子407により透過される。透過した光線は、1/4波長移相子409を部分リフレクター411へと通過する。部分リフレクター411によって反射された光線は、再び1/4波長移相子409を通過し、反射型偏光子407で反射し、再び1/4波長移相子409を通過し、部分リフレクター411で反射し、最後に1/4波長移相子409を通過し、反射型偏光子407を通過して、光線束406aを形成し、この光線束406aが目429の光彩を照らす。非偏光に加えて、複数の光源402を使用することで、例えば、1以上の光線束206、306a、又は406aを組み合わせた照明が可能となる。  
40

#### 【0032】

図5は、本開示の一態様に基づく、ヘッドマウントトラッキング装置500の概略断面

図を示す。図5に示される要素501～550のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素101～150に対応している。例えば、図5に示されるフレーム540は、図1のフレーム140に対応している、といった具合である。図5は、別の変形を示したものであり、光源502が光線束504bを形成する光を放射し、この光線束504bがレンズ513中に埋め込まれた反射面511bで形成された光学素子505によって反射される。反射光は光線束506bを形成し、これが目529の光彩を照らす。目によって反射された光は、カメラ501bへと主光線503を概ね辿る光線を形成する。反射面511bは反射型偏光子とすることができます。反射型偏光子は、3M Companyより販売されるAdvanced Polarizing Filmなどの複屈折性ポリマー光学積層体、ワイアグリッド偏光子、コレステリック反射型偏光子、又は他の任意の適当な反射型偏光子から形成することができる。

#### 【0033】

図6は、本開示の一態様に基づく、ヘッドマウントトラッキングディスプレイシステム600の斜視図である。図6に示される要素601～640及び601'～640'のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素101～140に対応している。例えば、図6に示されるフレーム640は、図1のフレーム640に対応している、といった具合である。ヘッドマウントトラッキングディスプレイシステム600は、他で述べるように、第1の光学素子605に向けて画像光を投射するように配置された第1の画像源601、及び、必要に応じて設けられる第2の光学素子605'に向けて第2の画像光を投射するように配置された必要に応じて設けられる第2の画像源601'を有している。ヘッドマウントトラッキングディスプレイシステム600は、他で述べるように、第1及び第2の光学素子605, 605'に向けて光をそれぞれ投射するように配置された第1の光源602、及び必要に応じて設けられる第2の光源602'を更に有している。第1及び必要に応じて設けられる第2の光学素子605, 605'、第1及び必要に応じて設けられる第2の画像源601, 601'、並びに第1及び必要に応じて設けられる第2の光源602, 602'はそれぞれ、眼鏡と同様にして使用者の頭部（図に示されていない）に配置することができる第1及び第2のフレーム640, 640'に取り付けることができる。ヘッドマウントトラッキングディスプレイシステム600は、第1及び第2の光学素子605, 605'を互いに連結するブリッジ645を更に有している。

#### 【0034】

本明細書に述べられる目のモニタリングシステムのいずれも、本明細書と同日に出願された、発明の名称が「Near-Eye Display」である、代理人整理番号が74975US002である同時係属中の米国特許出願に述べられるものなどのペリクル反射素子を有するニアアイディスプレイシステムと組み合わせができる点は理解されよう。検出することができる目のモニタリング特性としては、以下のもの、すなわち、目の視線の方向、瞳孔の直径及び直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、及び衝動性眼球運動（サッケード運動）の1つ以上が挙げられる。アイトラッキングのパラメータとしては、眼球の回転の速度、及び物体の運動と眼球の運動との間の時間のずれ又は位相が挙げられる。サッケード運動としては、運動の時間的長さ、速度、及びパターンを挙げることができる。記載したペリクルは、当業者には直ちに理解されるように、瞳孔イルミネーター及び画像受信光学素子の反射面を与えるうえで、また、ニアアイディスプレイの反射面を与えるうえで有用でありうる。

#### 【0035】

以下に、本開示の実施形態を列挙する

項目1は、凹状の第1の正面、反対側の第2の正面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、反射型偏光子と埋め込み型リフレクターとの間の移相子と、を有する、光学素子である。

10

20

30

40

50

**【 0 0 3 6 】**

項目 2 は、移相子が、反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目 1 の光学素子である。

**【 0 0 3 7 】**

項目 3 は、移相子が、埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目 1 又は項目 2 の光学素子である。

**【 0 0 3 8 】**

項目 4 は、移相子が  $1 / 4$  波長移相子であり、移相角度が約  $45^\circ$  である、項目 1 ~ 項目 3 の光学素子である。

**【 0 0 3 9 】**

項目 5 は、埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目 1 ~ 項目 4 の光学素子である。

**【 0 0 4 0 】**

項目 6 は、部分リフレクターが、少なくとも第 1 の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目 5 の光学素子である。

**【 0 0 4 1 】**

項目 7 は、部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目 5 の光学素子である。

**【 0 0 4 2 】**

項目 8 は、埋め込み型リフレクターが平面リフレクターである、項目 1 ~ 項目 7 の光学素子である。

**【 0 0 4 3 】**

項目 9 は、埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることが可能な曲面リフレクターである、項目 1 ~ 項目 8 の光学素子である。

**【 0 0 4 4 】**

項目 10 は、凹状の第 1 の主面、反対側の第 2 の主面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第 1 の偏光方向と整列され、凹状の第 1 の主面に隣接して配置された反射型偏光子と、第 1 の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、凹状の第 1 の主面と反射型偏光子との間の移相子と、第 1 の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を凹状の第 1 の主面に向けて投射するように配置された画像形成装置と、を有し、画像光線の少なくとも一部を、画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、ヘッドマウントディスプレイ。

**【 0 0 4 5 】**

項目 11 は、移相子が、反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目 10 のヘッドマウントディスプレイである。

**【 0 0 4 6 】**

項目 12 は、移相子が、埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目 10 又は項目 11 のヘッドマウントディスプレイである。

**【 0 0 4 7 】**

項目 13 は、移相子が  $1 / 4$  波長移相子であり、移相角度が約  $45^\circ$  である、項目 10 ~ 項目 12 のヘッドマウントディスプレイである。

**【 0 0 4 8 】**

項目 14 は、埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目 10 ~ 項目 13 のヘッドマウントディスプレイである。

**【 0 0 4 9 】**

項目 15 は、部分リフレクターが、少なくとも第 1 の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目 14 のヘッドマウントディスプレイである。

**【 0 0 5 0 】**

項目 16 は、部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目 14 のヘッドマウント

10

20

30

40

50

ディスプレイである。

【0051】

項目17は、埋め込み型リフレクターが平面リフレクターを含む、項目10～項目16のヘッドマウントディスプレイである。

【0052】

項目18は、埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることが可能な曲面リフレクターである、項目10～項目17のヘッドマウントディスプレイである。

【0053】

項目19は、目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、又はこれらの組み合わせを検出するように配置されたトラッキング装置を更に有する、項目10～項目18のヘッドマウントディスプレイである。10

【0054】

項目20は、トラッキング装置が、埋め込み型リフレクターに向けて光線を投射するよう配に配置されたイルミネーターであって、光線の一部が反射されてイルミネーターに隣接して配置される目を照らす、イルミネーターと、イルミネーターに隣接して配置され、照らされた目の画像を受信することが可能な画像受信装置と、を有する、項目19のヘッドマウントディスプレイである。

【0055】

項目21は、凹状の第1の主面及び反対側の第2の主面を有するレンズと、凹状の第1の主面に隣接して配置された部分リフレクターと、部分リフレクターに向けて光線を投射するよう配に配置されたイルミネーターであって、光線の一部が部分リフレクターによって反射され、イルミネーターに隣接して配置される目を照らすことが可能なイルミネーターと、イルミネーターに隣接して配置され、部分リフレクターから反射された照らされた目の画像を受信することが可能な画像受信装置と、を有する、ヘッドマウントトラッキング装置である。20

【0056】

項目22は、部分リフレクターが、少なくとも第1の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目21のヘッドマウントトラッキング装置である。30

【0057】

項目23は、部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目21又は項目22のヘッドマウントトラッキング装置である。

【0058】

項目24は、部分リフレクターが、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の主面に隣接して配置された反射型偏光子を含む、項目21～項目23のヘッドマウントトラッキング装置である。

【0059】

項目25は、画像受信装置が、目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、又はこれらの組み合わせを検出することが可能である、項目21～項目24のヘッドマウントトラッキング装置である。40

【0060】

項目26は、凹状の第1の主面、反対側の第2の主面、及び埋め込み型リフレクターを有するレンズと、第1の偏光方向と整列され、凹状の第1の主面に隣接して配置された反射型偏光子と、第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、凹状の第1の主面と反射型偏光子との間の移相子と、第1の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を凹状の第1の主面に向けて投射するように配置された画像形成装置であって、画像光線の少なくとも一部を、画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、画像形成装置と、画像形成装置に隣接して配置されたイルミネーターであって、反射型偏

光子に向けてイルミネーターの光線を投射することが可能なイルミネーターと、イルミネーターに隣接して配置された画像受信装置と、を有し、反射型偏光子、移相子、及び埋め込み型リフレクターがともに、イルミネーターに隣接して配置される目を照らすことが可能であり、画像受信装置が照らされた目の画像を受信することが可能である、トラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0061】

項目27は、移相子が、反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目26のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0062】

項目28は、移相子が、埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目26又は項目27のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

10

【0063】

項目29は、移相子が1/4波長移相子であり、移相角度が約45°である、項目26～項目28のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0064】

項目30は、埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目26～項目29のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0065】

項目31は、部分リフレクターが、少なくとも第1の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目30のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

20

【0066】

項目32は、部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目30のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0067】

項目33は、埋め込み型リフレクターが平面リフレクターである、項目26～項目32のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0068】

項目34は、埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることが可能な曲面リフレクターである、項目26～項目33のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

30

【0069】

項目35は、イルミネーターの光線が、第1の偏光方向と整列された偏光された光線を含む、項目26～項目34のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0070】

項目36は、照らされた目の画像が、目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、及びこれらの組み合わせを含む、項目26～項目35のトラッキングヘッドマウントディスプレイである。

【0071】

特に断らないかぎり、本明細書及び「特許請求の範囲」で使用される、要素の大きさ、量、及び物理的特性を表すすべての数字は、「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでない旨が示されないかぎり、上記の明細書及び添付の「特許請求の範囲」において示される数値パラメータは、本明細書に開示される教示を利用して当業者が得ようとする所望される特性に応じて変わりうる近似値である。

40

【0072】

本明細書に引用されるすべての参考文献及び刊行物は、それらが本開示と直接矛盾しうる場合を除き、それらの全容を参照によって本開示に明確に援用するものである。以上、本明細書において具体的な実施形態を図示、説明したが、様々な代替的かつ/又は等価的な実現形態を、本開示の範囲を逸脱することなく、図示及び説明された具体的な実施形態

50

に置き換えることができる点は、当業者であれば認識されるところであろう。本出願は、本明細書において検討される具体的な実施形態のいかなる適合例又は変形例をも網羅しようとするものである。したがって、本開示は、「特許請求の範囲」及びその等価物によってのみ限定されるものとする。

## 〔項目1〕

凹状の第1の主面、反対側の第2の主面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、

第1の偏光方向と整列され、前記凹状の第1の主面に隣接して配置された反射型偏光子と、

前記第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、前記反射型偏光子と前記埋め込み型リフレクターとの間の移相子と、を有する、光学素子。10

## 〔項目2〕

前記移相子が、前記反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目1に記載の光学素子。。

## 〔項目3〕

前記移相子が、前記埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目1に記載の光学素子。

## 〔項目4〕

前記移相子が1/4波長移相子であり、前記移相角度が約45°である、項目1に記載の光学素子。20

## 〔項目5〕

前記埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目1に記載の光学素子。

## 〔項目6〕

前記部分リフレクターが、少なくとも第1の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目5に記載の光学素子。

## 〔項目7〕

前記部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目5に記載の光学素子。

## 〔項目8〕

前記埋め込み型リフレクターが平面リフレクターである、項目1に記載の光学素子。

## 〔項目9〕

前記埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることが可能な曲面リフレクターである、項目1に記載の光学素子。30

## 〔項目10〕

凹状の第1の主面、反対側の第2の主面、及びその間に配置された埋め込み型リフレクターを有するレンズと、

第1の偏光方向と整列され、前記凹状の第1の主面に隣接して配置された反射型偏光子と、

前記第1の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、前記凹状の第1の主面と前記反射型偏光子との間の移相子と、40

前記第1の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を、前記凹状の第1の主面に向けて投射するように配置された画像形成装置と、を有し、

前記画像光線の少なくとも一部を、前記画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、ヘッドマウントディスプレイ。

## 〔項目11〕

前記移相子が、前記反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目10に記載のヘッドマウントディスプレイ。

## 〔項目12〕

前記移相子が、前記埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目10に記載のヘッドマウントディスプレイ。

## 〔項目13〕

50

前記移相子が 1 / 4 波長移相子であり、前記移相角度が約 45°である、項目 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 14 ]

前記埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 15 ]

前記部分リフレクターが、少なくとも第 1 の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目 14 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 16 ]

前記部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目 14 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 17 ]

前記埋め込み型リフレクターが平面リフレクターである、項目 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 18 ]

前記埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることができる曲面リフレクターである、項目 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 19 ]

目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、又はこれらの組み合わせを検出するように配置されたトラッキング装置を更に有する、項目 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 20 ]

前記トラッキング装置が、

前記埋め込み型リフレクターに向けて光線を投射するように配置されたイルミネーターであって、前記光線の一部が反射されて前記イルミネーターに隣接して配置される前記目を照らす、イルミネーターと、

前記イルミネーターに隣接して配置され、前記照らされた目の画像を受信することができる画像受信装置と、を有する、項目 19 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[ 項目 21 ]

凹状の第 1 の主面及び反対側の第 2 の主面を有するレンズと、

前記凹状の第 1 の主面に隣接して配置された部分リフレクターと、

前記部分リフレクターに向けて光線を投射するように配置されたイルミネーターであつて、前記光線の一部が前記部分リフレクターによって反射され、前記イルミネーターに隣接して配置される目を照らすことが可能なイルミネーターと、

前記イルミネーターに隣接して配置され、前記部分リフレクターから反射された前記照らされた目の画像を受信することができる画像受信装置と、を有する、ヘッドマウントトラッキング装置。

[ 項目 22 ]

前記部分リフレクターが、少なくとも第 1 の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することができますダイクロイックリフレクターを含む、項目 21 に記載のヘッドマウントトラッキング装置。

[ 項目 23 ]

前記部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目 21 に記載のヘッドマウントトラッキング装置。

[ 項目 24 ]

前記部分リフレクターが、第 1 の偏光方向と整列され、前記凹状の第 1 の主面に隣接して配置された反射型偏光子を含む、項目 21 に記載のヘッドマウントトラッキング装置。

[ 項目 25 ]

前記画像受信装置が、目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶ

10

20

30

40

50

たの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、又はこれらの組み合わせを検出することが可能である、項目 2 1 に記載のヘッドマウントトラッキング装置。

[項目 2 6]

凹状の第 1 の正面、反対側の第 2 の正面、及び埋め込み型リフレクターを有するレンズと、

第 1 の偏光方向と整列され、前記凹状の第 1 の正面に隣接して配置された反射型偏光子と、

前記第 1 の偏光方向と移相角度をなして整列された速軸を有する、前記凹状の第 1 の正面と前記反射型偏光子との間の移相子と、

前記第 1 の偏光方向に偏光された光を含む画像光線を前記凹状の第 1 の正面に向けて投射するように配置された画像形成装置であって、前記画像光線の少なくとも一部を、前記画像形成装置に隣接して配置される目に向けることが可能である、画像形成装置と、

前記画像形成装置に隣接して配置されたイルミネーターであって、前記反射型偏光子に向けてイルミネーターの光線を投射することが可能なイルミネーターと、

前記イルミネーターに隣接して配置された画像受信装置と、を有し、

前記反射型偏光子、前記移相子、及び前記埋め込み型リフレクターがともに、前記イルミネーターに隣接して配置される前記目を照らすことが可能であり、前記画像受信装置が前記照らされた目の画像を受信することが可能である、トラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 2 7]

前記移相子が、前記反射型偏光子に直接隣接して配置された、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 2 8]

前記移相子が、前記埋め込み型リフレクターと直接隣接して配置された、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 2 9]

前記移相子が 1 / 4 波長移相子であり、前記移相角度が約 45° である、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 0]

前記埋め込み型リフレクターが部分リフレクターを含む、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 1]

前記部分リフレクターが、少なくとも第 1 の波長域の光を反射し、他の波長域の光は透過することが可能なダイクロイックリフレクターを含む、項目 3 0 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 2]

前記部分リフレクターが広帯域部分ミラーを含む、項目 3 0 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 3]

前記埋め込み型リフレクターが平面リフレクターである、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 4]

前記埋め込み型リフレクターが、入射光線をコリメートすることが可能な曲面リフレクターである、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 5]

前記イルミネーターの光線が、前記第 1 の偏光方向と整列された偏光された光線を含む、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

[項目 3 6]

前記照らされた目の画像が、目の視線の方向、目の瞳孔の直径、目の瞳孔の直径の変化、まぶたの瞬き、目が追跡する物体、サッケード眼球運動、及びこれらの組み合わせを含

10

20

30

40

50

む、項目 2 6 に記載のトラッキングヘッドマウントディスプレイ。

【図 1 A】

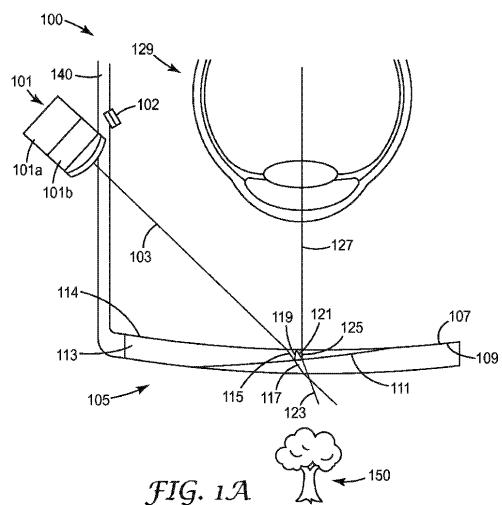


FIG. 1A

【図 2】

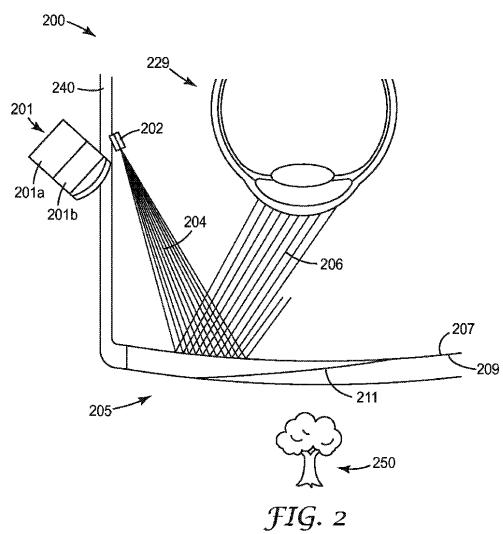


FIG. 2

【図 1 B】

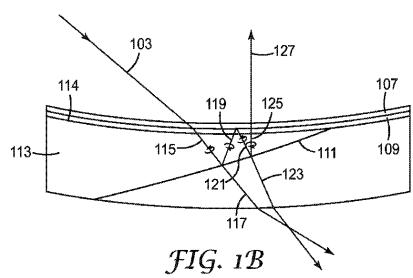
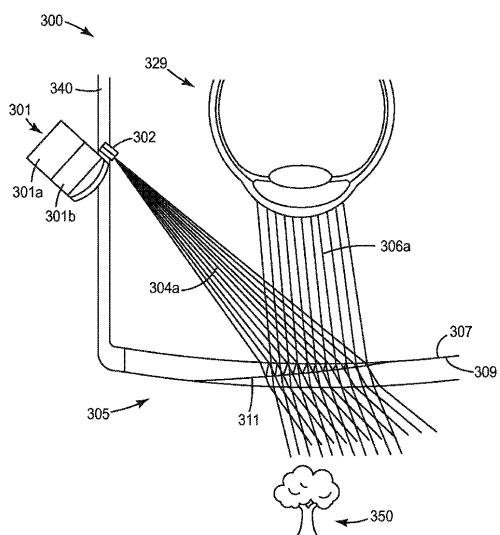
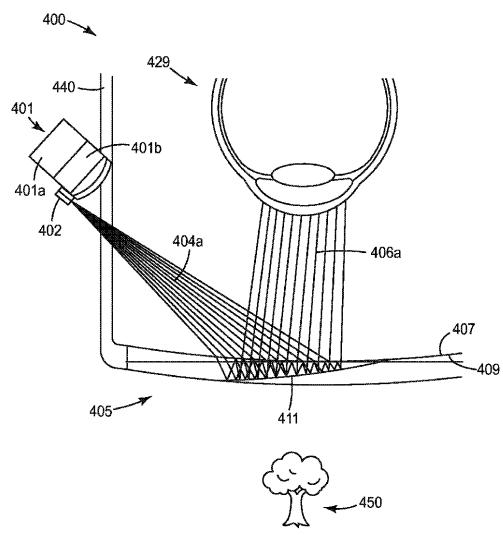


FIG. 1B

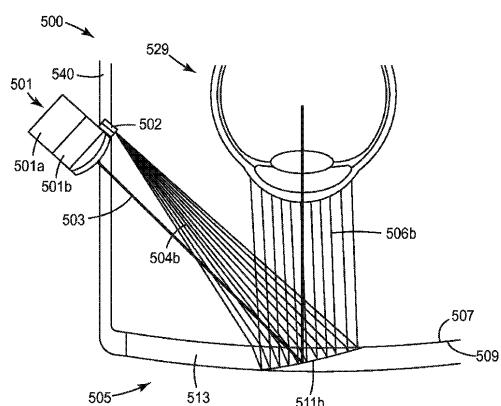
【図3】



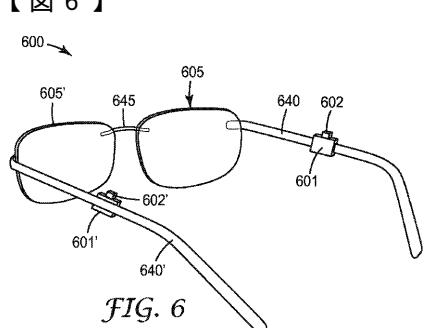
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 アウダーカーク , アンドリュー ジェイ .  
アメリカ合衆国 , ミネソタ州 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター
- (72)発明者 ウォン , ティモシー エル .  
アメリカ合衆国 , ミネソタ州 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター
- (72)発明者 ボハノン , キャンディス エム .  
アメリカ合衆国 , ミネソタ州 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター
- (72)発明者 ブノワ , ギレス ジェイ .  
アメリカ合衆国 , ミネソタ州 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

審査官 佐藤 洋允

- (56)参考文献 特開2000-275566(JP,A)  
特表2003-504663(JP,A)  
特開平08-122642(JP,A)  
特表2007-512581(JP,A)  
特開2007-286317(JP,A)  
米国特許第05715023(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/00 - 27/64