

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-515225
(P2009-515225A)

(43) 公表日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/28 (2006.01)	G02B 27/28	Z 2H149
G02B 27/01 (2006.01)	G02B 27/02	A 2H199
G02B 27/02 (2006.01)	G02B 27/02	Z
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2008-539606 (P2008-539606)
 (86) (22) 出願日 平成18年11月6日 (2006.11.6)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年7月4日 (2008.7.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/IL2006/001278
 (87) 国際公開番号 W02007/054928
 (87) 国際公開日 平成19年5月18日 (2007.5.18)
 (31) 優先権主張番号 171820
 (32) 優先日 平成17年11月8日 (2005.11.8)
 (33) 優先権主張国 イスラエル (IL)

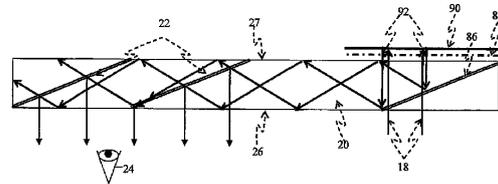
(71) 出願人 504354265
 ラマス リミテッド
 イスラエル国, 76705 レホヴォト,
 バーグマン・ストリート 2
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (72) 発明者 アミタイ, ヤーコヴ
 イスラエル国, 76229 レホヴォト,
 シラニ・ストリート 36/4
 Fターム(参考) 2H149 AA01 AB01 AB23 BA04 BA22
 BA23 FA41W

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光光学系

(57) 【要約】

提供されるものは、相互に平行な少なくとも二つの主要な表面及び縁を有する光を透過させる基体、並びに、内部全反射によって基体へ光を結合させるための光学デバイスを含む、光学系である。デバイスは、偏光に敏感な反射させる表面を含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

相互に対して平行な少なくとも二つの主要な表面及び縁を有する光を透過させる基体、並びに、

内部全反射によって前記基体へと光を結合させるための光学デバイス

: を含む、光学系において、

前記光を結合させるためのデバイスは、偏光に敏感な反射させる表面を含むことを特徴とする、光学系。

【請求項 2】

前記基体の前記主要な表面に対して非平行なものである前記基体に位置させられた少なくとも一つの部分的に反射させる表面のアレイをさらに含む、請求項 1 に記載の光学系。 10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、前記光を透過させる基体の内側に埋め込まれる、光学系。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、前記基体の前記主要な表面に対して非平行なものである、光学系。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、偏光ビームスプリッターである、光学系。 20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、s 偏光した光を反射させると共に p 偏光した光を透過させる、光学系。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、p 偏光した光を反射させると共に s 偏光した光を透過させる、光学系。 30

【請求項 8】

請求項 5 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、偏光に敏感な薄膜の誘電体のコーティングを含む、光学系。

【請求項 9】

請求項 5 に記載の光学系において、

前記光を結合させるための光学デバイスは、ワイヤー・グリッド偏光子を含む、光学系。

【請求項 10】

請求項 2 に記載の光学系において、

前記基体へと光を結合させるための光学デバイスは、前記部分的に反射させる表面のアレイに対して平行なものである、光学系。 40

【請求項 11】

前記主要な表面の一つの次に位置させられた四分の一波長の遅延部材をさらに含む、請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 12】

前記四分の一波長の遅延部材の次に位置させられた反射させる表面をさらに含む、請求項 11 に記載の光学系。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の光学系において、 50

前記反射させる表面は、前記四分の一波長の遅延部材に接合させられる、光学系。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載の光学系において、

前記反射させる表面は、前記四分の一波長の遅延部材の裏側にコートされる、光学系。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 に記載の光学系において、

前記四分の一波長の遅延部材は、前記反射させる表面の前方の表面に積層されたフィルムである、光学系。

【請求項 1 6】

前記四分の一波長の遅延部材の次に位置させられた収束レンズをさらに含む、請求項 1

10

1 に記載の光学系。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の光学系において、

前記収束レンズの裏面は、反射性のコーティングでコートされる、光学系。

【請求項 1 8】

請求項 1 6 に記載の光学系において、

前記収束レンズは、平 - 凸レンズである、光学系。

【請求項 1 9】

表示源をさらに含む、請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 2 0】

20

請求項 1 9 に記載の光学系において、

前記表示源から現れる光波は、前記主要な表面の一つを通じて前記光を透過させる基体に入る、光学系。

【請求項 2 1】

前記光波をコリメートする光学モジュールをさらに含む、請求項 2 0 に記載の光学系。

【請求項 2 2】

請求項 2 0 に記載の光学系において、

前記光波は、直線偏光したものである、光学系。

【請求項 2 3】

請求項 2 0 に記載の光学系において、

30

前記光波は、偏光してないものである、光学系。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 に記載の光学系において、

前記コリメートする光学モジュールは、フォールディング・プリズムを含む、光学系。

【請求項 2 5】

前記フォールディング・プリズムの内側に埋め込まれた少なくとも一つの偏光子ビームスプリッターをさらに含む、請求項 2 4 に記載の光学系。

【請求項 2 6】

前記フォールディング・プリズムの次に位置させられた四分の一波長の遅延部材をさらに含む、請求項 2 4 に記載の光学系。

40

【請求項 2 7】

前記四分の一波長の遅延部材の次に位置させられた少なくとも一つの収束レンズをさらに含む、請求項 2 4 に記載の光学系。

【請求項 2 8】

請求項 2 4 に記載の光学系において、

前記少なくとも一つの収束レンズの裏面は、反射性のコーティングでコートされる、光学系。

【請求項 2 9】

前記四分の一波長の遅延部材の次に位置させられた収束レンズをさらに含む、請求項 1

1 に記載の光学系。

50

【請求項 30】

請求項 29 に記載の光学系において、
前記収束レンズは、平 - 凸レンズである、光学系。

【請求項 31】

請求項 29 に記載の光学系において、
前記収束レンズの裏面は、反射性のコーティングでコートされる、光学系。

【請求項 32】

請求項 29 に記載の光学系において、
前記収束レンズの裏面は、反射性のコーティングでコートされる、光学系。

【請求項 33】

請求項 29 に記載の光学系において、
前記収束レンズは、前記四分の一波長の遅延部材に光学的に付けられる、光学系。

【請求項 34】

請求項 29 に記載の光学系において、
前記収束レンズは、コリメーティングレンズである、光学系。

【請求項 35】

前記光を透過させる基体の内側に埋め込まれた反射させる表面をさらに含む、請求項 1
に記載の光学系。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の光学系において、
前記反射させる表面は、前記基体へと光を結合させるための光学デバイスに対して平行
なものである、光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基体で案内された光学デバイスに、及び、より詳しくは、ライトガイドとも
また称された、共通の光透過性の基体によって担持された複数の反射させる表面を含むデ
バイスに、関係する。

【0002】

当該発明を、例えば、フラットパネルの指示器、小型の照明器、及びスキャナーのよう
な非結像の用途のみならず、ヘッドマウント及びヘッドアップディスプレイ、携帯電話、
小型のディスプレイ、3Dディスプレイ、小型のビームエキスパンダーのような、多数の
結像の用途において、有利に実施することができる。

【背景技術】

【0003】

小型の光学素子についての重要な用途の一つは、ヘッドマウントディスプレイにおける
ものであるが、それにおいて、光学モジュールは、結像させるレンズ及びコンバイナーの
両方として役に立つものであるが、それにおいて、二次元のディスプレイは、無限遠まで
結像させられると共に観察者の目へと反射させられる。ディスプレイを、陰極線管 (cath
ode ray tube) (CRT)、液晶ディスプレイ (liquid crystal display) (LCD)
、有機発光ダイオードアレイ (organic light emitting diode) (OLED) のよ
うな空間光変調器 (SLM) (spatial light modulator)、又は、走査源及び類似の
デバイスのいずれかから直接的に、又は間接的に、リレーレンズ又は光学ファイババン
ドルの手段によって、得ることができる。ディスプレイは、コリメーティングレンズによ
って無限遠へ結像させられた、且つ、それぞれ、非シースルー及びシースルーの用途のた
めのコンバイナーとして作用する反射させる又は部分的に反射させる表面の手段によっ
て視聴者の目まで伝達された、素子 (ピクセル) のアレイを含む。典型的には、従来の自由
空間の光学モジュールは、これらの目的のために使用される。系の望まれた視野 (field-
of-view) (FOV) が、増加すると、このような従来の光学モジュールは、より大きい
、より重い、よりかさ高い、及び、従って、中位の性能のデバイスについてさえも、非実

10

20

30

40

50

用的なものになる。これは、ディスプレイの全ての種類について、しかし、特にヘッドマウントの用途において、主要な欠点であるが、そこでは、系は、必ず、可能な限り軽いもの及び小型のものでなければならない。

【 0 0 0 4 】

小型さについての努力は、数個の異なる複雑な光学的な解決手段に至るものでありつづけたが、それらの全ては、一方では、大部分の実用的な用途についてなおも必ずしも十分に小型なものではないと共に、他方では、製造可能性の点で主要な欠点をもつ。さらには、これらの設計から結果として生じる光学的な視角の目の可動範囲 (eye-motion-box) (E M B) は、通常では、非常に小さい、 - 典型的には、8 mm 未満のものである。よって、光学系の性能は、視聴者の目に相対的な光学系の小さい移動でさえも、非常に敏感なものであり、このようなディスプレイからのテキストの便利な読み取りについて十分な瞳の動きを可能にするものではない。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

本発明は、他の用途の間で、ヘッドマウントディスプレイ用の、非常に小型のライトガイドの光学素子 (light-guide optical element) (L O E) の設計及び製作を容易にする。当該発明は、相対的に大きい E M B の値と一緒に相対的に幅広い F O V を可能にする。結果として生じる光学系は、大きい、高品質の像を提示するが、それは、また、目に対する大きい移動に適応する。本発明によって提示された光学系は、それが、最先端技術の実施よりも実質的に小型なものであると共にそれを、特殊化された構成を有する光学系にでさえもまだ容易に組み込むことができるという理由のために、特に好都合なものである。

20

【 0 0 0 6 】

当該発明は、また、改善されたヘッドアップディスプレイ (head-up display) (H U D) の構築を可能とする。三十年以上前にこのようなディスプレイの発端以来、当分野において顕著な進歩がありつづけてきた。実のところ、H U D は、大衆的なものになってきたと共に、それらは、今、大部分の現代的な戦闘の航空機におけるだけでなく、民間の航空機においてもまた、重要な役割を果たすが、それにおいては、H U D システムが、低い視認性の着陸する動作のための鍵となる構成要素になってきた。さらには、最近では、自動車の用途における H U D についての数多くの案及び設計がありつづけてきたが、そこでは、それらが、運転及びナビゲーションの課題において運転者を潜在的に援助することができる。にもかかわらず、最先端技術の H U D は、数個の顕著な欠点をもつ。現行の設計の全ての H U D は、源が全体のコンパイナの表面を照明することを保証するために、コンパイナから顕著な距離をオフセットするものでなければならない表示源を要求する。結果として、コンパイナ - プロジェクター H U D システムは、本質的に、かさ高い且つ大きいものであると共に、相当な据え付けの空間を要求するが、それは、それを、据え付けについて不便な、及び、時には、使用することが安全でないものとする。従来 H U D の大きい光学的な開口は、また、H U D を、どんな高い性能が要求されるとしても、妥協させられた性能を備えたもの又は高いコストに至るもののいずれかにする、顕著な光学的設計の難題を提起する。高品質のホログラフィック H U D の色分散は、特に関心のあるものである。

30

40

【 0 0 0 7 】

本発明の重要な用途は、小型の H U D におけるその実施に関係するが、それは、上述した欠点を軽減する。現行の発明の H U D の設計において、コンパイナは、基体に付けることができる小型の表示源で照明される。よって、全体的な系は、非常に小型のものであると共に、幅広い範囲の用途についての多種多様な構成において容易に据え付けられることができる。加えて、ディスプレイの色の分散は、無視してよいものであると共に、そのようなものとして、従来白色光の源を含む、幅広いスペクトルの源と共に動作することができる。加えて、本発明は、コンパイナの有効領域が、光源によって現実に照明さ

50

れるエリアよりも大幅に大きいものであることができるように、像を拡張する。

【0008】

本発明のさらなる用途は、小型のディスプレイに、携帯電話のような移動式の、ハンドヘルドの用途についての幅広いF O Vを、提供するものである。今日の無線のインターネット市場においては、十分な帯域幅が、十分な映像の伝達に利用可能なものである。限定する因子は、最終使用者のデバイス内での表示の品質のままである。移動度の要件は、ディスプレイの物理的な大きさを制限すると共に、結果は、乏しい像の目視の品質を備えた直接的な表示である。本発明は、非常に大きい仮想的な像を備えた物理的に非常に小型のディスプレイを可能とする。これは、移動通信における鍵となる特徴であると共に、特に移動式のインターネットアクセスについては、その実用的な実施についての主要な限定の一つを解決するものである。本発明は、それによって、携帯電話のような、小さい、ハンドヘルドのデバイス内における全部のフォーマットのインターネットのページのデジタル・コンテンツの目視を可能とする。

10

【0009】

従って、本発明の広い目的は、具体的な要件に従って、最先端技術の小型の光学ディスプレイ・デバイスの欠点を軽減すること、及び、改善された性能を有する他の光学構成部品及び系を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

従って、当該発明は、相互に対して平行な少なくとも二つの主要な表面及び縁を有する光を透過させる基体を含む、光学系、及び、内部全反射によって前記の基体へと光を結合させるための光学デバイスであって、光を結合させるための前記のデバイスが、偏光に敏感な反射させる表面を含むという点で特徴付けられたものを提供する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

当該発明は、それが、より十分に理解されることがあるように、後に続く例示的な図を参照して、ある一定の好適な実施形態と併せて記載される。

【0012】

詳細な図の具体的な参照で、示された特定のものが、一例としてのもの及び本発明の好適な実施形態の例示的な議論の目的のためのものであるのみであると共に、最も有用なものであることが信じられるもの並びに当該発明の原理及び概念的な態様の容易に理解された記載を提供するためにあたえられることは、力説されることである。この点において、試行は、当該発明の根本的な理解に必要なものよりも詳細に当該発明の構造的な詳細を示すものではない。図面と共に理解された記載は、どのように当該発明の数個の形態が実用において具現化されることがあるかに関して、当業者に対する方向付けとして役に立つものである。

30

【0013】

図面において：

図1は、先行技術のフォールディング光学デバイスの包括的な形態の側面図である；

図2は、例示的なライトガイドの光学素子の側面図である；

40

図3A及び3Bは、入射角の二つの範囲について選択的に反射させる表面の望まれた反射率及び透過率の特性を図解する；

図4は、ライトガイドの光学素子の内側に埋め込まれた反射性の表面の概略的な断面図である；

図5は、標準的な眼鏡のフレームに埋め込まれたライトガイドの光学素子の例示的な実施形態を図解する；

図6は、手で運ばれる表示系に埋め込まれたライトガイドの光学素子の例示的な実施形態を図解する；

図7Aから7Dまでは、カップリング・インの反射させる表面と一緒の部分的に反射させる表面のアレイを製作するための方法を図解する図である；

50

図 8 は、別の例示的なライトガイドの光学素子の側面図である；

図 9 A から図 9 D まで、10 A から 10 D まで、及び 11 A から 11 D までは、カップリング・インの反射させる表面と一緒に部分的に反射させる表面のアレイを製作するための他の方法を図解する図である；

図 12 は、本発明に従ったライトガイドの光学素子へのカップリング・インの偏光した入力のための系を図解する図である；

図 13 は、本発明に従った例示的なライトガイドの光学素子の側面図である；

図 14 は、カップリング・インの従来の反射させる表面によってライトガイドの光学素子へ結合させられた二つの周縁の光線を図解する；

図 15 は、本発明に従った、カップリング・インの偏光に敏感な反射させる表面によってライトガイドの光学素子へ結合させられた二つの周縁の光線を図解する；

図 16 は、本発明に従った、コリメーティングレンズを活用する、ライトガイドの光学素子へのカップリング・インの波についての別の実施形態を図解する図である；

図 17 は、本発明に従った、コリメーティングレンズを利用するカップリング・インの偏光に敏感な反射させる表面によってライトガイドの光学素子へと結合させられた二つの周縁の光線を図解する；

図 18 は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についてのデバイスを図解する図である；

図 19 は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についての別の実施形態を図解する図である；

図 20 は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についてのまだ別の実施形態を図解する図である；並びに

図 21 は、本発明に従った、ライトガイドの光学素子へのカップリング・インの偏光していない入力のための波についてのなおもさらなる実施形態を図解する図である。

【0014】

図 1 は、従来のフォールディング光学部品の配置を図解するが、それにおいては、基体 2 は、表示源 4 によって照明される。表示は、コリメーティングレンズ 6 によってコリメートされる。表示源 4 からの光は、主要な光線 10 が、基体の平面に対して平行なものであるような方式で、第一の反射させる表面 8 によって基体 2 へと結合させられる。第二の反射させる表面 12 は、基体の中から及び視聴者 14 の目へと光を結合させる。この構成のコンパクトさにかかわらず、それは、顕著な欠点をもつ；特に、非常に限定された F O V のみが、影響を及ぼされることが出来る。図 1 に示されたように、基体の内側における最大の許容された軸外の角度は、

【0015】

【数 1】

$$\alpha_{\max} = \arctan\left(\frac{T - d_{\text{eye}}}{2l}\right) \quad (1)$$

：であるが、それにおいては、T は、基体の厚さである；

d_{eye} は、望まれた射出瞳の直径である、及び

l は、反射させる表面 8 及び 12 の間の距離である。

【0016】

α_{\max} よりも大きい角度で、光線は、反射させる表面 12 に到着する前に、基体の表面から反射させられる。よって、反射させる表面 12 は、望まれない方向で照明されることになると共にゴースト像は、出現する。

【0017】

従って、この構成で最大の達成可能な F O V は、

【0018】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$FOV_{\max} \approx 2\nu\alpha_{\max} \quad (2)$$

：であるが、それにおいて、 ν は、基体の屈折率である。

【0019】

典型的には、屈折率の値は、1.5 - 1.6 の範囲にある。

【0020】

一般的には、目の瞳の直径は、2 mm から 6 mm までである。表示の移動又は誤整列を適応させるために、より大きい射出瞳の直径は、必要なものである。おおよそ 8 mm から 10 mm までにおける最小の望ましい値をとると、目の光軸と頭の側面との間の距離、 l は、典型的には、40 mm と 80 mm との間にある。その結果として、8° の小さい FOV についてさえも、望まれた基体の厚さは、12 mm の程度のものであるであろう。

【0021】

基体の内側における拡大望遠鏡及び非平行なカップリングの方向を利用することを含む、上の問題を克服するための方法は、案出されてきたものである。しかしながら、これらの解決手段でさえも、及び、たとえ一つの反射させる表面のみが考慮されるとしても、系の厚さは、類似の値によって限定されたままである。FOV は、基体の平面における反射性の表面 12 の投射の直径によって限定される。数学的には、最大の達成可能な FOV は、この限定のせいで、

【0022】

【数 3】

$$FOV_{\max} \approx \frac{T \tan \alpha_{sur} - d_{eye}}{R_{eye}} \quad (3)$$

：と表現されるが、それにおいては、 α_{sur} は、反射させる表面と基体の平面に対する法線との間における角度であると共に、

R_{eye} は、視聴者の目と基体との間における距離（典型的には、約 30 - 40 mm）である。

【0023】

実用的には、 $\tan \alpha_{sur}$ は、1 よりもはるかに大きいものであることができない；よって、8° の FOV について上に記載された同じパラメータについては、要求された基体の厚さは、ここでは、7 mm の程度におけるものであるが、それは、先の限界の改善である。にもかかわらず、望まれた FOV が、増加させられると、基体の厚さは、急速に増加する。たとえば、15° 及び 30° の望まれた FOV は、基体の限定する厚さは、それぞれ、18 mm 又は 25 mm である。

【0024】

上記の限定を軽減するために、少なくとも二つの主要な表面及び縁を有する平坦な光を透過させる基体を含む LOE 内に製作された、少なくとも一つの平行な選択的に反射させる表面のレイを利用することは、可能性のあることである。図 2 は、LOE の断面図を図解する。第一の反射させる表面 16 は、デバイスの後方に位置させられた（示されたものではない）表示源から発するコリメートされた光の波 18 によって照明される。反射させる表面 16 は、光が、内部の反射によって平面の基体 20 内に捕捉されるように、源からの入射の光を反射させる。基体の表面からの数個の反射の後に、捕捉された波は、選択的に反射させる表面 22 のレイに到達するが、それらは、基体の中からの光を視聴者の目の中へと結合させる。源の中央の波が、基体の表面 26 に対して法線方向の方向において基体 20 の中から結合させられると共に基体 20 の内側で結合させられた波の軸外の角度が α_{in} であることを仮定すると、そのとき、反射させる表面と基体の平面との間における角度 α_{sur2} は、

【 0 0 2 5 】

【 数 4 】

$$\alpha_{sur2} = \frac{\alpha_{in}}{2} \quad (4)$$

: である。

【 0 0 2 6 】

図 2 においてみてとることができるように、捕捉された光線は、二つの明確な方向 2 8 , 3 0 から反射させる表面に到着する。この特定の実施形態において、捕捉された光線は、基体の表面 2 6 からの偶数の数の反射の後に、これらの方向 2 8 の一つから反射させる表面に到着するが、それにおいては、捕捉された光線と反射させる表面に対する法線との間における入射角 β_{ref} は、

10

【 0 0 2 7 】

【 数 5 】

$$\beta_{ref} = \alpha_{in} - \alpha_{sur2} = \frac{\alpha_{in}}{2} \quad (5)$$

20

: である。

【 0 0 2 8 】

捕捉された光線は、下側の基体の表面 2 6 からの奇数の数の反射の後に、第二の方向 3 0 から反射させる表面に到着するが、そこでは、軸外の角度は、 $\alpha'_{in} = 180^\circ - \alpha_{in}$ であると共に捕捉された光線と反射させる表面に対する法線との間における入射角は、

【 0 0 2 9 】

【 数 6 】

$$\beta'_{ref} = \alpha'_{in} - \alpha_{sur2} = 180^\circ - \alpha_{in} - \alpha_{sur2} = 180^\circ - \frac{3\alpha_{in}}{2} \quad (6)$$

30

: である。

【 0 0 3 0 】

望まれない反射及びゴースト像を予防する為には、反射率が、これらの二つの方向の一方について無視してよいものであることは、重要なことである。二つの入射の方向の間における望まれた判別を、もし一方の角度が、他方のものよりも顕著に小さいものであるとすれば、達成することができる。大きい入射角での非常に低い反射率及び低い入射角についての高い反射率を備えたコーティングを設計することは、可能性のあることである。この性質を、二つの方向の一方における反射率を除去することによって望まれない反射及びゴースト像を予防するために活用することができる。例えば、等式 (5) 及び (6) から $\beta_{ref} \sim 25^\circ$ を選抜すると、

40

【 0 0 3 1 】

【 数 7 】

$$\beta'_{ref} = 105^\circ ; \alpha_{in} = 50^\circ ; \alpha'_{in} = 130^\circ ; \alpha_{sur2} = 25^\circ \quad (7)$$

: ということは、計算することができることである。

【 0 0 3 2 】

50

今、反射させる表面が、について決定されると共に、そのために θ_{ref} は、反射させられないが、 θ_{ref} は、反射されるとすれば、望まれた条件は、達成される。図 3 A 及び 3 B は、選択的に反射させる表面の望まれた反射率の挙動を図解する。 $\theta_{ref} \sim 25^\circ$ の軸外の角度を有する、光線 3 2 (図 3 A) が、部分的に反射させられると共に基体 3 4 の外で結合させられる一方で、($\theta_{ref} \sim 105^\circ$ に等価である) 反射させる表面に対して $\theta_{ref} \sim 75^\circ$ の軸外の角度に到着する、光線 3 6 (図 3 B) は、いずれの注目に値する反射無しに、反射させる表面 3 4 を通じて透過させられる。

【0033】

よって、 θ_{ref} が、与えられた FOV について、その角度的なスペクトルにわたって、より高い反射を有することになる一方で、 θ_{ref} が、そこでは、非常に低い反射が望まれるのであるが、その角度的なスペクトルにわたって、 $\theta_{ref} \sim 75^\circ$ におけるものに類似の、無視してよい反射を有することになるということが、保証することができるものである限り、視聴者の目への一つの基体のモードのみの反射及びゴーストの無い像を、保証することができる。

10

【0034】

いずれの歪曲又はゴースト像無しに基体の外で像を結合させることだけでなく、基体へと適切に光を結合させることもまた、重要なことである。図 4 は、それが、カップリング・インについての一つの方法を図解するものであるが、基体 2 0 の内側に埋め込まれた、反射性の表面 1 6 の断面図をあたえると共に、(示されたものではない) 表示源からの光 3 8 a、3 8 b を結合させると共に内部全反射によって基体 2 0 の内側にそれを捕捉する。ギャップ又はストライプを備えた像を回避するために、捕捉された光が、LOE の主要な表面の全体のエリアをカバーすることになることは、必須のことである。これを保証するために、反射性の表面 1 6 の縁と基体 2 0 の上側の表面 4 0 との間の境界線 4 1 における点は、二つの異なる場所から基体に入るものである二つの異なる光線：直接的に境界線 4 1 を照明する光線 3 8 a、並びに、境界線を照明する前に、最初に反射させる表面 1 6 によって及びその次に基体の下側の表面 4 2 によって反射させられる、別の光線 3 8 b、によって単一の波について照明されるべきである。

20

【0035】

図 4 に関して上に記載された実施形態は、基体へ入力の波を結合させるための方法の例である。しかしながら、入力の波をもまた、フォールディング・プリズム、ファイバー光学部品の束、回折格子、及び他の解決手段を含む(が、それらに限定されるものではない)、他の光学的な手段によって基体へと結合させることができるであろう。

30

【0036】

図 5 は、図 4 に記載されたカップリング・インのデバイスを利用する実施形態を図解するが、それにおいては、LOE 2 0 は、眼鏡のフレーム 4 8 に埋め込まれる。表示源 4、コリメーティングレンズ 6、及びフォールディング・レンズ 5 0 は、LOE 2 0 の縁の次の、眼鏡のフレームのアーム部分 5 2 の内側に組み立てられる。表示源が、小さい CRT、LCD、又は OLED のような、電子素子である場合については、表示源のための駆動電子部品 5 4 を、アーム 4 8 の黒色の部分の内側に組み立てることができる。電力供給及びデータインターフェース 5 6 を、無線伝送又は光学的な透過を含む、導線 5 8 又は他の通信手段によってアーム 4 8 へ接続することができる。あるいは、バッテリー及び小型種のデータ・リンクの電子部品を、眼鏡のフレームへと統合することができる。

40

【0037】

図 6 は、図 4 に記載されたカップリング・インの実施形態を利用する別の用途を図解する。この用途は、ハンドヘルドディスプレイ (HHD) であるが、それは、ユーザーの目へと直接的に高い品質の像を投射することによって、小さい移動式のデバイスを達成することの先に対立する要件、及びフルフォーマット・ディスプレイにおけるデジタル・コンテンツを目視する願望、の問題を解決する。表示源 4、フォールディング及びコリメーティング光学部品 6、並びに基体 2 0 を含む光学モジュールは、携帯電話 6 0 の本体へと統合されるが、そこでは、基体 2 0 は、電話の既存の保護のカバー・ウィンドウに取って替

50

わる。具体的には、源 4 及び光学部品 6 を含む、支持の構成部品の体積は、現代的なセル方式のデバイスについて許容可能な体積の内側でフィットするためには十分に小さいものである。デバイスによって伝達された全画面を目視する為には、ユーザーは、彼の目 2 4 の前方にウィンドウを位置決めすると共に、高い F O V、大きい E M B、及び快適な瞳距離 (eye-relief) で像を観察する。像の異なる部分を表示するためにデバイスを傾けることによって、より大きい射出瞳距離で全体の F O V を目視することは、また可能性のあることである。さらには、光学モジュールが、シースルーの構成で動作することができるので、デバイスの二重の動作は、可能性のあるものである。すなわち、原型を保った従来のセル方式のディスプレイ 6 2 を維持することの選択肢がある。この様式では、表示源 4 が、止められるとき、標準的な低分解能のディスプレイを、L O E 2 0 を通じて目視することができる。電子メールの読み取り、インターネット・サーフィン、又はビデオの動作のために表記された、第二の、仮想モードにおいては、表示源 6 が、要求された幅広い F O V の像を、L O E 2 0 を通じて視聴者の目へと投射する一方で、従来のディスプレイ 6 2 は、止められる。図 6 に記載された実施形態は、ヘッドマウント・ディスプレイ以外の用途を実体化することができることを図解する、単なる例である。他の可能性のある手で運ばれる配置は、パーム・コンピューター、腕時計に埋め込まれた小さいディスプレイ、クレジットカードを思い出させる大きさ及び重量を有するポケットで運ばれるディスプレイ、並びに多数のより多くのものを含む。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 及び 6 に図解されたように、二つの用途の間には一つの主要な差異がある。図 6 に図解されたハンドヘルドの構成においては、入力及び像の波が、基体の反対の側に位置させられる一方で、図 5 に図解された眼鏡の構成においては、入力の波及び像の波は、基体の同じ側に位置させられる。この差異は、全体的な光学機械式のモジュールの形状及び大きさに影響を及ぼすだけでなく、L O E の内部の構造をもまた決定する。図 2 に図解されたように、それにおいては、入力の波及び像の波は、基体の同じ側に位置させられるが、カップリング・イン素子 1 6 は、カップル・アウト素子 2 2 のものに対して異なる配向で L O E 2 0 の内側に埋め込まれる。しかしながら、図 7 A から 7 D までに図解されたように、それにおいては、入力及び像の波は、基体の反対の側に位置させられるが、カップリング・イン素子 1 6 は、カップル・アウト素子 2 2 のものに対して類似の配向で L O E 2 0 の内側に埋め込まれる。事実上は、反射させる表面 1 6 は、通常では、部分的に反射させる表面 2 2 に対して平行なものである。この差異は、表面的なものであるだけでなく、また、L O E の製作の手順に顕著に影響し得る。

20

30

【 0 0 3 9 】

L O E の製作の工程が、可能な限り単純な及び安価なものであることになることは、重要なことである。これが、全ての潜在的な用途に真実のことであるとはいえ、それは、最終的な生産物の価格が、消費者市場にとって適当なものでなければならない用途について特に重大なことである。図 7 A から 7 D までは、図 8 に図解された内部の構造を備えた L O E を製作する方法を図解する。最初に、図 7 A においてみてとることができるように、平行なプレート 6 4 の群及び (これらのプレートにコートされた) 部分的に反射させる表面の関連させられた群は、要求された寸法まで、製造される。プレート 6 4 を、研削すること及び研磨することの従来の技術で B K - 7 のようなケイ酸塩及び / 又はケイ酸エステル (silicate) に基づいた材料から製作することができる、又は代わりに、それらを、射出成形する又は鑄造する技術を使用することで重合体若しくはゾル - ゲルの材料から作ることができる。次に、素材のプレート 6 6、コートされたプレート 6 4、及び、反射させる表面を有するプレート 6 8 は、図 7 B に図解されたような、積み重ねられた形態 7 0 を作り出すために、一緒に接合させられる。その次に、セグメント 7 2 (図 7 C を参照のこと) は、図 7 D に示された、望まれた L O E 2 0 を作り出すために、切断すること、研削すること、及び研磨することによって、積み重ねられた形態から薄く切り取られる。コートすること、接合すること、薄く切ること、研削すること、及び研磨することの図 7 A から 7 D までに図解された手順を、率直な且つ安価な手順を工夫するために、全体として自

40

50

動化することができるが、それは、大量生産の工程に適当なものであるであろう。

【 0 0 4 0 】

図 2 の内部の構造を有する L O E については、製作の手順は、はるかにより複雑なものである。図 9 A から 9 D までは、要求された内部の構造を有する L O E を製作する方法を図解する。図 9 A の、平行なコートされたプレート 6 4 の群は、前のように製造される、しかしながら、反射させる表面 1 6 (図 2) が、表面 2 2 に対してもはや平行なものではないので、反射させる表面 6 8 を備えたプレートを、前のように積み重ね 7 0 へ接合させることができない。従って、L O E のカップリング・アウトを、上記の様式で製作することができるのみである、すなわち、素材のプレート 6 6 及びコートされたプレート 6 4 のみが、図 9 B に示された、積み重ねられた形態 7 4 を作り出すために、一緒に接合させられる。その次に、セグメント 7 6 (図 9 C) は、望まれた L O E のカップリング・アウトの部分 7 8 (図 9 D) を作り出すために、切断すること、研削すること、及び研磨することによって、積み重ねられた形態から薄く切り取られる。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 0 A から 1 0 D までは、どのように L O E のカップリング・インの部分 8 2 が、後に続くもののように、同じ様式で、別個に調製されるかを図解する：別の素材のプレート 7 9 (図 1 0 A) 及び要求された反射させる表面を有するプレート 6 8 は、積み重ねられた形態 8 0 (図 1 0 B) を作り出すために、一緒に接合させられる。その次に、図 1 0 C に示された、セグメント 8 1 は、望まれたカップリング・インの部分 8 2 (図 1 0 D) を工夫するために、切断すること、研削すること、及び研磨することによって、積み重ねられた形態から薄く切り取られる。

20

【 0 0 4 2 】

図 1 1 A 及び 1 1 B は、どのように L O E の最終的な製作のステップが完了させられるかを図解する。カップリング・アウトの部分 7 8 及びカップリング・インの部分 8 2 は、最終的な L O E 2 0 を作り出すために、共通の表面 8 4 に沿って一緒に接合させられる。大部分の用途について、光学的な表面の品質が、重大なものであるので、外側の表面 2 6 及び 2 7 を研磨する最終的なステップは、工程に追加されることが都合良く示されたものである。

【 0 0 4 3 】

図 7 A から 7 D までに図解された工程に対して比較されたような、図 9 A から 9 D まで、1 0 A から 1 0 D まで、及び 1 1 A から 1 1 D までにおいて図解された製作の工程に対していくつかの不都合がある。製作するステップの数が、一つから三つまで増加させられることだけでなく、最も顕著には、最後のステップは、特に複雑にされたものであると共に特殊な製造の注意を要求する。両方の部分 7 8 及び 8 2 における主要な表面 2 6 及び 2 7 に対する法線方向の、共通の表面 8 4 は、高い確度で、製作されるべきである。その上、接合させられた表面 8 4 は、特に非常に薄い基体の製作について、最終的な研削する及び研磨するステップ間に破壊されるかもしれない。

30

【 0 0 4 4 】

よって、図 8 に図解されたような内部の構造を有する L O E は、図 2 のものを超えて好適なものである。従って、光学系についての前者の構成を有する L O E を製作するための方法を見出すことは、重要なことであるが、それにおいては、入力及び像の波は、基体の同じ側に位置させられる。これらの二つの見たところでは矛盾した要件を達成すると共に L C D 又は L C O S のような、大部分のマイクロディスプレイの源において、光は、図 1 2 に図解されたように、直線偏光したものであるという事実を活用する方法。ここに図解された実施形態と図 2 及び 8 に図解された実施形態との間における主要な差異は、カップリング・インの素子として均一に反射させるミラー 1 6 を利用するかわりに、偏光ビームスプリッター 8 6 が、L O E の内側に埋め込まれるというものである。すなわち、表面 8 6 は、p 偏光したものを透過させると共に s 偏光した光を反射させる。図 1 2 に図解されたように、(示されたものではない) コリメートされた表示源からの入力及び像の波は、p 偏光したものであると共に、従って、表面 8 6 を通じて透過させられる。上側の表面

40

50

27を通じてLOEを出した後で、光ビームは、四分の一波長の遅延部材、例、遅延プレート88、に突き当たるが、それは、入って来るビームを円偏光した光へと変換する。その次に、透過させられたビームは、平坦な反射させるミラー90によって四分の一波長の遅延プレート88を通じて逆戻りに反射させられる。今s偏光したものの、反射させられたビームは、上側の表面27を通じてLOEに入ると共に偏光ビームスプリッター86によって反射させられる。反射させられた光線94は、内部全反射によってLOEの内側に捕捉される。みたところ、遅延プレート88及び反射させる表面90を、単一の素子を形成するために一緒に接合させることができるであろう。あるいは、他の方法を、遅延プレート88の背後の側における反射させる表面をコートすること又は反射させる表面90の前方の表面に四分の一波長のフィルムを積層することのような、単一の素子へとこれらを組み合わせるために使用することができるであろう。

10

【0045】

図13は、図2に記載されたカップリング・インの機構を備えたLOEの全体の構造を図解する。このLOEは、二つの見たところでは矛盾する要件を充足する：入力及び像の波が、基体の同じ側に位置させられると共にカップリング・インの反射させる表面は、部分的に反射させるカップリング・アウトの素子22に対して平行に配向させられる。よって、この構造を、眼鏡の構成において実施すると共に図7Aから7Dまでを参照して上に図解された比較的単純な手順を使用することでなおも製作することができるであろう。

【0046】

ここに記載されたカップリング・インの方法を使用するとき考慮しなければならないいくつかの問題点があるものである。一つの問題点は、要求された偏光子ビームスプリッター86の現実の実現化である。これを実現するための一つの方法は、薄膜のコーティングの偏光の感度を活用することによるものである。この方法の主要な欠点は、図3を参照して上に説明されたように、反射させる表面と入ってくる波18との間の角度 θ_{sur2} が、 25° の程度にあるというものである。これらの角度について、S及びP偏光の間の判別は、十分に顕著なものであり得ないと共に二つの偏光の適切な分離は、可能性のあるものではない。異方性の反射させる表面、すなわち、表面の平面に対して平行な主軸を有する光学的な表面、を活用する、代替の解決手段は、ほどなく記載されるが、それにおいては、表面の反射及び透過の性質が、表面の主軸に関係した、入射の光の偏光の配向において強く依存する。

20

30

【0047】

要求された異方性の部分的に反射させる素子についての可能性のある候補は、一般には透明な基体によって支持された薄い平行な導電体のアレイの形態における、ワイヤー・グリッド偏光子であることができる。ワイヤー・グリッド偏光子の性能を決定する鍵となる因子は、中心から中心までの間隔又は平行なグリッド素子の周期と入射の放射の波長との間の関係式である。グリッドの間隔又は周期が、波長よりもはるかに短いものであるとき、グリッドは、グリッド素子に対して平行に偏光した電磁放射を反射させる偏光子として機能すると共に、直交の偏光の放射を透過させる。この場合には、ワイヤー・グリッド偏光子の主軸は、導電体のアレイに対して平行なものとして定義される。通常では、最も良好な透過率及びコントラストを得る為には、ワイヤー・グリッド偏光子ビームスプリッターは、図12に図解されたように、p偏光を透過させると共にs偏光を反射させるために使用されるべきである。しかしながら、直交の配向においてもまたビームスプリッター86を使用する、例、偏光子の主軸が、入射のビームの伝播方向に対して平行に配向させられることは、可能性のあることである。偏光子の主軸が、今、p偏光した光の電場に対して平行なものであるので、偏光子は、主軸に対して平行なその電場ベクトルを備えたp偏光した光の成分を反射させると共に主軸に対して垂直なその電場ベクトルを備えたs偏光した光の成分を透過させる。通常では、後者の幾何学的配置は、図1に記載されたものと比較された際に、効率及びコントラストを低減させてきたものである、しかしながら、いくつかの用途については、この幾何学的配置は、また有用なものであることができる

40

50

。

【 0 0 4 8 】

考慮されるべきものである別の問題点は、LOEの要求された入口の開口である。図14は、従来のLOEの開口を図解するが、それにおいては、カップリング・インの素子は、図2を参照して上に記載されたような単純な反射させるミラー16である。図解されたように、入力開口は、系のFOVの二つの極端な角度の周縁の光線によって決定される。光線96及び98は、それぞれ、FOVの左及び右の角度の左及び右の周縁の光線である。LOE20の下側の表面26とのそれらの交差点は、LOEの入力の開口 S_{in1} を決定する。

【 0 0 4 9 】

図15は、LOEについての要求された入力開口を図解するが、それにおいては、カップリング・インの素子は、図12を参照して上に記載されたような偏光ビームスプリッター86である。二つの周縁の光線96及び98が、表面90によって逆戻りに反射する前にLOEの付加的な厚さTを横切ることが必要である(図15)ので、カップリング・インの素子に突き当たる前に要求された光学的な経路は、前のものよりも長いものである。よって、要求された入力開口 S_{in2} は、図14の開口 S_{in1} よりも大きいものである。 S_{in1} と S_{in2} との間における差異は、光学系の様々なパラメーターに依存する。例えば、24度の水平のFOV、2.5mmのプレートの厚さ、及び1.51の屈折率を有する系においては、 S_{in1} と S_{in2} との間における差異は、1mmである。

【 0 0 5 0 】

図16は、要求された入力開口を顕著に減少させるための方法を図解する。平坦な反射させる表面を利用することのかわりに、遅延プレート88の後に続けて置かれた平-凸レンズ100を使用することができる。LOEへとコリメートされた波を結合させるためには、下側の表面26を通じてLOEに入る波18は、発散性のものであるべきである。これらの発散性の波は、レンズ100によって、及び、レンズ100の反射性の表面102からの波の逆戻りの反射によって、コリメートされる。その次に、波は、図12を参照して上に記載された方法に類似の様式でLOE20の内側に捕捉される。遅延プレート88を、レンズ100の前方の平坦な表面104へ接合させる、又は、それに積層させることができるであろう。図17に図解されたように、二つの周縁の光線96及び98によって決定された入力開口 S_{in3} は、 S_{in1} (図14)よりも小さいものである。この開口が、 S_{in1} よりも小さいものである程度は、コリメーティングレンズ100の光学的なパワーに依存する。平坦な反射させる表面のかわりにコリメーティングレンズを利用することによって、はるかにより小さい入力開口が、達成されるものであるだけでなく、全体の光学モジュールは、その上前のものよりもはるかに小型のものであることができる。

【 0 0 5 1 】

図18は、上に記載された方法を利用する例示的な系の全体の光学的なレイアウトを図解する。フォールディング・プリズム108は、表示源106からの光をLOE20へと結合させるために、活用される。表示源106からの入力波18は、第一の反射させる表面110によってプリズム108へと結合させられると共に、その次に、第二の反射させる表面112によって、LOE20へと、外へ結合させられるが、そこでは、それらが、コリメートされると共に図16を参照して上に記載された同じ様式でLOEの中へ捕捉される。図18に図解された光学系は、他の従来のコリメーティングモジュールよりもはるかに小型のものであることができるであろう。このレイアウトの可能性のある欠点は、LOE、コリメーティングレンズ、及び表示源が、一緒に添付されるというものである。しかしながら、コリメーティングモジュールから分離されたLOE20を有することは、好適なことである場合がある。たとえば、図5に図解される、眼鏡の光学系において、コリメーティングモジュール50が、取手に付けられる一方で、LOE20は、フレームへと統合される。従って、LOE20とコリメーティングモジュールとの間における機械的な公差が、可能な限り離されることになることは、好適なことである。この問題を克服す

10

20

30

40

50

るための一つの方法は、表示源 106、フォールディング・プリズム 108、遅延プレート 88、及びコリメーティングレンズ 100 を単一の機械的な本体へと統合することであると共に、挿入されるものである LOE 20 のための空間をのこすものである。

【0052】

変更した方法は、図 19 に図解されるが、それにおいては、コリメーティングレンズは、LOE のかわりにフォールディング・プリズムへ付けられる。図解されたように、表示源 106 からの s 偏光した入力波 18 は、第一の反射させる表面 116 によってプリズム 114 へと結合させられる。プリズムの下側の表面 118 からの内部反射の後に続けて、波は、反射させられると共に偏光ビームスプリッター 120 から外に結合させられる。その次に、波は、四分の一波長の遅延プレート 122 を通過すると共に、レンズ 124 及び反射させる表面 126 によってコリメートされると共に、遅延プレート 88 を再度通過するために戻されると共に、下側の表面 118 を通じてプリズム 114 に入る。今 p 偏光した光の波は、偏光ビームスプリッター 120 及びプリズムの上側の表面 128 を通過すると共に、その下側の表面 26 を通じて LOE 20 に入る。入ってくる波は、今、図 12 に図解された同じ様式で LOE 20 の内側に捕捉される。表示源 106、フォールディング・プリズム 114、遅延プレート 88、及びコリメーティングレンズ 124 を含むコリメーティングモジュール 129 を、かなり緩和された機械的な公差で、LOE と独立に組み立てることができる単一の機械的なモジュールへと簡単に統合することができる。

10

【0053】

図 17 から 19 までに図解された実施形態においては、単一の球面の収束レンズのみが、利用される。しかしながら、幅広い FOV 及び大きい入力の開口を有する他の系について、十分であることがあるいくつかの光学的なスキームについて、より良好な光学的な品質は、要求されることがある。系の光学的な性質を改善するための一つのアプローチは、非球面のレンズを又は非球面 - 回折のレンズさえも活用することである。別のアプローチは、一つよりも多い結像レンズを利用することである。

20

【0054】

図 20 は、二つの埋め込まれた偏光ビームスプリッター 132 及び 134、四分の一波長の遅延プレート 136、並びに二つの収束レンズ 138 及び 140 を含有するより大きいプリズム 130 を利用する光学系を図解する。図解されたように、第一の偏光ビームスプリッター 132 を通過する p 偏光した入力波 18 は、その次に反射させられると共に、部分的に収束させられると共に、遅延プレート 136 及び第一のレンズ 138 によって s 偏光した光へ変化させられる。その次に、波は、第一の偏光ビームスプリッター 132、プリズム 130 の下側の表面 142 によって、及び、その次に第二の偏光ビームスプリッター 134 によって反射させられる。それは、その次に反射させられると共に、十分にコリメートされると共に、遅延プレート 136 及び第二のレンズ 140 によって p 偏光した光へ逆戻りに変化させられる。その次に、波は、第二の偏光ビームスプリッター 134 を通過すると共に、下側の表面 26 を通じて LOE 20 の中へ入る。入ってくる波は、今、図 12 に図解されたものと同じ様式で LOE 20 の中に捕捉される。図 19 及び 20 に図解されたコリメーティングモジュールを、カップリング・インの素子としての偏光ビームスプリッター 86 を利用する LOE についてだけでなく、従来の LOE についてもまた、利用することができるが、それにおいては、単純な反射させるミラー 16 は、カップリング・インの素子として利用される。その上、これらのコリメーティングモジュールをもまた、表示源が、直線偏光したものであるところの（又は、代わりに、明るさの効率が、重大な問題点ではないときの）、及び、小型のコリメーティングモジュールが、要求されるとき、他の光学系において活用することができるであろう。任意の要求された数の偏光ビームスプリッター及び結像レンズを有する図 19 及び 20 に図解されたものと類似の、コリメートする光学モジュールを、光学系の要求された光学的な性能及び全体的な大きさに従って利用することができるであろう。

30

40

【0055】

表示源が、偏光してないものである、及び、最大限の可能性のある効率が、重要なもの

50

である、光学系がある。図 2 1 は、別の単純な反射させる表面 1 4 4 が、カップル・インの素子 8 6 に対して平行に、LOE の内側に埋め込まれる、実施形態を図解する。図解されたように、入ってくるビーム 1 8 の s 偏光した成分は、表面 8 6 によって LOE 1 4 6 へと結合させられると共に、表面 1 4 4 によって反射させられると共に、その次に、反射させられると共に遅延プレート 8 8 及び反射させる表面 9 0 によって p 偏光した光へ変化させられる。その次に、反射させられた波 1 5 0 は、反射させる表面 1 4 4 によって LOE 2 0 へと結合させられる。p 偏光した結合させられた光 1 5 2 は、表面 8 6 を通過すると共に元来の p 偏光した成分と併合するが、それは、図 2 0 に図解された同じ様式で LOE 2 0 の内側に捕捉される。

【0056】

10

我々が、上に記載された例において特定の偏光した波の経路を追跡してきたものである各々の例示について、偏光は、互換性のあるものである。すなわち、偏光ビームスプリッターの配向を変える際に、p 偏光した光の各々の言及を、s 偏光した光によって取り替えることができるであろうし、且つ、逆もまた同じである。

【0057】

当該発明が、前述する図解された実施形態の詳細に限定されるものではないこと、及び、本発明が、その主旨又は必須の属性から逸脱することなく他の具体的な形態で具現化されることがあることは、当業者には明白なことであると思われる。従って、本実施形態は、例示的なもの且つ限定的ではないものとして全ての点で考慮されるものであるが、当該発明の範囲は、前述の記載によってというよりもむしろ添付された特許請求の範囲によって指示されると共に、特許請求の範囲の均等の意味及び範囲の内に入る全ての変化は、従って、その中に包含されることが意図されたものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】図 1 は、先行技術のフォールディング光学デバイスの包括的な形態の側面図である。

【図 2】図 2 は、例示的なライトガイドの光学素子の側面図である。

【図 3】図 3 A 及び 3 B は、入射角の二つの範囲について選択的に反射させる表面の望まれた反射率及び透過率の特性を図解する。

【図 4】図 4 は、ライトガイドの光学素子の内側に埋め込まれた反射性の表面の概略的な断面図である。

30

【図 5】図 5 は、標準的な眼鏡のフレームに埋め込まれたライトガイドの光学素子の例示的な実施形態を図解する。

【図 6】図 6 は、手で運ばれる表示系に埋め込まれたライトガイドの光学素子の例示的な実施形態を図解する。

【図 7】図 7 A から 7 D までは、カップリング・インの反射させる表面と一緒に部分的に反射させる表面のレイを製作するための方法を図解する図である。

【図 8】図 8 は、別の例示的なライトガイドの光学素子の側面図である。

【図 9】図 9 A から 9 D までは、カップリング・インの反射させる表面と一緒に部分的に反射させる表面のレイを製作するための他の方法を図解する図である。

40

【図 10】図 10 A から 10 D までは、カップリング・インの反射させる表面と一緒に部分的に反射させる表面のレイを製作するための他の方法を図解する図である。

【図 11】図 11 A から 11 D までは、カップリング・インの反射させる表面と一緒に部分的に反射させる表面のレイを製作するための他の方法を図解する図である。

【図 12】図 12 は、本発明に従ったライトガイドの光学素子へのカップリング・インの偏光した入力のための系を図解する図である；

【図 13】図 13 は、本発明に従った例示的なライトガイドの光学素子の側面図である。

【図 14】図 14 は、カップリング・インの従来の反射させる表面によってライトガイドの光学素子へ結合させられた二つの周縁の光線を図解する。

【図 15】図 15 は、本発明に従った、カップリング・インの偏光に敏感な反射させる表

50

面によってライトガイドの光学素子へ結合させられた二つの周縁の光線を図解する。

【図16】図16は、本発明に従った、コリメーティングレンズを活用する、ライトガイドの光学素子へのカップリング・インの波についての別の実施形態を図解する図である。

【図17】図17は、本発明に従った、コリメーティングレンズを利用するカップリング・インの偏光に敏感な反射させる表面によってライトガイドの光学素子へと結合させられた二つの周縁の光線を図解する。

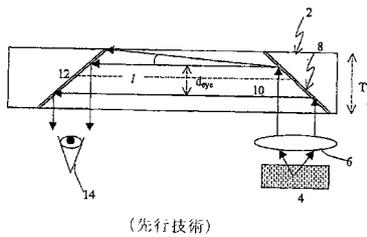
【図18】図18は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についてのデバイスを図解する図である。

【図19】図19は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についての別の実施形態を図解する図である。

【図20】図20は、本発明に従った、表示源からライトガイドの光学素子へのコリメートする及びカップリング・インの入力の波についてのまだ別の実施形態を図解する図である。

【図21】図21は、本発明に従った、ライトガイドの光学素子へのカップリング・インの偏光してない入力の波についてのなおもさらなる実施形態を図解する図である。

【図1】



(先行技術)

【図3A】

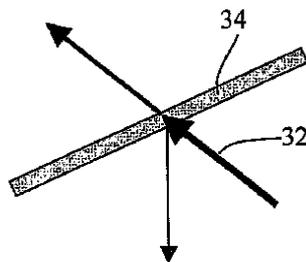


FIG 3A

【図2】

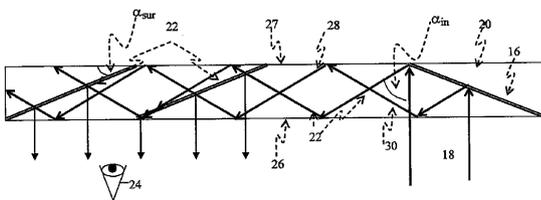


FIG. 2

【 図 3 B 】

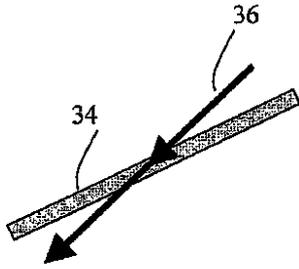


FIG. 3B

【 図 5 】

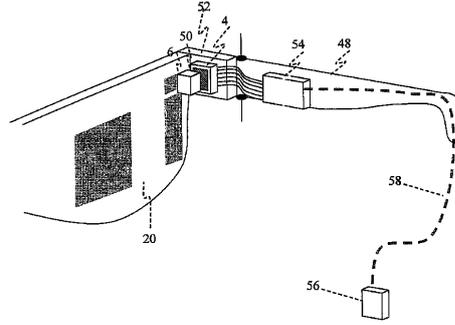


FIG. 5

【 図 4 】

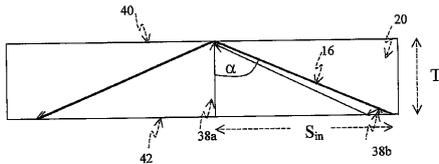


FIG. 4

【 図 6 】

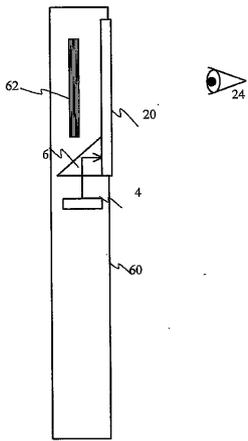


FIG. 6

【 図 7 B 】

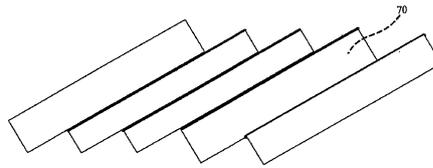


FIG. 7B

【 図 7 C 】

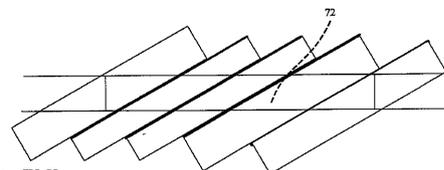


FIG. 7C

【 図 7 A 】

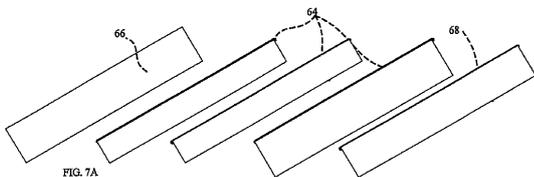


FIG. 7A

【 図 7 D 】



FIG. 7D

【 図 8 】

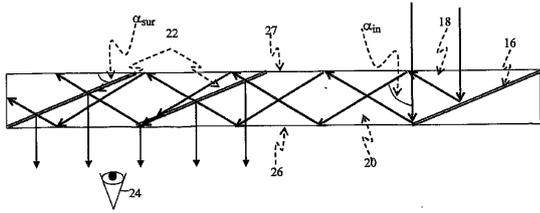


FIG. 8

【 図 9 C 】

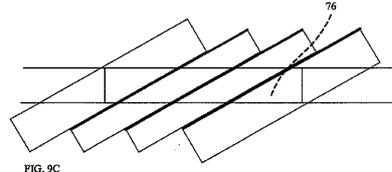


FIG. 9C

【 図 9 A 】

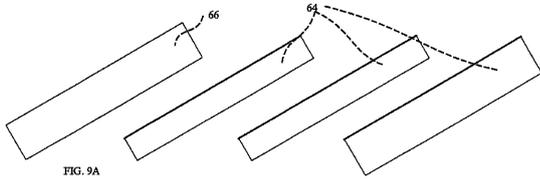


FIG. 9A

【 図 9 D 】

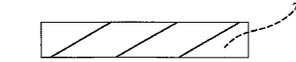


FIG. 9D

【 図 10 A 】

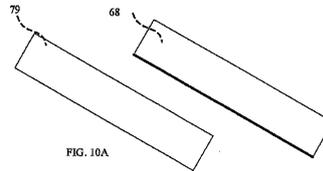


FIG. 10A

【 図 9 B 】

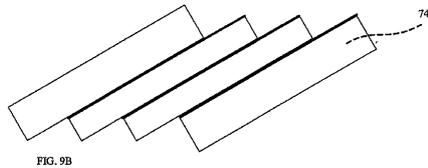


FIG. 9B

【 図 10 B 】

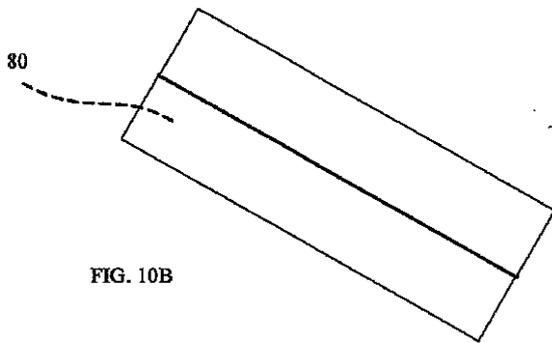


FIG. 10B

【 図 10 D 】

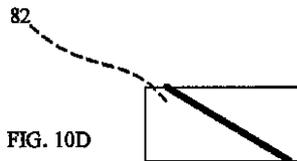


FIG. 10D

【 図 10 C 】

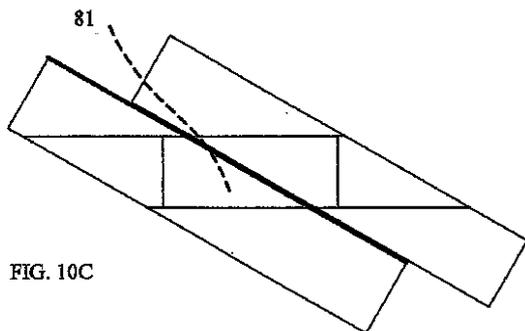


FIG. 10C

【 図 11 A 】

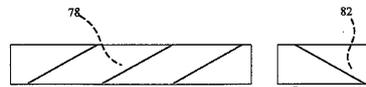


FIG. 11A

【 図 11 B 】

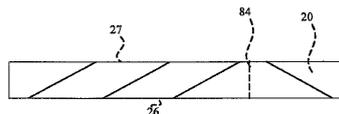


FIG. 11B

【 図 12 】

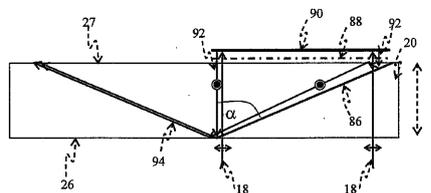


FIG. 12

【 図 1 3 】

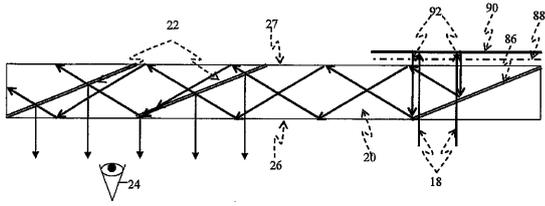


FIG. 13

【 図 1 4 】

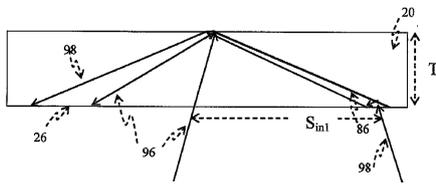


FIG. 14

【 図 1 5 】

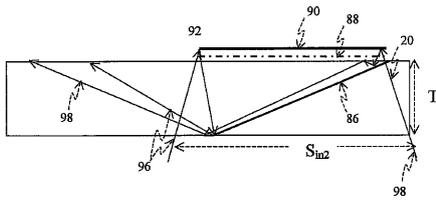


FIG. 15

【 図 1 8 】

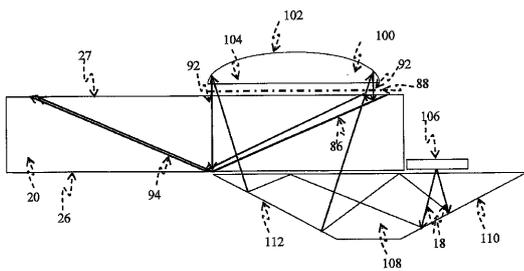


FIG. 18

【 図 1 9 】

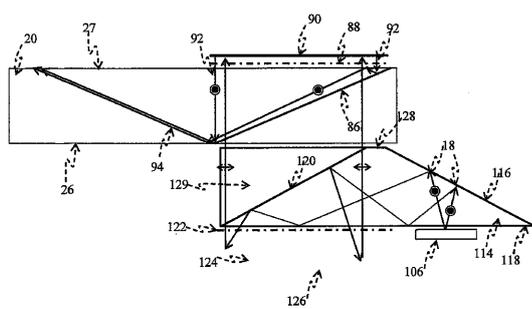


FIG. 19

【 図 1 6 】

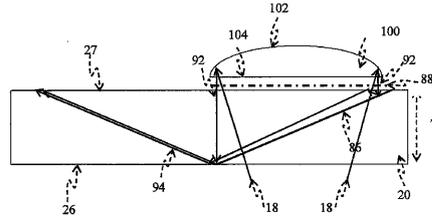


FIG. 16

【 図 1 7 】

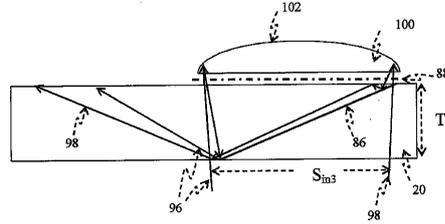


FIG. 17

【 図 2 0 】

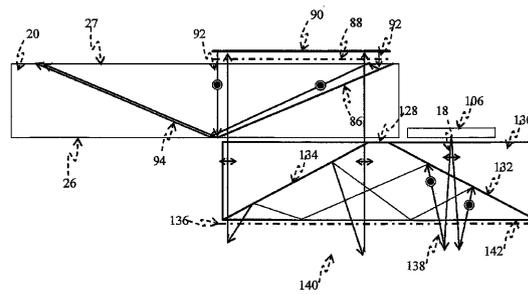


FIG. 20

【 図 2 1 】

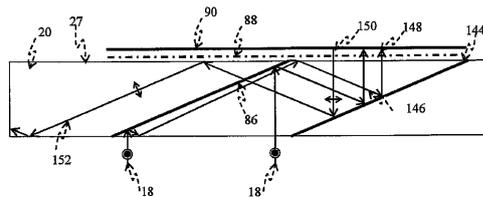


FIG. 21

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IL2006/001278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B27/01 G02B6/00 G02B27/28 G02B6/10 G02B27/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 562 066 A2 (LUMUS LTD [IL]) 10 August 2005 (2005-08-10)	1-4, 10, 19-25, 35, 36
Y	paragraph [0049] - paragraph [0050] paragraph [0088] - paragraph [0089] figures 2-34	1-36
X	US 5 076 664 A (MIGOZZI JEAN-BLAISE [FR]) 31 December 1991 (1991-12-31)	1-4, 10, 19-23, 35, 36
Y	column 2, line 35 - column 4, line 25; figures 1-3	1-36
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 *E* earlier document 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		
Date of the actual completion of the international search 26 January 2007		Date of mailing of the international search report 02/02/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer THEOPISTOU, P

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IL2006/001278

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/090439 A1 (SPITZER MARK B [US] ET AL) 15 May 2003 (2003-05-15) paragraph [0028] - paragraph [0032]; figures 3-5	1-36
Y	EP 0 566 004 A2 (HUGHES AIRCRAFT CO [US]) 20 October 1993 (1993-10-20) column 3, line 29 - column 4, line 8; figure 1	1-36
A	WO 03/081320 A (LUMUS LTD [IL]; AMITAI YAAKOV [IL]) 2 October 2003 (2003-10-02) figures 2-25,32-24 page 9, paragraph 2 page 35, paragraph 3 - page 36, paragraph 2	1-36
P,X	WO 2006/085308 A (LUMUS LTD [IL]; AMITAI YAAKOV [IL]) 17 August 2006 (2006-08-17) column 9, paragraph 4 - column 11, paragraph 3; figures 3,4,26-30	1-10, 19-24, 35,36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IL2006/001278

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1562066	A2	10-08-2005	EP 1566682 A1 24-08-2005
US 5076664	A	31-12-1991	CA 2017251 A1 23-11-1990 DE 69008035 D1 19-05-1994 DE 69008035 T2 28-07-1994 EP 0399865 A1 28-11-1990 FR 2647556 A1 30-11-1990 JP 2888602 B2 10-05-1999 JP 3015815 A 24-01-1991
US 2003090439	A1	15-05-2003	NONE
EP 0566004	A2	20-10-1993	JP 2117007 C 06-12-1996 JP 6043397 A 18-02-1994 JP 8016740 B 21-02-1996 US 5383053 A 17-01-1995
WO 03081320	A	02-10-2003	AU 2003214615 A1 08-10-2003 BR 0308749 A 11-01-2005 CA 2479824 A1 02-10-2003 CN 1650215 A 03-08-2005 EP 1485747 A1 15-12-2004 JP 2005521099 T 14-07-2005 KR 20060097142 A 14-09-2006 US 2005180687 A1 18-08-2005 ZA 200503984 A 21-11-2005 ZA 200503985 A 19-11-2005
WO 2006085308	A	17-08-2006	NONE

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 2H199 AB12 AB42 AB43 AB47 AB58 AB62 CA23 CA24 CA25 CA26
CA42 CA50 CA54 CA55 CA64 CA65 CA66 CA67 CA83 CA85
CA86 DA03 DA12 DA18 DA22 DA23 DA25 DA27 DA43 DA44