(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2022-519222
(P2022-519222A)
(43)公表日　令和4年3月22日(2022.3.22)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
Ｇ０３Ｈ	*1/22 (2006.01)*	Ｇ０３Ｈ	1/22		２Ｈ０３８
Ｇ０２Ｂ	*27/01 (2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	27/01		２Ｈ０４２
Ｇ０２Ｂ	*27/02 (2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	27/02	Ｚ	２Ｈ１９９
Ｇ０２Ｂ	*5/00 (2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	5/00	Ｚ	２Ｈ２４９
Ｇ０２Ｂ	*5/18 (2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	5/18		２Ｋ００８

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全63頁）　最終頁に続く

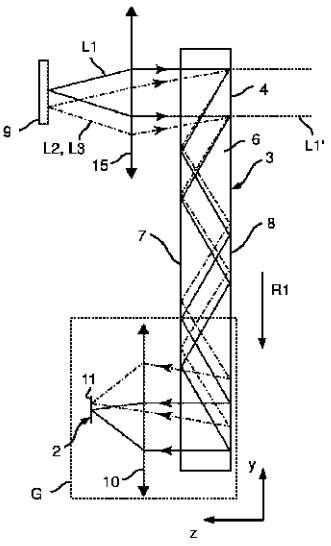
(21)出願番号　特願2021-544287(P2021-544287)
(86)(22)出願日　令和2年1月31日(2020.1.31)
(85)翻訳文提出日　令和3年9月27日(2021.9.27)
(86)国際出願番号　PCT/EP2020/052482
(87)国際公開番号　WO2020/157306
(87)国際公開日　令和2年8月6日(2020.8.6)
(31)優先権主張番号　102019102604.0
(32)優先日　平成31年2月1日(2019.2.1)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,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

(71)出願人　513090138
カール・ツァイス・イェナ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング
Ｃａｒｌ Ｚｅｉｓｓ Ｊｅｎａ ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国、０７７４５ イェナ、カール－ツァイス－プロメナーデ １０
Ｃａｒｌ－Ｚｅｉｓｓ－Ｐｒｏｍｅｎａｄｅ １０，０７７４５ Ｊｅｎａ，Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我 道治
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並 順
(74)代理人　100221729
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　検出器システムのための機能化された導波路

(57)【要約】
本発明は検出器システムのための機能化された導波路に関し、導波路（１）は、前面（７）及び後面（８）を有する透明基材（６）を含む。基材（６）は部分的に透明な入力結合領域（４）とそれから第一の方向（Ｒ１）に離間されたデカップリング領域（５）を有する。入力結合領域（４）は回折構造を含み、これは検出対象物体から入射し、前面（７）に衝突した放射の一部のみを偏向させ、偏向された部分が入射結合された放射として基材（６）内を反射によってデカップリング領域（５）まで伝搬し、デカップリング領域（５）に衝突するようにする。デカップリング領域（５）は、そこに衝突した入力結合された放射の少なくとも一部を偏向させ、偏向された部分が基材（６）から前面（７）又は後面（８）を介して出て、検出システム（２）に衝突するようにする。入力結合領域（４）の第一の方向（Ｒ１）を横断する第二の方向（Ｒ２）への範囲は、デカップリング領域（５）の第二の方向（Ｒ２）への範囲より大きい。

Fig. 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
検出器システムのための機能化された導波路であって、
前記導波路（１）は、前面（７）及び後面（８）を有する透明基材（６）を含み、
前記基材（６）は、部分的に透明な入力結合領域（４）と、そこから第一の方向（Ｒ１）に離間された出力結合領域（５）とを含み、
前記入力結合領域（４）は回折構造を含み、これは検出対象の物体から入射し、前記前面（７）に衝突した放射の一部のみを偏向させ、それによって前記偏向された部分は、入力結合された放射として前記基材（６）内を反射によって前記出力結合領域（５）まで伝搬して、前記出力結合領域（５）に衝突し、
前記出力結合領域（５）は、そこに衝突した前記入力結合された放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって前記偏向された部分は、前記基材（６）から前記前面（７）又は後面（８）を介して出て、前記検出器システム（２）に衝突し、
前記入力結合領域（４）の前記第一の方向（Ｒ１）を横断する第二の方向（Ｒ２）への範囲は、前記出力結合領域（５）の前記第二の方向（Ｒ２）への範囲より大きい、機能化された導波路。
【請求項２】
前記入力結合領域（４）の前記回折構造は反射型又は透過型体積ホログラムとして具現化される、請求項１に記載の導波路。
【請求項３】
前記入力結合領域（４）の前記回折構造はレリーフ格子として具現化される、請求項１に記載の導波路。
【請求項４】
前記出力結合領域（５）は反射型又は透過型体積ホログラムを含む、請求項１～３のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項５】
前記出力結合領域（５）は反射型又は透過型レリーフ格子を含む、請求項１～４のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項６】
前記出力結合領域（５）は鏡面又はプリズムを含む、請求項１～５のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項７】
前記出力結合領域（５）は反射型又は透過型フレネル構造を含む、請求項１～６のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項８】
前記入力結合領域（４）及び／又は前記出力結合領域（５）はまた、前記ビーム偏向に加えて画像生成光学機能を含む、請求項１～７のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項９】
前記回折構造は、検出対象の前記物体から入射し、前記前面（７）に衝突した前記放射の一部を透過させ、それによって前記部分は前記基材から前記後面（８）を介して出る、請求項１～８のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項１０】
前記入力結合領域（４）と前記出力結合領域（５）は、前記第二の方向（Ｒ２）に互いに対して中心を合わせるように配置される、請求項１～９のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項１１】
前記入力結合領域（４）と前記出力結合領域（５）は、前記第二の方向（Ｒ２）に互いに対して中心をずらすように配置される、請求項１～９のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項１２】
前記第二の方向（Ｒ２）に相互に隣り合わせに配置される複数の出力結合領域が提供される、請求項１１に記載の導波路。

【請求項１３】
前記出力結合領域の少なくとも１つは追加的に、前記第一の方向（Ｒ１）を横断する偏向の機能を含む、請求項１１に記載の導波路。
【請求項１４】
前記入力結合領域（４）は、前記検出対象物体から入射し、前記前面（７）に衝突した前記放射の少なくとも５０％の透過率を有する、請求項１～１３のいずれか１項に記載の導波路。
【請求項１５】
請求項１～１４のいずれか１項に記載の機能化された導波路を含む検出器システム。
【請求項１６】
前記検出器システムは検出器を含み、そこに前記放射のうち前記出力結合領域により偏向された部分が衝突する、請求項１５に記載の検出器システム。
【請求項１７】
前記検出器（１１）は前記基材（６）の前記前面又は後面（７、８）に接続される、請求項１６に記載の検出器システム。
【請求項１８】
前記検出器（１１）と前記前面及び／又は後面（７、８）との間に別の画像生成光学素子が配置されない、請求項１５又は１６に記載の検出器システム。
【請求項１９】
照明及び／又は投射システムのための機能化された導波路であって、
前記導波路（１）は、前面（７）及び後面（８）を有する透明基材（６）を含み、
前記基材（６）は、入力結合領域（５）と、そこから第一の方向（Ｒ１）に離間された出力結合領域（４）とを含み、
前記入力結合領域（５）は、前記照明及び／又は投射システムの光源又は画像源から入射し、前記入力結合領域（５）に衝突した放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって前記偏向された部分は入力結合された放射として前記基材（６）内を反射によって前記出力結合領域（４）まで伝搬して、前記出力結合領域（４）に衝突し、
前記出力結合領域（５）は回折構造を含み、これはそこに衝突した前記入力結合された放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって前記偏向された部分は、前記基材（６）から前記前面（７）又は後面（８）を介して出て、
前記出力結合領域（４）の前記第一の方向（Ｒ１）を横断する第二の方向（Ｒ２）への範囲は、前記入力結合領域（４）の前記第二の方向（Ｒ２）への範囲より大きい、機能化された導波路。
【請求項２０】
請求項１９に記載の機能化された導波路を有する照明及び／又は投射システムであって、光及び／又は画像源を含み、そこからの光が前記入力結合領域（５）に衝突する照明及び／又は投射システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は検出器システムのための機能化された導波路に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば、窓又は自動車のフロントガラス等のガラス又はプラスチック製の透明表面は、透明基材を含み、一般には単に人又は物体を風、温度、粒子、又は放射等の環境影響から保護する役割を果たす。
【０００３】
追加的な光学的機能を提供するこのような透明基材を提示することに対する関心が高まっている。
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
したがって、本発明の目的は、追加的な光学的機能を有する透明基材を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明は特許請求の範囲の独立項において定義される。有利な構成は従属項に明記されている。
【０００６】
本発明による機能化された導波路によれば、部分的に透明な入力結合領域と、そこから第一の方向に離間された出力結合領域とが透明基材内に提供され、又は埋め込まれる。部分的に透明な入力結合領域は回折構造を含むことができ、これはそれを通じた直視中に入力結合領域の透明性を大きい角度及び波長範囲にわたって保持するために使用される。それゆえ、透明基材の前面に衝突した放射の一部のみを透明な入力結合領域によって偏向させることができ、それによって偏向部分は基材内へと入力結合された放射を反射によって出力結合領域まで伝搬し、出力結合領域に衝突する。
【０００７】
この場合、入力結合領域の透明性は放射の入力結合の効率に依存する。入力結合効率が向上すると、機能化された導波路の入力結合領域の透明性が低下することにもなる。可能な限り高い透明性を得るために、例えば回折構造（特に少なくとも１つの体積ホログラム）による放射の入力結合は、十分な放射パワーが出力結合領域に衝突する程度に正確に効率的であり得る。部分的に透明な入力結合領域は、入力結合効率が、例えば２％、５％、１０％、１５％、２０％、２５％、３０％、３５％、４０％、４５％、又は５０％であるように具現化できる。特に、入力結合効率は２％～５０％の範囲とすることができ、それによって入力結合領域の透明性は５０％～９８％の範囲となる。別の例示的な実施形態の入力結合領域もまた、このような入力結合効率又はこのような透過特性を含むことができる。
【０００８】
透明な入力結合領域は好ましくは、透明基材の前面に衝突した放射の偏向部分の偏向が、画像生成光学機能を持たない（例えば、合焦効果を持たない）純粋な偏向としてなされるように具現化される。
【０００９】
反射は特に、透明基材の前面及び／又は後面での全内部反射とすることができる。しかしながら、反射層若しくはコーティング又は部分反射層若しくはコーティングをこの目的のために提供することも可能である。
【００１０】
部分的に透明基材の前及び後面は、平坦表面として具現化できる。この点において、部分的に透明基材は例えば平行平面板として具現化できる。
【００１１】
しかしながら、前面及び／又は後面を湾曲させて具現化することも可能である。
【００１２】
部分的に透明基材は、ガラス及び／又はプラスチックで構成できる。これは一体とすることも、又は多層構造を含むこともできる。
【００１３】
特に、透明基材は、可視波長範囲の放射又は光に対して透明とすることができる。さらに、近赤外及び／又は赤外範囲に対する透明性を有することもできる。
【００１４】
透明基材の出力結合領域は、入力結合され、そこに衝突した放射の少なくとも一部を偏向させることができ、それによって偏向部分が基材から発出される。これは好ましくは、透明基材の前面又は後面を介してなされる。

【００１５】
出力結合領域は、部分的に透明となるように具現化できる。特に、出力結合領域の出力結合効率は、例えば２％、５％、１０％、１５％、２０％、２５％、３０％、３５％、４０％、４５％、又は５０％とすることができる。特に、出力結合領域の出力結合効率は、２％～５０％の範囲とすることができ、それによって出力結合領域の透明性は５０％～９８％の範囲となる。別の例示的な実施形態の出力結合領域は、このような出力結合効率又はこのような透過特性を有することができる。
【００１６】
部分的に透明な実施形態は、例えば入力結合領域及び出力結合領域が回折構造（例えば、体積ホログラム）として具現化されると有利である。入力結合領域と出力結合領域は、例えばフィルムに具現化でき、これは製造技術の観点から有利である。
【００１７】
しかしながら、出力結合領域は最大出力結合効率を有することも可能である。これは、例えば反射コーティング（好ましくは、完全反射コーティング）によって実現できる。
【００１８】
入力結合領域と出力結合領域は、これらが偏向以外に光学画像生成機能をもたらさないように具現化できる。しかしながら、入力結合領域及び／又は出力結合領域は、偏向に加えて光学画像生成機能を提供し、それゆえ光学画像生成をもたらすようにすることもできる。この点において、光学画像生成機能は、例えば収束レンズ素子又は発散レンズ素子、凹面若しくは凸面ミラーの機能を実現でき、湾曲表面は（中心を合わせた、又は偏心の）球面状の湾曲又は非球面の湾曲表面とすることができる。
【００１９】
入力結合領域の回折構造は、埋込み式回折構造として、２つの基板間の回折構造として、又は前若しくは後面上に具現化された回折構造として実現できる。
【００２０】
さらに、出力結合領域は回折構造を含むことができる。出力結合領域の回折構造は、埋込み式回折構造として、又は前面若しくは後面上の回折構造として具現化できる。
【００２１】
反射型又は透過型体積ホログラムは、入力結合領域及び／又は出力結合領域の回折構造として提供できる。さらに、出力結合及び／又は入力結合領域の回折構造は、透過型又は反射型レリーフ格子とすることも可能である。
【００２２】
出力結合領域はさらに、鏡面、プリズム、及び／又は反射型若しくは透過型フレネル構造を含むことができる。これらの変形型は出力結合領域の回折構造の代わりとしても、又は回折構造に追加しても提供できる。
【００２３】
さらに、本発明による機能化された導波路（全ての発展型を含む）を含む検出器システムが提供される。検出器システムは、本明細書においては検出システムとも呼ばれるが、検出器を含むことができ、そこに放射のうち出力結合領域により偏向された部分が衝突する。検出器は、基材の前面又は後面に接続できる。特に、直接接続させることができる。検出器は、デジタルイメージセンサ（例えば、ＣＣＤセンサ若しくはＣＭＯＳセンサ）、検出器アレイ、又は例えばソーラセルとすることができる。
【００２４】
さらに、検出器システムは、少なくとも１つの光学画像生成素子が検出器と前面及び／又は後面との間の領域に配置されるように具現化できる。少なくとも１つの光学画像生成素子は、例えばレンズとして、屈折レンズとして、又は屈折カメラレンズとして具現化できる。また、検出器と前面及び／又は後面との間の領域には画像生成光学素子を設けないようにすることも可能である。換言すれば、出力結合領域から出力結合された放射はそれゆえ、別の光学画像生成素子を通過することなく検出器に衝突する。この場合、出力結合領域が偏向のほかに光学画像生成特性を有していれば有利である。

【００２５】
機能化された導波路は、それが無限－無限画像生成を実行するように具現化できる。しかしながら、前記導波路が有限－無限画像生成、無限－有限画像生成、又は有限－有限画像生成を実行することも可能である。
【００２６】
検出器システムは勿論、少なくとも１つの光学画像生成素子も検出器と前面及び／又は後面との間に配置されるように具現化することもできる。少なくとも１つの光学画像生成素子は、特に放射のうち出力結合領域により偏向される部分を案内するのに役立ち、例えばレンズ素子として具現化できる。少なくとも１つの光学画像生成素子は、例えばレンズとして、屈折レンズとして、又は屈折カメラレンズとして具現化できる。
【００２７】
機能化された導波路の場合、入力結合領域の、第一の方向を横断する第二の方向への範囲は出力結合領域の第二の方向への範囲より大きくすることができる。入力結合領域の範囲（又は、例えば幅）とは、本明細書では、特に所期の通りに有効に使用される範囲、すなわち光学的に使用される範囲を意味すると理解されたい。これは例えば、入力結合領域のうち、検出器システムに衝突した偏向された放射が発せられた区域の範囲である。出力結合領域の範囲（又は、例えば幅）とは、本明細書では、特に所期の通りに有効に使用される範囲、すなわち光学的に使用される範囲を意味すると理解されたい。これは例えば、出力結合領域のうち、検出器システムに衝突した偏向された放射が発せられた区域の範囲である。
【００２８】
さらに、入力結合領域と出力結合領域は、第二の方向に互いに対して中心を合わせるように配置できる。
【００２９】
しかしながら、入力結合領域と出力結合領域は第二の方向に互いに対して中心をずらすように配置することも可能である。
【００３０】
複数の出力結合領域が第二の方向に相互に隣り合わせに配置されるようにすることもできる。出力結合領域の少なくとも１つはそれに加えて、第一の方向を横断するように偏向の機能（function of deflection）を含むことができる。
【００３１】
機能化された導波路の視野（以下、「ＦｏＶ」と呼ぶ）を検出器の（又は、少なくとも１つの光学画像生成素子、例えばレンズを有する検出器の）ＦｏＶに適応させるようにすることが可能である。これは、特に第一の方向に沿った入力結合領域と出力結合領域との間及び、第一の方向を横断する入力結合領域の範囲と第一の方向を横断する出力結合領域の範囲との間の距離の適応によって実行できる。検出器の（又は少なくとも１つの光学画像生成素子を有する検出器の）ＦｏＶを機能化された導波路のＦｏＶに適応させることは、レンズの焦点距離及び／又は検出器の大きさの適応によって行うことができる。好ましくは、機能化された導波路のＦｏＶは検出器の（又は少なくとも１つの光学画像生成素子を有する検出器の）ＦｏＶに対応する。これは、機能化された導波路のＦｏＶの標的設定及び／又は検出器の（又は少なくとも１つの光学画像生成素子を有する検出器の）ＦｏＶの標的設定によって行うことができる。
【００３２】
照明及び／又は投射システムのための機能化された導波路がさらに提供され、導波路は前面及び後面を有する透明基材を含む。原則として、透明基材は、検出器システムのための機能化された導波路の透明基材と同様に具現化し、発展させることができる。
【００３３】
この点において、基材は入力結合領域と、第一の方向にそれから離間された出力結合領域を含むことができ、入力結合領域は、照明及び／又は投射システムの光源又は画像源から入射され、入力結合領域に衝突した放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって偏向

された部分は、基材への入力結合された放射として、反射により出力結合領域まで伝搬し、出力結合領域に衝突する。出力結合領域は、そこに衝突した入力結合された放射を偏向させる構造、例えば回折構造を含むことができ、それによって偏向された部分は基材から前面及び後面を介して発せられる。回折構造は、光源又は画像源から入射される放射の波長に適応させて、できるだけ多くの放射が反射されるようにすることができる。それでもなお、回折構造は依然として、例えばそれを通じて見たときの所望の透明性を有することができる。さらに、回折構造は光源又は画像源からの放射の一部のみを偏向させることも可能である。

【００３４】

出力結合領域の構造は、透過型若しくは反射型回折構造、透過型若しくは反射型体積ホログラム、鏡面、プリズム、又は透過型若しくは反射型レリーフ格子とすることができる。

【００３５】

それゆえ、透明な出力結合領域が提供される。第一の方向を横断する第二の方向への出力結合領域の範囲は、第二の方向への入力結合領域の範囲より大きくすることができる。

【００３６】

照明及び／又は投射システムがさらに提供され、これはそのような照明及び／又は投射システムのための機能化された導波路を有し、光源及び／又は画像源も追加的に提供され、そこからの光が出力結合領域に衝突する。

【００３７】

検出器システムのための機能化された導波路の場合、入力結合領域は少なくとも２つの体積ホログラムを含むことができ、その各々が検出対象の物体から入射され、前面に衝突した放射の一部のみを偏向させ、それによって偏向部分は、基材への入力結合された放射として反射によって出力結合領域まで伝搬し、出力結合領域に衝突する。入力結合領域の体積ホログラムは、これらの偏向関数が異なるスペクトル角度特性を有するという点で異なることがある。その結果、同じ入射角度で異なる波長を偏向させることができる。出力結合領域は、そこに衝突した入力結合された放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって偏向部分は基材から（好ましくは前又は後面を介して）出て、検出器システムに衝突する。

【００３８】

このような導波路によって、より多くの色を透過させることができ、それは、入力結合領域の体積ホログラムが異なるスペクトル角度特性を有するからであり、したがって、同じ入射角の異なる波長を偏向させ、それによってこれらは基材への入力結合された放射の一部となる。

【００３９】

入力結合領域の体積ホログラムは隣接して（相互間にスペースがあってもなくてもよい）配置でき、すなわち、特にこれらは第一の方向に隣接して配置できる。しかしながら、入力結合領域の体積ホログラムは、相互に上下に重ねて、又は相互に上下に積み重ねて（すなわち好ましくは第一の方向を横断し、且つ、第二の方向を横断する積み重ね方向に）配置することも可能であり、それによってあたかも体積ホログラムの積層体が存在するかのようになる。代替的又は追加的に、入力結合領域の体積ホログラムの幾つか又は全部の機能は、１つの体積ホログラムに実装できる。このような実装は多重化とも呼ばれる。入力結合領域のこれらの考え得る構成は、説明されている例示的な実施形態の全部において提供できる。

【００４０】

出力結合領域は、入力結合領域の各体積ホログラムについて、割り当てられた体積ホログラムを含むことができ、これは偏向中に入力結合領域の対応する体積ホログラムと同じスペクトル角度特性を提供する。このようにして入力結合領域の体積ホログラムの分散を補償できる。

【００４１】

出力結合領域の体積ホログラムは隣接して（相互間にスペースがあってもなくてもよい）

配置でき、すなわち、特にこれらは第一の方向に隣接して配置できる。しかしながら、出力結合領域の体積ホログラムは、相互に上下に重ねて、又は相互に上下に積み重ねて（すなわち好ましくは第一の方向を横断し、且つ、第二の方向を横断する積み重ね方向に）配置することも可能であり、それによってあたかも体積ホログラムの積層体が存在するかのようになる。代替的又は追加的に、出力結合領域の体積ホログラムの幾つか又は全部の機能は、１つの体積ホログラムに実装できる。このような実装は多重化とも呼ばれる。出力結合領域のこれらの考え得る構成は、説明されている例示的な実施形態の全部において提供できる。

【００４２】

入力結合領域の体積ホログラムは、反射型又は透過型体積ホログラムとして具現化できる。同じことが出力結合領域の体積ホログラムにも当てはまる。

【００４３】

入力結合領域は、少なくとも、又は正確に２、３、４、５、６、７、８、９、１０から最大４０、最大５０、又は最大１００（又は１～１００のいずれかの値）の体積ホログラムを含むことができる。

【００４４】

検出器システムのための機能化された導波路の場合、入力結合領域は複数の回折入力結合構造を含むことができ、これは第一の方向に隣接し、これらが前面への垂直線と第一の方向を横断する第二の方向との間にわたる平面内で異なる水平視野を有する点で異なり、それによってこれらは放射を異なる水平視野から出力結合領域に向かって偏向させる。

【００４５】

それゆえ、より大きな水平視野を捕捉し、検出器に案内することができる。

【００４６】

入力結合回折構造は、これらが異なる水平視野からの放射を出力結合領域に向かって偏向させるように具現化できる。

【００４７】

それゆえ、より大きい水平視野を捕捉し、検出器に案内することができる。

【００４８】

入力結合回折構造は、これらが偏向中に異なる水平視野からの放射を異なる偏向波長によってエンコードするように具現化でき、それによって出力結合及び／又は検出を異なる水平視野について選択的に行うことができる。

【００４９】

出力結合領域は、入力結合回折構造について、割り当てられた出力結合回折構造を含むことができ、これは割り当てられた入力結合回折構造の波長の放射を選択的に偏向させる。

【００５０】

出力結合回折構造は、割り当てられた入力結合構造の放射を偏向させることができ、それによって前記放射は検出器システムの局所的に異なる領域に衝突する。

【００５１】

検出器の少なくとも１つの局所的に異なる領域にカラーフィルタを設けることができ、これは対応する波長範囲のみを検出器へと案内する。

【００５２】

入力結合回折構造は、これらが異なる偏向角度範囲からの放射をエンコードするように具現化でき、それによって出力結合及び／又は検出は異なる水平視野について選択的に行うことができる。

【００５３】

入力結合領域は、各入力結合回折構造の前にラメラ構造の遮光絞りを含むことができ、これは、各入力結合回折構造について、前面に対する垂直線と第一の方向との間にわたる平面内の異なる垂直視野を画定する。

【００５４】

出力結合領域は、各入力結合回折構造について、割り当てられた出力結合回折構造を含む

ことができ、これは割り当てられた入力結合回折構造の異なる偏向角度範囲からの放射を選択的に偏向させる。出力結合回折構造は、第一の方向に隣接して配置できる。

【００５５】

出力結合回折構造は、それぞれの場合で、反射型又は透過型体積ホログラムとして具現化できる。

【００５６】

検出器システムのための機能化された導波路は、入力結合領域が第二の方向に沿って少なくとも２つの異なる入力結合回折構造を含むように具現化し、又は発展させることができ、これは、それらが第二の方向に異なる偏向コンポーネントを含むという点で異なる。

【００５７】

それゆえ、入力結合された放射の利用に関する効率がより高い。

【００５８】

第二の方向への偏向コンポーネントは入力結合回折構造の各々について選択でき、これらは第二の方向に沿って、出力結合領域に関してずらされて、入力結合された放射についての現在のオフセットを補償する。

【００５９】

出力結合領域は、異なる入力結合回折構造によって入力結合された放射を同じ角度範囲に偏向させるように具現化できる。

【００６０】

検出器システムのための機能化された導波路は、入力結合領域が入力結合レリーフ格子を含み、出力結合領域が出力結合レリーフ格子を含むように具現化し、又は発展させることができる。

【００６１】

特に、入力結合レリーフ格子と出力結合レリーフ格子は同じ格子間隔を有することができる。

【００６２】

機能化された導波路はまた、透明基材を有するスクリーンとして具現化することもできる。この場合、透明基材はスクリーンの一部とすることができる。

【００６３】

スクリーンは例えば、ポータブル機器（例えば、スマートフォン又はラップトップ等）、定置スクリーン、又は例えば自動車に据え付けられた他のいずれかのスクリーンとすることができる。

【００６４】

出力結合領域は、第一の方向に沿って入力結合領域より基材の縁辺に近付けて配置できる。

【００６５】

さらに、入力結合領域は後面に配置できる。

【００６６】

さらに、スクリーンは基材の後面に配置された発光層を含むことができ、入力結合領域は、基材と発光層との間に配置できる。

【００６７】

イメージセンサは、基材の後面の、スクリーンの表示領域としての役割を果たし、イメージセンサによる記録中にブランクとされる領域に配置できる。

【００６８】

スクリーンは物体を記録する追加のカメラを含むことができ、カメラにより行われた記録は、後に物体の記録をイメージセンサにより色付けするために使用される。

【００６９】

スクリーンは基材の後面に配置される発光層を含むことができ、この層は実画像を生成する。この目的のために、発光層は例えば発光ピクセルを含むことができる。この場合、実画像はピクセルの平面内で生成される。ピクセルは各々、少なくとも５０°、６０°、７

０°、８０°、９０°、１００°、１１０°、１２０°、１３０°、１４０°、１５０°、１６０°、１７０°～１８０°未満の発光角度を有することができる。

【００７０】

このピクセル化された発光層は基材の後面に配置されるため、ピクセルにより発せられた光は基材中を透過し、観察者に到達する。

【００７１】

発光層から発せられた光が入力結合領域の回折構造で回折されないように、及びそれゆえ、観察者に到達しないようにするために、入力結合領域の回折構造は、特定の偏光の光だけが回折され、それゆえ基材（又は導波路）内を案内されるように設計できる。発光層により発せられる光は、入力結合領域の回折構造にとって不効率な偏光を有し、入力結合領域の回折構造による妨害を受けずに透過できる。それゆえ、発光層はもはや迷光の根源となることはなく、イメージセンサによる記録中の迷光の入力結合を回避するために入力結合領域のその領域内のピクセル化された発光層をブランクにし、又は省く必要がなくなる。

【００７２】

規定された偏光として考えられるものは、とりわけ、ＬＣＤディスプレイ又は、発光層と基材との間に偏光フィルムを適用することであろう。

【００７３】

機能化された導波路（又は前述の検出器システム）は、それが車両用の機能化された窓として（又は検出器システムとして）提供されるように具現化し、又は発展させることができる。車両は、自動車、トラック、飛行機、発動機付き若しくは発動機を持たない車両、又は他のいずれかの車両とすることができる。窓は、車両の任意の窓、例えばフロントガラス、サイドウィンドウ、又はリアウィンドウ等とすることができる。特に、車両のための複数の窓（又は検出器システム）を提供できる。これらは、例えば車両内の人又は物体の位置を検出するために使用できる。さらに、１つ又は複数のこのような機能化された窓を含む（又は１つ又は複数の検出器システムを含む）車両が提供される。

【００７４】

出力結合領域は、第一の方向に沿って入力結合領域より基材の縁辺に近付けて配置できる。

【００７５】

このように機能化された窓は、前述のような方法で具現化し、発展させることのできる検出器システム（又は検出システム）において使用できる。特に、放射のうち出力結合領域により偏向された部分が衝突する検出器を提供できる。出力結合領域と検出器との間に、検出システムは少なくとも１つの光学画像生成素子を含むことができる。少なくとも１つの光学画像生成素子は、例えばレンズとして、屈折レンズとして、又は屈折カメラレンズとして具現化できる。

【００７６】

基材は、別の入力結合領域と、第一の方向にそれから離間される別の出力結合領域とを含むことができ、別の入力結合領域は、光源又は画像源から入射し、別の入力結合領域に衝突した放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって偏向部分は基材内で、入力結合された別の放射として別の出力結合領域まで反射によって伝搬し、別の出力結合領域に衝突する。別の出力結合領域は、そこに衝突した入力結合された別の放射を偏向させる構造、例えば回折構造を含むことができ、それによって偏向部分は、所望の照明及び／又は投射をもたらすために、基材から前面又は後面を通じて出る。回折構造は、光源又は画像源からの放射の波長に適応させることができ、それによってできるだけ多くの放射が反射される。それでもなお、回折構造は依然として、例えばそれを通じて見たときの所望の透明性を有することができる。さらに、回折構造が光源又は画像源からの放射の一部のみを偏向させることも可能である。

【００７７】

別の出力結合領域の構造は、透過型若しくは反射型回折構造、透過型若しくは反射型体積

ホログラム、鏡面、プリズム、又は透過型若しくは反射型レリーフ格子とすることができる。

【００７８】

それゆえ、２つの追加的な光学機能を有する窓が提供される。

【００７９】

入力結合された放射及び入力結合された別の放射は例えば、基材の同じ領域内の少なくとも一部の区域で反対方向に伝搬する可能性がある。それゆえ、同じ透過チャネルが異なる方向に使用される。

【００８０】

勿論、入力結合された放射と入力結合された別の放射はまた、完全に基材の異なる領域に伝搬する可能性もある。

【００８１】

入力結合領域と別の出力結合領域は、少なくとも部分的に基材の同じ領域に具現化できる。これらは一体化された方法で一緒に具現化でき、例えばこれらは相互に上下に積み重ねるように具現化でき、及び／又はこれらは部分的に重ねることができる。

【００８２】

さらに、入力結合領域と別の出力結合領域を基材の異なる領域内に具現化することが可能である。

【００８３】

さらに、機能化された導波路は、照明及び／又は投射のための機能化された窓として具現化し、又は発展させることができ、基材は入力結合領域と、第一の方向にそれから離間された出力結合領域を含む。入力結合領域は、光源又は画像源から入射して入力結合領域に衝突した放射の少なくとも一部を偏向させ、それによって偏向部分は入力結合された放射として基材内を反射によって出力結合領域まで伝搬し、出力結合領域に衝突する。出力結合領域は構造、例えば回折構造を含むことができ、これはそこに衝突した入力結合された放射を偏向させ、それによって偏向部分は基材から（好ましくは前面又は後面を介して）出て、所望の照明及び／又は投射をもたらす。出力結合領域の回折構造は好ましくは部分的に透明である。回折構造は、光源又は画像源から入射する放射の波長に適応させることができ、それによってできるだけ多くの放射が反射される。それでもなお、回折構造は依然として、例えばそれを通して見た時の所望の透明性を有することができる。さらに、回折構造は光源又は画像源からの放射の一部のみを偏向させることができる。

【００８４】

出力結合領域の構造は、透過型若しくは反射型回折構造、透過型若しくは反射型体積ホログラム、鏡面、プリズム、又は透過型若しくは反射型レリーフ格子とすることができる。

【００８５】

さらに、検出のための第一の入力結合領域は、検出のための第一の出力結合領域より大きい水平範囲を有することができ、投射及び／又は照明のための第二の出力結合領域は、投射及び／又は照明のための第二の入力結合領域より大きい水平範囲及びそれより大きい垂直範囲を有することができる。

【００８６】

この点において、検出のためのホログラフィックストリップ（瞳の複製は不要）と投射及び／又は照明のためのホログラフィック表面を透明基材のうち上側の目に見える領域に位置付けることができ、ホログラフィック表面は一般に、水平及び垂直方向に、透明基材の目に見えない領域の第二の入力結合領域より目の位置決めのためにより大きい範囲を有することができる。

【００８７】

第一の入力結合領域と第二の出力結合領域は、透明基材のうち目に見える領域にあってよい（特に、機能化された導波路が検出器システム並びに照明及び／又は投射システムの一部である場合）。

【００８８】

照明及び／又は投射のための機能化された窓を含む照明及び／又は投射システムがさらに提供される。照明及び／又は投射システムは、光源又は画像源をさらに含むことができる。

【００８９】

機能化された導波路は、それが検出器システムだけでなく、照明及び／又は投射システムにも適しているように具現化し、又は発展させることができる。この目的のために、基材は第二の出力結合領域を含むことができ、これは、照明放射として第二の出力結合領域に衝突した光源又は画像源からの光の少なくとも一部を偏向させ、それによって偏向部分は照明及び／又は投射に役立つ。

【００９０】

第二の出力結合領域は、前述の出力結合領域及びそれぞれ第一の出力結合領域と同様に具現化し、発展させることができる。

【００９１】

導波路は、基材が第二の入力結合領域を含むように具現化でき、これは光源又は画像源からの光を偏向し、それによって偏向された光は基材中を、反射によって第二の出力結合領域まで伝搬し、前記第二の出力結合領域に衝突する。

【００９２】

代替的又は追加的に、光源又は画像源からの光はフリービームとして基材に衝突することができ、及びその結果、その光は第二の出力結合領域に衝突することができ、それによってこれは基材中で反射によって案内されない。

【００９３】

検出器システム並びに照明及び／又は投射システムのための機能化された導波路を有する検出システム並びに照明及び／又は投射システムがさらに提供される。システムは、光源又は画像源を含むことができる。

【００９４】

機能化された導波路の、機能化されたスクリーンの、及び機能化された窓の前述の異なる実施形態は、技術的に好都合であるかぎり、相互に組み合わせることができる。また、個々の特徴群を相互に交換することも可能である。

【００９５】

本発明による検出システムはカメラ（例えば、デジタルカメラ又はビデオカメラ）として具現化できる。

【００９６】

前述の特徴及びこれから説明される特徴は明記された組合せにおいてだけでなく、その他の組合せにおいても、又はそれら自体でも使用でき、それも本発明の範囲から逸脱しないと理解されたい。

【００９７】

以下に、本発明を例示的な実施形態に基づいて、同じく本発明の本質的な特徴を開示している添付の図面を参照しながらさらに詳しく説明する。これらの例示的な実施形態は例示のためにすぎず、限定的と解釈されるべきではない。例えば、複数の要素又はコンポーネントを有するある例示的な実施形態の説明は、これらの要素又はコンポーネントの全てが実施のために必要であることを意味すると解釈されるべきではない。むしろ、他の例示的な実施形態はまた、代替的な要素及びコンポーネント、それより少ない要素若しくはコンポーネント、又は追加の要素若しくはコンポーネントも含むことができる。異なる例示的な実施形態の要素又はコンポーネントは、特に別段のことわりがないかぎり、相互に組み合わせることができる。例示的な実施形態の１つについて説明された改良及び変更はまた、他の例示的な実施形態にも適用可能である。反復を避けるために、異なる図面中の同じ要素又は対応する要素は同じ参照符号で示され、何度も説明されない。

【図面の簡単な説明】

【００９８】

【図１】本発明による検出器システムの１つの実施形態の側面図を示す。

【図２】図１の導波路１の平面図を示す。
【図３】導波路１の上面図を示す。
【図４】入力結合領域４の反射型体積ホログラムのスペクトル分解角度依存偏向効率の概略図を示す。
【図５】波長に応じた３つの異なる入射角に関する偏向効率の概略図を示す。
【図６】検出器のピクセルにより実行される既定の角度範囲にわたる平均化を説明する側面図の拡大抽出図を示す。
【図７Ａ】入力結合領域と出力結合領域との間の異なる幅比を説明するための導波路の平面図を示す。
【図７Ｂ】入力結合領域と出力結合領域との間の異なる幅比を説明するための導波路の平面図を示す。
【図７Ｃ】入力結合領域と出力結合領域との間の異なる幅比を説明するための導波路の平面図を示す。
【図７Ｄ】レンズ１を有する検出器システム２の水平視野の考え得る制約を説明するための上面図を示す。
【図８Ａ】本発明による導波路１の別の例示的な実施形態を示す。
【図８Ｂ】本発明による導波路１の別の例示的な実施形態を示す。
【図８Ｃ】垂直視野の縮小の可能性を説明するための、導波路１の出力結合領域の拡大側面図を示す。
【図９Ａ】入力結合領域のための体積ホログラムの製造を説明する図を示す。
【図９Ｂ】入力結合領域のための体積ホログラムの製造を説明する図を示す。
【図１０】別の例示的な実施形態による導波路の平面図を示す。
【図１１Ａ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１１Ｂ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１１Ｃ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１１Ｄ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１１Ｅ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１１Ｆ】図１０の導波路の入力結合領域の側面図を示す。
【図１２】図１０による入力結合領域のスペクトル分解角度依存偏向効率の概略図を示す。
【図１３Ａ】波長に応じた異なる入射角の偏向効率を概略的に示す。
【図１３Ｂ】波長に応じた異なる入射角の偏向効率を概略的に示す。
【図１３Ｃ】波長に応じた異なる入射角の偏向効率を概略的に示す。
【図１４Ａ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１４Ｂ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１４Ｃ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１４Ｄ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１４Ｅ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１４Ｆ】図１０による導波路の出力結合領域を説明するための概略側面図を示す。
【図１５】４０の異なる体積ホログラムを有する導波路の入力結合領域のスペクトル分解角度依存偏向効率の概略図を示す。
【図１６】別の例示的な実施形態による本発明による導波路の平面図を示す。
【図１７】図１６の導波路の上面図を示す。
【図１８Ａ】図１６及び１７による導波路の機能を説明するための入力結合領域の側面図を示す。
【図１８Ｂ】図１６及び１７による導波路の機能を説明するための入力結合領域の側面図を示す。
【図１９Ａ】図１６による導波路の相互に横方向にずらされた入力結合体積ホログラムの入射角依存及びスペクトル依存効率を概略的に示す。
【図１９Ｂ】図１６による導波路の相互に横方向にずらされた入力結合体積ホログラムの

入射角依存及びスペクトル依存効率を概略的に示す。
【図１９Ｃ】図１６による導波路の相互に横方向にずらされた入力結合体積ホログラムの入射角依存及びスペクトル依存効率を概略的に示す。
【図２０】スペクトルフィルタリングを含む図１６による実施形態の出力結合ホログラムのスペクトル角度依存スペクトルを概略的に示す。
【図２１】別の例示的な実施形態を説明するための２つの異なる導波路１の側面図を示す。
【図２２】別の例示的な実施形態を説明するための２つの異なる導波路１の側面図を示す。
【図２３】本発明による導波路の別の実施形態の側面図を示す。
【図２４】図２３による導波路の幾何学透過スペクトルの概略図を示す。
【図２５】図２３の導波路の出力結合領域の拡大側面図を示す。
【図２６】検出器システムの入射瞳によるビネッティングの場合の幾何学透過スペクトルの概略図を示す。
【図２７】図２３による導波路の埋め込み式入力結合格子の格子間隔を通るシミュレーションによる断面を概略的に示す。
【図２８】波長に応じたレリーフ格子の回折効率を概略的に示す。
【図２９】別の例示的な実施形態の平面図を示す。
【図３０】図２９の例示的な実施形態の側面図を示す。
【図３１】別の例示的な実施形態を示す。
【図３２】図３１に関する側面図を示す。
【図３３】光学システムに関する概略図を示す。
【図３４】本発明による導波路を有する図３３による光学システムを示す。
【図３５】特に投射及び／又は照明のために使用可能な本発明による導波路の別の例示的な実施形態を示す。
【図３６】図３５の導波路の側面図を示す。
【図３７】図３５の導波路の上面図を示す。
【図３８】導波路を用いた照明及び／又は投射を概略的に示す。
【図３９】導波路を用いた照明及び／又は投射を概略的に示す。
【図４０】導波路を用いた照明及び／又は投射を概略的に示す。
【図４１Ａ】光源／照明源から出力結合領域までのフリービーム経路を含み、出力結合領域が反射型で使用される照明及び／又は投射を示す。
【図４１Ｂ】光源／照明源から出力結合領域までのフリービーム経路を含み、出力結合領域が反射型で使用される照明及び／又は投射を示す。
【図４１Ｃ】光源／照明源から出力結合領域までのフリービーム経路を含み、出力結合領域が反射型で使用される照明及び／又は投射を示す。
【図４２Ａ】出力結合領域が透過型で使用された場合の、図４１Ａ～４１Ｃによる対応する配置を示す。
【図４２Ｂ】出力結合領域が透過型で使用された場合の、図４１Ａ～４１Ｃによる対応する配置を示す。
【図４２Ｃ】出力結合領域が透過型で使用された場合の、図４１Ａ～４１Ｃによる対応する配置を示す。
【図４３Ａ】検出と投射及び／又は照明との組合せの変形型を示す。
【図４３Ｂ】検出と投射及び／又は照明との組合せの変形型を示す。
【図４３Ｃ】検出と投射及び／又は照明との組合せの変形型を示す。
【図４４Ａ】検出と投射及び／又は照明との組合せの別の変形型を示す。
【図４４Ｂ】検出と投射及び／又は照明との組合せの別の変形型を示す。
【図４４Ｃ】検出と投射及び／又は照明との組合せの別の変形型を示す。
【図４４Ｄ】検出と照明及び／又は投射との組合せの別の変形型を示す。
【図４４Ｅ】検出と照明及び／又は投射との組合せの別の変形型を示す。

【図４４Ｆ】検出と照明及び／又は投射との組合せの別の変形型を示す。
【図４５】導波路が顕微鏡で使用される例示的な実施形態を示す。
【図４６Ａ】車両のフロントガラスにおける導波路の組込み又は導波路の実施形態について例示的な実施形態を示す。
【図４６Ｂ】車両のフロントガラスにおける導波路の組込み又は導波路の実施形態について例示的な実施形態を示す。
【図４６Ｃ】車両のフロントガラスにおける導波路の組込み又は導波路の実施形態について例示的な実施形態を示す。
【図４６Ｄ】車両のフロントガラスにおける導波路の組込み又は導波路の実施形態について例示的な実施形態を示す。
【図４７Ａ】自動車の側面図において本発明による導波路の組込みの変形型を示す。
【図４７Ｂ】自動車の側面図において本発明による導波路の組込みの変形型を示す。
【図４７Ｃ】自動車の側面図において本発明による導波路の組込みの変形型を示す。
【発明を実施するための形態】
【００９９】
図１～３による図は、カメラ３を実現するための検出器システム２と共に本発明による導波路１のある実施形態を示す。
【０１００】
この目的のために、導波路１は、入力結合領域４と、そこから離間された出力結合領域５を含み、図１～３に示されるように平坦な前面７と平坦な後面８を有する平面平行板６上に具現化できる。平面平行板６は、基材６とも呼ぶことができるが、例えばガラス又はプラスチック等で形成される。
【０１０１】
検出器システム２及び出力結合領域５を有する板６の下側部分は、ハウジングＧの中に配置でき、これは図１では単に概略的に示されているため、一見、ユーザにとってカメラ３が関わっていることは明らかではない。
【０１０２】
カメラ３によって、物体９は、物体９から発せられる光ビームＬ１、Ｌ２、Ｌ３が前面７を介して板６に入射し、入力結合領域４によって偏向されて、これらが前面７に全内部反射が起こる角度で衝突するような方法で画像生成できる。光ビームＬ１、Ｌ２、及びＬ３はそれゆえ、前面７及び後面８での全内部反射によって出力結合領域５まで案内され、前記出力結合領域は前面７に向かう方向への偏向をもたらし、それによって光ビームＬ１～Ｌ３は前面７を介して板から発せられる。光ビームＬ１～Ｌ３はそれゆえ、導波路１の中を入力結合領域４から出力結合領域５へと第一の方向Ｒ１（ここではｙ方向）に沿って伝搬する。
【０１０３】
検出器システム２のレンズ１０によって、光ビームＬ１～Ｌ３はその後、検出器システム２の検出器１１上に集光され、それによって物体９の所望の像を検出器１１によって記録できる。
【０１０４】
入力結合領域４は、入射角依存波長選択性を有する反射型体積ホログラムとして具現化され、それによって大きい角度及び波長範囲について高い透過性を有する（図１の透過光ビームＬ１’により示されているが、他の透過光ビームは説明を簡単にするために図示されていない）。これは、物体９から出て、入力結合領域４に衝突した光ビームＬ１～Ｌ３の一部のみが説明されているように偏向されることを意味する。物体９からの他の光ビームは、入力結合領域４を通って伝搬し、板６から後面８を介して出る。入力結合領域４はそれゆえ、部分的に透明と呼ぶことができる。
【０１０５】
図４は、入力結合領域４の反射型体積ホログラムに関する、対応する光ビームの入射角に応じたスペクトル分解角度依存偏向効率を概略的に示しており、μｍを単位とする波長が

ｘ軸に沿ってプロットされ、°を単位とする入射角がｙ軸に沿ってプロットされている。図５は、＋２０°、０°、及び－２０°の入射角に関する偏向効率を示しており、ｎｍを単位とする波長がｘ軸に沿ってプロットされ、効率がｙ軸に沿ってプロットされている。

【０１０６】

図４及び５から、入力結合領域４の反射型体積ホログラムは、－２０°の入射角について、３９２ｎｍ～３９８ｎｍ（$\lambda_{中心}$＝３９５ｎｍ±３ｎｍ）のスペクトル範囲の放射を高い効率で偏向させ、それゆえ、それを平面平行板６へと入力結合しうることがわかる。０°の入射角について、高い効率は５２８ｎｍ～５３６ｎｍ（$\lambda_{中心}$＝５３２ｎｍ±４ｎｍ）のはスペクトル範囲について存在し、＋２０°の入射角について、高い入力結合効率は６００ｎｍ～６１０ｎｍ（$\lambda_{中心}$＝６０５ｎｍ±５ｎｍ）のスペクトル範囲について存在する。

【０１０７】

図１～３による導波路１は入力結合領域４と出力結合領域５のいずれも画像生成機能を持たないように具現化されるため、導波路１の無限－無限構成が存在する。導波路１は無限－無限画像生成を行う、と言うこともできる。図４及び図５を参照して説明した通り、入力結合領域４の反射型体積ホログラムのスペクトル及び角度依存偏向効率はそれゆえ、各視野角（及びそれゆえ、画像生成される物体９の各点）が、入力結合領域４によって入力結合された後、狭いスペクトル範囲からのみ構成されるという効果を有する。その結果、スペクトル分解された角度分布が得られ、検出器１１上で最終的にあるスペクトルプロファイル（又はカラープロファイル）像が得られる。出力結合領域５によって出力結合された光ビームＬ１～Ｌ３はそれゆえ、ある角度スペクトルで出力結合され、これはレンズ１０によって検出器１１上の位置分布に変換される。検出器１１は、例えばＣＣＤ検出器又はＣＭＯＳ検出器とすることができる。

【０１０８】

入力結合領域４は反射型体積ホログラムを含むため、反射型体積ホログラムによる入力結合は、各角度に関する入力結合スペクトル範囲内の分散につながる。出力結合領域５が入力結合領域４と同様に具現化された反射型体積ホログラムを含む場合、入力結合領域４によって生じた分散は補償され、全てのスペクトル成分が再び対応する角度に偏向される。

【０１０９】

導波路１の上述の無限－無限構成の代替案として、入力結合領域４及び／又は出力結合領域５は、例えばレンズ素子機能又は凹面鏡機能の形態の画像生成機能を有することができる。その結果、有限－無限、無限－有限、又は有限－有限画像生成構成を導波路１によって実現できる。入力結合領域４の場合、これは例えば、導波路１に近すぎて、無限遠にある物体を光学的に想定できなくなるように位置付けられた物体９を記録するために使用できる。出力結合領域５の場合、このようなレンズ素子又は凹面鏡機能の実装により、出力結合された角度スペクトルをこのように実装されたレンズ素子又は鏡機能の焦点平面内の位置分布に直接変換することが可能である。この場合、例えばレンズ９は省くことができる。この場合、検出器システム２が検出器１１と出力結合領域５のレンズ素子及び／又は凹面鏡機能とを含む、と言うことができる。レンズ１０を省くことができるため、検出器１１は導波路１の前面７上に位置付け、及び／又は例えば直接固定することができ、それによって非常に高い集積度、最小限の体積、及び高い堅牢性を実現できる。

【０１１０】

すでに説明したように、出力結合領域５による出力結合の後にスペクトル分解された角度分布は、レンズ１０又は出力結合領域５に組み込まれた画像生成機能によって検出器１１上の位置分布に変換される。このような検出器１１はピクセルの形態の離散化を含む。検出器側の展開された導波路システムを図解する図６の例示によれば、各ピクセルＰＸはここではピクセルサイズＰＧ、光軸ＡＰからのその距離、及びレンズ１０の、又は出力結合領域５の画像生成機能の焦点距離ＦＡＫにより与えられる規定の角度範囲にわたる平均である。

【０１１１】

図４及び５の例示によれば、角度範囲の記録はまた、スペクトル範囲にわたる積分にも関連付けられる。この場合、スペクトルバンド幅は、あるピクセルにより記録される最大角度（図４のα２）と最小角度（図４のα１）により与えられ、これらの角度は以下のように計算できる：

【数１】

$$\alpha_{1,n} = atan\left(\frac{PG \cdot 0.5 + (n-1) \cdot PG}{f}\right)$$

【数２】

$$\alpha_{2,n} = atan\left(\frac{PG \cdot 0.5 + n \cdot PG}{f}\right)$$

式中、ｎはそれぞれのピクセルの数を示し（０→光軸上、ｎ＜０→光軸より下、ｎ＞０→光軸より上）、ＰＧはピクセルサイズを示し、ｆは光学システムの焦点距離を示す。

【０１１２】

これらの限界角度を利用して、各ピクセルが積分するバンド幅はすると、例えばコゲルニクの結合波理論に基づいて計算できる。あるピクセルにより検出されるスペクトル全体はそれゆえ、検出された角度範囲内のスペクトルで構成され、その結果、図５に示される例示のスペクトルの幅広化が得られる。検出器１１が１つのピクセルのみからなり、そこに全角度範囲が透過される限定的な場合では、全てのスペクトル成分を有する画像形成が記録されるであろう。

【０１１３】

瞳（ビーム制限絞り、すなわち全ての視野角の主要光線が交差する箇所）の位置は、導波路１の無限－無限構成の場合、入力結合領域４の幅Ｂ１（第一の方向Ｒ１を横断して、ここではｘ方向に対応する第二の方向Ｒ２に沿って延びる）（図２）と、出力結合領域５の幅Ｂ２との比により特定されるが、方向Ｒ２への導波路１の視野はそれに加えて、伝搬方向Ｒ１、すなわち導波路１内の第一の方向Ｒ１に沿った入力結合領域４と出力結合領域５との間の距離Ｄにも依存する。

【０１１４】

勿論、入力結合領域４と出力結合領域５の寸法は絞りにより限定される可能性がある。ここでは常に、光学的に使用される寸法又は光学的に使用される幅が想定される。これらはまた、以下、有効幅とも呼ばれる。

【０１１５】

図７Ａ、７Ｂ、及び７Ｃは、３つの基本的に異なる入力結合領域４と出力結合領域５との幅の比を図解している。瞳の位置の解析においては、ビネッティングが発生しない視野角だけが考慮される。

【０１１６】

図７Ａは、比Ｂ１／Ｂ２＞１の場合、導波路１の出力結合領域５が瞳として機能することを明らかにしている。それゆえ、全ての角度が出力結合領域５の各位置にある。

【０１１７】

Ｂ１／Ｂ２＝１の特殊な場合（図７Ｂ）、中央の視野角だけがビネッティングを発生させずに導波路１内を伝搬する。この場合、入力結合領域４と出力結合領域５の両方が瞳を形成する。

【０１１８】

比Ｂ１／Ｂ２＜１の場合（図７Ｃ）、入力結合領域４が導波路１の瞳であり、それによって出力結合領域５の各位置に異なる角度範囲があり、出力結合される。

【０１１９】

さらに、原則として、導波路１の視野（以下、ＦｏＶとも呼ばれる）と検出器システム２

の視野（以下、ＦｏＶとも呼ばれる）との違いを描画することができる。ここで、２つの視野の（すなわち２つのＦｏＶの）小さい方がシステム全体の視野を特定する。

【０１２０】

導波路１により捕捉され、再び出力結合される水平ＦｏＶ（ｘ方向）は、導波路１の無限－無限構成の場合、入力結合領域４と出力結合領域５の幅Ｂ１、Ｂ２及び、これらの領域間の距離Ｄにより特定される（瞳が入力結合領域４及び／又は出力結合領域５内にあるか否かに関係ない）。検出器システム２のＦｏＶは、レンズ１０の（又は、出力結合領域５に含まれるレンズ素子機能の）焦点距離と、水平ＦｏＶの方向への検出器１１の大きさによって第一の近似まで付与される。

【０１２１】

理想的な場合では、導波路１と検出器システム２のＦｏＶは同じである。その結果、導波路１のＦｏＶ全体にわたり最適な分解能が得られる。検出器システム２のＦｏＶが導波路１のＦｏＶより大きいかぎり、システム全体の水平ＦｏＶは入力結合領域４の幅、出力結合領域５の幅、及び入力結合領域４と出力結合領域５との間の距離Ｄにより与えられる。有利な点として、それゆえＦｏＶ全体が捕捉される。しかしながら、分解能は低減する。検出器システム２の水平ＦｏＶが導波路１のＦｏＶより小さい場合、システム全体のＦｏＶは検出器システムのＦｏＶによって限定される。その結果、分解能の向上という利点が得られ、導波路１のＦｏＶの一部のみが捕捉される。レンズ１０が使用されると、特定の状況では、検出器システム２と導波路１との間の距離がＦｏＶを制限するということが起こる可能性があり、それは、外側の角度範囲をレンズ１０によって捕捉できなくなるからであり、これは図７Ｄに示されている。

【０１２２】

導波路１のＦｏＶと検出器システム２のＦｏＶとの所望の調整は、Ｂ１、Ｂ２、及びＤの適応によって行うことができる。導波路１のＦｏＶに合わせた検出器システム２のＦｏＶの所望の適応は、レンズの焦点距離及び／又は検出器のサイズの適応によって行うことができる。

【０１２３】

すでに説明したように、導波路１の瞳の位置は、入力結合領域４の幅Ｂ１と出力結合領域５の幅Ｂ２との比により画定される。したがって、出力結合領域５に存在する角度分布の形態が変化する。その結果、特定の配置及び用途の有利な特性が得られる。

【０１２４】

Ｂ１／Ｂ２＞１の場合、出力結合領域５は導波路１の瞳を形成する。ビネッティングを生じさせないビームの全てを考慮すると、出力結合領域５の各位置に全ての視野角が存在する。したがって、全ての視野角、すなわち導波路１の完全なＦｏＶが、十分に大きいＦｏＶの、十分に大きい入射瞳としての１つの検出器システム２だけで捕捉できる。導波路１の大きいＦｏＶを実現するために、それゆえ、入力結合領域４を出力結合領域５より広くすることが有利である。さらに、入力結合領域４と出力結合領域５との間の小さい距離が有利である。

【０１２５】

図７Ａによる例示は入力結合領域４と出力結合領域５が水平に対称に配置されることを前提としており、その結果、導波路１の対称のＦｏＶが得られる。しかしながら、図８Ａに示されるように、出力結合領域５を横方向に（ｘ方向に）ずらすことも可能である。その結果、水平ＦｏＶもずれる。出力結合領域５に相応の補正を行わないと、変位の結果としてそれに対応してずれたこの角度分布もまた、検出器１１に変位されて生成される。これは、検出器システム２のＦｏＶを超え、それゆえ全体的なＦｏＶが制約されるという結果を招く可能性がある。これは、出力結合領域５内に追加の（例えば、プリズム、傾斜鏡、又は線形格子等の）偏向関数を実装することによって変えられる。したがって、出力結合された角度スペクトルのオフセットを補償（又は対称化）することができ、出力結合ＦｏＶはここでも検出器システム２のＦｏＶと一致させることができる。代替的に、検出器システム２を角度オフセットに応じて傾けることも可能である。変位した出力結合領域５が

１つのみ設けられるのではなく、むしろ複数の出力結合領域５１、５２が隣り合わせに、対応する補償及び適応された検出システム２を含めて提供されると、複数の個々のＦｏＶから成る拡大された水平ＦｏＶを生成できる（図８Ｂ）。

【０１２６】

この構成の場合、出力結合領域５の全部の幅が合わせて入力結合領域４の幅と等しい限定的な場合を実現することも可能とも言える。しかしながら、重要なのは、個々の出力結合領域５の各々を入力結合領域４に関して別々に考慮すべきであることである。個々の出力結合領域５の各々について幅の比がＢ１／Ｂ２＞１であるかぎり、各出力結合領域５はシステムの瞳のままであり、そのため、前述の関係が依然として正しく保たれる。

【０１２７】

瞳の水平位置及び水平ＦｏＶの例に基づいて説明した関係は瞳の垂直位置及び垂直ＦｏＶにも同様に関係している可能性があり、この場合、この方向へのビーム経路の折り畳みを考慮すべきである。しかしながら、垂直方向では、以下の特別な特性が得られ、この場合ビネッティングが生じたビーム（vignetted beams）も考慮される。

【０１２８】

導波路１の無限－無限構成の場合、無限範囲の仮定上の導波路システムにより捕捉され、出力結合面へと送られる垂直ＦｏＶは、導波路１内の全内部反射の臨界角及び導波路の界面、すなわち前面７及び後面８に対する垂直線に関して９０°未満の伝搬角度により与えられる。しかしながら、有限範囲の現実的な導波路１では、大きい角度範囲からのビームＬ１～Ｌ３が確実に出力結合領域５まで伝搬し、それを超えないようにするために、前面７又は後面８に対する垂直線に関して８０°未満の伝搬角度を実現すべきである。通常の屈折率１．５の場合、それゆえ、前面７又は後面８に対する垂直線に関して４０°～８０°の角度範囲が導波路１内を伝搬し、出力結合領域５によって再び出力結合される。

【０１２９】

水平ＦｏＶと同じく、システム全体（導波路１と検出器システム２）の垂直ＦｏＶもまた、検出器システム２の垂直ＦｏＶにより制約される可能性がある。再び入力及び出力結合されるスペクトル分割による角度範囲から、検出器１１のスペクトル感度がさらに垂直ＦｏＶに対する制約効果を有する可能性がある。例えば、検出器１１が特に長い波長及び／又は短い波長の放射に対する感受性を持たない場合、検出器１１の有効範囲は減少し、それゆえ、検出器システム２の垂直ＦｏＶも同様となる（図８Ｃ）。

【０１３０】

前述の例示的な実施形態において、検出器上の画像は前述のカラープロファイルを含み、それによって導波路１によりフルカラー画像を送信し、記録することができない。

【０１３１】

入力結合領域４及び出力結合領域５のための前述の反射型体積ホログラムは例えば、図９Ａに示されるように、導波路１に組み込まれた感光性の体積ホログラフィック材料１２が、前面７に入射角０°で入射する５３２ｎｍの波長を有する参照波１３と、後面８に入射角６０°で入射する同じ波長の信号波１４とにさらされるように製作でき、参照波１３と信号波１４は同じレーザから発せられ、それによって感光性の体積ホログラフィック材料に干渉場又は干渉体積が発生し、そこでそれに対応する屈折率変調を形成できる。

【０１３２】

感光性ガラス、重クロム酸ゼラチン、又はフォトポリマを感光性の体積ホログラフィック材料として使用できる。これらは例えば、ＰＣフィルム（ポリカーボネートフィルム）に堆積させ、そこで相応に露出させることができる。フィルムを導波路１のための基板に積層させることによって、導波路１を製作できる。この場合、フィルムは例えば入力結合領域４及び出力結合領域５の領域にのみ積層させることができる。代替的に、導波路表面全体への全面積層が可能であり、この場合、対応する入力及び出力結合機能は入力及び出力結合領域の中にのみ露出させられる。体積ホログラムを保護するために、積層された体積ホログラムに別の基板を堆積させることが好都合である。このようにして、以下の基本的構造を有する積層体が実現される：透明基板、セメント又は接着剤層、体積ホログラム、

セメント又は接着剤層、透明基板。

【０１３３】

前述のスペクトル角度依存性から、＋２０°の角度で材料内の反射型体積ホログラムに衝突する入射平面波Ｗ１（図９Ｂ）から、６０５ｎｍ±５ｎｍのスペクトル範囲は前面７に向かって偏向され、それによって偏向された波Ｗ１は前面７に約４０°の角度β_1で衝突する。入力結合領域４の反射型体積ホログラムは平面波Ｗ１の残りの波長を透過させる。

【０１３４】

反射型体積ホログラムに０°の角度で衝突する平面波Ｗ２の場合、５３２ｎｍ±４ｎｍの範囲からの波長は反射され、それによってこれらは前面７に約６０°の角度β_2で衝突する。平面波Ｗ２の残りの波長は反射型体積ホログラムを通過し、それによって反射型体積ホログラムを平面波Ｗ２のこれらの波長を透過させる。

【０１３５】

材料内の反射型体積ホログラムに－２０°の角度で衝突する平面波Ｗ３から、３９５ｎｍ±３ｎｍの波長が前面へと反射され、それによってこれらは前面に約８０°の角度β_3で衝突する。平面波Ｗ３の残りの波長は反射型体積ホログラムを通過し、それによって反射型体積ホログラムはこれらの波長を透過させる。

【０１３６】

可能な限り最大のスペクトル範囲で導波路１を通じた角度情報（無限からの画像情報）の透過を実現するために、図４に示される角度依存スペクトルは、反射型体積ホログラムを１つしか含まないのではなく、図１０及び図１１Ａ～Ｆに示されるように、下へ下へと配置される複数の反射型体積ホログラム４１、４２、４３、４４、及び４５を含む入力結合領域４によって改善できる。体積ホログラム４１～４５は、これらが異なるスペクトル角度選択性を含む点で異なり、その結果、同じ入射角について、異なる波長が体積ホログラム４１～４５によって反射される。この角度選択性により、例えば体積ホログラム４１によって、前面７への反射により導波路１に入力結合された放射は、その下のホログラム４２～４５によって影響を受けず（又は、わずかな影響しか受けず）、それによって入力結合された放射は影響を受けることなく出力結合領域５まで（可能な限り最大範囲まで）伝搬することができる。

【０１３７】

体積ホログラム４１～４５はまた、ｚ方向に相互に上下に配置することもでき、それゆえ導波路上に積層体ができる。さらに、５つのホログラムの全ての機能を１つのホログラム（又は体積ホログラム）に実装することもでき、これは多重化と呼ばれる。

【０１３８】

異なるスペクトル角度特性は、例えば、図９Ａと同じ角度設定として、参照波１２と信号波１３について異なる波長を使用することによって実現できる。代替的に、全ての体積ホログラム４１～４５について同じ波長を使用することも可能であり、この場合、参照波１２と信号波１３の入射角は適切に変化させられる。

【０１３９】

反射型体積ホログラム４１～４５は、図９Ａによる露光構成を用いて異なる波長で記録された。これに関して、露光波長は、体積ホログラム４１では９００ｎｍ（黒）であり、体積ホログラム４２では６６０ｎｍ（赤）であり、体積ホログラム４３では５３２ｎｍ（緑）であり、体積ホログラム４４では４００ｎｍ（青）であり、体積ホログラム４５では３７０ｎｍ（紫）である。

【０１４０】

図１１Ｂ～１１Ｆは、体積ホログラム４１～４５の各々に関する、最小角度－２０°、最大角度＋２０°、及び中心入射角０°にわたる角度範囲の入力結合を概略的に示す。０°で、この場合、各反射型体積ホログラム４１～４５はそれぞれ、それぞれの反射型体積ホログラム４１～４５が露光される中心波長の周囲のスペクトル範囲で偏向と結合を行った。

【０１４１】

図１２は、図４と同様に、５つの反射型体積ホログラム４１～４５により導波路１に結合される、シミュレーションによる全スペクトルを示す。したがって、それぞれの反射型体積ホログラム４１～４５は各入射角で異なるスペクトル範囲について寄与する。全反射型体積ホログラム４１～４５の全体を考えると、結果として個々の角度でのスペクトルバンド幅が増大し、広帯域の画像情報が最終的に全体として全ての入射角について確保される。

【０１４２】

さらに、図１２から、入射角が増大したときのより短い波長の方向への入力結合スペクトルのシフトと、入射角が減少した場合のより長い波長の方向への入力結合スペクトルのシフトがわかる。

【０１４３】

図１３Ａは、例として、入射角０°で入力結合されるスペクトルを示す。図１３Ｂは、入射角＋２０°の場合の対応するスペクトルを示し、入射角－２０°の場合の入力結合スペクトルは図１３Ｃに示される。図１３Ａ～１３Ｃによる例示の全てにおいて、μｍを単位とする波長がｘ軸に沿って表され、０（入力結合なし）～１（完全な入力結合）の範囲内での入力結合効率はｙ軸に沿って表されている。図５による例示との比較により、１つの反射型体積ホログラムと比べて、標的を定めて記録されたより多くの体積ホログラム（１つの反射型体積ホログラムに対して５つの反射型体積ホログラム）を使用することにより入力結合スペクトルのサンプリングが有意に改善されることがわかる。

【０１４４】

図１４は、出力結合のための対応する反射型体積ホログラム５１～５５を示す。反射型体積ホログラム５１～５５の全高は好ましくは、検出器システム２の入射瞳１４と同程度となるように選択し、できるだけ多くの光を検出できるようにする。

【０１４５】

入力結合ホログラムの場合と同じく、出力結合のための体積ホログラム５１～５５はまた、ｚ方向に相互に上下に配置でき、それによって導波路上の積層体が得られる。さらに、１つのホログラム又は１つの体積ホログラム中に５つのホログラム全ての機能を実装することが可能であり、これは多重化とも呼ばれる。

【０１４６】

仮想的に連続するスペクトルを、例えば各角度で導波路１に入力結合し、それによってフルカラー画像情報の伝送を確実にするために、例えば、標的を定めて露光される４０の反射型体積ホログラムを相互に上下に配置できる。角度依存入力結合スペクトルの対応するシミュレーションが図１５に示されている。図９Ａの露光構成による個々の反射型体積ホログラムを記録するための露光波長は、例えば以下のように選択でき、波長はそれぞれｎｍの単位で示されている：３５８、３６８、３７８、３８９、４００、４１１、４２１、４３２、４４３、４５４、４６４、４７４、４８７、４９８、５０９、５１９、５３２、５４４、５５６、５６８、５８３、５９８、６１３、６２９、６４５、６６２、６７９、６９６、７１５、７３５、７５５、７７５、７９５、８１５、８３５、８５５、８７５、８９６、９１７、及び９４０。

【０１４７】

代替的に、反射型体積ホログラムはまた、１つの波長で、参照波１２及び信号波１３の適応された露光角度でも記録できる。

【０１４８】

放射が導波路１内で出力結合領域５まで伝搬した後、一般に、そこには、比較的広い面積において、全ての角度とこの広い出力結合領域５の各位置における完全なスペクトルが存在する。出力結合はすると、前述のように、対応する反射型体積ホログラムで実行できる。入力結合領域４の中にあるものと同じ４０の体積ホログラムが好ましくは生成される。

【０１４９】

しかしながら、出力結合領域５はまったく透過性を持つ必要がないことが多いため、出力結合領域５まで伝搬した放射の他のいずれの種類の出力結合も可能である。この点で、傾

斜鏡面、プリズム、反射コーティングを有する格子、透過格子、及び／又は透過若しくは反射系の多次フレネル構造を使用することができる。不透過性光学面の使用は導波路１のこの地点で可能であるが、これは、不透過性検出器１１がいずれにしても提供されることになるからである。

【０１５０】

出力結合領域５の実施形態に関するこの可能性はまた、勿論、前述の例示的な実施形態及びこれから説明する例示的な実施形態にも当てはまる。

【０１５１】

傾斜鏡面及び反射若しくは透過系の多次フレネル構造は、有利な点として、高い効率を有し、偏向中にさらに分散を生じさせることがない。しかしながら、これらは分散補償にもつながらない。出力結合のための反射コーティングを有する格子及び透過格子は、所望の分散補正を行うことができる。しかしながら、これらはより効率が低い。プリズムは高い効率を有するが、不利な点として、分散を増幅させる可能性がある。反射型体積ホログラムの実施形態の場合、有利な点として、所望の分散補正が存在し、これは、各波長チャネルが別々の反射型体積ホログラムを介して出力結合されるからである。しかしながら、効率は比較的低く、それは、出力結合領域５の面積を個々の反射型体積ホログラムの数で割らなければならないからである。

【０１５２】

図１６～１８Ｂは、水平ＦｏＶ（すなわち、ｘ－ｚ平面内のＦｏＶ）が拡大される導波路１の例示的な実施形態を示す。ここでは、検出器システム２のＦｏＶが導波路１のＦｏＶを制約しないことを前提としている。

【０１５３】

入力結合領域４は、同じ幅の３つの反射型体積ホログラム４１、４２、及び４３を含み、これらは相互に上下に（ｙ方向に）配置され、異なる角度範囲、及びそれゆえ、ｘ－ｚ平面内の異なる水平視野をカバーしており、これは特に図１７の上面図において角度空間（ａｎｇｌｅ ｓｐａｃｅ）内に示されている。

【０１５４】

ｙ方向に相互に上下に重ねられるホログラム４１、４２、及び４３の配置の代替案として、これらはｚ方向にも相互に上下に配置でき、このようにして導波路の上に積層体が得られる。さらに、３つ全てのホログラムの個々のホログラム機能を１つのホログラム（又は体積ホログラム）に実装することも可能であり、これは多重化とも呼ばれる。

【０１５５】

これに関して、例えば、第二の反射型体積ホログラム４２は、ｘ－ｚ平面において角度範囲γ０±γ１、及びそれゆえ、γ０＝０の中心視野をカバーすることができる。この場合、中心視野は例えば、第二の体積ホログラム４２の幅、それに対応して割り当てられる第二の出力結合ホログラム５２の幅、及び２つの体積ホログラム４２、５２間の距離によって与えられる。

【０１５６】

第二の反射型体積ホログラム４２と比較して、第一の反射型体積ホログラム４１は、水平方向に（ｘ－ｚ平面内で）追加の１次元の偏向関数を有する。第一の体積ホログラム４１に割り当てられた水平視野はそれゆえ、その角度範囲における適用された偏向関数の絶対値だけ変位され（角度オフセット）、γ０－２・γ１±γ１となる。第三の反射型体積ホログラム４３に関する、それに対応する適用された偏向関数の結果、水平視野はγ０＋２・γ１＋γ１となる。異なる水平ＦｏＶはそれゆえ、各体積ホログラム４１～４３と出力結合のための対応する体積ホログラム５１～５３との組合せによって伝送できる。絶対値及びそれぞれに適用される偏向関数（角度オフセット）の方向を利用して、標的を定めて全ＦｏＶに影響を与えることができる。これに関して、例えば対称又は非対称の全ＦｏＶ及び重複する部分的ＦｏＶ又は部分的ＦｏＶ間のギャップを有するＦｏＶを生じさせることが可能である。

【０１５７】

図１７による、可能な限り最大の、対称の、且つギャップのない水平ＦｏＶを実現するために、実装された偏向関数は前項の仕様に従って、角度範囲が相互に隣接し、できるだけ重複が小さくなるような方法で選択されるべきである。

【０１５８】

本明細書で説明する例示的な実施形態の場合、全ての水平角度範囲は、図１６に示されるように、入力結合の後も同じ水平チャネルで伝搬する。これはまた、１つの検出システム２のみによる検出を確実にするためにも必要である。全ての入力結合ホログラム４１～４３が偏向関数以外には同様に記録される場合、さらに、図１８Ａにより、垂直方向への重ね合わせも起こる。したがって、出力結合の後、全ての水平ＦｏＶが検出器１１上に重ね合わせられるであろう。個々の水平角度範囲を区別するために、本明細書に記載の例示的な実施形態では、図１８Ｂに従って、水平角度範囲を対応する数の垂直角度範囲にエンコードするようになされる。この場合、入力結合領域４がそれを通じた直視のために、大きい角度及び波長範囲で透明のままであることが確実となるように注意した。垂直角度範囲への水平角度範囲のエンコードは、反射型体積ホログラム４１～４３が、これらが導波路１内で異なる垂直伝搬角度範囲に偏向されるように具現化されるように行うことができる。この目的のために、対応する偏向特性を有する反射型体積ホログラムを使用できる。代替的に、それぞれの垂直ＦｏＶを制約するためのラメラ構造（ウェブ）－図示せず－を各反射型体積ホログラム４１～４３の前に取り付けることができる。しかしながら、入力結合領域４の透明性はその結果として大幅に制約される。

【０１５９】

異なる垂直伝搬角度範囲をこのように区別することで、各入力結合体積ホログラム４１～４３からの放射及び、それゆえ各水平ＦｏＶは異なる垂直ＦｏＶ内を伝搬する。出力結合の後、異なる垂直ＦｏＶはその後、検出器１１上で横方向に相互に上下に位置する相互に隣接した位置分布に変換される。それゆえ、拡大された水平ＦｏＶを捕捉でき、垂直ＦｏＶは水平ＦｏＶの倍率だけ縮小される。

【０１６０】

代替的な変形型では、垂直ＦｏＶにエンコードされる水平ＦｏＶの検出器側でのスペクトル及び角度依存分離を使用でき、前記分離について、以下により詳しく説明する。

【０１６１】

各水平ＦｏＶが偏向関数（角度オフセット）以外に同様に具現化された体積ホログラムで入力結合されると、各水平ＦｏＶは導波路１を通じて同じ垂直角度範囲及びスペクトル範囲内を伝搬する。例えば、各水平ＦｏＶについて、ほぼ図４に示される入射角依存スペクトルが結果として得られる。検出器側分離はすると、起こり得なくなる。

【０１６２】

しかしながら、代替的に、各水平ＦｏＶは特定の体積ホログラムで導波路１内を異なる方向に入力結合でき、各体積ホログラム４１～４３は、異なる構成（露光角度及び／又は波長）で記録された。

【０１６３】

図１９Ａ、１９Ｂ及び１９Ｃは、横方向に相互にずれた入力結合体積ホログラム４１、４２、及び４３（図１８Ｂ）の入射角依存及びスペクトル依存効率を示す。以下の考察は、垂直に入力結合される角度範囲が導波路内の全内部反射により±２０°に制約されることを前提としている。さらに、検出器１１は４００ｎｍ～７００ｎｍのスペクトル感度のみ有する。手順は勿論、その他の垂直角度範囲及び検出器感度にも当てはまる。

【０１６４】

図１９Ｂの例示によれば、第一の体積ホログラム４１は、４００ｎｍ～４４０ｎｍのスペクトル範囲で６．６７°～２０°の入射角範囲を導波路１内へと結合する。第一の体積ホログラム４１とは異なり、第二の体積ホログラム４２は４００ｎｍ～６５０ｎｍのスペクトルにわたり全入射角範囲からの放射を導波路１内に結合する。第三の体積ホログラム４３は、５６５ｎｍ～７００ｎｍのスペクトル範囲において－６．６７°～－２０°の入射角範囲を導波路１内に結合する。各水平視野はそれゆえ、異なる特性を有する特定の体積

ホログラム４１～４３によって導波路１内に結合される。これらの特性は、出力結合後に水平ＦｏＶを分離するために使用される。

【０１６５】

ホログラム４１、４２、及び４３はまた、ｚ方向に相互に上下に配置することもでき、それゆえ、導波路上に積層体が得られる。さらに、３つ全てのホログラムの個々のホログラム機能を１つのホログラム（又は体積ホログラム）に実装することも可能であり、これは多重化とも呼ばれる。

【０１６６】

出力結合領域５において、入力結合体積ホログラム４１～４３の全てにより入力結合されるスペクトル角度スペクトルが各地点に存在すると予想すべきである。出力結合領域５には、垂直入力結合と同じ挙動を有する体積ホログラム５１、５２、５３が横方向にずらして相互に上下に配置される。前記ホログラム５１～５３の各々はすると、対応する入力結合体積ホログラム４１～４３により入力結合された放射の出力結合を、図１９Ａ～１９Ｃにより示されるスペクトル角度分布で提供する。

【０１６７】

入力結合領域と同じく、ホログラム５１、５２、５３は代替的に、ｚ方向に相互に上下に配置でき、それゆえ、導波路の上に積層体が得られる。さらに、３つ全てのホログラムの個々のホログラム機能を１つのホログラム（又は体積ホログラム）に実装することも可能であり、これは多重化とも呼ばれる。

【０１６８】

出力結合後、視野全体が分離され、それによって異なる水平ＦｏＶを個々に検出できる。この目的のために、まず、検出器１１の検出器面積が垂直に分割される。この場合、このような面積部分の各々は垂直角度範囲に対応する。この場合、面積部分（垂直角度範囲）の数は異なる水平ＦｏＶの数と同じである。通常の場合では、検出器面積（垂直角度範囲全体）は、同じサイズの面積部分に細分される（異なるサイズの面積部分への細分も可能である）。しかしながら、図１９Ｃによれば個々の角度範囲内での反射型体積ホログラムにおける典型的な挙動により、スペクトルの重なり合いが発生し、それによって最終的に異なる水平ＦｏＶが同じ垂直ＦｏＶと重なり合うであろう。これを回避するために、スペクトルフィルタを検出器１１の各部分的領域について、すなわち各垂直部分角度範囲について提供でき、このスペクトルフィルタは、対応する角度範囲のための意図されないスペクトル成分の抑制を実現する。その結果、異なる水平ＦｏＶは、検出器上の異なる領域（すなわち、垂直角度範囲／ＦｏＶ）に一意的に割り当てることができる。その結果、異なる水平ＦｏＶの異なる垂直ＦｏＶへの一意的な割当ては図１８ｂに従って実現される。

【０１６９】

スペクトルフィルタの使用の代替案として、必要なスペクトル範囲でのみ出力結合を実現する特定の出力結合体積ホログラムを使用することも可能である。

【０１７０】

スペクトルフィルタの適用後、又はスペクトルが適応された出力結合体積ホログラムの使用の結果、図２０に示される角度依存スペクトルが得られる。したがって、異なる水平ＦｏＶの重なり合いは発生しなくなり、したがって、水平ＦｏＶの対応する垂直ＦｏＶへの一意的な割当てが行われる。

【０１７１】

このようにして、検出可能な水平ＦｏＶは拡大される。しかしながら、それと同時に、これは垂直ＦｏＶの縮小につながる。

【０１７２】

上述の垂直ＦｏＶへの水平ＦｏＶのスペクトルエンコーディングの、垂直ＦｏＶへの水平ＦｏＶの角度エンコーディングと比較した場合の利点は主として、入力結合領域４を通した直視時の大きい角度及びスペクトル範囲での高い透明性にある。

【０１７３】

スペクトルエンコーディングの欠点は、各水平ＦｏＶが異なるスペクトルバンドを捕捉し

、その結果、例えば特定の水平ＦｏＶの中で対応するスペクトル範囲内の放射がない、又はわずかしかない場合に、情報が失われる可能性があることである。この欠点は、その入力結合スペクトルが異なる水平ＦｏＶのためにスペクトルの点で相応にシフトされた複数の出力結合領域を提供することによって補償できる。しかしながら、検出器システム２も対応する数だけ必要となる。

【０１７４】

導波路１のシステム全体の一般的設計並びに、具体的に入力及び出力結合体積ホログラムの設計において、以下の点を考慮すべきである。

【０１７５】

ｎ個の異なる水平ＦｏＶの実現には、ｎ個の異なる入力及び出力結合体積ホログラムと、対応するバンドパス又はエッジフィルタ機能を含むｎ個の角度範囲（検出器領域）が必要となる。ｎ個の水平角度範囲はｎ個の垂直角度範囲に変換される。

【０１７６】

体積ホログラムの個々の効率プロファイルは、同じ角度範囲内でいずれのスペクトル重複も含んではならず、これは、そうでなければ垂直ＦｏＶの、及びそれゆえ同じく水平ＦｏＶのスペクトル分離が不可能となるからである。異なる水平ＦｏＶの放射成分の重なり合いは、スペクトルフィルタリングに関係なく発生するであろう。

【０１７７】

できるだけ多くの放射パワーを捕捉するために、各体積ホログラムは、それぞれカバーされる角度範囲内で可能な限り最大のスペクトル範囲がカバーされるように設計すべきある。しかしながら、ここでは検出器のスペクトル感度もまた考慮すべきである。図１９Ｂ及び１９Ｃの角度依存及び波長依存効率プロファイルを比較することにより、４０ｎｍの放射のバンド幅のみが＋６．６７°～＋２０°の角度範囲で使用されることが明らかとなる。体積ホログラムの相応に最適化された設計により、このバンド幅を大きくし、それゆえ、おそらくより高い放射パワーを入力結合することが可能となる。＋６．６７°～＋２０°の角度範囲と異なり、－６．６７°～－２０°の角度範囲では、１３５ｎｍのスペクトル範囲が入力結合される。

【０１７８】

水平ＦｏＶの細分は、体積ホログラムのスペクトル特性に関連付けられる。通常の場合では、全ての垂直部分ＦｏＶは同じ大きさである。しかしながら、用途に応じて、異なる水平ＦｏＶのために異なる大きさの垂直ＦｏＶも実現できる。これには、個々の検出器領域の上流のフィルタリングと組み合わせた体積ホログラムの相応の設計が必要となる。

【０１７９】

図２１は、入力結合領域４が出力結合領域５より広く、入力結合領域４が反射型体積ホログラムによって実現されている導波路１の例示的な実施形態を示す。出力結合領域５も反射型体積ホログラムを含むことができる。この場合、ＦｏＶはこれらの面積の大きさとそれらの間の距離により与えられる。図２２に関連して説明する例示的な実施形態の場合、検出器システム２のＦｏＶが導波路１１のＦｏＶを制約しないことが前提とされる。

【０１８０】

検出効率を高めるための図２２による方法は、入力結合領域４を垂直に（第二の方向に沿って）３つの入力結合サブエリア４１、４２、及び４３に細分する。中央の入力結合エリア（すなわち、中央の反射型体積ホログラム４１）は放射を第一の方向（ｙ方向のみで、ｘ成分を持たない）に出力結合領域５へと偏向させる機能のみを含むが、第二の方向（中央の体積ホログラム４１に向かう）に沿った水平偏向関数（又は、偏向のｘ成分）は、図２２に概略的に示されるように、右側の入力結合サブエリア４２に統合される。第二の方向（中央の体積ホログラム４１に向かう）に沿った対応する水平偏向関数もまた、左側の入力結合サブエリア４３に統合される。

【０１８１】

この偏向関数がないと、入力結合エリア４２及び出力結合領域５のためのＦｏＶは、これらのエリアの大きさ、それらの間の距離、及び出力結合領域５に関する入力結合４２の（

第二の方向に沿った）偏心から得られる（同じことが左側の入力結合エリア４３と出力結合領域との組合せにも当てはまる）。このＦｏＶは、中央ＦｏＶ（中央の入力結合エリア４１と出力結合エリア５によって与えられる）に関する角度オフセットを有する。全体として、２つの入力結合エリアの全幅により与えられる拡大されたＦｏＶが得られる。

【０１８２】

前述の角度オフセットは、前述の偏向関数を２つの横方向の入力結合エリア４２及び４３に組み込むことによって補償できる。すると、偏心入力結合体積ホログラム４２、４３は出力結合体積ホログラム５と組み合わせて、中央の入力結合体積ホログラム４１と同じＦｏＶをカバーする。しかしながら、偏心入力結合体積ホログラム４２、４３から出た放射はその後、導波路中を水平角度オフセットを有する状態で水平方向に伝搬し、前記オフセットを有する状態で導波路１から出力結合される。それゆえ、出力結合後、同じＦｏＶが相互に隣り合わせに存在する。相互に隣り合わせにあるこれらの同じＦｏＶは、十分に大きいＦｏＶを有する検出器システム２を使って捕捉できる。それゆえ、水平ＦｏＶに関する検出される放射パワーは増大するが、信号対ノイズ比に関するパワー密度は増大しない。

【０１８３】

これを実現するために、出力結合エリア５は、体積ホログラムを利用して、それが中央の入力結合体積ホログラム４１により入力結合された放射及び偏心入力結合体積ホログラム４２、４３により入力結合された放射を同じ角度範囲へと出力結合するような方法で構成される。

【０１８４】

これは、出力結合領域５が露光の中に含められる異なる出力結合機能を含むことによって実現される。この場合、各出力結合機能は、対応する入力結合体積ホログラム４１～４３の放射についてのみ効率的であり（体積ホログラムの角度選択性）、それによって最終的に、異なる方向から出力結合領域５まで伝搬する放射は対応する出力結合機能によって同じ角度範囲へと出力結合される。角度選択性の強さは、体積ホログラフィック材料の厚さ及び屈折率変調並びに露光構成によって設定できる。

【０１８５】

これらの機能の１つは当初の出力結合機能に対応し、放射の垂直出力結合のみを行う。実装される他の機能は全て、特定の、適応された角度選択性を有し、それによってこれらはそれぞれの水平角度オフセットの周囲の水平角度範囲についてのみ効率的であり、これは対応する偏心入力結合エリア４２、４３から出力結合エリア５の方向に伝搬する。この出力結合機能は、垂直出力結合機能のほかに水平角度オフセットの補償を含み、それによって偏心入力結合エリア４２、４３により生成されるＦｏＶは中央の入力結合エリア４１により生成されるＦｏＶに重ね合わされる。その結果、これによってＦｏＶ内のパワー密度が高くなり、それゆえ信号対ノイズ比が改善される。

【０１８６】

本明細書に記載の方法はまた、光学的意味で瞳の縮小（画像生成中の瞳の複製又は瞳の拡張＝反対の光路参照）と呼ぶこともできる。このようにして、パワーは入力結合領域４において大きい面積にわたって収束させることができ、出力結合領域５において小さい面積にわたって出力結合できる。

【０１８７】

それゆえ、非常に効率が低く、それゆえ高い透過率の入力結合領域４を実現することが可能である。したがって、これによって可能な限り高い透過率を有する入力結合エリア４により、高い光強度で画像情報を捕捉することが可能となる。他方で、入力結合領域は、例えば容認可能ぎりぎりの透過率で、すなわち高い入力結合効率で実現でき、それによってできるだけ多くの放射パワーを非常に小さい出力結合領域のみに収束させることができる。例えば、放射エネルギを電気エネルギに変換するための非常に小型のソーラセルを出力結合領域に取り付けることができる。また、検出器アレイへの出力結合を実行することも可能である。

【０１８８】
異なる出力結合機能の実装は、十分に高い屈折率の倍率を有する十分に厚い体積ホログラフィック材料を用いて可能となる。異なる機能を１つのホログラフィックエリアのみに実装することはまた、機能多重化とも呼ばれる。代替的に、個々の出力結合機能はまた、相互に上下に積み重ねられる複数の体積ホログラフィックフィルム内で露光させることもできる。
【０１８９】
垂直方向と同じく、水平方向にも、これには角度依存スペクトル入力結合が伴い、それゆえ、水平方向にも角度依存スペクトルプロファイルが発生することを考慮に入れるべきである。しかしながら、垂直方向へのスペクトル分布を考えると、スペクトル情報はいずれにしても失われるため、このカラープロファイルはこの方法の大きな欠点にはならない。
【０１９０】
しかしながら、図２２から明らかであるように、入力結合領域の幅は一定のまま、入力結合領域４を垂直に細分することによる効率の向上には、水平ＦｏＶの縮小が伴う。この欠点は、図１６～１８による変形型との組合せにより補償できるが、その結果、垂直ＦｏＶが減少する。
【０１９１】
それに対して、図２１の入力結合エリアが図１６に従って水平方向に細分された場合、１つのみの入力結合体積ホログラム（図２１）の当初のＦｏＶを拡大できる。しかしながら、入力結合体積ホログラムの面積が一定であると、全体としてこの場合、入力結合された放射パワーは増大されない。しかしながら、各入力結合体積ホログラムの面積が拡大されると、システムの効率は前述の手順を利用して向上させることができる。
【０１９２】
基本的に、入力結合体積ホログラムは導波路１上で自由に分散させることができる。すると、入力結合体積ホログラムに関するそれぞれのＦｏＶに対する影響と、出力結合角度範囲の相応に適応された補正を考慮に入れる必要がある。
【０１９３】
図２３は、入力結合領域４と出力結合領域５の両方にレリーフ格子が具現化される例示的な実施形態を示す。格子間隔を規定するためのルールは、体積ホログラムの場合と実質的に同じである。導波路１の全内部反射を確実にする回折角度が求められる。さらに、対称格子は有利な点として、入力及び出力結合のために使用される。さらに、任意選択より、希望に応じて、画像生成機能は入力結合レーティング及び／又は出力結合格子に適用できる。したがって、導波路１から例えば５０ｃｍの距離にある物体であっても鮮鋭に結像できる。
【０１９４】
体積ホログラムと対向するレリーフ構造としての入力及び出力結合格子の実施形態の利点は、角度及び波長選択性が低いことである。前述のように、体積ホログラムが使用される場合、観察角度は制約された波長範囲に関連付けられる。図１１による実施形態を用いなければ、照明スペクトル内のギャップが垂直観察角度の死角の原因となる。これらの失敗は、レリーフ構造の、より高い波長及び角度受容性によって防止できる。
【０１９５】
入力結合格子２０は、例えばエポキシ樹脂又はＵＶ硬化性ポリマによって、図２３の厚さd_1の左側の板２２の右側表面に成型できる。この場合、典型的なポリマは約１．５の屈折率ｎを有する。
【０１９６】
入力結合格子２０はその後、薄い高屈折率絶縁層２３で被覆される。そのための典型的な屈折率はｎ＞２．０である。例えば、１０～１００ｎｍの値を層２３の厚さとして使用できる。この場合、特に入力結合格子２０だけでなく、左側の板２２の全体を薄い高屈折率層２３で被覆することによって、全面積にわたり均一な透過の印象（transmission impression）を実現することが有利である。

【０１９７】
第二の板２４（厚さd_2を有する）はその後、入力結合格子２０及び、厚さd_1の関連する板２２にエポキシ樹脂又はＵＶ硬化性ポリマによって接着結合される。入力結合レリーフ格子２０はそれゆえ、２つの板２２及び２４により形成される基板内に埋め込まれ、その薄い高屈折率層によって、５％～２０％の回折効率を有する反射格子２０として機能する。
【０１９８】
出力結合格子２５に関して、同じ数の線（格子間隔）を有する格子が使用されるが、これは左側の板２２の外面７上又は第二の板２４の外面８上に成型される。図２３に示される例示的な実施形態の場合、出力結合格子２５は前面７上に成型される。アルミニウムが成型後のこの格子２５に蒸着され、それによって高い出力結合効率が得られる。約５０％の効率の数値がここで、広い波長及び角度スペクトルにわたり実現可能である。
【０１９９】
入力結合格子２０と出力結合格子２５を有する導波路１には２つの絞りがあり、それは、入力結合格子２０の縁辺と出力結合格子２５の縁辺が各々、絞りとして機能するからであり、これらの絞りがビーム経路をトリミングする。図２３による例示は、正確に１つの波長につき１つのビームだけを示している。同じ物体点から出るその他の波長は、入力結合格子２０によって導波路１内の別の角度に偏向される。波長と導波路１内の伝搬角度との間のこの関係は連続的であるが線形ではない。
【０２００】
その結果、何度も（例えば、１０、２０回等）反射される長い導波路１の場合、入力結合格子２０の面積（縦断面で見た場合）が出力結合格子２５の真上になる可能性がある。すると、大量の光が透過される。しかしながら、入力結合格子２０の絞りが出力結合格子２５の下で１回及びその上で１回結像され、光が出力結合格子２５で出力結合されないということも起こり得る。
【０２０１】
その結果、透過したスペクトルは効率的範囲と不効率の範囲に分割され、これらはほとんど周期的に交互に配置される。このように純粋に幾何学的に決定される透過スペクトルが図２４に示されており、ｎｍを単位とする波長がｘ軸に沿ってプロットされ、０（入力結合格子２０に入射する光が全く透過されない）～１（入力結合格子２０に入射した光が全て、格子の回折効率に関係なく、出力結合格子２５を介して出力結合される）の透過効率がｙ軸に沿ってプロットされている。前記透過効率は、４００～５３０ｎｍの波長範囲をカバーする－１５°の入射角について（破線）、４４０～６４５ｎｍの波長範囲をカバーする０°の入射角について（実線）、及び５５５ｎｍ～６９０ｎｍの波長範囲をカバーする＋１５°の入射角について（点線）示されている。この場合、スペクトルの限定は、第一に、全内部反射の条件によって、第二に、入力結合後に、出力結合格子への衝突が依然として起こる（外側エリアでの全内部反射がない）偏向角度から生じる。このことから、透過スペクトルのインタバルが入射角と共にシフトすることが明らかである。透過スペクトルのインタバルは、導波路１の屈折率が高くなると大きくなる。
【０２０２】
図２５は、検出器システム２の入射瞳ＥＰにより生じるビネッティングを概略的に示す。その結果、出力結合された光線の一部は検出器１１に衝突しないかもしれず、それによって、図２６に概略的に示されるような幾何学的に決定される透過スペクトルが得られる。図２６の図は、図２４の図に対応する。予想通り、このビネッティングによって－１５°及び＋１５°の入射角について透過スペクトルが低下する。
【０２０３】
入力結合格子２０は鋸歯状格子として、すなわち各格子間隔のプロファイル形状が、少なくとも概ね鋸歯の形状を辿るように構成できる。図２７は、埋め込まれた入力結合格子の格子間隔のシミュレーションによる断面図を示しており、この格子についてはわずかなプロファイル丸め処理がなされた。０～４３０ｎｍの横方向の範囲がｘ軸に沿ってプロット

され、０～３００ｎｍの範囲のプロファイル断面がｙ軸に沿ってプロットされており、その結果、層厚は約６０ｎｍ、ブレーズの深さは約１２０ｎｍである。このような構造により、広い波長範囲を約１０～１５％の効率で導波路１内に結合することが可能となる。その結果得られる回折効率（反射率）は、図２８において４００～６５０ｎｍの波長範囲（これはｘ軸に沿ってプロットされる）でプロットされている。曲線ＲＥ０及びＲＭ０は、ｓ偏光場（ＲＥ）とｐ偏光場（ＲＭ）の０次反射に関する反射率を示す。曲線ＲＭ１及びＲＥ１は、ｓ偏光場（ＲＥ）とｐ偏光場（ＲＭ）のマイナス１次の回折に関する反射率を示す。

【０２０４】

図２７のそれと似たプロファイル形状を出力結合格子２５に使用できる。しかしながら、ここでは高反射率絶縁体の代わりに金属コーティングが使用される。

【０２０５】

図２９及び３０は、導波路１がディスプレイ３０に組み込まれた例示的な実施形態を示す。ディスプレイ３０は、移動型消費者デバイス（例えば、携帯電話又はラップトップ等）のディスプレイとすることができる。それはまた、定置コンピュータのディスプレイとすることもできる。

【０２０６】

図２９及び３０の例示において明らかであるように、反射型体積ホログラムを有する入力結合領域４は後面８に具現化され、前記ホログラムはビーム偏向をもたらし、それによって偏向された光線はディスプレイ内で例えば全内部反射によって案内されて、最終的に出力結合体積ホログラムを有する出力結合領域５に衝突し、これはカメラセンサ１１に向かう方向への偏向をもたらす。このように記録された画像は、そのままで、現在入力結合領域４を見ているユーザＢの正面視である。それゆえ、画像は入力結合領域４の領域内に位置付けられたカメラセンサによる記録に対応する。したがって、図２９及び３０による解決策は、透明なイメージセンサとして設計でき、これはディスプレイに組み込まれ、ディスプレイの表示機能はそれによる不利な影響を受けない。それゆえ、ディスプレイ３０の位置で画像又は画像シーケンスの記録を行うことが可能であり、それゆえ、画像生成されるべきシーンの正面視が実現される。

【０２０７】

この特性は有利な点として、例えばテレビ電話又は自画像（いわゆるセルフィ）の記録等の用途に使用でき、これは、ディスプレイに向かうユーザＢの視線方向がカメラにより記録される画像の中心と一致するからである。したがって、例えばテレビ電話中、ある通話の両当事者が多かれ少なかれアイコンタクトを保つことができ、それはこれまで、対応するカメラが常にディスプレイの縁に取り付けられていたため不可能であった。前記アイコンタクトの結果、より自然で、より没入感のある会話体験が得られる。自画像を撮影する場合、ユーザは例えば、記録される画像のライブプレビューを追跡でき、カメラから目を離し、ディスプレイのほうを見る必要がない。

【０２０８】

偏向関数に加えて、例えば出力結合格子５は画像生成機能を含むことができ、それによってカメラセンサ１１の上流の追加の光学ユニットが不要となる。このようにして、カメラをディスプレイ３０に組み込む程度を最大化できる。

【０２０９】

体積ホログラムに典型的な優れた波長及び角度選択性を有する回折効率によって、また、回折効率をカスタマイズされた方法で設定できることによって、ディスプレイ３０の、入力結合格子で覆われる部分は大部分が透明に見え、ディスプレイ上に表示されるコンテンツは観察者から見えるままである。そのために、一方で、入力結合格子４の効率は、カメラセンサ１１のその部分での画像取得が可能となるように十分に高くなければならない。他方で、入力結合格子の効率は、透明性が保持され、観察者にとって邪魔な効果が生じないように十分に低くなければならない。したがって、入力結合領域内に適用される体積ホログラムの結果的な透明性はまた、使用されるカメラセンサ１１の光に対する感度にも依

存する。
【０２１０】
図１～３の実施形態による入力結合領域４及び出力結合領域５の最も単純な構造において、異なる波長範囲は各角度について検出器１１又はカメラセンサ１１へと透過され、それゆえ垂直のカラープロファイルを有する画像が得られる。前記画像はその後、モノクロ画像に変換できる。自然な多色画像を取得するためには、例えばモノクロ画像をその後、別の前方カメラにより記録される画像情報を使ってリアルタイムで色付けすることができる。このようにして、前述の正面視の利点を有する体積ホログラムにより実装されるカメラ機能により、自然な画像を提供できる。
【０２１１】
代替的に、体積ホログラムにより実装されるカメラ機能のカラー機能は、図１０～１５の例示的な実施形態に従って実現できる。それゆえ、追加の前方カメラ及びその後の色付けが不要となるであろう。
【０２１２】
図２９及び３０に示される例示的な実施形態では、出力結合領域５及び、カメラセンサ１１もディスプレイ３０の非表示領域３１の下にあることが前提であり、それは、そうでなければディスプレイから発せられた光もカメラセンサ１１に当たってしまうからである。これは画像の記録の障害となる。
【０２１３】
しかしながら、通電していないときに透明であるディスプレイ３０が使用される場合、カメラセンサも、ディスプレイにより実際に使用される領域の下に配置でき、これは、図３１及び３２による例示的な実施形態の場合に示されている。
【０２１４】
画像の記録中は、ディスプレイ３０のうち関連する領域がブランクとされ、出力結合領域５からの光だけがカメラセンサ１１に当たる。このようにして、ディスプレイ３０は、カメラ機能が作動されていない時には表示の目的のためだけに使用できる。カメラ機能が作動されると、ディスプレイ３０の一部のみがブランクとなる。したがって、表示エリアは必要な程度しか、さらには縁の付近しか制約されない。
【０２１５】
多くの用途において、追加的に放射を導入でき、及び／又は放射を光学システムのビームチャネル内で検出できれば、光学システムの実際の光学機能に大きな影響を与えずに、多大な付加価値を生むことができる。放射検出の場合、放射は適当な地点でビーム経路から反射され、センサへと向けられる。放射がシステムに導入される場合、反対の光路が使用されて、追加の放射成分が導入される。これは例えば、物体空間を照明するため、又は追加の情報を導入するために使用できる。
【０２１６】
既知の方法で、部分的に反射コーティングされた基板４０がこの目的のために使用され、これは図３３に概略的に示されており、この場合、光学システムのための２つのレンズ素子４１及び４２が概略的に描かれている。これはいわゆるコンバイナの原理である。しかしながら、これには光学システムに十分な構造的空間が必要であり、前記構造的空間は傾斜基板４０の大きさ又は入力及び／又は出力反射の位置における投射ビーム径によって与えられる。さらに、ビーム経路の同じ位置での放射の導入及び検出は、高いコスト（特別なコーティング、放射の重ね合わせのための複雑な光学系）を払わないかぎり不可能である。
【０２１７】
前述の本発明による導波路１はこの場合も使用でき、前記導波路によって、構造的空間に対するわずかな要求だけで、放射の導入及び／又は検出が可能となり、これは図３４に概略的に示されている。
【０２１８】
放射の導入及び検出に加えて、この方法はまた、フィルタ処理により、内外に反射される

放射のスペクトル特性に故意に影響を与えることも可能となる。導波路１の高い透明性により、これらの多機能コンポーネントは、光学システムの事実上いずれの位置においても（必要であれば、光軸上でも）使用できる。さらに、体積ホログラムの特定の物性によって、事実上同じ位置にこれらの機能を実装することが可能である。

【０２１９】

前述の光学システムは、技術的な光学的システムだけでなく、例えば窓、自動車の窓等の透明表面であると理解されたい。多くの場合、傾斜させた、部分的に反射コーティングを有する基板によって内外に情報を反射させることは、容認可能な解決策とはならない。しかしながら、前述の導波路１の原理によれば、これらの機能性を透明基板（窓、自動車の窓等）そのものに直接実装することができ、それを通じた視界、すなわち当初のビーム経路に大きな影響を与えない。その結果、これによって、通常であれば例えば人又は物体を風、温度、粒子、又は放射等の環境影響から保護するためだけの表面に、全く新規な用途が生まれる。

【０２２０】

これに関して、導波路１の前述の原理はまた、照明及び／又は投射のためにも使用できる。この目的のためには、導波路１内の光路は反対方向に使用されて、静的又は動的光源（又は、それに対応する発光画像源）が検出器の代わりに使用される。その結果、図３５、３６、及び３７に示されるように、前述の出力結合領域は入力結合領域４となり、前述の入力結合領域は出力結合領域５となる。光源３２からの放射は、入力結合領域４を通じて導波路１に入力結合され、前記導波路内で出力結合領域５まで案内され、それを介して、相応に下流に配置された空間又は光学システムへの出力結合が行われる。

【０２２１】

投射と照明は、物理的観点からは基本的な違いがないため、いずれの場合も、一般に放射は空間又はビーム経路内で所定の形態（角度及び／又は位置分布）で提供される。ある物体の照明が図３８に概略的に示されている。図３９は、観察者Ｂのための仮想画像の投射を概略的に示す。図４０は、実画像（ここでは、文字Ｆ）の投射を概略的に示す。実画像の投射は照明と同じである。

【０２２２】

入力結合領域４と出力結合領域５は、体積ホログラム（好ましくは、反射型体積ホログラム）で実現できるため、仮想的に透明な光源又は仮想的に透明な投射装置が、体積ホログラムの高い角度及び波長選択性によって実現できる。この場合、入力結合から出力結合への高い伝達効率、規定の発光特性（すなわち、角度又は位置分布）の生成、及び所望のスペクトル組成を実現できる。

【０２２３】

検出システムの場合、入力及び出力結合エリア４、５の水平方向の範囲は、必要なＦｏＶに適応させることができる。垂直方向において（又は、第一の方向において）、エリアの大きさは検出システムのアパーチャの大きさにより与えられる。広いＦｏＶを実現するためには、好ましくは、入力結合エリア４の水平方向への（又は第二の方向への）、出力結合エリア５の範囲より広い範囲を選択すべきである。入力結合ストリップが得られる。

【０２２４】

投射システムに関して、広い面積（アイボックス）にわたる画像情報又は照明を提供するために、瞳の２Ｄ複製が好ましい。この場合、基板に結合される瞳は水平及び垂直方向に複製される。出力結合エリアはそれゆえ、その水平及び垂直方向への範囲が入力結合エリアの範囲とは異なる（前述の検出システムに関する違いである）エリアである。

【０２２５】

検出及び投射システムを接続すると、前述の範囲での検出の入力結合領域と前述の範囲での投射の出力結合領域はそれゆえ、波長の可視範囲内に置かれる。

【０２２６】

勿論、投射及び／又は照明のための導波路１の場合も、光学画像生成機能は入力結合及び／又は出力結合領域４、５に割り当てることができる。その結果、導波路１の有限－無限

、無限－有限、有限－有限、又は無限－無限構成を再び実現できる。したがって、入力及び／又は出力結合中に、放射伝搬に、及び角度分布及び／又は既定の位置における分布にも故意に影響を与えることができる。例えばレンズ素子及び／又は凹面鏡機能の形態の光学画像生成機能に加えて、又はその代わりに、ディフューザ又はビーム変換機能も入力結合及び／又は出力結合エリアに導入することができ、それによって同様に放射の伝搬にも故意に影響を与えることが可能となる。

【０２２７】

検出構成の場合のように、照明／投射構成の場合も、入力及び出力結合エリア４、５の有効な大きさは、機能化された導波路１により輸送され、受け入れられ、それぞれ発せられる角度範囲に大きな影響を与える。

【０２２８】

ＬＥＤ、レーザ等を光源３２として使用でき、ディスプレイ（例えば、ＤＭＤディスプレイ、ＬＣＤディスプレイ等）を画像源として使用できる。時間的に変化する角度又は位置分布は、動的光源又は動的画像源の使用によって生成できる。したがって、照明のための適応型の解決策を例えば顕微鏡において実現でき、又は可変情報（仮想画像又は実画像コンテンツ）をビーム経路内に導入できる。

【０２２９】

導波路を利用する解決策の代替案として、図４１Ａ、４１Ｂ、及び４１Ｃによる反射型体積ホログラムに基づく、又は図４２Ａ、４２Ｂ、及び４２Ｃによる透過型体積ホログラムに基づくフリービームのセットアップにも、それを通じた直視での広い角度及び波長範囲で高い透明性を有する照明及び／又は投射機能を実現することが可能である。

【０２３０】

すでに何度も説明したように、体積ホログラムは角度依存スペクトル感度を示す。この特性により、例えば、特定の角度において規定の波長範囲内の放射は依然として効率的に偏向され、導波路１に入力結合される。この効果は一般的な検出及び照明用途にはむしろ不利であるが、これは、例えばスペクトル検出又は照明用途には有利に使用することもできる。

【０２３１】

照明の分野では、体積ホログラムのこの挙動は、指向性入射放射の場合に規定のスペクトル範囲をフィルタにより排除するために利用できる。これに関して、仮想画像又は実画像コンテンツのホログラフィによる投射に特に適したレーザと異なり、例えば部分的にコヒーレントな狭帯域光源を実現することができる。収束又は発散放射の場合、相応に記録された体積ホログラムを用いて、体積ホログラムにより偏向された波長スペクトルに体積ホログラムに存在する角度分布によって影響を与えることが可能である。

【０２３２】

体積ホログラムの角度依存スペクトル感度は、検出用途にも利用できる。図４によるシミュレーションによる入射角依存及びスペクトル依存効率によれば、各入射角について、異なるスペクトル範囲は、例えば垂直に効率的に偏向されて、導波路１へと入力結合される。図１～３に示されるようなカメラの最も単純なセットアップでは、入力結合体積ホログラム４に対応する出力結合体積ホログラム５が使用され、導波路１内で伝搬する角度の出力結合を提供し、各角度はフィルタ処理又は入力結合の結果として、規定のスペクトル範囲で構成される。角度分布はその後、出力結合体積ホログラム５の中の画像生成機能によって、又はレンズによって、検出器１１上の位置分布に変換され、垂直方向への各位置はすると、規定のスペクトル範囲に対応する。垂直方向への角度スキャン及び検出器１１の強度の同時検出によって、角度依存スペクトル情報を水平方向にも並列化された方法で特定できる。

【０２３３】

このようなシステムは、例えば航空機の下面に取り付けることができる。検出システム２の知識を通じて、飛行速度及び航空機の位置、上空飛行領域（overflown region）に関するスペクトル情報を特定でき、データは並列化された方法で水平に記録される。

【０２３４】
前述の例示的な実施形態は透明表面を機能化する可能性を提示しており、前記表面の高い透明性は、それを通じた直視中に広い角度及び波長範囲において保持できる。この場合、透明領域における放射は、特定の体積ホログラム４によって、検出の場合は導波路１の中、照明／投射の場合は導波路１の外へと結合される。この透明な検出及び／又は発光エリア間の伝搬は、基板又は導波路内の全内部反射に基づいて行われる。しかしながら、反射はまた、適当な反射コーティングに基づいても可能である。すると、光電子（検出器及び制御源）を設計又は機能の点で有利な位置に導入できる。その結果、放射検出及び／又は放射発出の位置は、光電子部品の位置に縛られなくなる。
【０２３５】
前述の体積ホログラムを使って導入される機能の高い透明性により、これらの機能は事実上同じ位置に実現することができ、これは、体積ホログラムの適当な設計によって、これらの機能は相互に影響を与えないか、又はわずかにしか相互に影響を与えないからである。
【０２３６】
これは、実際には、例えば個々の機能が相互に上下に（スタックとして）適用されて実装される体積ホログラムによって実現できる。代替的に（体積ホログラフィック材料の最大反射率の調整を十分に行って）複数の光学的機能を体積ホログラムの中に露出させることもできる。ここで、体積ホログラム４、５の適当な設計により、機能化された導波路１の透明性が保たれる。導波路に基づくビーム輸送及びそれに関連付けられる小型の設計との組合せにおいて、第一に、例えば窓等の高機能化された透明表面を実現することが可能である。第二に、この方式によって、光学システムの機能性を比較的小さいビーム経路の干渉によって、大幅に拡張できる。
【０２３７】
図４３Ｄは、照明機能（図４３Ａ）、検出機能（図４３Ｂ）、及び投射機能（図４３Ｃ）が体積ホログラムによって導入され、放射輸送が導波路に基づく方法で実現されている窓４０の機能化の例を示す。入力結合領域と出力結合領域のための異なる体積ホログラムは、反射率：４１、４２等、５１、５２等により区別されている。
【０２３８】
代替的に、個々の機能はまた、導波路を利用しない方法でも（すなわち、フリービーム伝搬方式によって）実装できる。
【０２３９】
図４４Ａは照明について概略的に示しており、図４４Ｂは検出について概略的に示しており、図４４Ｃは投射について概略的に示している。しかしながら、導波性により生成される構造的空間の利点は、これらの例示的な実施形態では（少なくとも部分的に）再び失われる。図４４Ａ～４４Ｃは、反射型体積ホログラムを用いたそれぞれのフリービーム構成による前述の実装例を示している。これは、図４４Ｄ、４４Ｅ、及び４４Ｆの透過型体積ホログラムと共に示されている。図４４Ａ～４４Ｆにおいて、フリービーム伝搬により実現されない機能は全て、導波路に基づく方法で実装されている。
【０２４０】
光学システムの機能の拡張は、図４５において、サンプルの概観を記録するための顕微鏡４５における照明と検出に基づいて示されている。この場合、放射は導波路１へと入力結合され、体積ホログラムによる出力結合エリア５へと案内され、それがすると、投射空間（サンプルキャリア４６）への放射の出力結合を提供する。サンプル４７から後方散乱した放射はその後、再び別の体積ホログラム４’によって導波路１に入力結合され、すると前記導波路は検出器１１まで放射を輸送する。
【０２４１】
顕微鏡４５の照明システムが適当な設計であれば、導波路に基づくシステム１は、例えばビーム経路内のサンプルファインダのままとすることができ、透過光照明ビーム経路を妨害しない。図４５に示される配置の代替案として、導波路に基づく照明及び画像生成シス

テム（導波路１）はまた、サンプル４７の上方に取り付けることもできる。しかしながら、顕微鏡の場合、一般に顕微鏡４５の対物レンズ４８とサンプル４７との間の構造的空間は大きく制約される。

【０２４２】

いずれの変形型においても、照明及び検出が同じ位置に、及び顕微鏡４５の光軸上に位置付けられるという特性には、システムの全体的機能性に対してプラスの影響を有する。サンプル４７の垂直照明及び放射の垂直検出の結果として、比較的高い効率（検出パワー／照明パワー）を実現できる。投射機能は同時に提供される。これは、高いコストを支払い、及び／又は従来の光学システム内に大きな構造的空間がなければ実現できない。機能化された窓４０又は機能化された導波路１の場合、同等の特性は、透明な放射源及び検出器だけで可能となるであろう。

【０２４３】

導波路１の前述の実施形態は、車両（例えば、自動車、トラック、オートバイ等）の分野でも使用できる。

【０２４４】

車両の外部の周囲及び内部をモニタ又は観察できるようにするために、例えばカメラ等の光学投射システムが内部と外部の両方に取り付けられることがますます増えている。人による車両の純粋なマニュアル制御から補助運転を通じて自動運転へと変化する過程で、総合的で安全なセンサシステムを保証するために、将来、自動車分野ではさらに多くの強力な検出器が使用されることになると想定すべきである。しかしながら、これらの検出器は、特に自動車の分野においては、審美面の要求を満たす上での障害となってはならない。理想的には、センサシステムは自動車の顧客又は観察者から見えない。

【０２４５】

現在、光学検出システムは、例えばＢピラ等の不透明領域に統合される。すると、後者はレンズのための小さい開口だけを有する。設計の自由度を高め、乗員が車外をよりよく見ることができるようにするために、将来、車体構造の不透明領域は縮小されるであろう。すると、従来の方式に基づいて必然的に特定の領域に取り付けなければならないセンサは、事実上見えないように統合できなくなる。この現象はすでに現在でも道路標識及び斜線認識のための光学システム上に現れており、これらは、正確な測定データを特定できるようにするために必然的にフロントガラスの上部中央領域に取り付けなければならない。従来の光学システムを用いると、それによってフロントガラス内に不透明領域ができ、これは運転者の視界を制約することがあり、自動車の外観にマイナスの影響を与える。前述の導波路を使用すれば、将来、自動車の全ての窓に透明性を大きく損なうことなく検出器エリアを設けることができる。この場合、放射は窓に設けられた入力結合領域により窓に結合でき、導波路を通じて検出器へと透過させることができ、するとこれは自動車の不透明領域に位置付けることができる。

【０２４６】

図４６Ａ、４６Ｂ、４６Ｃ、及び４６Ｄは、自動車両５１のフロントガラス５０に導波路１を実現する各種の変形型を概略的に示している。入力結合領域４は、フロントガラス５０の所望の位置に位置付けることができ、これは、それがこの位置におけるフロントガラスの透明性に大きな影響を与えないからである。入力結合領域４を介して入力結合された放射はすると、フロントガラス５０内の反射によって出力結合領域５まで案内され、この出力結合領域は、そこを通じて見るために使用されなくなる領域に位置付けることができる。すると、検出器システム２（図示せず）もまた、この領域に位置付けることができる。

【０２４７】

図４６Ａによる変形型において、出力結合領域５は自動車の屋根の領域内にある。図４６Ｂによる変形型において、出力結合領域はボンネット又はダッシュボードの領域にある。勿論、図４６Ｃ及び４６Ｄに示されるように、側方に向かう入力結合も可能であり、それによって出力結合領域５は、例えば右（図４６Ｃ）又は左（図４６Ｄ）のＡピラの領域に

位置付けられる。その結果、フロントガラス５０（又は、他のいずれかの透明エリア）は、それを通じた直視中に広い波長及び角度範囲でのこのエリアの透明性に大きな影響を与えないようにするために、（体積）ホログラフィック構造及び／又は微小光学レリーフ構造を利用して機能化できる。前述の機能的実装によって、周囲からの、又は自動車両の内部からの放射はフロントガラス５０へと入力結合される。後者はすると、導波路としての役割を果たし、例えば全内部反射によって放射が出力結合領域へと伝搬されるようにし、これはその後、放射を検出器システム２へと出力結合する。その結果、フロントガラスの実質的に透明な表面は検出エリアとして使用でき、他方で検出器１１は、設計及び／又は機能の点で有利な位置に取り付けることができる。その結果、放射検出及び／又は放射捕捉の位置は検出器１１の位置により縛られなくなる。これは、放射検出が必然的に特定の位置において行われなければならないが、後者がそれと同時に高い透明性を持つことが意図される場合に特に有利である。

【０２４８】

図４６Ａ～４６Ｄに関連して説明した波長システムはまた、物体空間を照明するため、及び／又は投射の目的のために反対の光路で使用することもできる。この構成では、静的又は動的発生源（例えば、光源及び／又は画像源）から出た放射は、出力結合領域を介して導波路、すなわち窓５０へと入力結合され、この出力結合領域はこの場合、入力結合領域として機能し、車両の不透明領域に位置付けられ、入力結合領域４を利用して再び出力結合され、入力結合領域はこの場合、出力結合領域として機能し、透明領域に位置付けられる。

【０２４９】

勿論、前述の検出及び前述の投射及び／又は照明を組み合わせ、その後、すでに述べたように、フロントガラスの透明領域に配置される入力結合及び出力結合領域を相互に近付けて、又は相互に上下に具現化することも可能である。特にスペクトルの点で、及び角度に依存する方法で、照明を検出に合わせて標的とする適応を行うために最適化された検出を実現できる。

【０２５０】

導波路１の最も単純な構造（１つの波長で記録される無限－無限構成）では、各角度における折り畳み／導波方向において、特定のスペクトルバンドだけが導波路に入力結合され、最終的に再び出力結合されることを考慮すべきである。入力結合及び出力結合領域４、５が例えば図４６Ａ及び４６Ｂに示されるように相互に上下に配置される場合、その結果として、道路に関して垂直方向への角度及び／又は位置依存カラープロファイルが得られる。この配置を±９０°回転させると（図４６Ｃ及び４６Ｄに示される）、カラープロファイルは水平方向に（すなわち、道路に平行に）向けられる。したがって、出力結合領域５に関する入力結合領域４の方位は、それぞれの目的に応じて慎重に選択すべきである。この場合、相互に垂直な２つの方向のＦｏＶの異なる出現（入力結合領域４と出力結合領域５の大きさの比及びそれらの間の距離と、検出器のスペクトル感度により与えられる）を考慮することも必要である。

【０２５１】

さらに、それぞれの窓５０の傾きと検出対象物体の予想位置も、入力結合領域の設計において考慮すべきである。これに関して、例えば、フロントガラスに導入された入力結合領域４を利用して運転者を観察する場合、垂直ＦｏＶの角度偏位を対応する偏向関数の形態で導入することにより、垂直方向の光軸が運転者の顔の領域にほぼ対応し、例えば運転者の胴部は検出されないようにする必要がある。予想される物体及びその投射に合わせた適応はそれゆえ、入力結合領域４の特定の設計によって行うことができる。同じ関係が、照明としての導波路システムの使用についても得られる。ここで、出力結合領域５はすると、物体空間の所望の照明に適応させるべきである。

【０２５２】

図１０～１５に従って説明したＲＧＢ機能性を提供する実施形態は、自動車分野のセンサシステムにとって、スペクトル成分がないことによる個々の角度範囲における検出の失敗

を回避するために有利である。このようにして、規定のスペクトル範囲（理想的には検出器のスペクトル感度）において、信号が各角度で信号を検出できることが確実となる。さらに、入力結合領域４のスペクトルに対する非感受性による検出の失敗の点での安全性もまた、入力結合及び出力結合領域４、５を前述の表面レリーフ構造を用いて実装することにより向上させることもできる。

【０２５３】

図１６～２０に関して説明した水平ＦｏＶを拡大するための導波路の変形型は、水平ＦｏＶが垂直ＦｏＶのエンコーディングにより増大され、有利な点として、自動車分野で使用でき、これは、そこでは垂直ＦｏＶより非常に大きい水平ＦｏＶが必要となることが多いからである。

【０２５４】

図２１及び２２に関して説明した検出効率を高めるための変形型は、有利な点として、自動車分野で使用でき、それは窓の形態の大きい面積が入力結合領域４のために利用可能であるからである。それゆえ、できるだけ多くのビームパワーを検出器システム２へと案内でき、不十分な照明条件で画像情報を取得することもできる。

【０２５５】

さらに、可視スペクトル範囲外の放射、特に近赤外からの放射を入力結合する可能性もある。相応に適当な検出システムを使用すれば、それゆえ、人にとっては不十分な照明条件下でも画像情報を取得できる。

【０２５６】

図３３～４５に関して説明したように、機能化された導波路１は、放射を捕捉するためだけでなく、物体空間の照明のため、又は投射のためにも機能化できる。この目的のためには、導波路１による前述の検出装置と比べて反対の光路が使用される。このようにして、車両の外部及び／又は内部領域を標的を定めて照明することができ、不十分な照明条件の下でも信頼性の高い検出が確実に行われる。これに関して、例えば個々のスペクトル範囲がない場合に、導波路１の最も単純な実施形態の場合に起こり得るような個別の角度範囲での検出の失敗を回避できる。この場合、人工的な照明と、入力結合エリアの角度依存スペクトル感度を相互に調整すべきである。

【０２５７】

自動車両のフロントガラス５０とリアウィンドウの場合、今日すでに、規定の位置にある検出エリアをできるだけ透明にすること及び対応する検出器又は検出システム２を車体の不透明領域に移動させることに対して特に高い要求がある。これは運転者にとっての自由な視野を可能にし、運転支援システムのための光学センサが同時に組み込まれて、それによって道路交通の安全性を向上させることができる。外部領域の検出のほかに、前述の機能化により、車両内部の画像情報を取得することも可能である。このように取得された画像シーケンスにより、相応のデータ処理と組み合わせて、例えば疲労認識又はジェスチャ制御等の別の安全システムを実装できる。このようにして、カメラのための目に見える開口がなくても、運転者及び／又は乗員の識別も可能である。

【０２５８】

フロントガラス及びリアウィンドウの場合と同様に、固定されたサイドウィンドウの場合にも、車体の枠組み領域に出力結合エリアと検出器を含めることができる。ここでも、追加の機能化は、内部及び外部領域に関する画像情報を取得する役割を果たすことができ、その際、表面の透明性に実質的に影響を与えない。

【０２５９】

複数の検出システムを車両の異なる窓に統合することも可能である。このようにして、空間内の人及び物体の３次元座標系の場合のように位置を特定できる（キーワード：断層写真、及びそれゆえ複数の視点からの測定）。

【０２６０】

機能化されたエリア及び検出器の配置は、照明の設計にも同様に適用できる。しかしながら、この場合、出力結合エリア、すなわち発光エリアは透明領域内に位置付けられ、放射

源を含む入力結合エリアは不透明領域に位置付けられる。

【０２６１】

検出及び／又は照明システムの適当な設計により、照明システムの出力結合エリアは検出システムの入力結合エリアと一致させることができる。

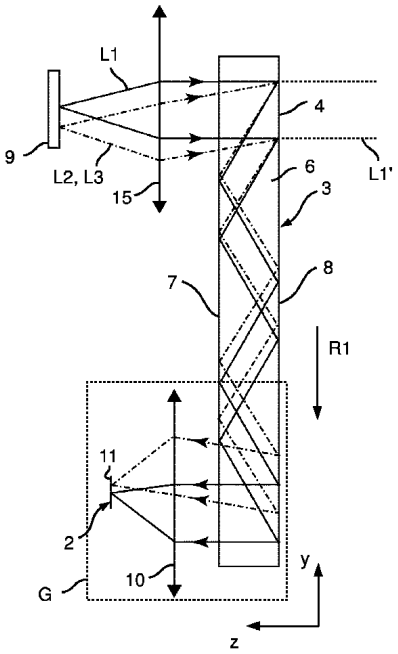
【０２６２】

固定された窓と比較して、好ましくは変位可能な窓の場合の出力結合エリアの配置は、移動中又は移動後であっても、それが車体内に位置付けられない、又は不透明領域内に位置付けられない領域にあるように選択される。それに加えて、検出システムは、可動式の窓に固定して接続することにより、移動中又は移動後であっても検出機能が保証されるようにしなければならない。図４７Ａ～４７Ｃは、可動式のサイドウィンドウの例に基づく入力結合及び出力結合領域の各種の配置を示している。

【図面】

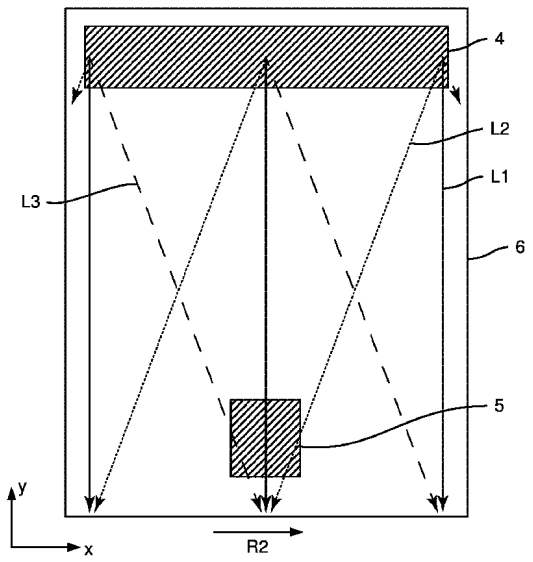
【図１】

Fig. 1



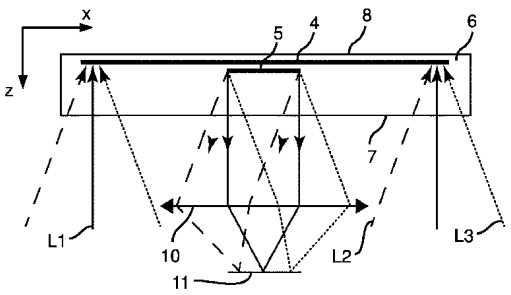
【図２】

Fig. 2



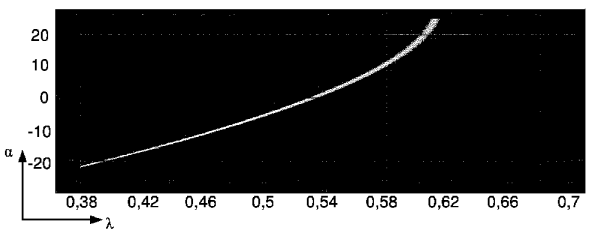
【図３】

Fig. 3



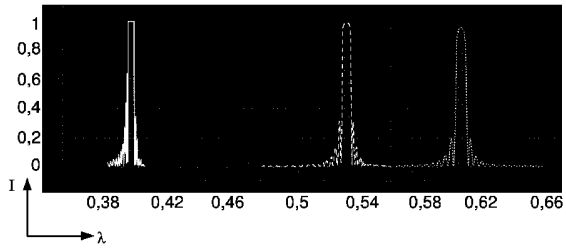
【図４】

Fig. 4



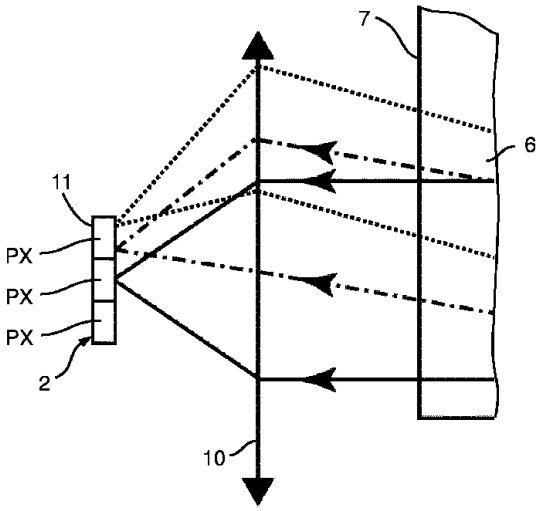
【図５】

Fig. 5



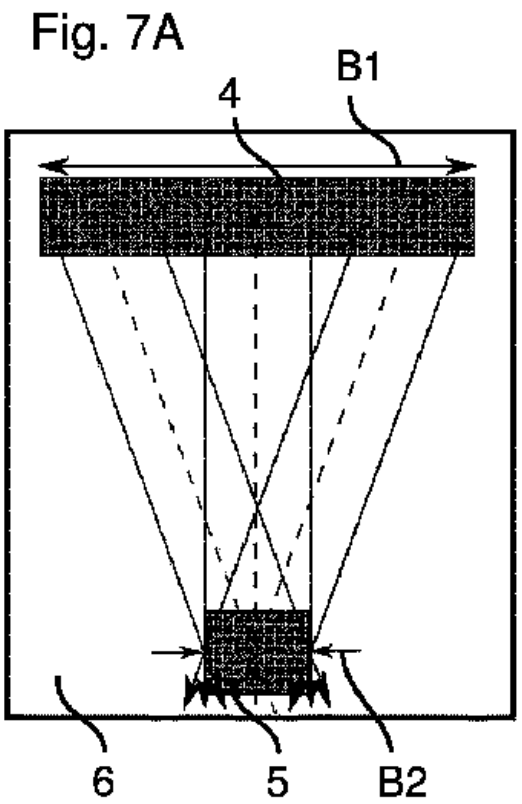
【図６】

Fig. 6



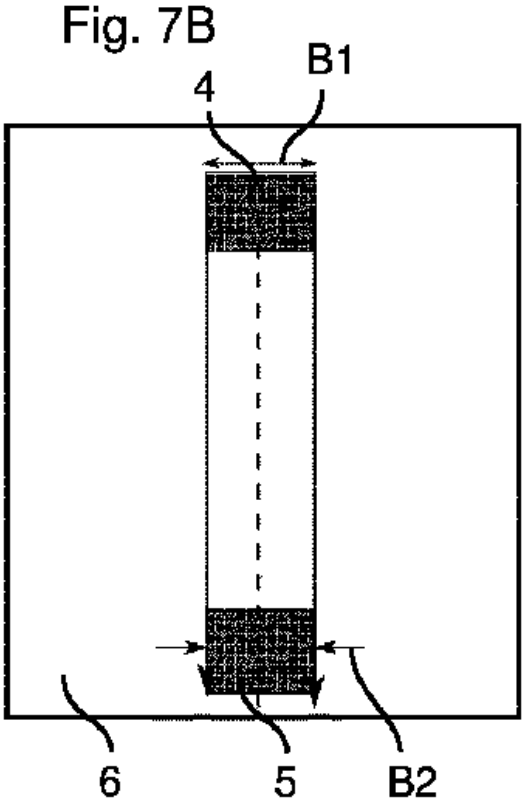
【図７Ａ】

Fig. 7A



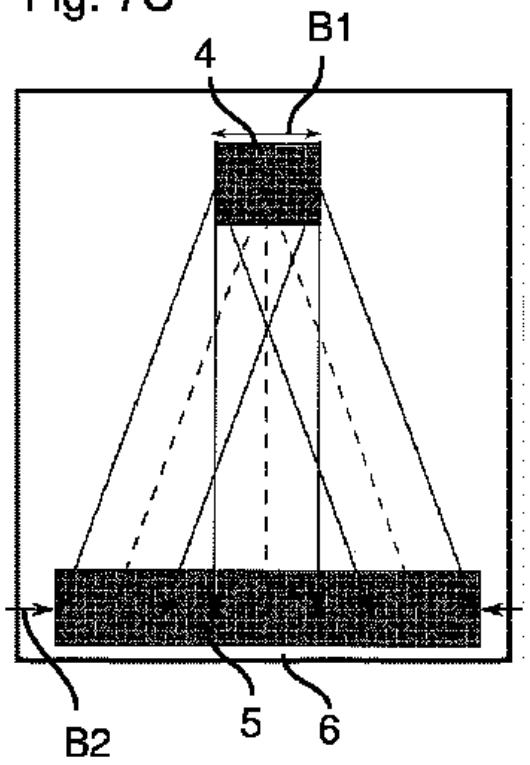
【図７Ｂ】

Fig. 7B



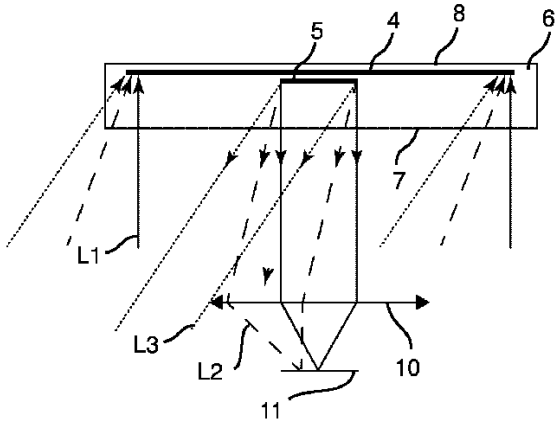
【図７Ｃ】

Fig. 7C



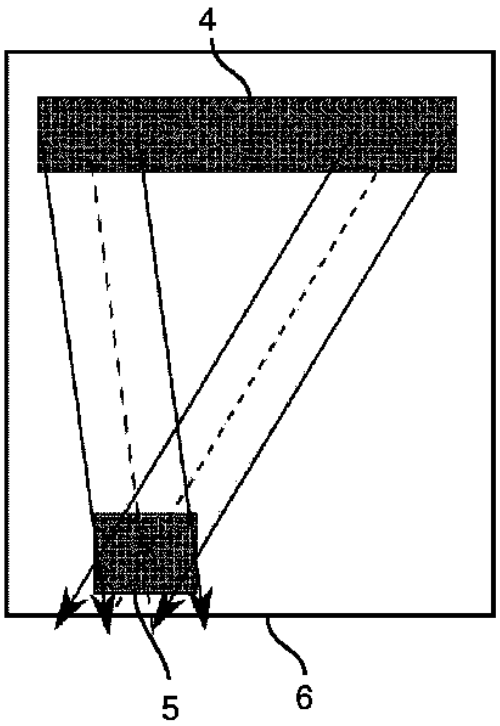
【図７Ｄ】

Fig. 7D



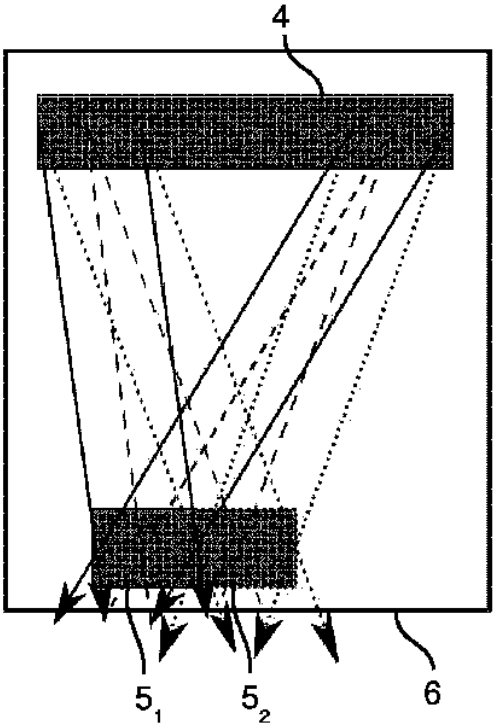
【図８Ａ】

Fig. 8A



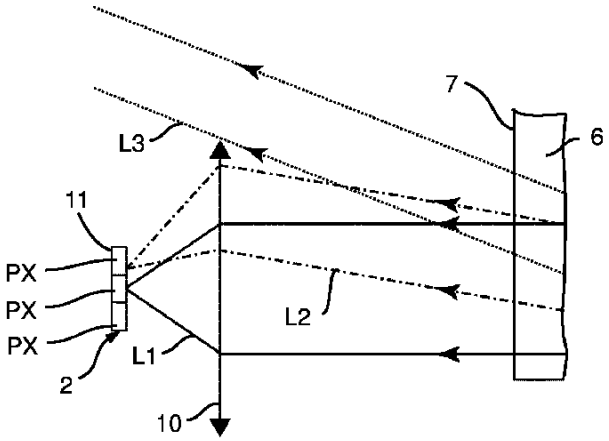
【図８Ｂ】

Fig. 8B



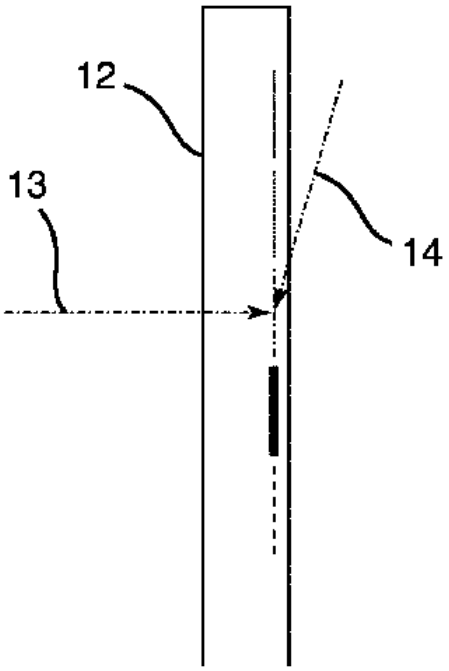
【図８Ｃ】

Fig. 8C



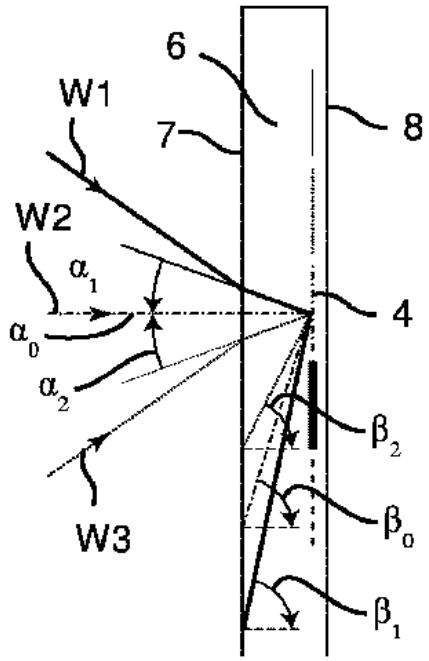
【図９Ａ】

Fig. 9A



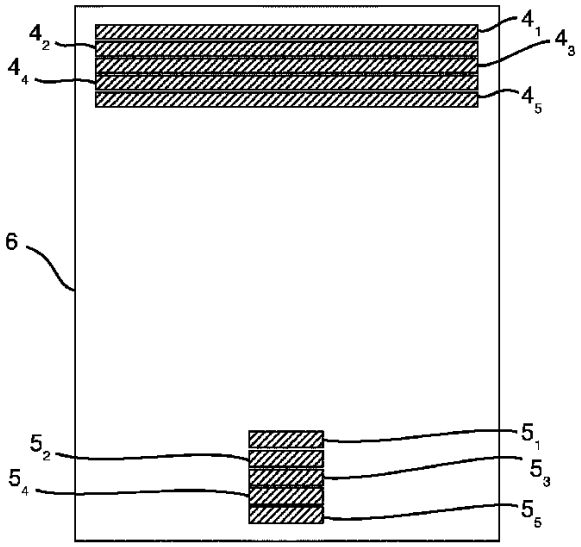
【図９Ｂ】

Fig. 9B



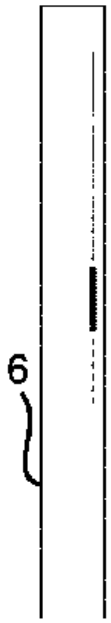
【図１０】

Fig. 10



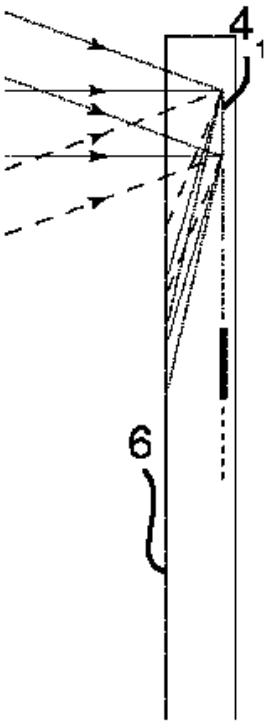
【図１１Ａ】

Fig. 11A



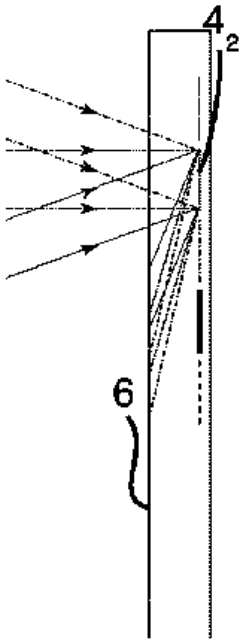
【図１１Ｂ】

Fig. 11B



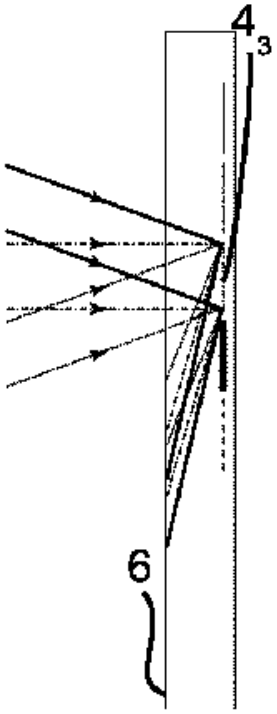
【図１１Ｃ】

Fig. 11C



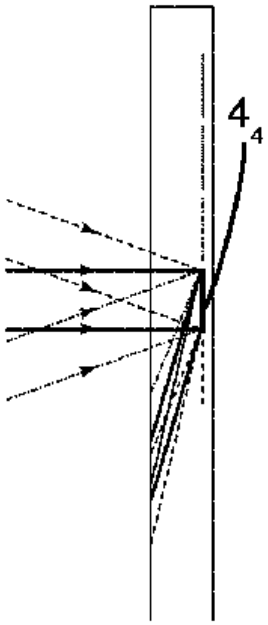
【図１１Ｄ】

Fig. 11D



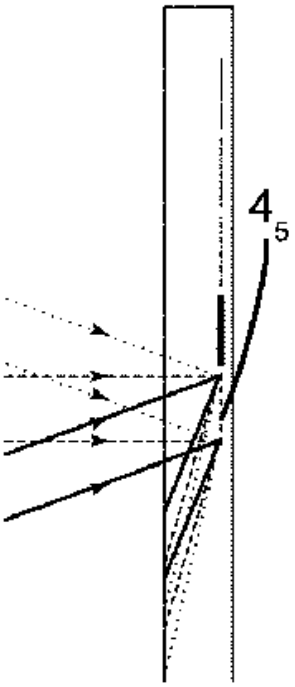
【図１１Ｅ】

Fig. 11E



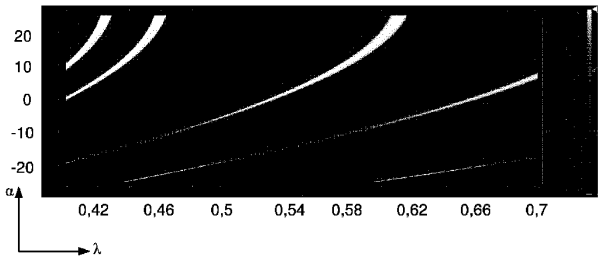
【図１１Ｆ】

Fig. 11F



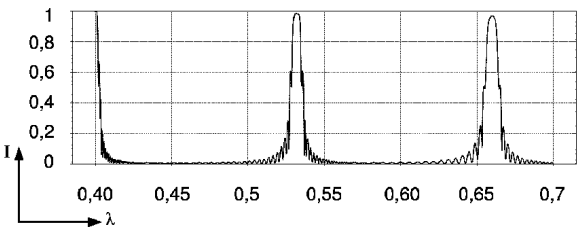
【図１２】

Fig. 12



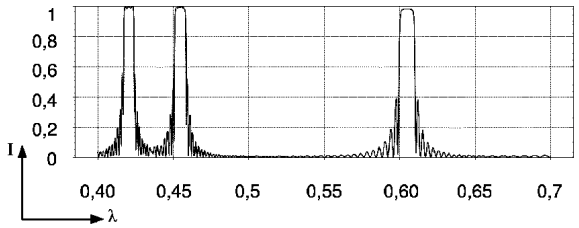
【図１３Ａ】

Fig. 13A



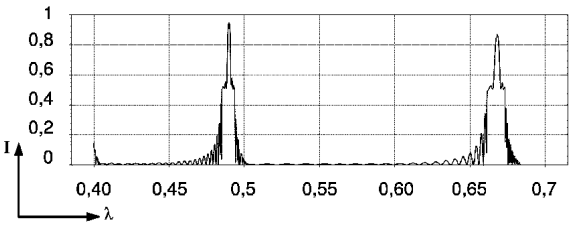
【図１３Ｂ】

Fig. 13B



【図１３Ｃ】

Fig. 13C



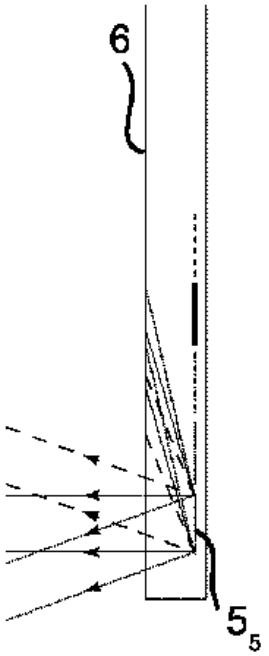
【図１４Ａ】

Fig. 14A



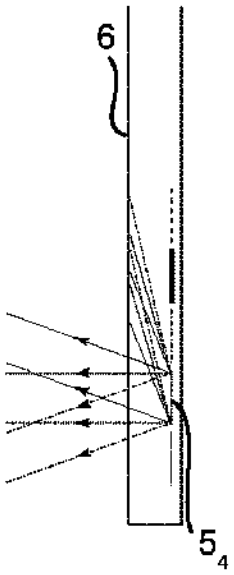
【図１４Ｂ】

Fig. 14B



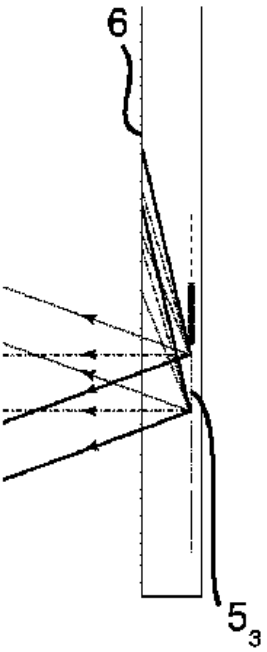
【図１４Ｃ】

Fig. 14C



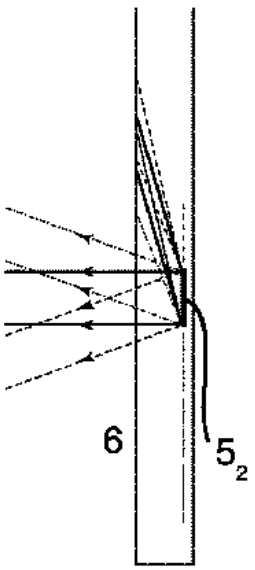
【図１４Ｄ】

Fig. 14D



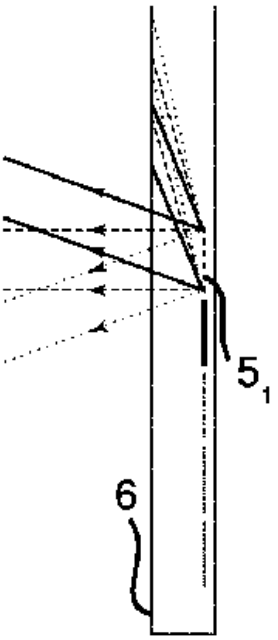
【図１４Ｅ】

Fig. 14E



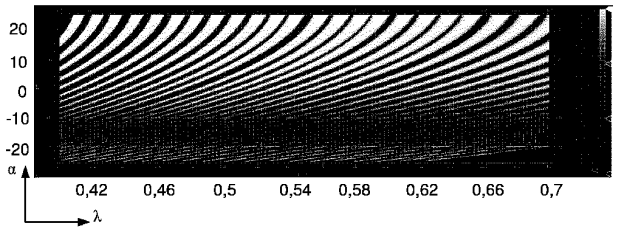
【図１４Ｆ】

Fig. 14F



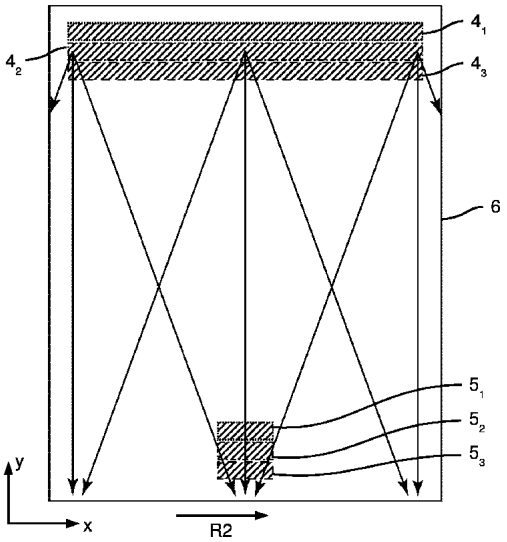
【図１５】

Fig. 15



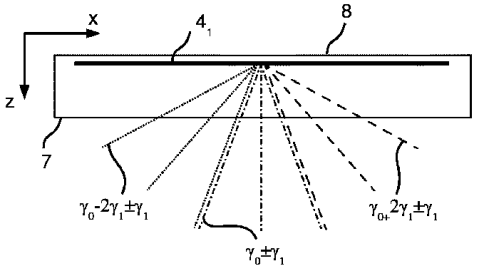
【図１６】

Fig. 16



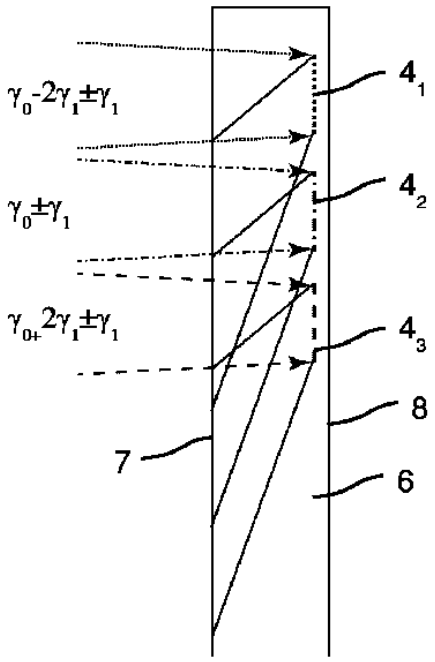
【図１７】

Fig. 17



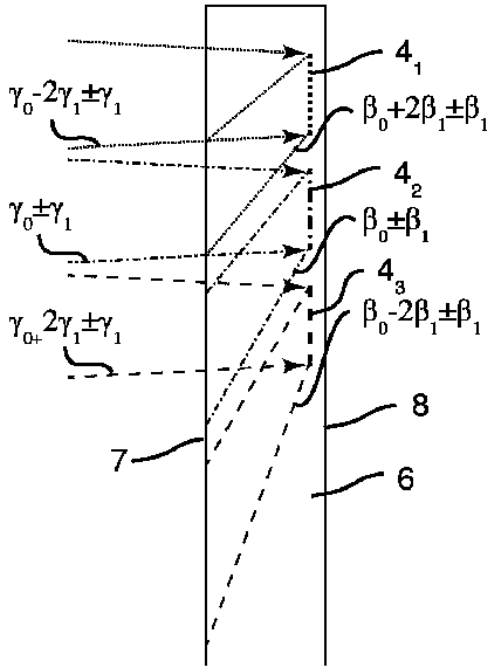
【図１８Ａ】

Fig. 18A



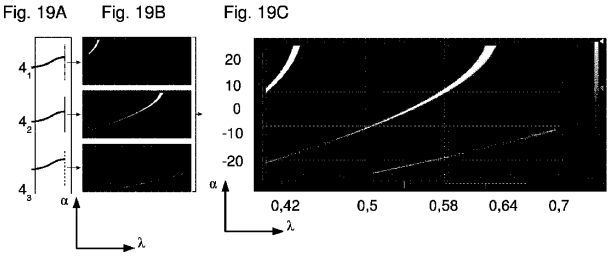
【図１８Ｂ】

Fig. 18B



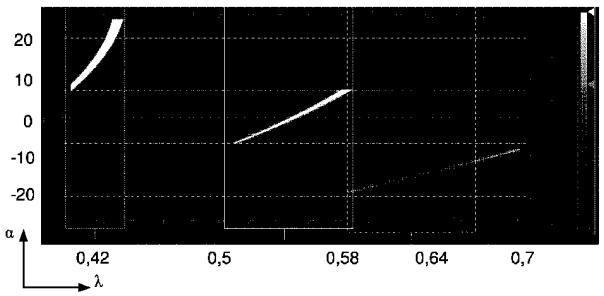
【図１９Ａ－１９Ｃ】

Fig. 19A Fig. 19B Fig. 19C



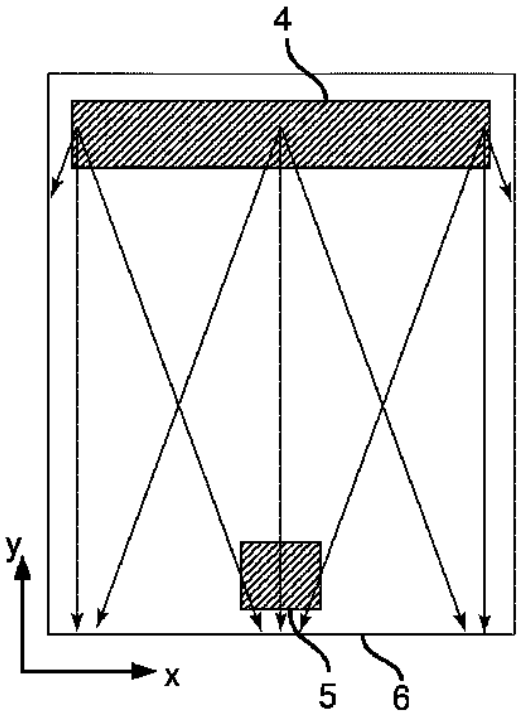
【図２０】

Fig. 20



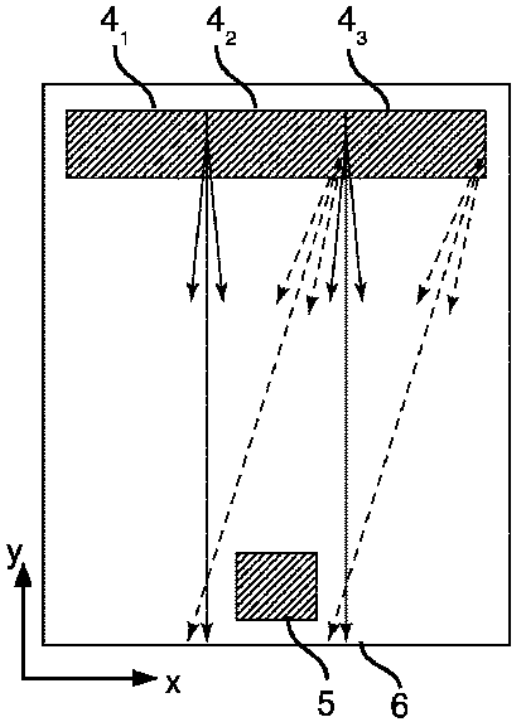
【図２１】

Fig. 21



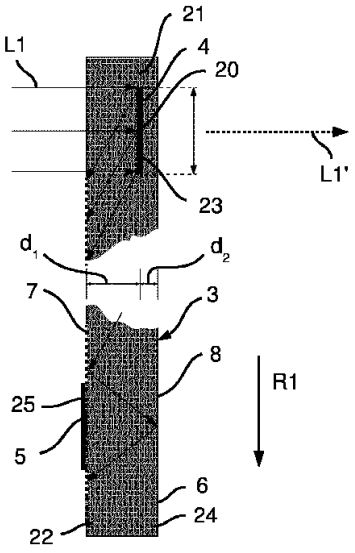
【図２２】

Fig. 22



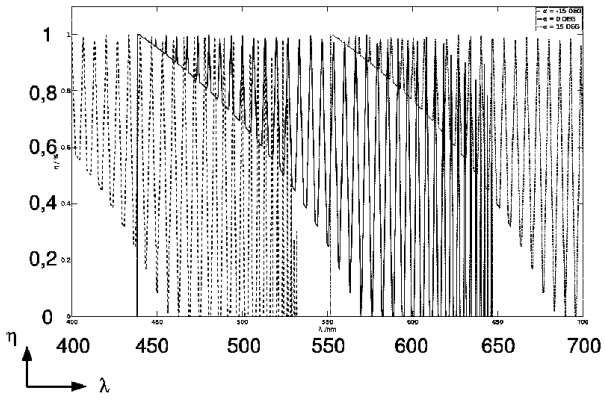
【図２３】

Fig. 23



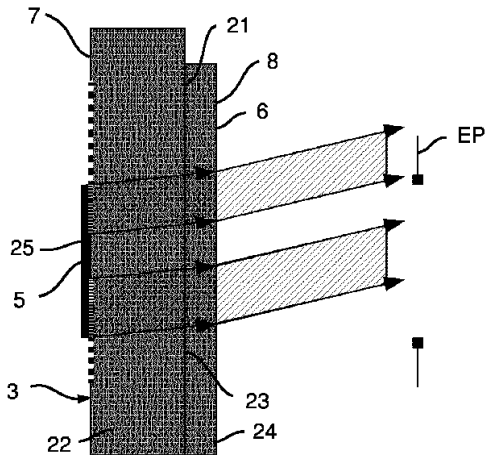
【図２４】

Fig. 24



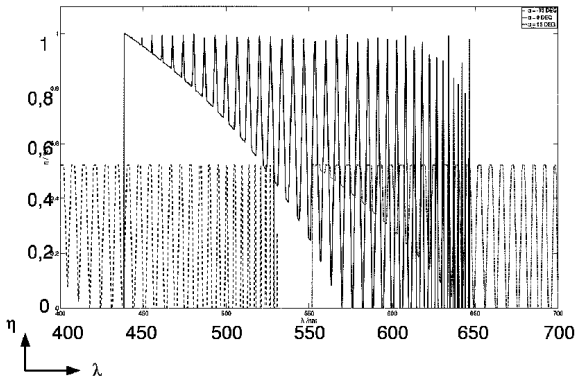
【図２５】

Fig. 25



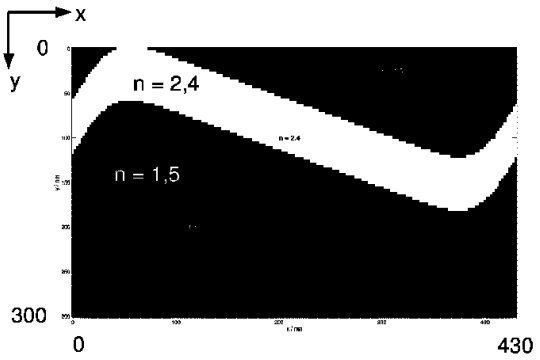
【図２６】

Fig. 26



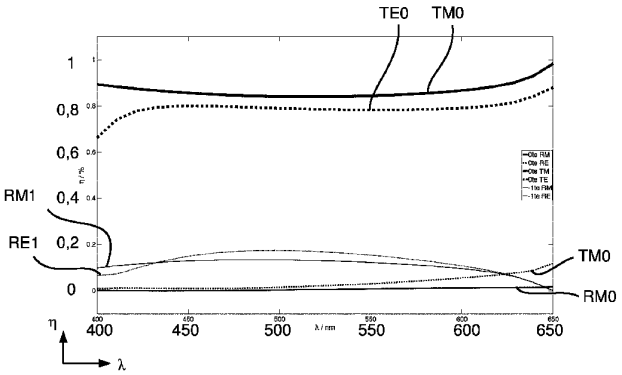
【図２７】

Fig. 27



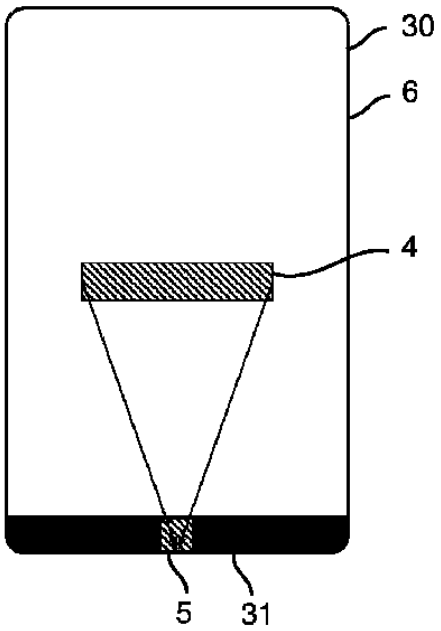
【図２８】

Fig. 28



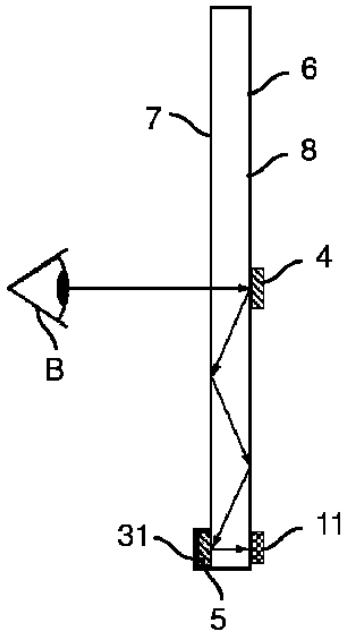
【図２９】

Fig. 29



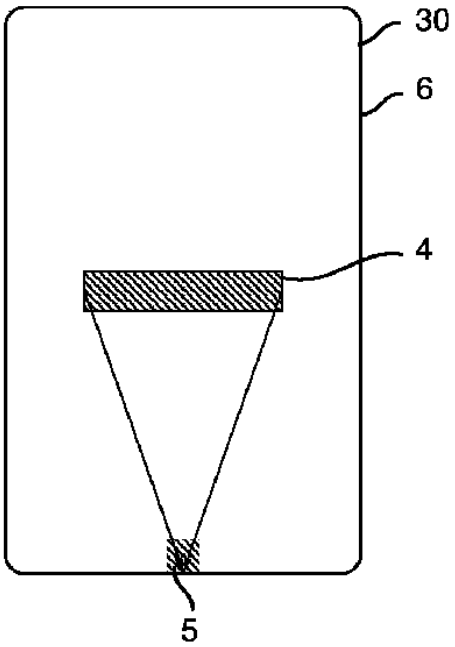
【図３０】

Fig. 30



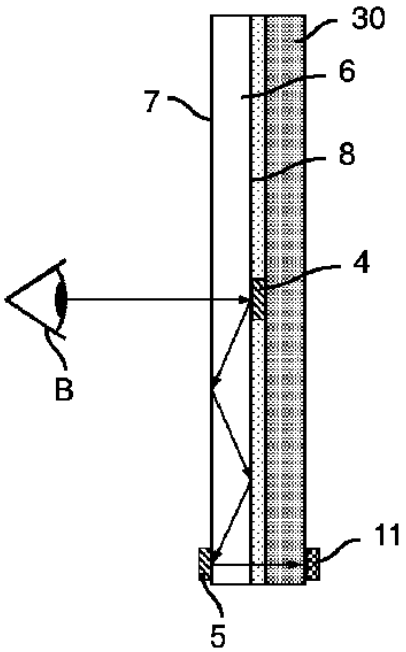
【図３１】

Fig. 31



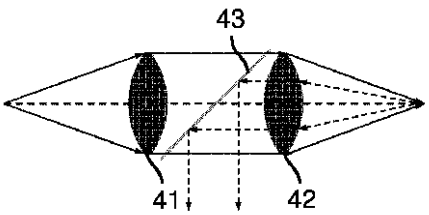
【図３２】

Fig. 32



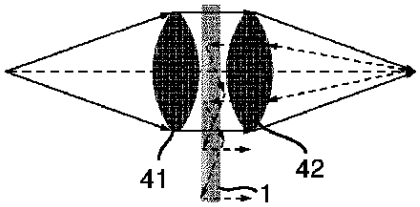
【図３３】

Fig. 33



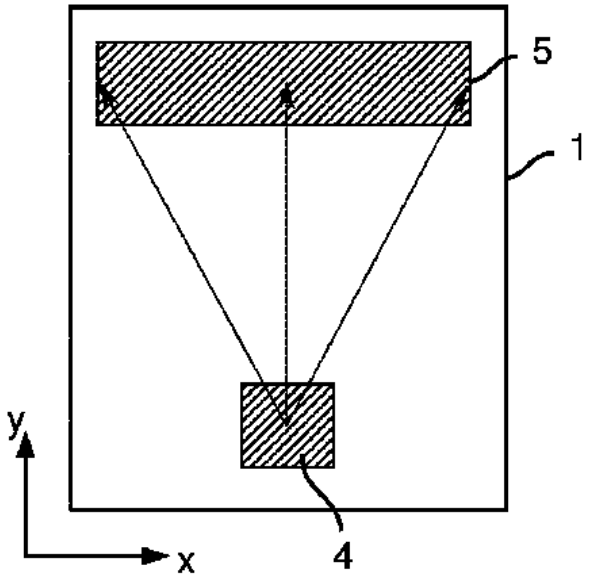
【図３４】

Fig. 34



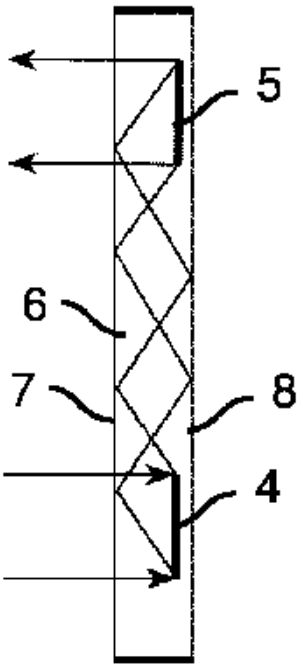
【図３５】

Fig. 35



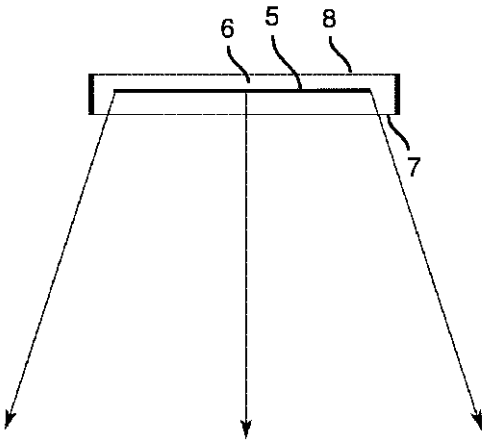
【図３６】

Fig. 36



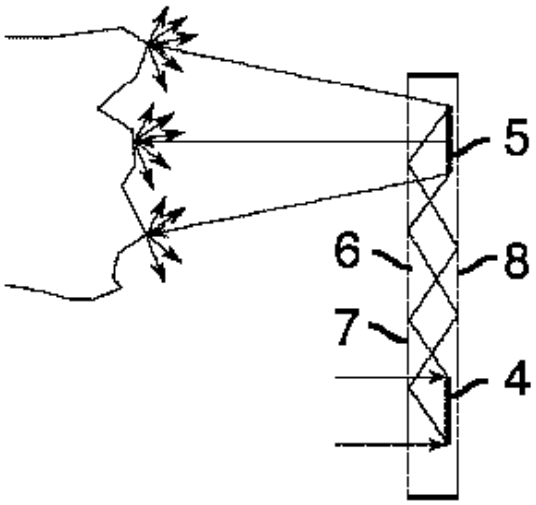
【図３７】

Fig. 37



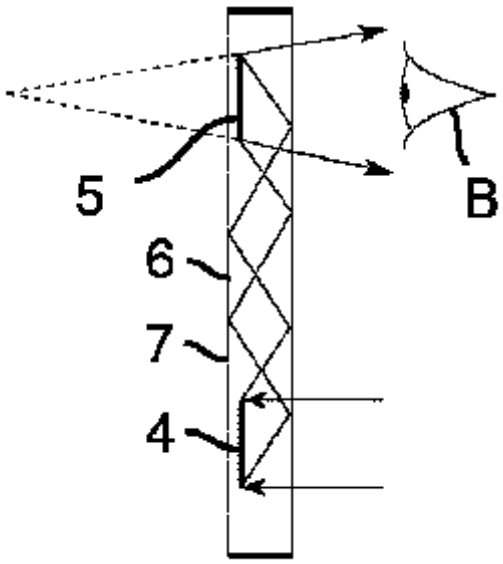
【図３８】

Fig. 38



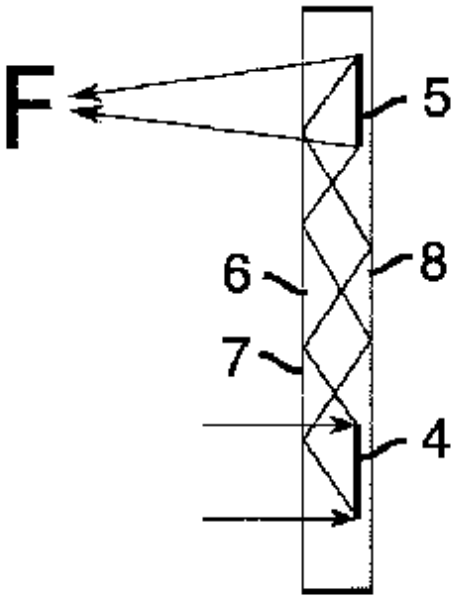
【図３９】

Fig. 39



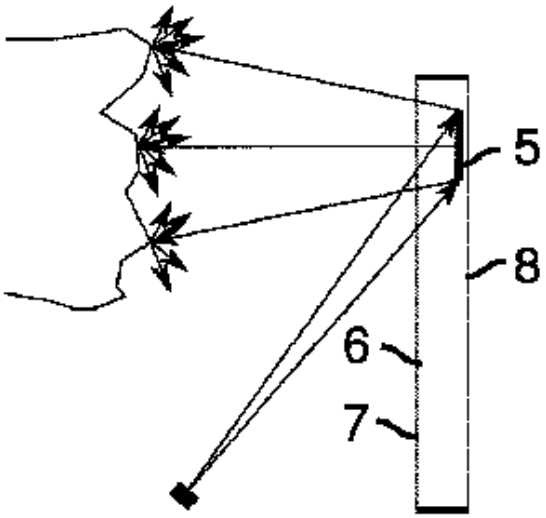
【図４０】

Fig. 40



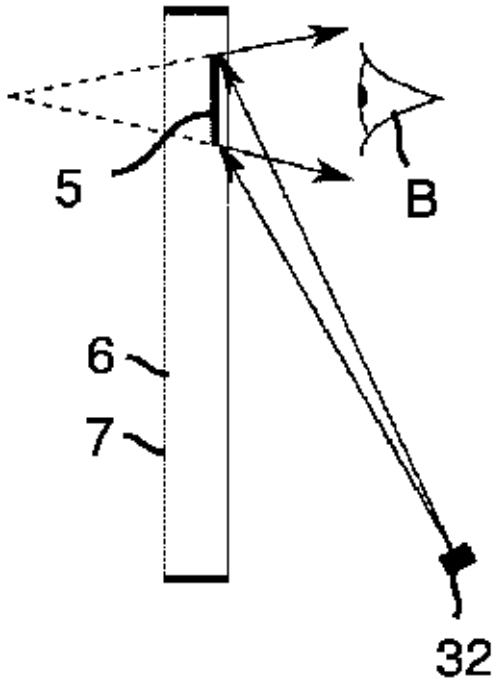
【図４１Ａ】

Fig. 41A



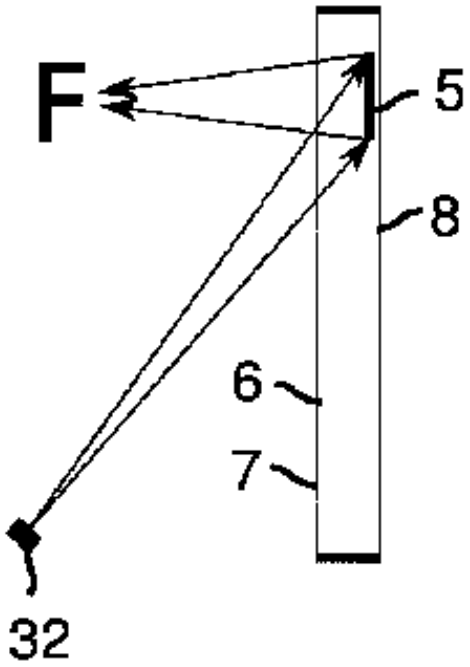
【図４１Ｂ】

Fig. 41B



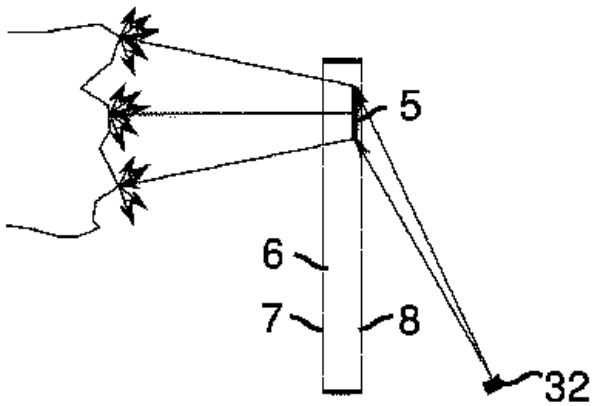
【図４１Ｃ】

Fig. 41C



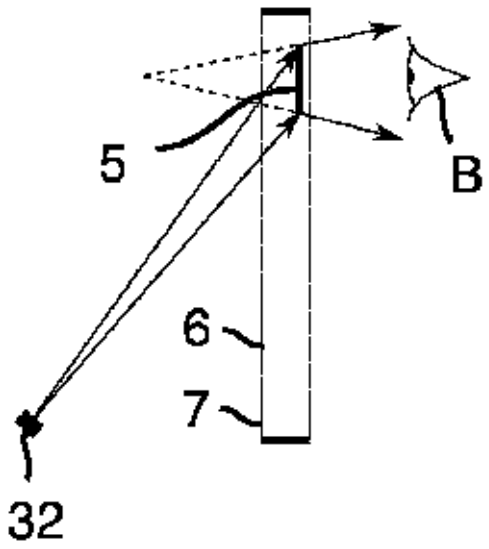
【図４２Ａ】

Fig. 42A



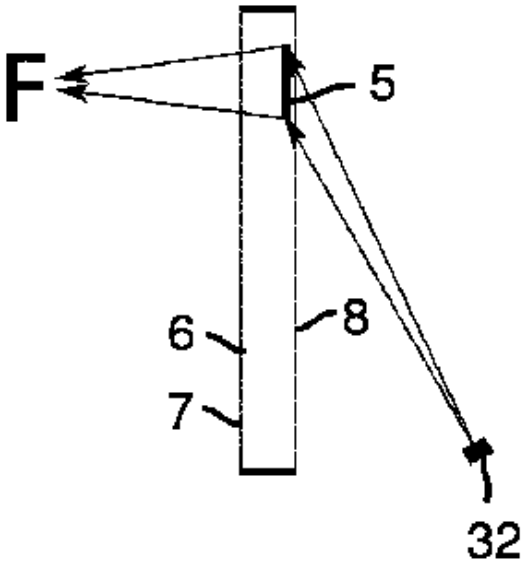
【図４２Ｂ】

Fig. 42B

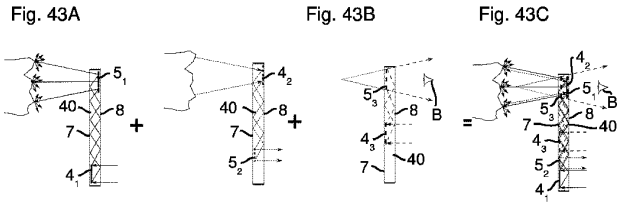


【図４２Ｃ】

Fig. 42C

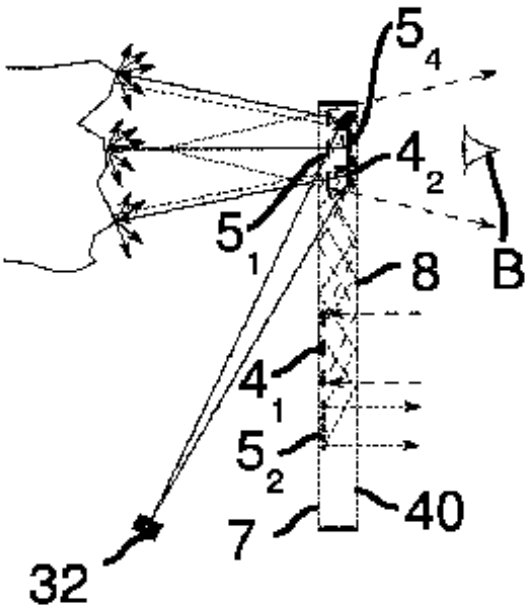


【図４３Ａ－４３Ｃ】



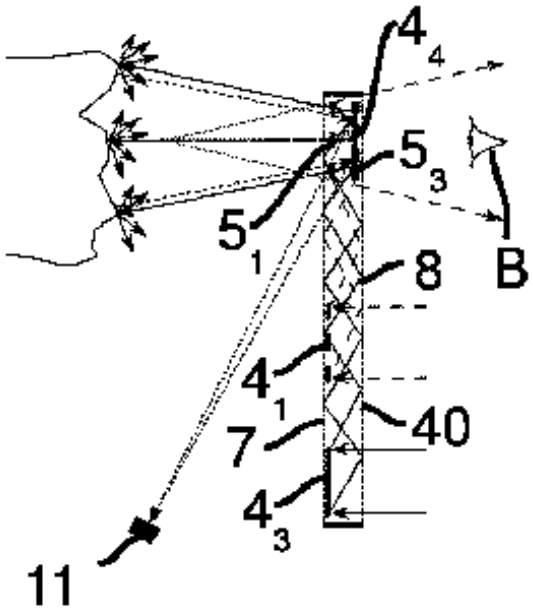
【図４４Ａ】

Fig. 44A



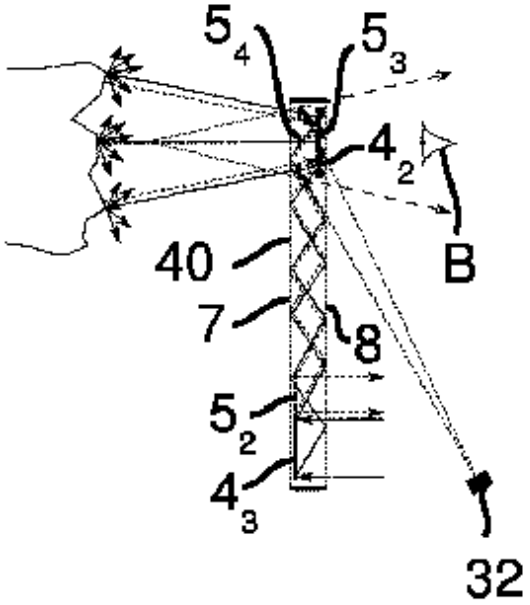
【図４４Ｂ】

Fig. 44B



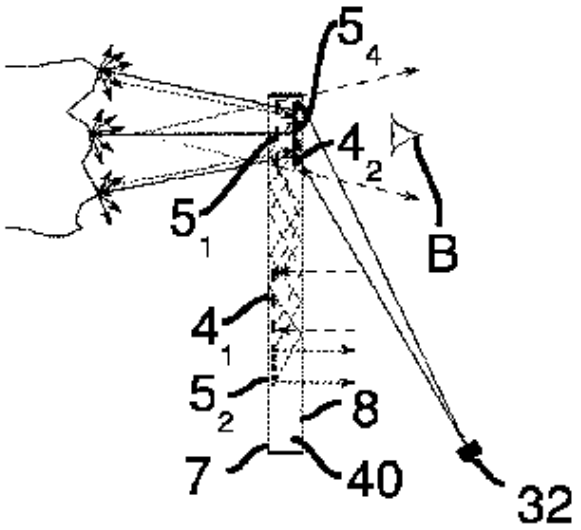
【図４４Ｃ】

Fig. 44C



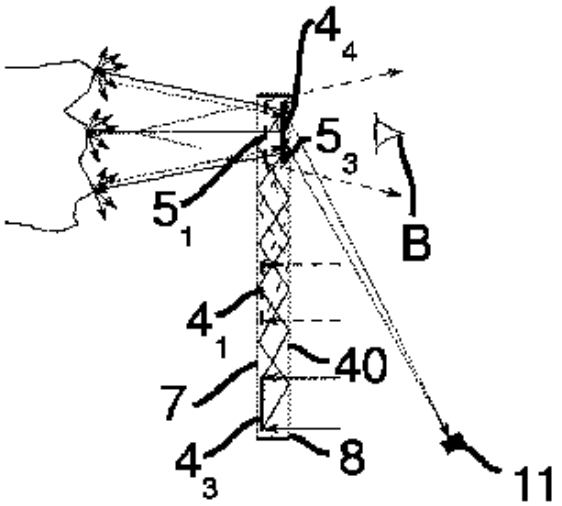
【図４４Ｄ】

Fig. 44D



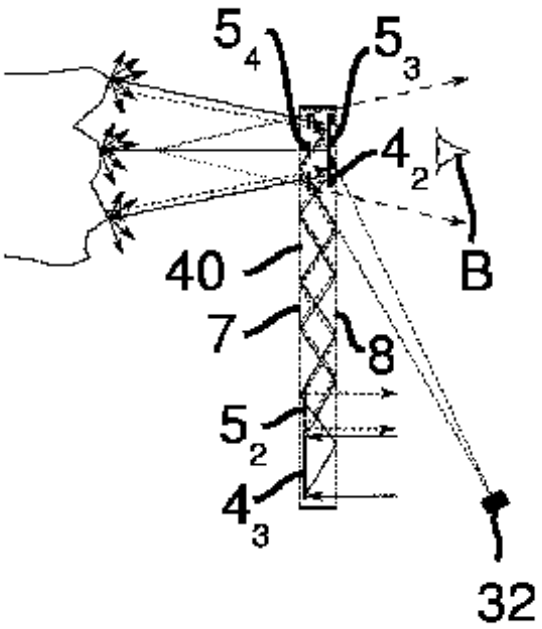
【図４４Ｅ】

Fig. 44E



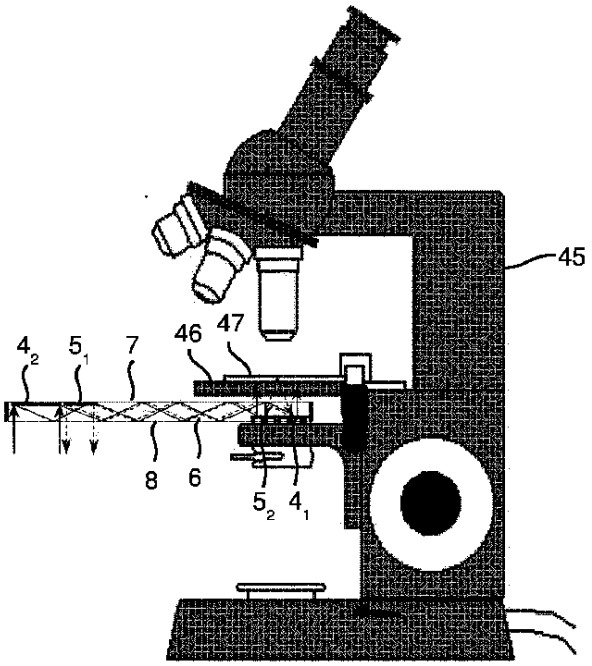
【図４４Ｆ】

Fig. 44F



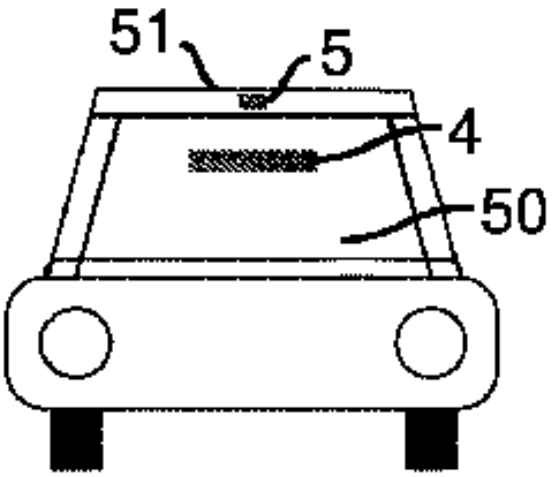
【図４５】

Fig. 45



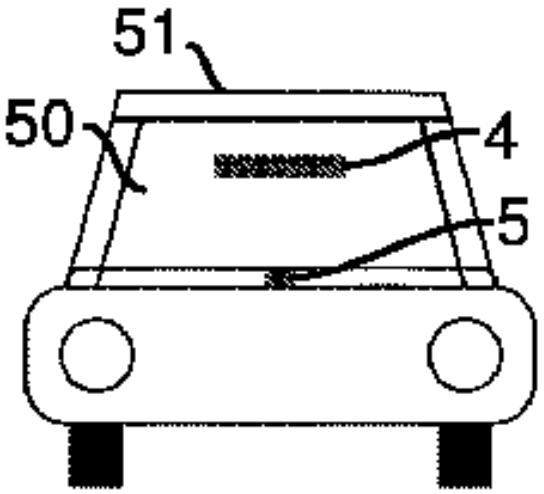
【図４６Ａ】

Fig. 46A



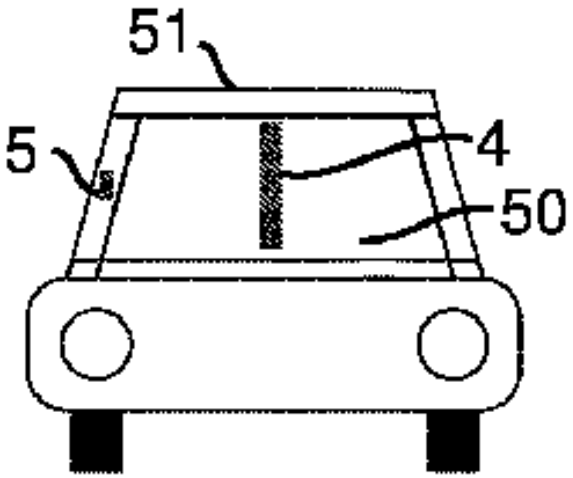
【図４６Ｂ】

Fig. 46B



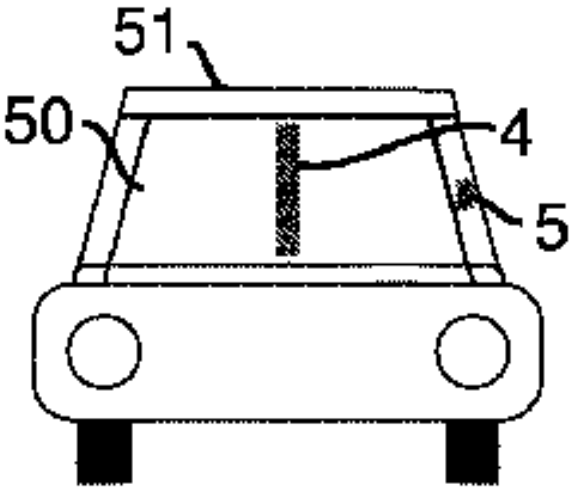
【図４６Ｃ】

Fig. 46C



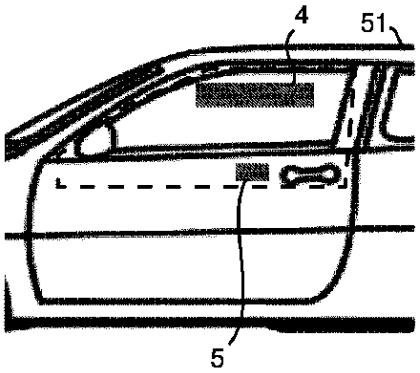
【図４６Ｄ】

Fig. 46D



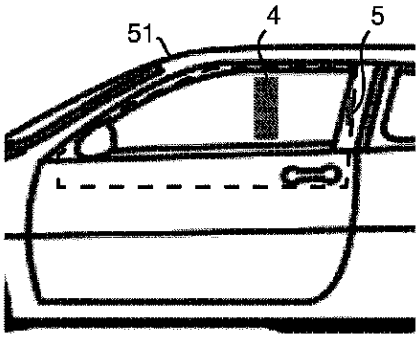
【図４７Ａ】

Fig. 47A



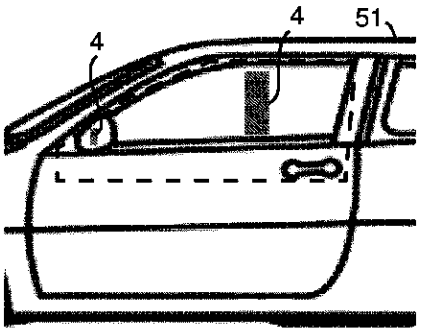
【図４７Ｂ】

Fig. 47B



【図４７Ｃ】

Fig. 47C



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/052482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21V 8/00(2006.01)i; ***G02B 27/01***(2006.01)i; ***G02B 27/42***(2006.01)i

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016139402 A1 (LAPSTUN PAUL [AU]) 19 May 2016 (2016-05-19)	1-6,8,9,11,14-20
Y	paragraphs [0800], [0804] - [0805] paragraphs [0808] - [0811], [0815] paragraphs [0824] - [0827], [0829] paragraph [0832] figures 46,47C,48B,52,53A-B	12
X	DE 102010041349 A1 (ZEISS CARL AG [DE]) 29 March 2012 (2012-03-29)	1,7
Y	paragraphs [0061] - [0065], [0074]; figures 2,6	12
X	WO 2017222808 A1 (APPLE INC [US]) 28 December 2017 (2017-12-28) paragraphs [0029] - [0033], [0038]; figures 2,3,9	1,10
X	US 2016209657 A1 (POPOVICH MILAN MOMCILO [GB] ET AL) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraphs [0112] - [0113], [0116] paragraphs [0118], [0181] - [0182] figures 1A,4,20	1,11,13

☑ 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
"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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 April 2020	**08 May 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Pantelakis, P** Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/052482

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018102834 A2 (DIGILENS INC [US]) 07 June 2018 (2018-06-07) paragraphs [0174] - [0176]; figure 14	1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/052482

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016139402	A1	19 May 2016	NONE			
DE	102010041349	A1	29 March 2012	NONE			
WO	2017222808	A1	28 December 2017	CN	109416470	A	01 March 2019
				EP	3420395	A1	02 January 2019
				JP	2019517014	A	20 June 2019
				KR	20180115311	A	22 October 2018
				US	2019377181	A1	12 December 2019
				WO	2017222808	A1	28 December 2017
US	2016209657	A1	21 July 2016	US	2016209657	A1	21 July 2016
				US	2019179153	A1	13 June 2019
				WO	2014188149	A1	27 November 2014
WO	2018102834	A2	07 June 2018	EP	3548939	A2	09 October 2019
				US	2020026074	A1	23 January 2020
				WO	2018102834	A2	07 June 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052482

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F21V8/00 G02B27/01 G02B27/42
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 2016/139402 A1 (LAPSTUN PAUL [AU]) 19. Mai 2016 (2016-05-19) Absätze [0800], [0804] - [0805] Absätze [0808] - [0811], [0815] Absätze [0824] - [0827], [0829] Absatz [0832] Abbildungen 46,47C,48B,52,53A-B -----	1-6,8,9, 11,14-20 12
X Y	DE 10 2010 041349 A1 (ZEISS CARL AG [DE]) 29. März 2012 (2012-03-29) Absätze [0061] - [0065], [0074]; Abbildungen 2,6 -----	1,7 12
X	WO 2017/222808 A1 (APPLE INC [US]) 28. Dezember 2017 (2017-12-28) Absätze [0029] - [0033], [0038]; Abbildungen 2,3,9 ----- -/--	1,10

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. April 2020	08/05/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pantelakis, P

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052482

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/209657 A1 (POPOVICH MILAN MOMCILO [GB] ET AL) 21. Juli 2016 (2016-07-21) Absätze [0112] - [0113], [0116] Absätze [0118], [0181] - [0182] Abbildungen 1A,4,20	1,11,13
X	WO 2018/102834 A2 (DIGILENS INC [US]) 7. Juni 2018 (2018-06-07) Absätze [0174] - [0176]; Abbildung 14	1

3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052482

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016139402 A1	19-05-2016	KEINE	
DE 102010041349 A1	29-03-2012	KEINE	
WO 2017222808 A1	28-12-2017	CN 109416470 A	01-03-2019
		EP 3420395 A1	02-01-2019
		JP 2019517014 A	20-06-2019
		KR 20180115311 A	22-10-2018
		US 2019377181 A1	12-12-2019
		WO 2017222808 A1	28-12-2017
US 2016209657 A1	21-07-2016	US 2016209657 A1	21-07-2016
		US 2019179153 A1	13-06-2019
		WO 2014188149 A1	27-11-2014
WO 2018102834 A2	07-06-2018	EP 3548939 A2	09-10-2019
		US 2020026074 A1	23-01-2020
		WO 2018102834 A2	07-06-2018

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)

フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
G02B	*5/32 (2006.01)*	G02B	5/32		5C122
H04N	*5/225(2006.01)*	H04N	5/225	400	
G02B	*6/00 (2006.01)*	G02B	6/00	331	

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,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

弁理士　中尾 圭介

(72)発明者　クラインディーンスト、ローマン
ドイツ連邦共和国、９９４２５ ワイマール、フンボルトシュトラーセ ６７

(72)発明者　エルラー、クリストフ
ドイツ連邦共和国、０７７４５ イェナ、デーベライナーシュトラーセ ６８

(72)発明者　ヴォイティセク、ペトル
ドイツ連邦共和国、０７７４９ イェナ、ツィーゲンハイナー・シュトラーセ ６７

(72)発明者　ユングハンス、マルク
ドイツ連邦共和国、０７７４３ イェナ、アム・アンガー １４

(72)発明者　トマエ、ダニエル
ドイツ連邦共和国、０７７４５ イェナ、ヨハン－フリードリッヒ－シュトラーセ １５

(72)発明者　ブルクハルト、マチアス
ドイツ連邦共和国、０７７６８ アイヒェンベルク、ドルフシュトラーセ ２８

(72)発明者　ガット、アレクサンドル
ドイツ連邦共和国、０７７５１ イェナ－ミュンヘンローダ、サルヴァドール－ダリ－シュトラーセ ８

(72)発明者　リュツ、アンドレアス
ドイツ連邦共和国、０７７４５ イェナ、マグデルシュティーク ５５

(72)発明者　リートミュラー、ミルコ
ドイツ連邦共和国、０４１５７ ライプツィヒ、クライストシュトラーセ ２２

Ｆターム（参考）　2H038　AA52 AA55 BA06
2H042　AA02 AA03 AA05 AA07 AA17
2H199　CA23 CA27 CA29 CA30 CA42 CA46 CA50 CA66 CA68 DA12
DA15 DA26
2H249　AA03 AA07 AA13 AA50 AA60 AA62 CA01 CA04 CA08 CA22
2K008　AA14 CC01 FF11 FF17 HH02 HH06 HH18 HH19 HH20
5C122　DA14 EA62 FB02 FB11 HB06