

(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2013-541854

(P2013-541854A)

(43) 公表日 平成25年11月14日(2013.11.14)

(51) Int.Cl.

H01S 5/183 (2006.01)

F I

H01S 5/183

テーマコード (参考)

5 F 1 7 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-537237 (P2013-537237)  
 (86) (22) 出願日 平成23年11月1日 (2011.11.1)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年4月24日 (2013.4.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2011/054850  
 (87) 国際公開番号 W02012/059864  
 (87) 国際公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)  
 (31) 優先権主張番号 10189788.2  
 (32) 優先日 平成22年11月3日 (2010.11.3)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 オランダ国 5656 アーエー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 (74) 代理人 100087789  
 弁理士 津軽 進  
 (74) 代理人 100122769  
 弁理士 笛田 秀仙  
 (72) 発明者 グローネンボルン シュテファン  
 オランダ国 5656 アーエー アイン  
 ドーフェン ハイ テック キャンパス  
 ビルディング 44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直外部キャビティ面発光レーザに対する光学素子

## (57) 【要約】

本発明は、VECSEL又はVECSELアレイに対する光学素子に関する。前記光学素子は、少なくとも光学放射線の波長領域において透明である基板200で形成される。基板200の第1の界面は、基板200に一体化された光学レンズ又は光学レンズ220のアレイの一部を形成する1つ又は複数の湾曲領域を有する。基板200は、前記第1の界面の反対側の基板200の第2の界面に形成された又は基板200に埋め込まれた1つ又は複数の光学鏡210を有する。光学鏡210は、前記第1の又は第2の界面に入射する光学放射線の一部を後方反射するように配置及び設計される。光学鏡210は、平面鏡又は湾曲領域220の曲率半径とは異なる曲率半径を持つ曲面鏡である。前記光学素子は、製造中の追加の調整の必要性なしで高輝度を持つVECSEL又はVECSELアレイの製造を可能にする。前記VECSELは、光学鏡210に対する距離Lに配置され、これは、外部キャビティの長さに等しい。前記光学レンズのROCは、 $ROC = L/2$ に選択されることがありえ、前記光学鏡に対して $ROC > L$ である。前記キャビテ

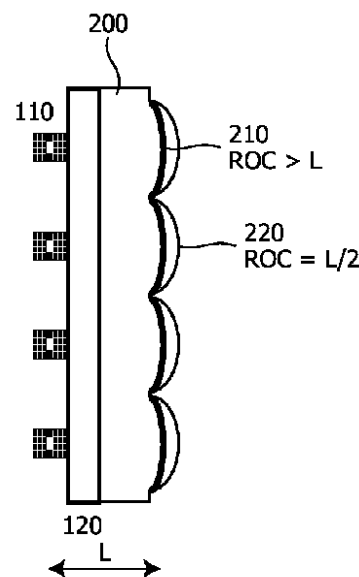


FIG. 1C

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも光学放射線の波長領域において透明である基板で形成される光学素子において、

前記基板の第 1 の界面が、前記基板に一体化された光学レンズ又は光学レンズのアレイの一部を形成する 1 つ又は複数の湾曲領域を有し、

前記基板が、前記第 1 の界面の反対側の前記基板の第 2 の界面上に形成される又は前記基板に埋め込まれる 1 つ又は複数の光学鏡を有し、

前記 1 つ又は複数の光学鏡が、前記第 1 の又は第 2 の界面に入射する前記波長領域の光学放射線の一部を後方反射するように配置及び設計され、

前記 1 つ又は複数の光学鏡が、平面鏡又は前記 1 つ又は複数の湾曲領域の曲率半径とは異なる曲率半径を持つ曲面鏡である、  
光学素子。

## 【請求項 2】

前記光学鏡が、前記光学素子の前記第 1 の若しくは第 2 の界面又は内側界面における連続的な又はパターンニングされた反射コーティングで形成される、

請求項 1 に記載の光学素子。

## 【請求項 3】

スペーサ構造又はスペーサ素子が、前記基板の前記第 1 の又は第 2 の界面に付着される又は前記基板に一体化される、

請求項 1 又は 2 に記載の光学素子。

## 【請求項 4】

前記波長領域において光学的に透明なスペーサ層が、前記基板の前記第 1 の又は第 2 の界面に付着される、

請求項 1 又は 2 に記載の光学素子。

## 【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載の光学素子を有する V E C S E L 又は V E C S E L アレイにおいて、

前記 1 つ又は複数の光学鏡が、前記 V E C S E L の拡張された鏡又は前記 V E C S E L アレイの拡張された鏡を形成する、

V E C S E L 又は V E C S E L アレイ。

## 【請求項 6】

前記光学鏡は、前記 V E C S E L 又は V E C S E L アレイがレーザ放射線を放射する波長領域において R 30 % の反射率を持つ、

請求項 5 に記載の V E C S E L 又は V E C S E L アレイ。

## 【請求項 7】

前記光学鏡が、前記湾曲領域の曲率半径より大きい曲率半径を持つ曲面鏡である、

請求項 5 に記載の V E C S E L 又は V E C S E L アレイ。

## 【請求項 8】

前記湾曲領域の曲率半径は、前記光学レンズが、前記光学鏡を通る前記 V E C S E L 又は V E C S E L アレイにより放射されたレーザ放射線をコリメートするように選択される、

請求項 5 に記載の V E C S E L 又は V E C S E L アレイ。

## 【請求項 9】

前記光学素子は、前記 V E C S E L 又は V E C S E L アレイに直接的に、又はスペーサを介して、又は前記 V E C S E L 又は V E C S E L アレイがレーザ放射線を放射する波長領域において光学的に透明であるスペーサ層を介して付着される、

請求項 5 に記載の V E C S E L 又は V E C S E L アレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、少なくとも光学放射線の波長領域において透明である基板で形成される光学素子に関し、前記基板の第 1 の界面は、前記基板に一体化された光学レンズ又は光学レンズのアレイの一部を形成する 1 つ又は複数の湾曲領域を有する。本発明は、前記レーザの発光側に配置されたこのような光学素子を持つ垂直外部キャビティ面発光レーザ ( V E C S E L 、 vertical external-cavity surface-emitting laser ) にも関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

V E C S E L は、最も期待できる高輝度レーザ光源の 1 つであり、エッジエミッタと比較して、アドレス可能な 2 D アレイ構成及び円形ビーム形状のような、多くの利点を提供する。標準的なセットアップにおいて、外部キャビティは、非常に大きくかつ洗練された調整を必要とする巨視的な光学素子からなる。ウエハ上で外部光学部品を実現し、このウエハを、前記 V E C S E L の半導体部品を持っている G a A s ウエハに結合することにより、数千のマイクロ V E C S E L を並列に製造し、V C S E L ( 垂直キャビティ面発光レーザ ) のように前記ウエハ上で直接的にこれらを試験することが可能である。G.A. Keele r et al. "Single Transverse Mode Operation of Electrically Pumped Vertical-External-Cavity Surface-Emitting Lasers with Micromirrors", IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 17, No. 3, March 2005, pp 522-524 は、マイクロモルディングを使用するガラス基板上のマイクロミラーの製造を記載しており、前記基板は、屈折率整合光学エポキシを持つ G a A s ウエハに結合される。このようなマイクロ V E C S E L は、良好な性能 ( 1 に近い  $M^2$  ) を示す。

## 【 0 0 0 3 】

前記 V E C S E L の外部キャビティは、半導体ウエハに結合された光学的に透明な基板上の球面鏡により規定される。パワーを高めるために、複数の V E C S E L が、アレイに配置されることができ、熱的な理由で、多数の小さな装置は、少数の大きな装置より適している。小さな作動直径 ( active diameter ) 、したがって小さなビームウエストは、高い発散角を意味し、このようなアレイの輝度を低減させる。発散角を低下させるために、マイクロレンズアレイが、各 V E C S E L の放射線をコリメートし、したがって、ビームパラメータプロダクト ( beam parameter product ) を低下させ、前記 V E C S E L アレイの輝度を増大させるのに使用されることができ、しかしながら、積み重ねられた光学透明ウエハが使用される場合、チップレベル又はウエハレベルのいずれかで、追加の調整ステップが、このレンズに対して必要である。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、製造中の追加の調整ステップの必要性なしで V E C S E L の輝度を増大させる V E C S E L 又は V E C S E L アレイを製造する手段を提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 5 】

この目的は、請求項 1 に記載の光学素子で達成される。請求項 6 は、このような光学素子を有する V E C S E L ( アレイ ) を記載する。この光学素子又は V E C S E L アレイの有利な実施例は、従属請求項の対象であるか、又は明細書の後の部分に記載される。

## 【 0 0 0 6 】

提案される光学素子は、少なくとも光学放射線の波長範囲内の波長領域において透明である基板で形成される。本特許出願において、光学放射線は、赤外 ( I R ) 、可視 ( V I S ) 及び紫外 ( U V ) 波長範囲の電磁放射線を意味する。前記基板は、前記光学素子が設計される対応する V E C S E L がレーザ放射線を放射する波長領域においてのみ透明でなければならない。前記基板の第 1 の界面は、前記基板に一体化された光学レンズ又は光学レンズのアレイ、特にマイクロレンズの一部を形成する 1 つ又は複数の湾曲領域を有する。前記基板は、前記第 1 の界面の反対側の前記基板の第 2 の界面上に形成された又は前記

第1の界面に実質的に平行な面において前記基板に埋め込まれた1つ又は複数の光学鏡を有する。前記1つ又は複数の光学鏡は、前記第1の又は第2の界面に入射する前記波長領域の光学放射線の一部を後方反射するように配置及び設計される。この構成は、90°の角度で入射する前記波長領域の光学放射線が、部分的に前記対応する光学鏡により後方反射されるのに対し、残りの部分は、前記基板において前記鏡の後ろに形成された前記レンズを通過する。このために、前記鏡の反射率は、好ましくは、所望の波長領域において30%ないし99.5%である。前記1つ又は複数の光学鏡は、平面鏡又は前記光学レンズを形成する前記1つ又は複数の湾曲領域の曲率半径とは異なる曲率半径を持つ湾曲鏡である。

#### 【0007】

前記光学素子の鏡が前記VECSSELの外部鏡を形成するVECSSEL又はVECSSELアレイの一部としてこのような光学素子を使用すると、前記鏡を通るレーザ放射線は、前記光学レンズによりコリメートされることができ、したがって、前記VECSSELのより高い輝度を可能にする。

#### 【0008】

本発明は、したがって、VECSSELの外部鏡及び単一の基板、好ましくはガラス基板上のコリメーションレンズの組み合わせを使用することを提案する。このような光学素子は、例えば以下のように製造されることができ、第1のステップにおいて、マイクロレンズ、特に球面マイクロレンズは、例えばガラスモールディング、UVモールディング又はRIE転写(RIE:反応性イオンエッチング)により、前記基板上に形成される。反射コーティングは、前記レンズ上に付着され、前記レンズの表面は、前記VECSSELの外部マイクロミラーとして機能する。前記反射コーティングは、前記表面の一部しか覆わないこともありえ、すなわちパターンニングされうる。これは、例えばモード選択に対して、前記放射線の特別な角度領域のみを後方反射するように機能しうる。第2のステップにおいて、球面マイクロレンズ又は異なる曲率半径(ROC)を持つ非球面マイクロレンズが、前記第1のマイクロレンズの上に、すなわち前記マイクロミラーの上に形成される。この更なるマイクロレンズの表面のROCは、前記VECSSELから前記マイクロミラーを通ってくる光がコリメートされるように選択される。このような光学素子は、VECSSELの製造中に前記マイクロレンズに対して追加の調整ステップを必要としない。したがって、製造プロセスは単純化される。

#### 【0009】

有利な実施例において、前記光学素子は、例えばウエハ上で、VECSSELアレイにおいて使用されることができ、マイクロレンズ及びマイクロミラーのアレイを有する。前記光学素子は、前記VECSSELの半導体部品を持つ前記基板(キャリア基板)に異なる技術で付着されることができ、前記部品は、例えば、このキャリア基板、例えば半導体基板、又は前記VECSSELの半導体部品を形成する層スタックに結合、接着又ははんだ付けされうる。

#### 【0010】

前記VECSSELは、例えば、第1のDBR(分散ブラッグ反射器)と第2のDBRとの間に配置された光学利得媒質を有しうる。前記第2のDBRは、レーザキャビティにおいて共振するレーザ放射線に対して部分的に透明である。前記第2のDBRは、前記外部鏡なしで前記第1のDBRと前記第2のDBRとの間のレーズングを可能にしない反射率を持ってよく、又は前記外部鏡なしで内部レーザキャビティにおけるレーズングを可能にする反射率を持ってよい。前記DBR及び前記利得媒質は、半導体基板、特にGaAs基板上に適切に設計された層スタックから既知のやり方で形成されうる。前記半導体基板を通して放射するVECSSELの場合、前記外部鏡を形成する前記光学素子は、この場合に生成されたレーザ放射線に対して光学的に透明でなくてはならないこの基板に付着される。前記VECSSELを動作するのに必要な電気接続も、既知のやり方で形成されることができ。

#### 【0011】

前記キャリア基板の表面に前記光学素子を直接的に付着する代わりに、前記キャリア基板の表面上に又は前記レーザの隣に取り付けられたスペーサを使用することも可能であり、前記光学素子は、前記スペーサに取り付けられる。前記スペーサは、第一に、前記光学素子の表面に付着されてもよく、又は前記光学素子の製造中にこの表面に一体化されてもよい。このような実施例において、前記光学素子の表面と前記層スタックとの間に空隙が残る。更に、透明なスペーサ層が、前記光学素子と前記キャリア基板との間に付着される。このような層は、この素子の製造中に前記光学素子の表面上に既に形成されていてもよい。前記キャリア基板に前記光学素子を付着する代わりに、（エピタキシ側発光 V E C S E L 又はキャリア基板を取り外した V E C S E L の場合に）前記光学素子は、前記第 2 の D B R 又は下にある V E C S E L スタックの他の構造、例えば中間層に、又は前記第 2 の D B R を省略する場合に前記作動領域上の層上に、付着されることもありうる。前記 V E C S E L の層スタックは、当技術分野において既知の異なるやり方で作成されることができる。

10

#### 【0012】

好適な実施例において、前記光学素子の鏡は、曲面鏡、特に凹面鏡であり、前記マイクロレンズを形成する前記光学素子の前記第 1 の界面上の湾曲領域の曲率半径は、前記 V E C S E L により放射されるレーザ放射線をコリメートするように選択される。好ましくは、前記鏡の R O C は、前記マイクロレンズの湾曲領域の R O C より大きい。それでも、前記マイクロレンズは、他のビーム形成効果を達成するように設計されることもありうる。

20

#### 【0013】

本発明のこれら及び他の態様は、以下に記載される実施例を参照して説明され、明らかになる。

#### 【0014】

以下の例示的な実施例は、請求項により規定される保護範囲を限定することなしに添付の図面を参照して提案された光学素子及び V E C S E L の例を示す。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図 1 A】従来技術の解決法と比べた V E C S E L アレイ上に取り付けられた光学素子の第 1 の例を示す。

【図 1 B】従来技術の解決法と比べた V E C S E L アレイ上に取り付けられた光学素子の第 1 の例を示す。

30

【図 1 C】従来技術の解決法と比べた V E C S E L アレイ上に取り付けられた光学素子の第 1 の例を示す。

【図 2】提案された光学素子の第 2 の例を示す。

【図 3】提案された光学素子を持つ V E C S E L アレイの一例を示す。

【図 4】提案された光学素子を持つ V E C S E L アレイの他の例を示す。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0016】

図 1 は、従来技術の解決法と比べた本発明の光学素子を持つ V E C S E L アレイの一実施例の比較を示す。図 1 A は、外部鏡が、光学的に透明なキャリア基板 1 2 0 に付着される光学的に透明な基板 2 0 0 上に形成され、前記 V E C S E L の半導体層スタックが、光学的に透明なキャリア基板 1 2 0 上に結合又は成長される従来技術の V E C S E L アレイを描く。この構成は、前記キャリア基板を通してレーザ放射線を放射する、いわゆる裏側又は底部発光 V C S E L に似ている。基板 2 0 0 上の前記外部鏡は、表面を球面（又は非球面）形状（鏡面 2 1 0）に加工し、この表面上に反射層をコーティングすることにより形成される。前記表面の結果として生じる湾曲領域の曲率半径（R O C）は、条件 R O C > L を満たし、L は前記 V E C S E L の利得領域に対するこれら外部凹面鏡の距離である。

40

#### 【0017】

V C S E L の分野において、このようなアレイの V C S E L 1 1 1 のレーザ放射をコリ

50

メートするためにマイクロレンズのアレイを使用することが既知である。これらのマイクロレンズは、光学的に透明な基板 200 において形成され、光学的に透明な基板 200 の表面が、図 1 B に示されるように、前記マイクロレンズの一部を形成する湾曲領域を提供するように球面（又は非球面）形状（レンズ表面 220）に加工される。

#### 【0018】

図 1 C は、本発明による一体化された光学素子を持つ提案された V E C S E L アレイの一例を示す。前記光学素子は、反射コーティングを持つ球面（又は非球面）形状表面により形成される一体化されたマイクロミラーと、前記基板表面の球面（又は非球面）形状（レンズ表面 220）により前記マイクロミラーの上に形成された一体化されたマイクロレンズとを持つ光学的に透明な基板 200 を有する。

10

#### 【0019】

前記光学素子のこのような構造を達成するために、基板 200 の表面は、球面又は非球面形状（ミラー表面 210）を持つ複数の湾曲領域を持つように加工される。前記基板は、所望の波長領域において光学的に透明な適切な材料で作られ、例えばガラス、ガリウムヒ素、ケイ素等で作られる。ガラス基板を使用する場合、鏡面 210 の球面形状は、例えばガラスモルディング、R I E 転写、機械加工又は熱エンボス加工により達成されることができる。前記基板に異なる材料を付着し、例えば U V レプリケーションにより又はジェット加工を用いる高分子の堆積により、この異なる材料を所望の形状に形成することも可能である。鏡面 210 の球面形状の R O C は、距離 L において利得媒質を持つ V E C S E L のレーザキャビティのエンドミラーの 1 つを形成する球面鏡として機能するように選択される。通常、この外部球面鏡の R O C は、L より大きく、好ましくは約 2 L である。反射コーティングは、所望の波長領域において典型的には 30 % ないし 99.5 % である所望の反射率 R を提供するように鏡面 210 に塗布される。次のステップにおいて、前記波長領域において光学的に透明な材料は、鏡面 210 上に（すなわち鏡面 210 の前記コーティング上に）堆積され、鏡面 210 の R O C より小さい異なる R O C を持つ球面レンズ面 220 に成形される。レンズ面 220 の正確な R O C は、コリメーション条件により決定され、約 1.5 の屈折率の材料に対して約 L / 2 である。前記レンズ面は、全てのレンズに対して周知であるように、収差を最小化するように非球面形状を持つこともできる。レンズ面 220 は、前記光学素子の性能を最適化するように反射防止コーティングされることができる。前記 V E C S E L の半導体層スタック 110 は、当技術分野において既知であるように設計されうる。図 1 C 及び後に続く図 3 及び 4 の場合に、前記半導体層スタックは、基板側発光 V C S E L の場合のように光学的に透明なキャリア基板 120 上に構成され、前記光学素子は、このキャリア基板に付着される。前記層スタックが、前記層スタックの反対側に配置されたキャリア基板上で成長される又は取り付けられることもありうることは、当業者に明らかである。前記光学素子は、この場合、前記層スタックに直接的に又は 1 つ又は複数の中間層若しくはスペーサを介して付着される。前記光学素子は、前記レーザの隣に配置されたスペーサ上に、例えばサブマウント若しくはヒートシンク上に、又は前記キャリア基板が除去される場合に、前記エピタキシャル層スタック上に直接的に取り付けられることもできる。

20

30

#### 【0020】

鏡面 210 とレンズ面 220 との間に形成されたコリメーションレンズの材料は、基板 200 の材料又は前記鏡が形成される材料とは異なることができる。有利な実施例は、基板 200 及び鏡面 210 を形成するモールドガラスウエハ及びマイクロレンズ面 220 を形成する前記反射コーティングの上の高分子材料を有する。鏡面 210 は、凹面形状を持つように示されているが、前記鏡は、本発明の全ての実施例において平面鏡であることもできる。このような場合に、レンズ面 220 は、前記光学素子の唯一の湾曲面である。

40

#### 【0021】

代替実施例において、図 2 に示されるように、前記鏡は、適切なミラーコーティングにより、及び利用可能である場合にこの界面又は側面の適切な成形により、基板 200 の 1 つの界面上に形成されることもできる。図 2 は、前記マイクロレンズの球面 220 を持つ

50

界面の反対側の界面上に形成される凹面鏡面 2 1 1 を示す。それでもなお、鏡 2 1 1 は、基板 2 0 0 の平らな界面に反射コーティングを塗布することにより平面鏡として形成されることもありうる。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、前記マイクロミラー（鏡面 2 1 1）及びマイクロレンズ（レンズ面 2 2 0）を持つ前記光学素子が、スペーサ構造 3 1 0 を介して V E C S E L キャリア基板 1 2 に付着される、本発明の V E C S E L アレイの一実施例を示す。図 4 は、スペーサ構造 3 1 0 の代わりに、透明スペーサ層 3 1 1 が、前記光学素子と、前記 V E C S E L の半導体層スタック 1 1 0 を持つキャリア基板 1 2 0 との間に配置される実施例を示す。

【 0 0 2 3 】

請求項において、単語"有する"は、他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞"ある"は、複数を除外しない。方策が相互に異なる従属請求項に記載されるという単なる事実は、これらの方策の組み合わせが有利に使用されることができないことを示さない。請求項内の参照符号は、これらの請求項の範囲を限定すると解釈されるべきではない。実施例は、常に、上下に配置された 1 つのマイクロレンズに対応する 1 つのマイクロミラーを示しているが、複数のマイクロミラーを覆う 1 つの大きなマイクロレンズ又は 1 つのマイクロミラーを通過する放射線のビーム経路に配置された複数のマイクロレンズを形成することも可能でありうる。このような構成は、V E C S E L 又は V E C S E L アレイの特別な応用に対して有利でありうる。

【符号の説明】

【 0 0 2 4 】

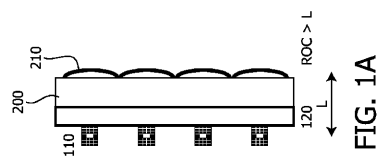
1 1 0 V E C S E L の半導体層スタック  
1 1 1 V C S E L  
1 2 0 キャリア基板  
2 0 0 透明基板  
2 1 0 鏡面  
2 1 1 鏡面  
2 2 0 レンズ面  
3 1 0 スペーサ  
3 1 1 スペーサ層

10

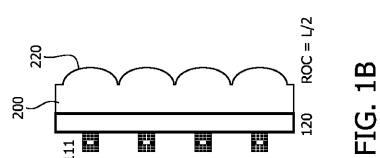
20

30

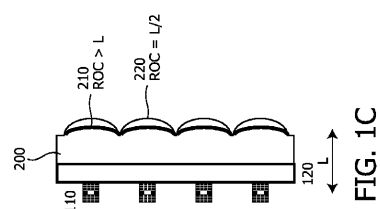
【図 1 A】



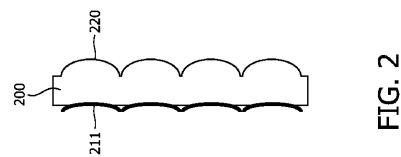
【図 1 B】



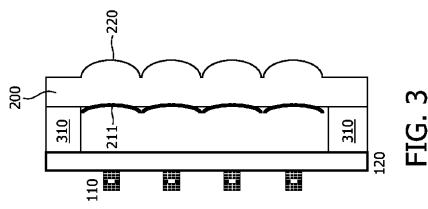
【図 1 C】



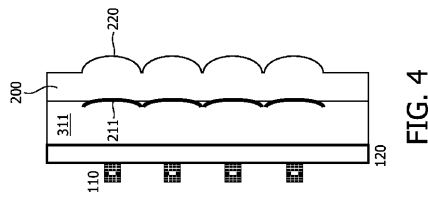
【図 2】



【図 3】



【図 4】





## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2011/054850

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01S5/40 H01S5/42 H01S5/026  
 ADD. H01S5/14 H01S5/183

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)

H01S 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, COMPENDEX, INSPEC, 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	JP 2002 289969 A (RICOH KK) 4 October 2002 (2002-10-04) abstract paragraphs [0026] - [0065], [0073] - [0077]; figures 1,4,7,10 -----	1-9
X	US 6 026 111 A (JIANG WENBIN [US] ET AL) 15 February 2000 (2000-02-15) column 2, line 30 - column 5, line 64; figure 1 -----	1,2,5,6, 9
Y	-----	1-9
X	JP 2003 060299 A (RICOH OPTICAL IND CO) 28 February 2003 (2003-02-28) abstract; figure 7 -----	1-4
X	US 2007/002922 A1 (MCDONALD MARK E [US]) 4 January 2007 (2007-01-04) paragraphs [0020] - [0026]; figure 1A -----	1,2,5
	----- -/-	

☒ 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 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.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2012

Date of mailing of the international search report

07/03/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Laenen, Robert

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2011/054850

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/165144 A1 (MIKHAILOV ALEKSEI [DE] ET AL) 27 July 2006 (2006-07-27)	1-9
Y	paragraphs [0019] - [0029]; figure 2 -----	1-9
Y	JP 2006 066538 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 9 March 2006 (2006-03-09) abstract paragraphs [0024] - [0032]; figures 1-4 -----	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2011/054850

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002289969 A	04-10-2002	JP 4437376 B2 JP 2002289969 A	24-03-2010 04-10-2002
US 6026111 A	15-02-2000	NONE	
JP 2003060299 A	28-02-2003	NONE	
US 2007002922 A1	04-01-2007	EP 1897187 A1 JP 2008544579 A KR 20080016700 A US 2007002922 A1 WO 2007005803 A1	12-03-2008 04-12-2008 21-02-2008 04-01-2007 11-01-2007
US 2006165144 A1	27-07-2006	AU 2003251680 A1 EP 1540786 A2 JP 2005537643 A KR 20050057117 A US 2006165144 A1 WO 2004021525 A2	19-03-2004 15-06-2005 08-12-2005 16-06-2005 27-07-2006 11-03-2004
JP 2006066538 A	09-03-2006	JP 2006066538 A WO 2006022162 A1	09-03-2006 02-03-2006

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 メンチ ホルガー

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング  
4 4

Fターム(参考) 5F173 AC26 AC53 AD02 AD05 AD20 AR55 MF02 MF39

## 【要約の続き】

ィ長さは、モノリシックスペーサ 1 2 0 により調整されうる。