

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6250657号
(P6250657)

(45) 発行日 平成29年12月20日(2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日(2017.12.1)

(51) Int.Cl.

F 1

H O 1 S 5/42 (2006.01)
H O 1 S 5/183 (2006.01)H O 1 S 5/42
H O 1 S 5/183

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-519442 (P2015-519442)
(86) (22) 出願日	平成25年6月26日 (2013.6.26)
(65) 公表番号	特表2015-524609 (P2015-524609A)
(43) 公表日	平成27年8月24日 (2015.8.24)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2013/055241
(87) 國際公開番号	W02014/002024
(87) 國際公開日	平成26年1月3日 (2014.1.3)
審査請求日	平成28年6月23日 (2016.6.23)
(31) 優先権主張番号	61/664,218
(32) 優先日	平成24年6月26日 (2012.6.26)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーネー アイン ドーフェン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven n (74) 代理人 110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ
-----------	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】均一な線形強度プロファイルのためのレーザモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共通キャリア上に、第1軸に沿って並んで配置される複数のサブモジュールを有し、前記サブモジュールのそれぞれは、前記サブモジュールの面の上に、1又は複数の半導体レーザのアレイから形成されるレーザエリアを有し、前記半導体レーザから放射されるレーザ照射は、前記サブモジュールの前記面に面する加工面に強度分布を形成し、前記サブモジュール及び前記レーザエリアは、隣接するサブモジュールのレーザエリアの投影が前記第1軸と垂直な方向において部分的に重なるように配置され、前記レーザエリアは、2つの平行な側端部を有する前記半導体レーザのアレイのアレンジメントから形成され、隣接するレーザエリアの前記平行な側端部は、互いに平行であり、前記第1軸に対して $0^\circ < 90^\circ$ の角度だけ傾斜し、前記レーザエリアは、当該レーザエリアの傾斜したアレンジメントによって、前記第1軸に平行な方向において前記加工面における均一な強度分布を生成し、

前記半導体レーザの各アレイは六角形アレンジメントの半導体レーザを有し、前記六角形アレンジメントの主軸が前記第1軸に平行に配向される、レーザモジュール。

【請求項 2】

前記半導体レーザのアレイの前記アレンジメントは、長方形エリアを形成する、請求項1に記載のレーザモジュール。

【請求項 3】

前記角度は、条件： $H \times \cos \theta = n \times (B + G) / \sin \theta$ に従って選択され、 n 20

は任意の整数、Bは前記長方形エリアの幅、Hは前記長方形エリアの高さ、及びGは隣接するサブモジュールの前記レーザエリア間のギャップの幅である、請求項2に記載のレーザモジュール。

【請求項4】

前記アレンジメントの前記平行な側端部は、前記第1軸に対して $\theta = 45^\circ$ の角度だけ傾斜し、前記半導体レーザは長方形又は正方形の発光エリアを持ち、前記発光エリアの側端部が前記アレンジメントの前記平行な側端部に対して 45° の角度で配向されている、請求項1に記載のレーザモジュール。

【請求項5】

前記アレンジメントの前記平行な側端部は、前記第1軸に対して $\theta = 30^\circ$ 又は $\theta = 60^\circ$ の角度だけ傾斜する、請求項1に記載のレーザモジュール。

【請求項6】

前記サブモジュールは、前記半導体レーザの正面に個々のマイクロレンズ及び/又は単一円筒レンズを有し、前記マイクロレンズ及び/又は円筒レンズは、前記加工面にレーザラインを生成する前記半導体レーザによって放射されるレーザ照射をコリメートする又は合焦させ、前記レーザラインは、前記第1軸に平行に延びる、請求項1に記載のレーザモジュール。

【請求項7】

前記半導体レーザは、VCSEL又はV рCSELである、請求項1に記載のレーザモジュール。

20

【請求項8】

前記サブモジュール及び前記レーザエリアは、前記サブモジュールの幾つかをカバーする前記レーザモジュールの少なくとも中央部分において、前記半導体レーザによって放射されるレーザ照射のレーザパワーが、前記第1軸に垂直な方向に積分された場合に、前記第1軸の各部分に対して $\pm 10\%$ の精度内で一致し、前記第1軸の前記部分は、隣接する半導体レーザ間の距離よりも大きく、隣接するレーザエリア間のギャップよりも小さいように配置される、請求項1に記載のレーザモジュール。

【請求項9】

前記加工面内で対象物面を動かす又は前記第1軸に垂直に前記レーザモジュールを動かす装置に実装される、請求項1に記載のレーザモジュール。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共通キャリア上に並んで配置される複数のサブモジュールを有し、前記サブモジュールのそれぞれは、1又は複数の半導体レーザのアレイから形成されるレーザエリアを有するレーザモジュールに関する。

【0002】

多くの既存の及び将来のアプリケーション分野において、半導体レーザでの加熱は、関心が高まっているトピックである。一部のアプリケーションは、辺長の比率が高いトップハットの長方形プロファイルを意味する均一な線形強度プロファイルを必要とする。一例は、最大1.1mの長さ及びほんの数ミリメートル幅のレーザラインを要するプロ用の印刷機におけるインクの乾燥である。他のアプリケーション分野は、金属若しくはプラスチックの加熱、脱毛、肌のお手入れ、又は製造における接着剤及び塗料の乾燥である。

40

【背景技術】

【0003】

印刷、インク乾燥、ロール・ツー・ロール製造プロセス、又は他のアプリケーションにレーザ加熱線を使用する場合、面で加熱される対象物は、加熱線の下をライン方向に垂直な方向に通る。代替的に、加熱線は、対象物に関して線方向に垂直な方向に動く。半導体レーザで十分に高いレーザパワーのレーザラインを生成するためには、面発光半導体レーザのアレイを有する複数のサブモジュールを共通キャリア上に並べて配置することが必要

50

である。 単一半導体レーザの出射は、その後、適切なレンズシステム、特に、円筒レンズによって加工面上に所望のライン形状に焦点が合わせられる。このようなモジュールを用いると、個々のサブモジュール間の回避できないギャップに起因する問題が発生し、レーザラインに沿って複数の強度最小値をもたらす。このような強度最小値を回避する又は低減するために、WO2011/21140 A2は、レーザラインに沿って隣接するサブモジュールの強度分布を重ねる、加工面上にレーザ照射の焦点を合わせるための光学系の特別なデザインを提案する。2つのサブモジュール間の光学ギャップは、このとき、モジュールと加工面との間のある距離に対して閉じることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

本発明の目的は、特別にデザインされた光学系を必要とすることなく、ラインに沿って均一な強度分布を持つレーザラインの生成を可能とする複数のサブモジュールを有するレーザモジュールを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本目的は、請求項1によるレーザモジュールで達成される。レーザモジュールの有利な実施形態は、従属請求項の主題であり又は明細書の後述部分に説明される。

【0006】

提案されるレーザモジュールは、共通キャリア上に、第1軸に沿って並んで配置される複数のサブモジュールを有する。サブモジュールのそれぞれは、サブモジュールの面の上に配置される1又は複数の半導体レーザのアレイから形成されるレーザエリアを有する。前記半導体レーザから放射されるレーザ照射は、サブモジュールの前記面に面する加工面に強度分布を形成する。レーザエリアは、サブモジュールの面の表面エリアと同一でもよく、又はこの表面エリアより小さくてもよい。サブモジュール及びレーザエリアは、隣接するサブモジュールのレーザエリアが第1軸と垂直な方向において部分的に重なるようにデザインされ、配置される。

20

【0007】

好ましい実施形態では、レーザエリアは、2つの平行な側端部を有する半導体レーザのアレイのアレンジメントから形成される。隣接するサブモジュールのレーザエリアの平行な側端部は、互いに平行であり、前記第1軸に対して角度（ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ）だけ傾斜している。一般に、レーザエリア及び更にサブモジュールの面は、長方形であるが、2つの平行な側端部を持つ他の形状、例えば台形の幾何学的デザインも可能である。

30

【0008】

このようなモジュールで生成される強度分布は、好ましくは細長い形状、例えば加工面における長さが幅よりも大きい長方形形状を持つ。好ましい実施形態では、強度プロファイルは、ライン形状を有する。このようなライン形状強度プロファイルは、レーザラインと垂直な方向に放射されるレーザ照射を所望の線幅に焦点を絞るために、半導体レーザと加工面との間に適切な光学系を必要とする。加工面における強度プロファイルの長い方の辺の方向は、第1軸に沿ってサブモジュールがキャリア上に配置される当該第1軸と平行である。キャリアは、サブモジュールを実装することができる任意の構造、例えばプレート又はフレームでもよい。

40

【0009】

サブモジュールは、上記実施形態において、キャリア上に互いに平行なレーザエリアの平行な側端部を備えて配置される。既知の、これら側端部の、第1軸に対して垂直なアレンジメントと対照的に、サブモジュールは、提案されるモジュールにおいて、これらのレーザエリアの側端部が、第1軸に対して 0° より大きく、 90° よりも小さい角度で配置される。角度は、前記第1軸に平行な方向の加工面における強度プロファイルの強度変動が 0° 又は 90° のアレンジメントに対して減少するように、隣接するサブモジュールの面の平行な側端部間の距離又は隣接するサブモジュールのレーザエリア間の距離に依存し

50

て選択される。

【0010】

サブモジュール面又はレーザエリアのこれらの光学軸周りのこの回転により、生成された強度プロファイルの均一性は、第1軸に平行な方向、特に強度プロファイルの長さ方向で、特にレーザラインの場合に、改善される。サブモジュールのレーザエリア間の所定の距離で適切な回転角度を選択することにより、サブモジュール間又はレーザエリア間のギャップに起因する加工面における強度最小値は、レーザモジュールからの加工面の距離と無関係に完全に取り除くことができる。これは、レーザ出射をコリメートする及び／又は所望の形状に焦点を絞るためにレーザの正面で使用される任意の光学系と無関係である。提案されるデザインは、上記効果を達成するために特別な光学系を全く必要とせず、よって製造が簡単である光学アレンジメントを使用することを可能にする。例えば円形又は長方形のV C S E L（垂直共振器型面発光レーザ、V C S E L : vertical cavity surface emitting laser）又はV E C S E L（垂直外部共振器型面発光レーザ、V E C S E L : vertical extended cavity surface emitting laser）が有り得るレーザアレイにおける半導体レーザのデザインにも同じことが当てはまる。隣接するサブモジュールのレーザエリアが第1軸に垂直な方向において部分的に重なるようなサブモジュール及びレーザエリアの他のデザイン及びアレンジメントの場合に、同じ利点が達成される。サブモジュール及びレーザエリアは、更に例えばこの目的のために三角形状を有してもよい。

10

【0011】

サブモジュール及びレーザエリアのデザイン及びアレンジメントは、好ましくは、レーザモジュールの境界エリアを除いては、半導体レーザにより放射されたレーザ照射のレーザパワーが、第1軸に垂直な方向に積分された場合、第1軸の各部分に対して±10%の精度内に一致するように選択される。第1軸に沿って上記積分強度が合計される又は積分される当該第1軸のこの部分のサイズは、当然ながら隣接する半導体レーザ間の距離よりも大きいが、隣接するレーザエリア間のギャップよりも小さい。個々のレーザ間の相互距離は、この軸に沿ったレーザモジュールの面の小さなスケール上に強度変動を引き起こすため、第1軸のこの部分のサイズの下限が必要である。レーザモジュールのこのようなデザインで、通常、隣接するレーザエリア間又はサブモジュール間のギャップに起因して発生する、生成されたレーザラインに沿った強度変動は、完全に取り除かれる。

20

【0012】

提案されるレーザモジュールの好ましい実施形態では、個々の半導体レーザは、両辺がレーザエリアの側端部に平行する二次グリッドアレンジメントで配置され、長方形又は正方形の発光エリアを有し、正方形又は長方形の発光エリアの端部は、レーザエリアの平行な側端部に45°の角度で配向されている。代替的に、正方形又は長方形の発光エリアの端部は、二次グリッドアレンジメントの両辺に平行に配向され、二次グリッドアレンジメントは、レーザエリアの平行な側端部に45°の角度で配向されている。レーザエリアの平行な側端部は、レーザの正方形又は長方形の発光エリアの端部が第1軸に平行で、加工面の強度プロファイルの長い方の辺の方向に平行であるように、どちらの場合にも前記第1軸に対して45°の角度で配向されている。

30

【0013】

別の有利な実施形態では、各レーザアレイは、サブモジュールの面の前記側端部に対して30°又は60°の角度で主軸に配向される六角形アレンジメントのレーザを有する。この実施形態では、サブモジュールは、前記第1軸に対して30°又は60°の角度で配向される。両実施形態は、必要であればコリメート用の従来のマイクロレンズアレイ又は単一の大型円筒レンズと組み合わせることができる実質的に従来型のレーザアレイのレイアウトの利点を有する。円筒マイクロレンズは、強度プロファイルの長い方の辺の方向、特にレーザライン、すなわち第1軸に対して回転される必要がないレンズの横列及び縦列を形成する場合に、使用されることができる。単一の大型円筒レンズを用いる場合にも同じことが当てはまる。

40

【0014】

50

本特許出願においてサブモジュールなる用語は、1又は複数の半導体レーザのアレイを有する任意のユニットに関する。モジュールの構造又はサイズに依存して、このようなサブモジュールは、複数の半導体レーザチップ又は半導体レーザの小さなアレイを有するチップが実装されるサブマウントから形成されることができる。このようなユニット又はサブモジュールは、複数の上記サブマウント又は半導体レーザを備える複数のチップ若しくは半導体レーザのアレイが上に実装されるマイクロ冷却器から形成されることができる。

【0015】

長方形レーザエリアの好ましい実施形態では、傾斜角度、すなわち第1軸とレーザエリアのまっすぐに平行な端部との間の角度は、下記の条件： $H \times \cos \theta = n \times (B + G) / \sin \theta$ (n は任意の整数、 θ は傾斜角度、 B は2つの平行な側端部間のレーザエリアの幅、 H は長方形レーザエリアの高さ、 G はサブモジュールのレーザエリア間のギャップのサイズ、すなわち隣接するサブモジュールの面の対向する側端部間（又はレーザエリアの幅 B がサブモジュールの面の幅よりも小さい場合は、隣接するレーザエリア間）のギャップ）に従って選択される。この条件では、生成されるレーザラインに沿った強度最小値、又はサブモジュール間若しくはレーザエリア間のギャップによる細長いレーザ強度分布の強度最小値を完全に回避することができる。提案されるアレンジメントで達成される均一性は、もはやモジュールからの加工面の距離に依存しない。

【0016】

提案されるレーザモジュールは、最も長い延長方向に沿って高い均一性を有する、加工面における細長いレーザ強度プロファイルを必要とする任意のアプリケーションに使用することができる。提案されるレーザモジュールは、十分に多くのサブモジュールをキャリア上に第1軸に沿って配置することにより、充分な長さ及び小さな幅のレーザラインの生成を可能にする。このようなレーザモジュールを用いると、明細書の導入部分に既に説明されたように、プロ用の印刷機でのインクの乾燥、金属若しくはプラスチックの加熱、脱毛、肌のお手入れ、又は製造時における接着剤並びに塗料の乾燥といったアプリケーションが可能である。それでもやはり、レーザモジュールは、このような均一な強度プロファイルを必要とする任意の他のアプリケーションにも適している。

【0017】

提案されるレーザモジュールは、請求項により規定される保護範囲を限定することなく、添付の図面に関連する例として以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、従来技術によるレーザモジュールのサブモジュールのアレンジメントの例である。

【図2】図2は、対象物の上をy方向に動かしたときの單一レーザアレイ、サブモジュール、及び傾斜したサブモジュールの積分強度プロファイルを示す図である。

【図3】図3は、傾斜したサブモジュールと、レーザとサブモジュールのレーザアレイとの対応するデザインとを示す図である。

【図4】図4は、レーザと図3aの傾斜したサブモジュールのレーザアレイとのデザインの他の例を示す図である。

【図5】図5は、本発明による複数のサブモジュールのアレンジメントの模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は、従来技術のレーザモジュールにおけるサブモジュール1のアレンジメントを模式図で示している。モジュール全体は、(y方向に)長さH及び(x方向に)幅Bを有するレーザエリア8を持つ多くのサブモジュールから作られる。サブモジュール1は、第1軸10上に沿って配置される。y方向は、加熱される又は照明されるべき対象物がレーザモジュールに対して動く又はレーザモジュールが対象物に対して動く方向である。レーザモジュールで、対象物の上に、すなわち加工面に生成されるレーザラインは、x方向に延びる。サブモジュール1のレーザエリア8は、半導体レーザのアレイ、特にVCSELの

10

20

30

40

50

小アレイを備えるV C S E Lチップから形成される。サブモジュール1を共通キャリアに実装するとき、電気接続、組立公差、安全要件、及び他の理由から、通常、ギャップ幅Gを有するギャップが隣接サブモジュール1間にできることを回避できない。

【0020】

このようなレーザモジュールを、加工面に所望のレーザライン又はレーザ強度分布を生成するために使用すると、積分強度分布

$$\int I(x, y) dy$$

10

は、x方向において変化する。これは、図1の下部に示されており、完全にはコリメートされていない個々のレーザのレーザ出射を仮定している。強度分布における最小値9又は不均一性は、レーザエリア8間又はサブモジュール1間のギャップによってそれぞれ起こる。

【0021】

図2は、單一レーザ若しくはレーザの小アレイを有する單一チップ2(図2a)、單一サブモジュール1(図2b)、及び本発明による傾斜したサブモジュール1若しくはサブモジュール面(図2c)について、この積分強度分布を表す3つの図を示している。この図に示されるように、サブモジュール面の角度θの傾斜は、積分強度分布をx方向に広げる。この図においても、個々のレーザのレーザ出射は、完全にはコリメートされていないと仮定される。積分は、照射される対象物のy方向における速い動きを考慮に入れている。サブモジュール1のこの傾斜は、全積分強度プロファイル積分

20

$$\int I(x, y) dy$$

30

の変調度を低減する。

【0022】

本発明は、この効果を利用し、サブモジュール面又はサブモジュール1全体を、これらの平行な側端部がレーザモジュールにおける移動方向(y方向)に対して角度θ=0°及びθ=90°で配置する。サブモジュール1は、このレーザモジュールにおいてx方向に平行な第1軸10に沿って配置されるので、これは、サブモジュール1が、これらの面の平行な側端部が第1軸10に対して角度θ=90°-θで配置されることを意味する。この傾斜角度は、隣接するサブモジュール1のレーザエリア8が視野方向としてのy方向に関して部分的に重なるように選択される。

【0023】

細い線焦点(y方向に小さな寸法)を達成するために、個々の半導体レーザの出射は、例えば円筒マイクロレンズアレイによってy方向にコリメートされることが多くの場合必要である。モジュール全体の出射は、更に適切な円筒レンズで所望の線幅に焦点が絞られてもよい。従って、半導体チップ上の半導体レーザと、非回転対称V C S E L形状の場合は、更に個々のV C S E Lの方向と、V C S E Lの正面の円筒マイクロレンズの方向とのアレイアレンジメントは、y軸に対して同じ角度θだけ傾斜される必要がある。

40

【0024】

一部の特別な傾斜角度については、V C S E Lレイアウトは、図3及び図4に示されるように、より従来型のものになり得る。図3aは、面がx方向に対して角度θだけ傾斜しているサブモジュール1を示す。マイクロレンズアレイが取り付けられたV C S E Lアレ

50

イチップ4が図に模式的に示されている。好ましい実施形態では、六角形アレンジメントの主軸の一つ6が、チップエッジの一つに対して30°又は60°である六角形アレンジメントを備え、実装されるサブモジュール1上にx方向と平行にあるV C S E Lアレイに対して、傾斜角度θは、30°又は60°である。これは、六角形アレンジメントの単一V C S E L5を備えるV C S E Lアレイチップ2を示す図3bに示されている。図3cは、チップ2の対応する側端部に対して同じく30°又は60°傾斜されているアレイのマイクロレンズの横列7のアレンジメントを示す。

【0025】

他の実施形態では、図4に示されるように、主軸がチップ軸と垂直である二次アレイアレンジメントを備えるV C S E Lアレイに対して、傾斜角度θは、45°である。この図は、チップエッジに対して45°で配置される長方形のV C S E L5を有する二次アレイを備えるチップ2の例を示す。

【0026】

傾斜角度θは、好ましくは、レーザエリア8間又はサブモジュール1間のギャップが、投影されるレーザラインに対して完全に閉じるように選択される。従って、条件 $H \times c_0 s = n \times (B + G) / \sin(\theta)$ (nは整数)が、図5に例示されるように満たされなければならない。図5は、n=2のレーザモジュールの面又はサブモジュール1の傾斜したアレンジメントを示す。サブモジュール1は、第1軸10に沿って(x軸に平行に)配置され、これらの平行な側端部3が前記第1軸に対して角度θ=90°-(θは、y方向に対する側端部3の角度)で傾斜している。この例ではレーザエリア8と一致する、サブモジュール1の面の平行な側端部3間の固定されたギャップ幅Gについて、他のモジュール要件で複数の解決策のセット{H, B, G}を見つけることが可能である。例えば:Hは、ユニット長毎のパワーにも影響を及ぼし、θは、好ましくは30°、45°、又は60°などである。上記要件に対して、レーザラインにおける光学ギャップを完全に回避することができる。均一性は、レーザモジュールと加工面との間の距離に依存しない。図5の下部は、x軸上の位置に依存するレーザラインの積分強度分布

$$\int I(x, y) dy$$

を示す。レーザラインは、条件 $x_1 \leq x \leq x_3$ の全て位置に対して均一であり、 x_1 及び x_3 は、図の上部に示されている。

【0027】

本発明は、図面及び前述の記載において詳細に図示及び説明されたが、このような図示及び説明は、解説的又は例示的であって限定するものではないと見なされるべきである。即ち、本発明は、開示された実施形態に限定されるものではない。開示された実施形態に対する他のバリエーションは、当業者により、請求項に係る発明を実施する際に、図面、開示内容、及び添付の請求項の精査から理解され、達成され得る。請求項において「有する(comprising)」なる単語は、他の構成要素又はステップを排除するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は、複数を排除するものではない。特定の手段が相互に異なる従属請求項に引用されているという单なる事実は、これら手段の組み合わせを有利に使用することができないということを示すものではない。デバイスに関する全請求項の特徴は、自由に組み合わせができる。請求項における任意の参照符号は、本発明の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

【符号の説明】

【0028】

- 1 サブモジュール
- 2 V C S E Lアレイチップ

10

20

30

40

50

- 3 平行な側端部
- 4 マイクロレンズアレイを備えるV C S E L アレイ
- 5 単一V C S E L
- 6 六角形アレンジメントの主軸
- 7 マイクロレンズの横列
- 8 レーザエリア
- 9 強度分布の最小値
- 10 第1軸

【図1】

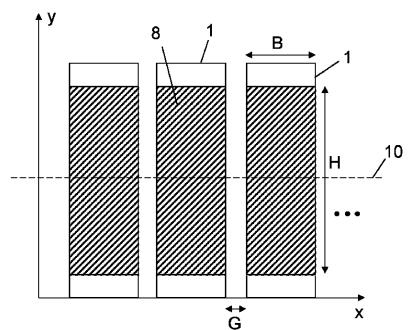
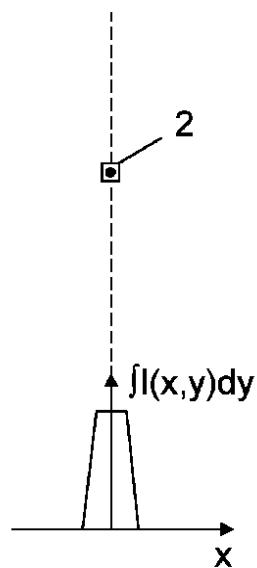


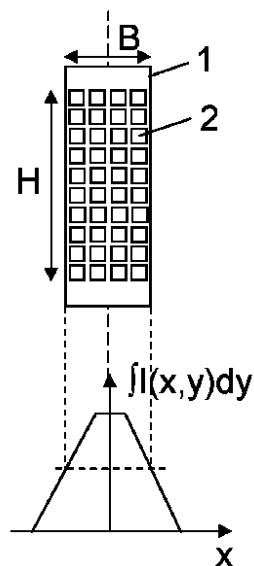
Fig. 1

【図2 a)】



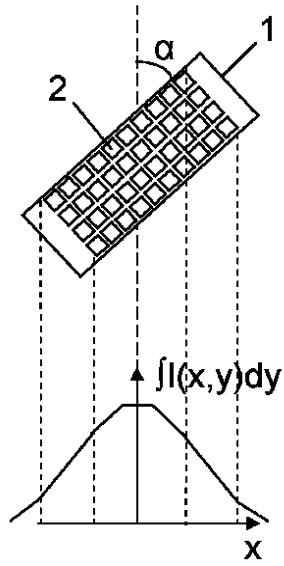
a)

【図 2 b)】



b)

【図 2 c)】



c)

【図 3 】

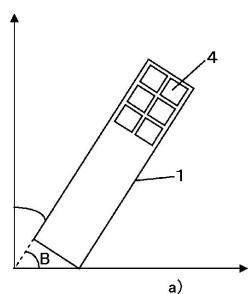
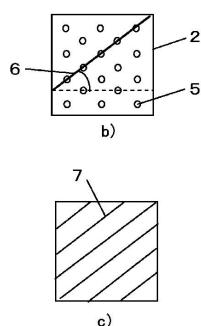


図3



【図 4 】

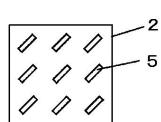
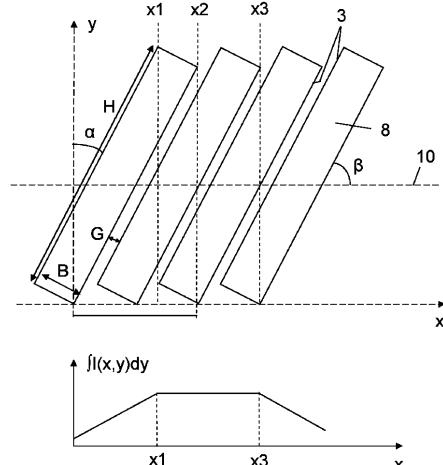


図4

【図 5 】



Fig_5

フロントページの続き

(72)発明者 グロネンボーン ステファン
オランダ国 5 6 5 6 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
5

(72)発明者 ポルマン - レッ彻 ジェンス
オランダ国 5 6 5 6 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
5

審査官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開平10-226100(JP,A)
特開2006-091543(JP,A)
特開2006-150971(JP,A)
特開2013-068732(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0019010(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 S 5 / 00 - 5 / 50