

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月1日(01.03.2018)



(10) 国際公開番号

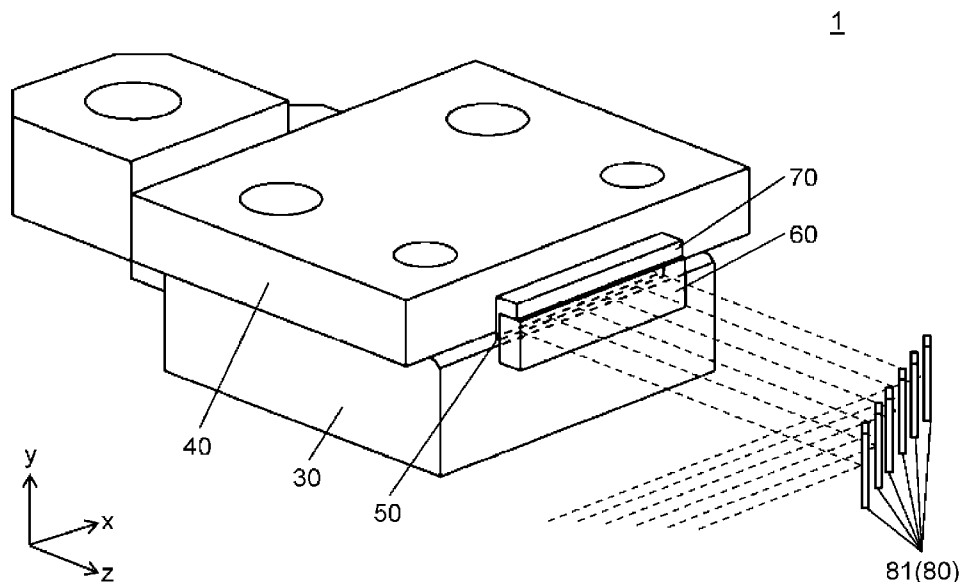
WO 2018/037663 A1

- (51) 国際特許分類: *H01S 5/022* (2006.01) *G02B 13/00* (2006.01) 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/021085 (72) 発明者: 市橋 宏基 (ICHIHASHI Kouki).
- (22) 国際出願日: 2017年6月7日(07.06.2017) (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2016-165360 2016年8月26日(26.08.2016) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

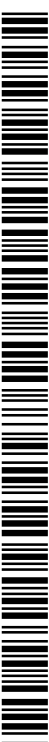
(54) Title: LASER MODULE

(54) 発明の名称: レーザモジュール

$$x^2 \leq \left(\frac{f}{w_0}\right)^2 \left(\frac{W^2}{16} - \left(\frac{\lambda f}{\pi w_0}\right)^2\right) \dots (1)$$



(57) **Abstract:** A laser module according to the present disclosure is provided with: a laser diode which includes a plurality of emitters arranged in a first direction, and which emits laser light from each of the plurality of emitters in a light emitting plane; a first collimator lens which is provided on the light emitting plane side of the laser diode, and which has positive power in a fast axis direction; a beam twister which is positioned on the laser light emitted side of the first collimator lens, and which causes the laser light to turn through approximately 90 degrees; and an optical element which is positioned



WO 2018/037663 A1

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

on the laser light emitted side of the beam twister, and which has a plurality of incident surfaces provided in a stepped manner. The laser module satisfies the following condition expression (1), wherein: x is the distance from an emitting plane of the beam twister to the incident surfaces of the optical element; W is the width of the incident surfaces in the first direction; λ is the wavelength of the laser light; f is the focal point distance of the first collimator lens; and w_0 is the beam size of the laser light in a direction perpendicular to the first direction on the emitting plane of the emitters.

(57) 要約 : 本開示に係るレーザーモジュールは、第1の方向に配列された複数のエミッタを有し、発光面において複数のエミッタのそれぞれからレーザー光を出射するレーザーダイオードと、レーザーダイオードの発光面側に設けられ、ファスト軸方向に正のパワーを有する第1のコリメートレンズと、第1のコリメートレンズのレーザー光を出射する側に位置し、レーザー光を約90度回転させるビームツイスタと、ビームツイスタのレーザー光を出射する側に位置し、階段状に設けられた複数の入射面を有する光学素子と、を備える。レーザーモジュールは次の条件式(1)を満足する。ここで、 x : ビームツイスタの出射面から光学素子の入射面までの距離、 W : 入射面の第1の方向の幅、 λ : レーザ光の波長、 f : 第1のコリメートレンズの焦点距離、 w_0 : エミッタの出射面での第1の方向に垂直な方向におけるレーザー光のビーム径、である。

明 細 書

発明の名称： レーザモジュール

技術分野

[0001] 本開示はレーザモジュールに関し、特に、複数のエミッタが形成されたレーザダイオードを搭載したレーザモジュールに関する。

背景技術

[0002] 近年、レーザ切断やレーザ溶接といったレーザ加工の分野では、レーザダイオードを用いたレーザモジュールにおいて、高出力かつ高いビーム品質のレーザ光を出力することが要求されている。

[0003] 特許文献1のレーザエミッタモジュールは、5つのエミッタを有するレーザエミッタバーと、ヒートシンクと、ヒートシンクスペーサと、ファスト軸コリメータと、プリズム部材と、ビームコンディショニング光学部材とを有する。レーザエミッタバーは、ヒートシンクの上に固定され、ヒートシンクはヒートシンクスペーサの上に固定される。また、ファスト軸コリメータおよびビームコンディショニング光学部材は、ヒートシンクスペーサの上に固定されたプリズム部材に固定される。ファスト軸コリメータは、エミッタから出力されたレーザ光をファスト軸方向においてコリメートする。また、ビームコンディショニング光学部材としては、例えば、ビームツイスタが用いられ、入射されたレーザ光を約90度回転させて出射する。

[0004] これにより、レーザ光の拡がり角が大きいファスト軸方向においてファスト軸コリメータによってレーザ光をファスト軸方向にコリメートし、ファスト軸とスロー軸とが入れ替わるようにレーザ光を90度回転させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-95916号公報

発明の概要

- [0006] 高出力かつビーム品質の改善されたレーザモジュールを提供する。
- [0007] 本開示に係るレーザモジュールは、第1の方向に配列された複数のエミッタを有し、発光面において複数のエミッタのそれぞれからレーザ光を出射するレーザダイオードと、レーザダイオードの発光面側に設けられ、ファスト軸方向に正のパワーを有する第1のコリメートレンズと、第1のコリメートレンズのレーザ光を出射する側に位置し、レーザ光を約90度回転させるビームツイスタと、ビームツイスタのレーザ光を出射する側に位置し、階段状に設けられた複数の入射面を有する光学素子と、を備える。レーザモジュールは次の条件式(1)を満足する。

[0008] [数1]

$$x^2 \leq \left(\frac{f}{w_0} \right)^2 \left(\frac{W^2}{16} - \left(\frac{\lambda f}{\pi w_0} \right)^2 \right) \quad \dots (1)$$

- [0009] ここで、
- x : ビームツイスタの出射面から光学素子の入射面までの距離、
 - W : 入射面の第1の方向の幅、
 - λ : レーザ光の波長、
 - f : 第1のコリメートレンズの焦点距離、
 - w₀ : エミッタの出射面での第1の方向に垂直な方向におけるレーザ光のビーム径、
- である。

- [0010] 以上のように、本開示のレーザモジュールによれば、高出力でビーム品質の改善されたレーザ光を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の概略構成を示す斜視図である。

[図2]図2は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の水平斜視図である

。

[図3]図3は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の正面図である。

[図4]図4は、図3の領域Aの拡大図である。

[図5]図5は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の側面図である。

[図6]図6は、図5の領域Bの拡大図である。

[図7]図7は、実施の形態1におけるファーストコリメートレンズ50の斜視図である。

[図8]図8は、図7の8-8線における断面図である。

[図9]図9は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の部分斜視図である

。

[図10]図10は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の正面図である

。

[図11]図11は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の背面図である

。

[図12]図12は、実施の形態1におけるビームツイスタ60を構成するシリンドリカルレンズ61の斜視図である。

[図13]図13は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す斜視図である。

[図14]図14は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す側面図である。

[図15]図15は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す上面図である。

[図16]図16は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の段差ミラー80を示す図である。

[図17]図17は、実施の形態2におけるレーザモジュール2のプリズム90を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] (実施の形態1)

以下、本開示の実施の形態について、図1～図16を用いて説明する。

[0013] [1-1. レーザモジュール]

図1は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の概略構成を示す斜視図である。図2は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の水平斜視図である。図3は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の正面図である。図4は、図3の破線で囲った領域Aの拡大図である。図5は、実施の形態1におけるレーザモジュール1の側面図である。図6は、図5の破線で囲った領域Bの拡大図である。

[0014] 図1～図6に示すように、実施の形態1のレーザモジュール1は、レーザダイオード10と、サブマウント20と、下部電極ブロック30と、上部電極ブロック40とファーストコリメートレンズ50と、ビームツイスタ60と、台座70と、段差ミラー80とを備える。レーザダイオード10は複数のエミッタ11を備え、そのエミッタ11からレーザ光を出力する。また、レーザダイオード10はサブマウント20に搭載され、これらが下部電極ブロック30と上部電極ブロック40とによって挟まれている。下部電極ブロック30および上部電極ブロック40は、レーザダイオード10を電源（図示せず）と接続するための電極の機能と、レーザダイオード10が発生した熱を放出するためのラジエータの機能とを有する。

[0015] また、レーザダイオード10の発光面は、下部電極ブロック30および上部電極ブロック40の側面とほぼ同一面となるように配置されている（図3および図4の正面、図5および図6の右端面に相当）。レーザダイオード10の発光面には複数のエミッタ11が配列されており、レーザダイオード10に電流が流れると、発光面において、それぞれのエミッタ11からレーザ光が出力される。エミッタ11におけるレーザダイオード10の発光面と反対の面には、レーザ光が全反射するように端面処理が施されている。

[0016] 図6に示すように、レーザダイオード10の発光面に向かい合うようにファーストコリメートレンズ50（第1のコリメートレンズ）が所定の距離（第1の距離）だけ離れて配置されている。ファーストコリメートレンズ50

は、レーザダイオード10から出力されたレーザ光のファスト軸方向の拡がりをコリメートする。ファーストコリメートレンズ50は、平面と曲面とを有しており、実施の形態1では、ファーストコリメートレンズ50の平面をレーザダイオード10側に、ファーストコリメートレンズ50の曲面をレーザダイオード10とは反対側になるように配置する。なお、ファーストコリメートレンズ50の曲面をレーザダイオード10側に、ファーストコリメートレンズ50の平面をレーザダイオード10とは反対側になるように配置しても構わない。

[0017] また、ファーストコリメートレンズ50の側面の高さd52（図8参照）は、ファスト軸方向に拡がるレーザ光をすべて入射するのに十分な大きさである。さらに、ファーストコリメートレンズ50の側面の長さd54（図7参照）は、レーザダイオード10からのレーザ光をすべて入射するのに十分な大きさである。

[0018] ファーストコリメートレンズ50に対して、レーザダイオード10とは反対側には、ビームツイスタ60がファーストコリメートレンズ50と所定の距離（第2の距離）だけ離れて配置されている。ビームツイスタ60は、ファーストコリメートレンズ50から出射されたレーザ光を約90度回転させる。なお、ファーストコリメートレンズ50とビームツイスタ60とは、それぞれの位置関係を規定するように、台座70に固定されている。なお、ファーストコリメートレンズ50から出射した時点ではレーザ光のスロー方向はコリメートされておらず拡がりが続いていることから、ビームツイスタ60の位置は、ファーストコリメートレンズ50にできるだけ近い方がよく、接触（距離が0 μ m）しても構わない。しかしながら、ビームツイスタ60の複数のシリンドリカルレンズ61の加工精度を考慮して、ファーストコリメートレンズ50とビームツイスタ60とを少し離すことが現実的である。

[0019] 図1に示すように、ビームツイスタ60の出射面と向かい合うように、段差ミラー80（光学素子の一例）が配置される。段差ミラー80は、エミッタ11の数に対応した複数の反射ミラー81によって構成される。各反射ミ

ラー81はそれぞれ、複数のエミッタ11の出射するレーザ光の光軸上に配置される。また、各反射ミラー81は、各反射ミラー81の反射光の相互の間隔が入射光の間隔に対して狭くなるように、階段状に配置されている。

[0020] 以上のように、レーザダイオード10から出射されたレーザ光を初めにファーストコリメートレンズ50によってファスト軸方向でコリメートすることで、ファスト軸方向のレーザ光の拡がりを抑えることができる。さらに、ファーストコリメートレンズ50から出射されたレーザ光をビームツイスタ60によって旋回させることで、スロー軸方向の拡がりに関しても、隣接するエミッタとの重なりを最小限に抑えて回避できる。また、段差ミラー80によって、各エミッタ11の出射するレーザ光同士のファスト軸方向の間隔を狭くできる。これにより、レーザダイオード10における各エミッタ11の間隔を変えることなく、レーザモジュール1から出射されるレーザ光の配列方向のピッチ（配置間隔）を最小限にすることが可能となる。さらにこれにより高いビーム品質で、高出力のレーザ光を出力することが可能となる。

[0021] [1-2. ファーストコリメートレンズ50]

次に、図7および図8を用いて、ファーストコリメートレンズ50について説明する。図7は、実施の形態1におけるファーストコリメートレンズ50の斜視図である。図8は、図7の8-8線における断面図である。

[0022] 図7および図8に示すように、ファーストコリメートレンズ50は、片側に凸面を有する、柱状の光学部材である。なお、図8における上下方向（y軸方向）をファーストコリメートレンズ50の上下方向とし、図8における上下方向と紙面に垂直な方向（x軸方向）を含む平面（xy平面）と実質的に平行な面をファーストコリメートレンズ50の側面とする。また、図8における左右方向（z軸方向）をファーストコリメートレンズ50の厚さ方向とし、上面と下面の中間を中央とする。ファーストコリメートレンズ50の側面の長さとは、図8の紙面に垂直な方向の長さである。

[0023] レーザダイオード10からのすべてのレーザ光を透過させるために、ファーストコリメートレンズ50の側面の長さd54は、レーザダイオード10

の幅（エミッタの配列方向の長さ）よりも長い。また、ファーストコリメートレンズ50は、図7および図8に示すように、側面に実質的に垂直な上面と下面（長さ d_{52} ×幅 d_{51} の大きさの平面）を有し、レーザ光の出射側に凸面を有する。凸面は、上面および下面と角度 d_{55} で接続している。ファーストコリメートレンズ50の厚さ d_{53} は、凸面の中央と側面との距離である。厚さ d_{53} は幅 d_{51} より大きく、凸面はレーザ光の出射側に凸となっている。ファーストコリメートレンズ50は、レーザダイオード10のファスト軸方向にのみ曲率を持ち、側面の長さ方向には曲率を持たないシリンドリカル形状をしている。実施の形態1では、前述のように、ファーストコリメートレンズ50は、レーザダイオード10の発光面の前に配置され、レーザダイオード10のエミッタ11から出射されたレーザ光をファスト軸方向でコリメートする。

[0024] [1-3. ビームツイスタ60]

次に、図9～図15を用いて、ビームツイスタ60について説明する。図9は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の部分斜視図である。図10は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の正面側（レーザ光の入射面側）の図である。図11は、実施の形態1におけるビームツイスタ60の背面側（レーザ光の出射面側）の図である。図12は、実施の形態1におけるビームツイスタ60を構成するシリンドリカルレンズ61の斜視図である。図13は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す斜視図である。図14は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す側面図である。図15は、実施の形態1におけるビームツイスタ60によるレーザ光の光路を示す上面図である。

[0025] 図9～図11に示すように、ビームツイスタ60は、両面が凸レンズである複数のシリンドリカルレンズ61を角度 d_{61} だけ傾けて重ねた光学部材である。実施の形態1では、角度 d_{61} は45度であり、これによって、図10および図11に示すように、正面側から入射されたレーザ光を90度傾けて背面側から出射する。すなわち、レーザ光のファスト軸方向とスロー軸

方向を入れ替えることができる。図9の矢印はレーザ光の進行方向を示し、図10はビームツイスタ60を図9における左側から見た図であり、図11は、ビームツイスタ60を図9における右側から見た図である。

[0026] 図12に示すように、実施の形態1では、レーザダイオード10の発光面に対して垂直な方向におけるシリンダリカルレンズ61の厚さd62が1.55mmで、側面の高さd63が0.2121mmである。また、シリンダリカルレンズ61の曲面の曲率半径は0.352mmであり、シリンダリカルレンズ61の屈折率は1.85280である。なお、シリンダリカルレンズ61の側面とは、レーザ光の入射面及び出射面であり、側面の高さd63とは、図12における紙面の上下方向におけるシリンダリカルレンズ61の長さである。シリンダリカルレンズ61の曲面とは、レーザ光の入射面及び出射面である。

[0027] そして、図13～図15に示すように、シリンダリカルレンズ61を45度傾けて配置したビームツイスタ60によって、正面（ファーストコリメータレンズ50に向かい合う面）から入射されたレーザ光は旋回するように屈折しながらビームツイスタ60内を進み、90度回転して背面（正面とは反対側の面）から出射される。これにより、レーザ光のファスト軸とスロー軸の位置が入れ替わる。なお、レーザ光は、ファスト軸方向はすでにコリメートされているが、スロー軸方向は広がっている。

[0028] [1-4. 段差ミラー]

図16を用いて、実施の形態1にかかる、段差ミラー80の説明をする。レーザダイオード10の各エミッタ11から出射されるレーザ光の相互の間隔は、段差ミラー80により発散角を変えずに縮小される。

[0029] 段差ミラー80は、レーザモジュール1を構成するエミッタ11の数と同数の反射ミラー81（図16に示す例では、6つのエミッタ11a～11fと、それぞれ対応する6つの反射ミラー81a～81f）で構成されている。また段差ミラー80の反射ミラー81は、レーザモジュール1の光軸に対して45度の角度をなして階段状に配置されている。また各反射ミラー81

は、各反射ミラー81の反射光の相互間隔を入射光の間隔に比べて小さくするように配置される。つまり、レーザダイオード10からの出射光の光軸（z軸）方向に各反射ミラー81の相互間隔を詰めて配置されている。この段差ミラー80において、各反射ミラー81を階段状に配置しているのは、それぞれの反射ミラー81で反射光の光束が他の反射ミラー81に入射することを防止しつつ、反射光の間隔を狭めるためである。

[0030] 次に段差ミラー80によりレーザ光の間隔がレーザ光の配列方向に沿って狭まる原理について説明する。エミッタ11から出射したレーザ光は、ファーストコリメートレンズ50及びビームツイスタ60を通過後、平行光になると仮定して述べる。また、便宜上、ここではエミッタ11の数を6つとして説明するが、これに限定されるものではない。

[0031] 図16に示すように、ビームツイスタ60を通過後のレーザ光のビーム幅をa、各レーザ光の間隔をbとすると、全体のレーザ光束の幅は $6a + 5b$ となる。このようなレーザ光束を仮に1枚の反射ミラー80eで反射した場合、反射されたレーザ光束の幅も $6a + 5b$ となる。しかし実施の形態1においては、z方向に各反射ミラー81の相互間隔を詰めて階段状に配置しているため、各レーザ光の間隔bが削除された状態のレーザ光束となる。段差ミラー80で反射後のレーザ光束の幅は、 $6a$ となる。すなわち、反射ミラー81aの入射面が反射ミラー80eの入射面と同じ位置に配置されているとすると、反射ミラー81bは反射ミラー80eから間隔bだけビームツイスタ60に近づいた位置に配置される。同様に、反射ミラー81c~81fは、反射ミラー80eからそれぞれ間隔2b、間隔3b、間隔4b、間隔5b、ビームツイスタ60に近づいた位置に配置される。

[0032] なお実際には、レーザ光は、回折の影響により完全な平行光とはならず、若干の広がりを持つ。従って、反射ミラー81が反射するレーザ光が隣接する反射ミラー81に干渉しないように、各反射ミラー81の位置をz軸方向に調整する。具体的には、図16の一番上に位置する反射ミラー81aを基準としたとき、一番上の反射ミラー81の移動量は0、上から2つ目の反射

ミラー 81 b の移動量は各レーザ光の間隔 b よりも十分に小さい c、3 つ目の反射ミラー 81 c の移動量は 2 c、4 つ目の反射ミラー 81 d の移動量は 3 c、5 つ目の反射ミラー 81 e の移動量は 4 c、6 つ目の反射ミラー 81 f の移動量は 5 c となる。従って、段差ミラー 80 が反射したレーザ光束の幅は $6a + 5c$ となる。

[0033] 次に、段差ミラー 80 の位置（ビームツイスタ 60 から反射ミラー 81 までの z 軸方向の距離）について説明する。ビームツイスタ 60 の出射面から段差ミラー 80（反射ミラー 81）の入射面までの距離 x は、次の条件式（1）を満足することが望ましい。

[0034] [数1]

$$x^2 \leq \left(\frac{f}{w_0} \right)^2 \left(\frac{W^2}{16} - \left(\frac{\lambda f}{\pi w_0} \right)^2 \right) \quad \dots (1)$$

[0035] ここで、

x : ビームツイスタ 60 の出射面から段差ミラー 80（反射ミラー 81）の入射面までの距離、

W : 反射ミラー 81 の入射面の第 1 の方向の幅、

λ : レーザ光の波長、

f : ファーストコリメートレンズ 50 の焦点距離、

w_0 : エミッタ 11 の出射面でのファスト軸方向（y 軸方向）レーザ光のビーム径、

である。

[0036] 条件式（1）を満足することで、レーザ光が回折作用によって隣接する反射ミラー 81 に入射することを低減させつつ、各レーザ光の間隔を狭くすることができる。

[0037] 条件式（1）の算出について説明する。レーザモジュール 1 において、反射ミラー 81 の入射面の x 軸方向（第 1 の方向）の幅 W と、反射ミラー 81

の入射面に入射するレーザー光の×軸方向のビーム径 $w(x)$ との関係は、次の条件式(2)を満足することが望ましい。条件式(2)を満足すれば、レーザー光のファスト軸方向が基本モードであることから、レーザー光が回折によって隣接する反射ミラー81に入射する量を5%未満に抑制することができる。

[0038] [数2]

$$\frac{W}{2} > 2w(x) \quad \dots (2)$$

[0039] ここで、ビーム径 $w(x)$ は、ビームツイスタ60の出射面からの距離×の関数であり、レーザー光のファスト軸方向が基本モードであることから、ガウスビームの基本モードの伝搬式を用いて、次の式(3)で表される。

[0040] [数3]

$$w^2(x) = w_1^2 \left[1 + \left(\frac{\lambda x}{\pi w_1^2} \right)^2 \right] \quad \dots (3)$$

[0041] また、ビームツイスタ60の出射面におけるレーザー光の×軸方向のビーム径 w_1 は、次の式(4)で表される。

[0042] [数4]

$$w_1 = \frac{\lambda f}{\pi w_0} \quad \dots (4)$$

[0043] 条件式(2)に式(3)および(4)を代入して、距離×について整理すると、上記の条件式(1)が求められる。

[0044] [1-5. 効果]

ここで、スロー軸方向にエミッタ11が配列された場合のレーザー光のビー

ム品質について説明する。配列方向のビーム品質は、エミッタ11の数と各エミッタ11のビーム品質とフィリングファクタの積に比例する。フィリングファクタは、エミッタ間隔／エミッタ幅で求められる。従って、ビーム品質を改善させるためには、エミッタ間隔を狭めることが望ましい。しかしながら、エミッタ間隔を狭めるとエミッタ間の熱干渉が大きくなり、この熱干渉によりレーザ接合部の温度が上昇して、活性層からのキャリアリークや非発光再結合増加による利得減少などが発生しレーザ出力低下を招く。

[0045] 本開示のレーザモジュール1によれば、レーザモジュール1から出射されるレーザ光のファスト軸方向をエミッタ11の配列方向に一致させることができ、エミッタ11の配列方向のビーム品質を向上させることができる。また、段差ミラー80により各レーザ光束の相互の間隔を狭めることができるので、上述した出力低下を回避しつつエミッタ11の配列方向のビーム品質を向上させることが可能となる。さらに、レーザダイオード10におけるエミッタ11の相互の間隔を広げたままレーザモジュール1から出射されるレーザ光の相互の間隔を狭めているため、エミッタ11の間隔を狭くした場合に隣接するエミッタ11の光がビームツイスタ60のシリンダリカルレンズ61に入射することを抑制できる。

[0046] また、各反射ミラー81を当該各反射ミラー81からの反射光相互の間隔を少なくするように配置しているのは、複数のレーザ光における相互の間隔を小さくして全体として幅が狭いレーザ光束を生成するためである。ファイバー結合型のレーザ加工機に用いられる場合、光ファイバーへの結合効率が向上する。

[0047] また、共振器を用いたレーザ発振器を用いる場合、共振器を小さくできることに加え、ビーム品質が向上されることにより、共振器内での光のロスが減少して発振効率がよくなる。

[0048] (実施の形態2)

以下、図17を用いて、実施の形態2におけるレーザモジュール2の説明をする。実施の形態2においては、光学素子として段差ミラー80の代わり

にプリズム90を用いている点において実施の形態1と異なる。なお、実施の形態1と同様の構成については説明を省略する場合がある。

[0049] 実施の形態2に係るプリズム90は、入射面90aと出射面90bを有しており、ビームツイスタ60の出射側に配置されている。プリズム90に入射する光は、複数のエミッタ11（図17に示す例では、6つのエミッタ11a～11f）の配列方向にシフトして出射する。プリズム90は、各エミッタ11に対応する複数の入射面90aを有している。この入射面90aは、ビームツイスタ60の出射光の光軸に対して傾斜している。また、この入射面90aは、階段状に配置されている。他方、出射面90bは、複数のエミッタ11から出射されるレーザ光に対して同一面上に形成される。入射面90aと出射面90bは平行であり、レーザ光がシフトする量が長い光線ほど、レーザ光がプリズム90を通過する距離が長い。

[0050] 実施の形態2のレーザモジュール2では、図17に示すように、6つのエミッタ11（11a～11f）を3つのエミッタ11毎に2つのブロック（エミッタ11a～11cとエミッタ11d～11f）に分け、ブロック毎に入射面90aを階段状に形成し、ブロック毎に対応する出射面90bを同一面上に形成している。そのため、プリズム90は、x軸方向に垂直な平面について面对称となる形状に構成されている。このように、プリズム90を面对称の形状に構成することにより、プリズム90のz軸方向の大きさを小さく構成できる。

[0051] なお、図17に示す例では、入射面90a側を階段状に形成し、出射面90b側を同一面上に形成しているが、出射面90b側を階段状に形成し、入射面90a側を同一面上に形成してもよい。

[0052] また、2つのブロックに分けることなく、6つのエミッタ11全部に対応して入射面90aを階段状に出射面90bを同一面上に（または、出射面90bを階段状に入射面90aを同一面上に）形成してもよい。この場合、プリズムは面对称の形状とはならないので、プリズム90に比べてz軸方向の大きさが大きくなる。

[0053] 入射面90aを通過したレーザ光は、所定のシフト量だけx軸方向にシフトされる。実施の形態2における所定のシフト量は、最大で、エミッタ11a、11fから出射されたレーザ光がそれぞれ(5/2)b、エミッタ11b、11eから出射されたレーザ光がそれぞれ(3/2)b、エミッタ11c、11dから出射されたレーザ光がそれぞれ(1/2)bとなる。エミッタ11a~11cから出射されたレーザ光と、エミッタ11d~11fから出射されたレーザ光とのシフト方向は、逆向きになる。また、シフト量は次の式(5)、(6)で求められる。実際にはレーザ光の回折影響を考え、シフト量は上記の量より幾分小さく設定される。

$$[0054] \quad x_s = l \sin(\theta - \alpha) \quad \dots (5)$$

$$\alpha = \sin^{-1}(1/n \sin(\theta)) \quad \dots (6)$$

ここで、 x_s はシフト量、 l はプリズムを通過する各レーザ光の光路長、 n はプリズムの屈折率、 θ はプリズムに入射するレーザ光の入射角、 α はプリズムに入射するレーザ光の屈折角である。上記の式を用いることで、所望のシフト量に対してプリズムの長さ l 、屈折率 n 、入射角 θ を決定すればよい。

[0055] なお、ビームツイスタ60からプリズム90の入射面までのz軸方向の距離 x の条件については、実施の形態1で説明したレーザモジュール1の場合の条件式(1)と同様であるので説明を省略する。

[0056] 実施の形態2に係るプリズム90を備えるレーザモジュール2によれば、各レーザ光束の相互の間隔をエミッタ幅の調整をせずに狭めることができるので、レーザ光の出力低下を回避しつつエミッタ11の配列方向のビーム品質を向上させることが可能となる。さらに、エミッタ11の相互の間隔を広げたままレーザ光束の相互の間隔を狭めているため、エミッタ11の間隔を狭くした場合に隣接するエミッタ11からのレーザ光がビームツイスタ60のシリンドリカルレンズに入射することを抑制できる。

[0057] また、実施の形態2に係るプリズム90を備えるレーザモジュール2によれば、プリズム90の出射光のベクトルをビームツイスタ60の出射光のベ

クトルと同じにしつつ、各エミッタ 1 1 の間隔を変化させることなくプリズム 9 0 から出射する各レーザ光の相互間隔を狭めることができる。

産業上の利用可能性

[0058] 本開示のレーザモジュールは、高い出力や高い品質が要求されるレーザ切断機やレーザ溶接機といったレーザ加工機、高輝度なプロジェクターの光源などに用いることができる。

符号の説明

- [0059] 1, 2 レーザモジュール
- 1 0 レーザダイオード
 - 1 1 エミッタ
 - 2 0 サブマウント
 - 3 0 下部電極ブロック
 - 4 0 上部電極ブロック
 - 5 0 ファーストコリメートレンズ
 - 6 0 ビームツイスタ
 - 6 1 シリンドリカルレンズ
 - 7 0 台座
 - 8 0 段差ミラー（光学素子の一例）
 - 8 1 反射ミラー
 - 8 0 e 反射ミラー
 - 9 0 プリズム（光学素子の一例）

請求の範囲

[請求項1] 第1の方向に配列された複数のエミッタを有し、発光面において前記複数のエミッタのそれぞれからレーザ光を出射するレーザダイオードと、

前記レーザダイオードの前記発光面側に設けられ、ファスト軸方向に正のパワーを有する第1のコリメートレンズと、

前記第1のコリメートレンズの前記レーザ光を出射する側に位置し、前記レーザ光を約90度回転させるビームツイスタと、

前記ビームツイスタの前記レーザ光を出射する側に位置し、階段状に設けられた複数の入射面を有する光学素子と、を備え、

次の条件式(1)を満足する、レーザモジュール：

[数1]

$$x^2 \leq \left(\frac{f}{w_0} \right)^2 \left(\frac{W^2}{16} - \left(\frac{\lambda f}{\pi w_0} \right)^2 \right) \quad \dots (1)$$

ここで、

x：前記ビームツイスタの出射面から前記光学素子の入射面までの距離、

W：前記入射面の第1の方向の幅、

λ：前記レーザ光の波長、

f：前記第1のコリメートレンズの焦点距離、

w₀：前記エミッタの出射面での前記第1の方向に垂直な方向における前記レーザ光のビーム径、

である。

[請求項2] 前記複数の入射面のそれぞれは、前記複数のエミッタのそれぞれと対応する、

請求項 1 に記載のレーザモジュール。

[請求項3] 前記光学素子の前記複数の入射面のそれぞれは、ミラー面である、請求項 1 に記載のレーザモジュール。

[請求項4] 前記光学素子は、前記複数の入射面から入射したレーザ光を出射する出射面を同一平面上に有するプリズムである、請求項 1 に記載のレーザモジュール。

[請求項5] 第 1 の方向に配列された複数のエミッタを有し、発光面において前記複数のエミッタのそれぞれからレーザ光を出射するレーザダイオードと、

前記レーザダイオードの前記発光面側に設けられ、ファスト軸方向に正のパワーを有する第 1 のコリメートレンズと、

前記第 1 のコリメートレンズの前記レーザ光を出射する側に位置し、前記レーザ光を約 90 度回転させるビームツイスタと、

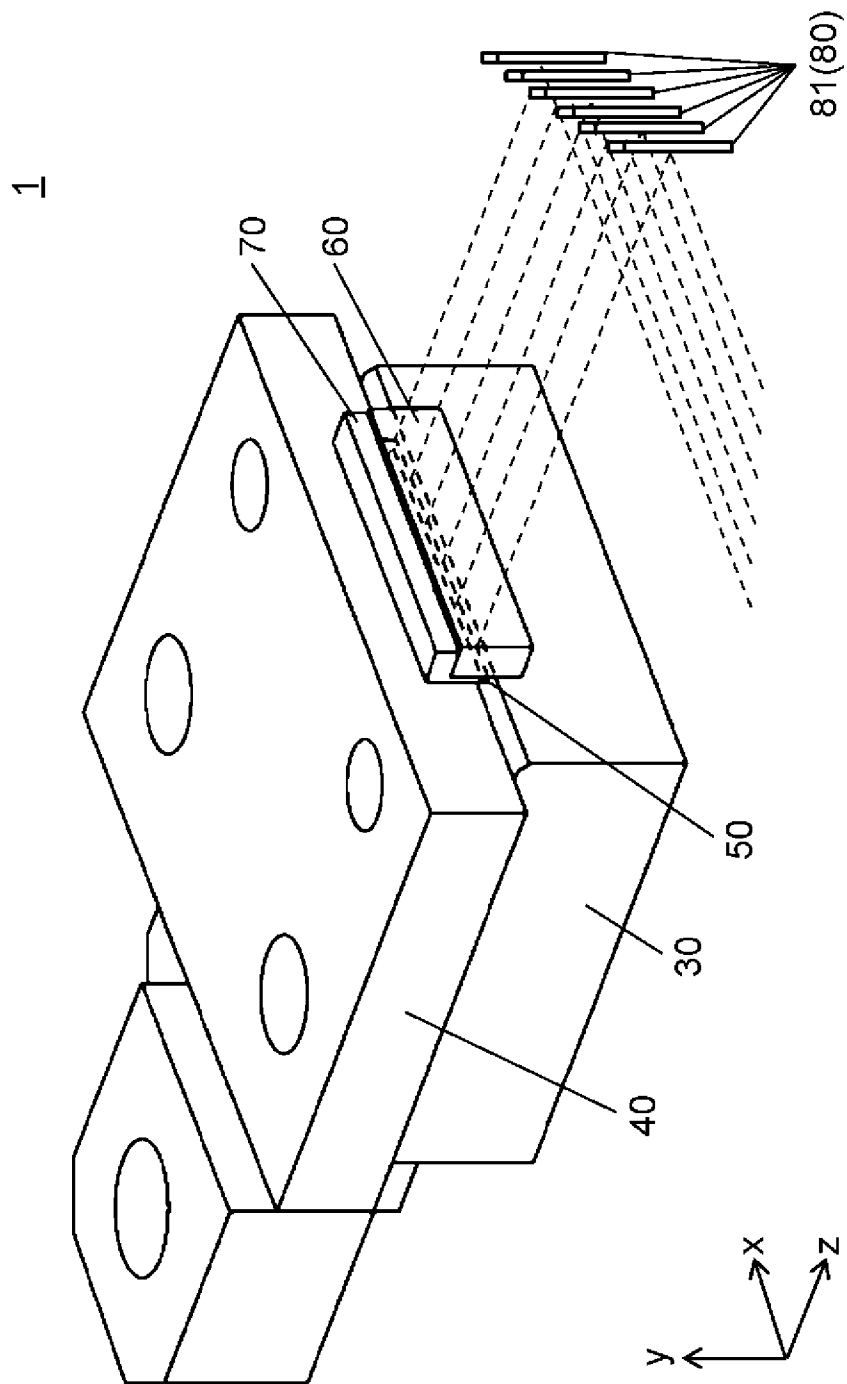
前記ビームツイスタの前記レーザ光を出射する側に位置し、階段状に配置された複数の入射面又は階段状に配置された複数の出射面を有するプリズムと、を備える、レーザモジュール。

[請求項6] 前記プリズムは、前記階段状に配置された前記複数の入射面と、前記複数の入射面から入射するレーザ光を出射する同一平面状の出射面を有する、請求項 5 に記載のレーザモジュール。

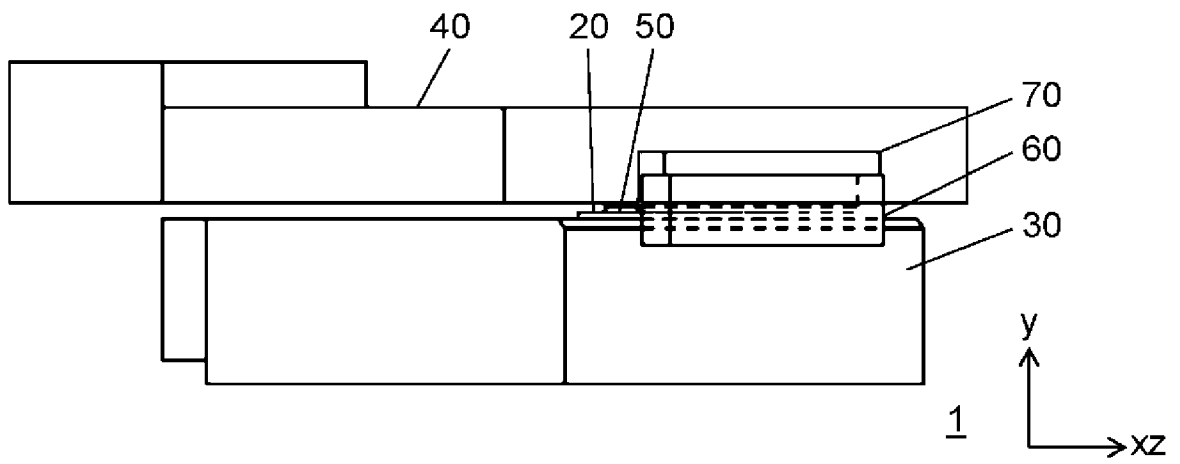
[請求項7] 前記プリズムは、同一平面状の入射面と、前記同一平面状の前記入射面から入射するレーザ光を出射する前記階段状に配置された前記複数の出射面と、を有する、請求項 5 に記載のレーザモジュール。

[請求項8] 前記プリズムは、前記第 1 の方向に垂直な面について面对称の形状を有する、請求項 4 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のレーザモジュール。

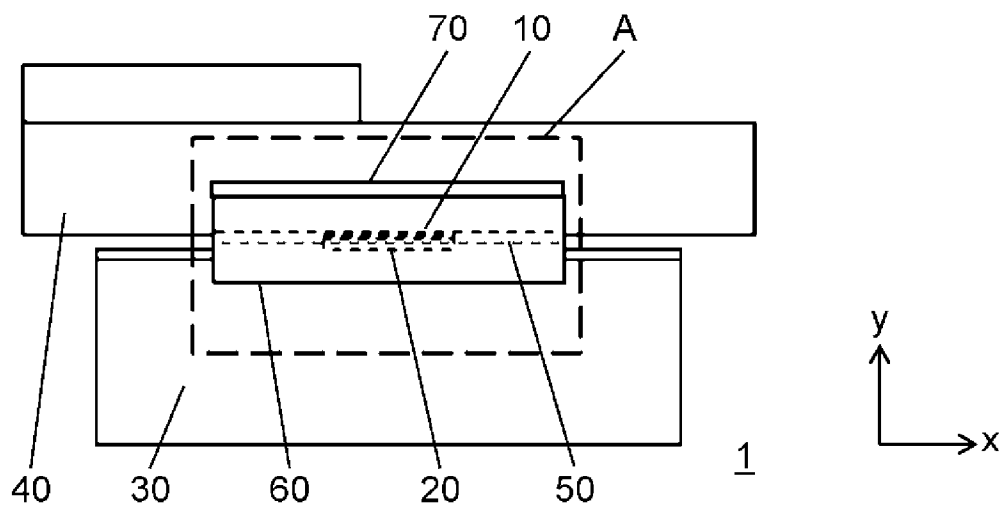
[図1]



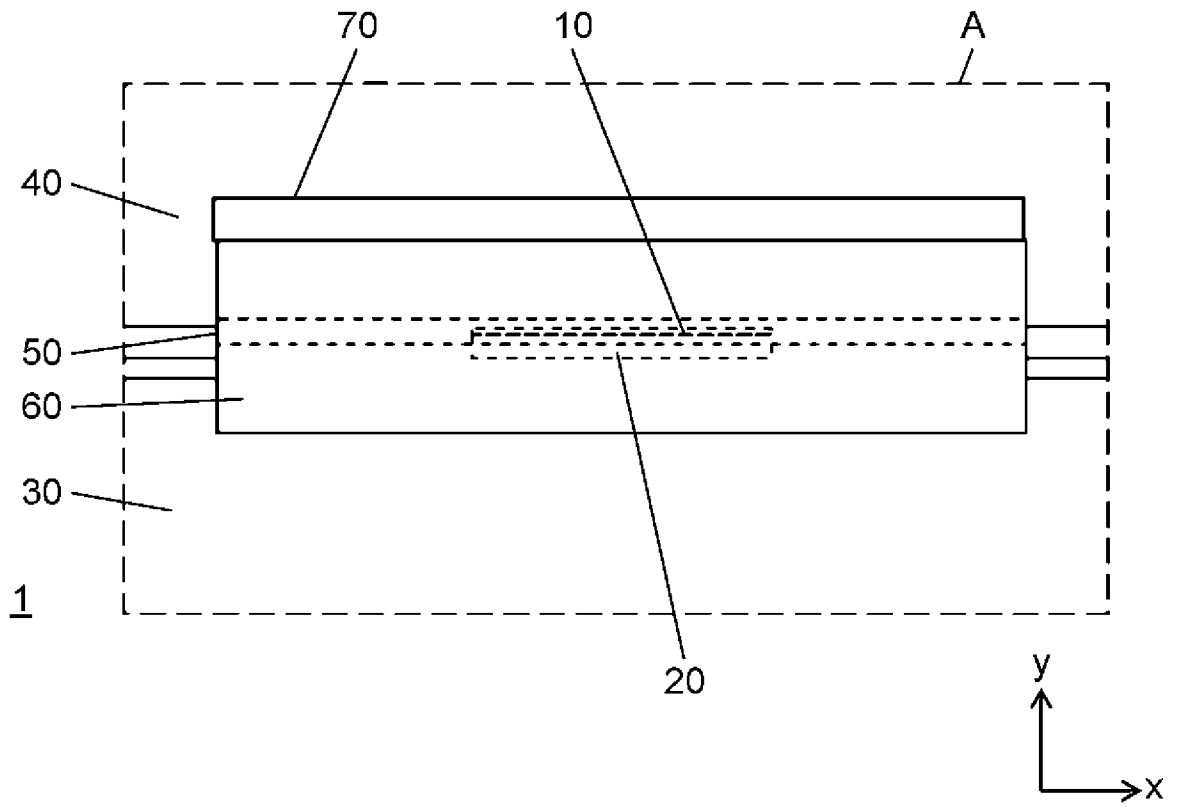
[図2]



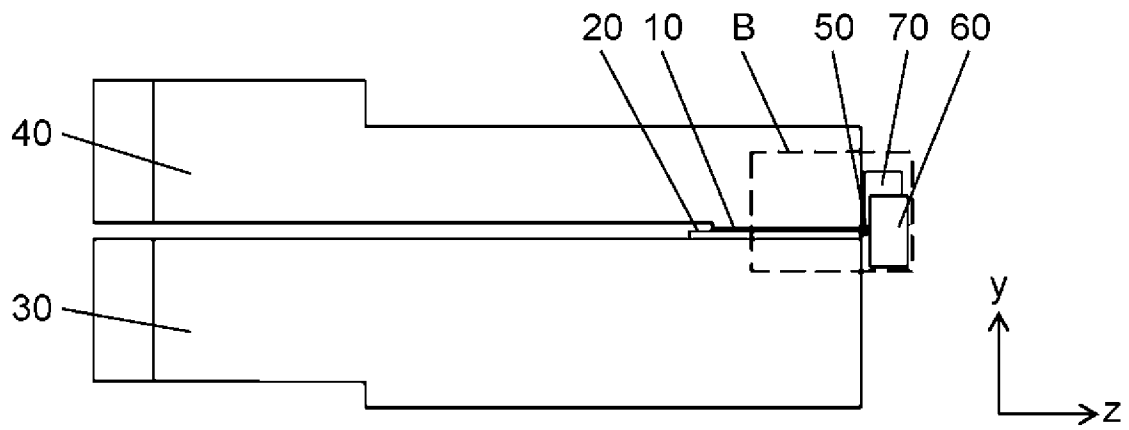
[図3]



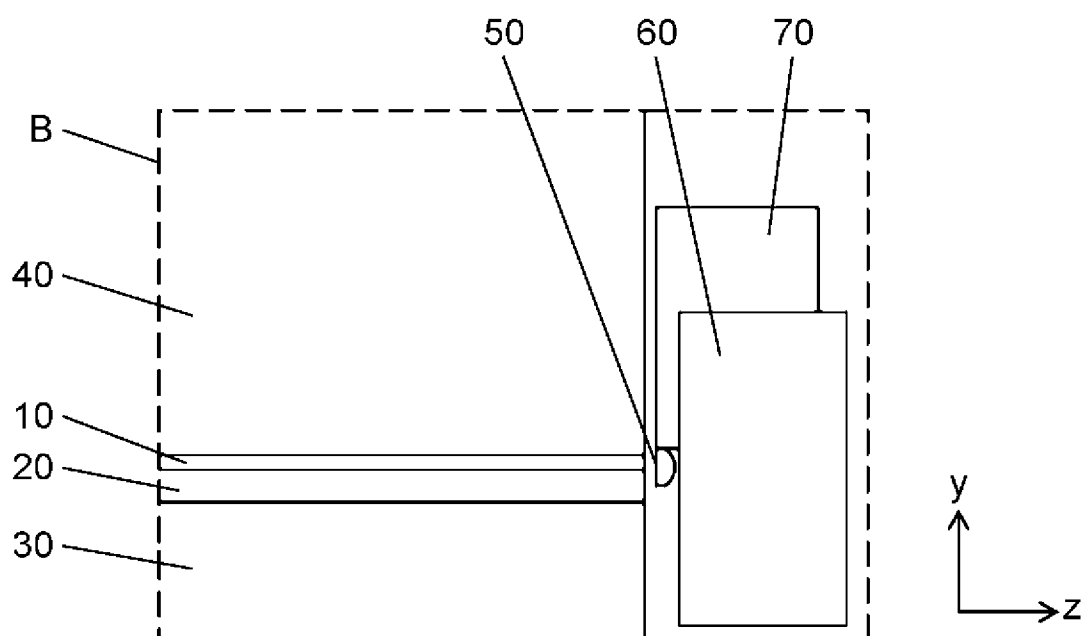
[図4]



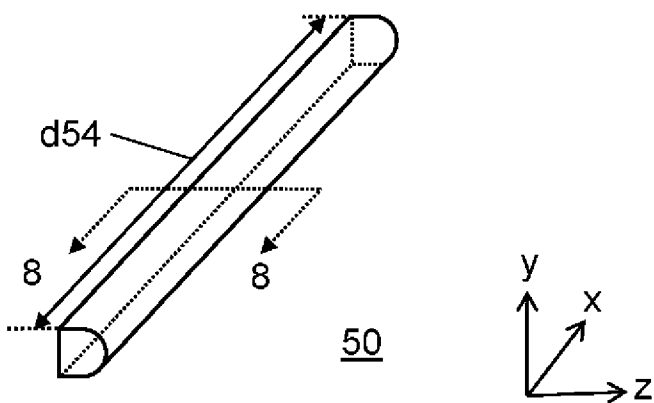
[図5]



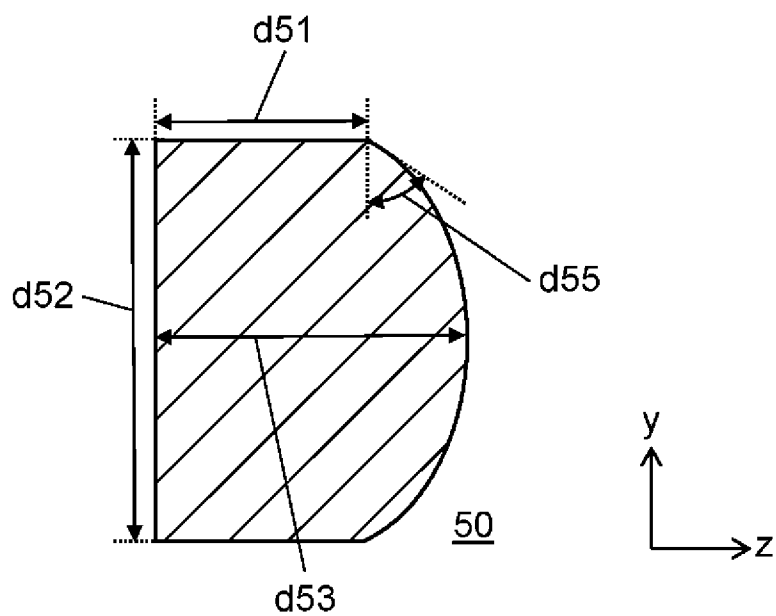
[図6]



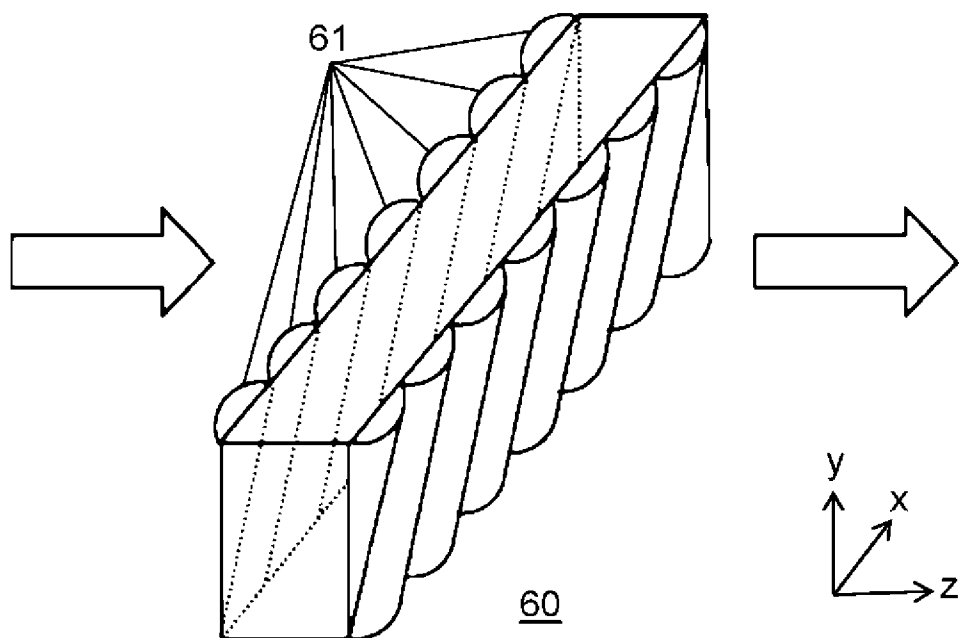
[図7]



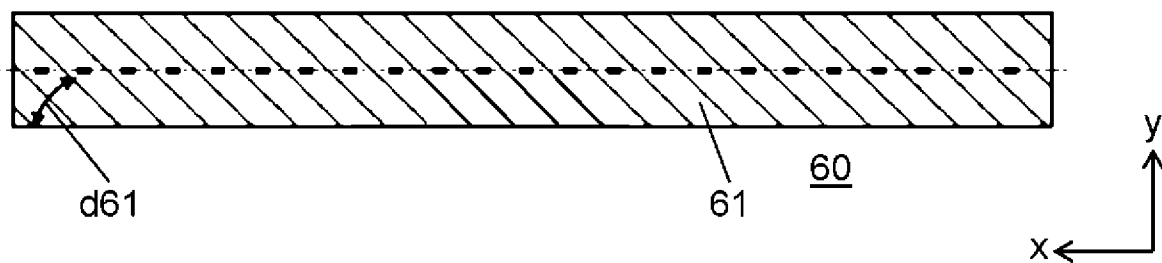
[図8]



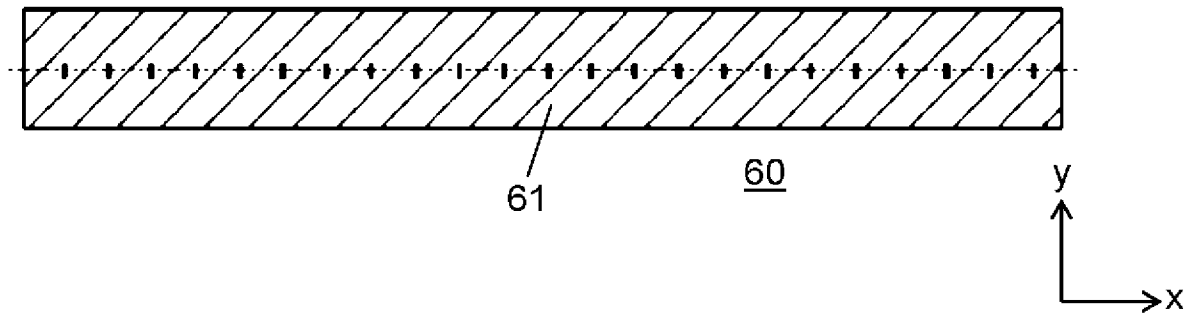
[図9]



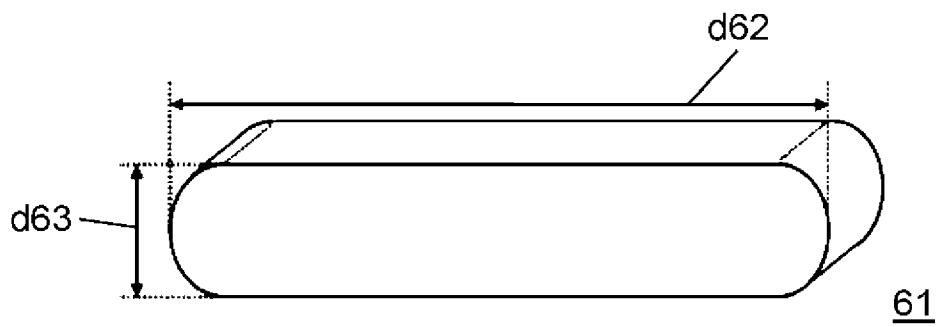
[図10]



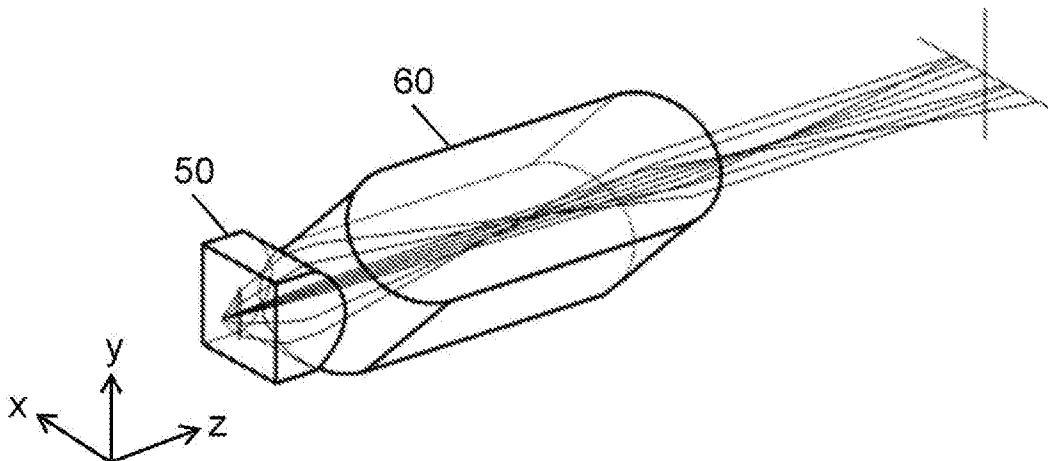
[図11]



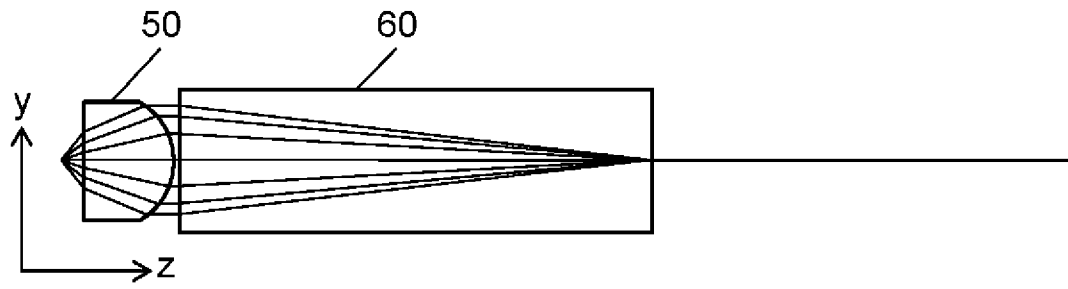
[図12]



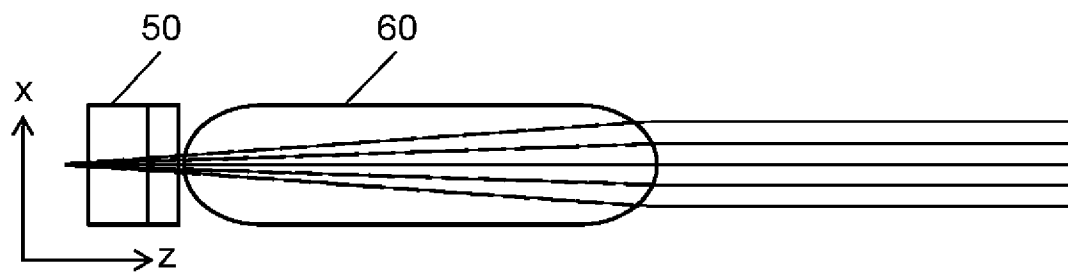
[図13]



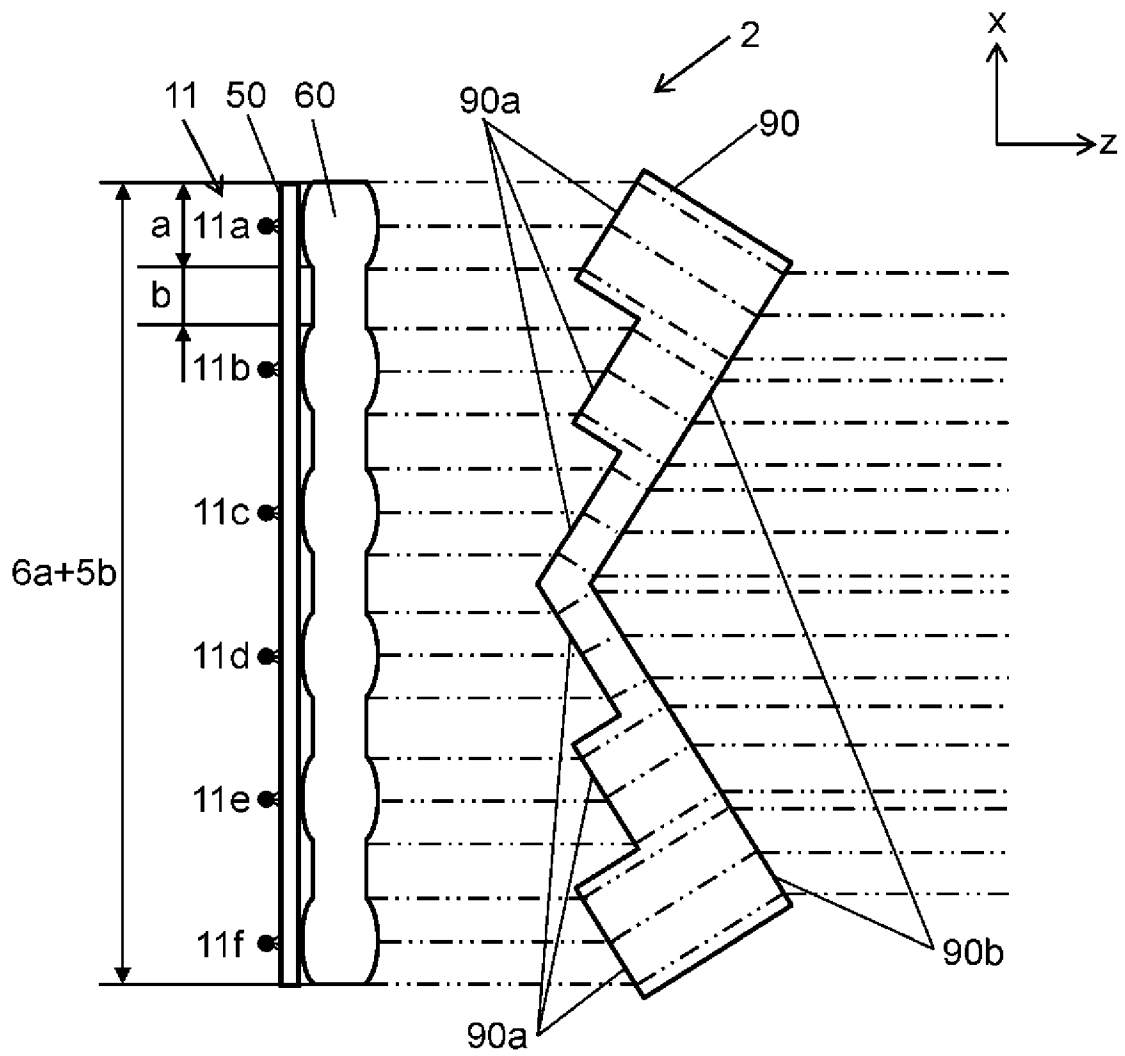
[図14]



[図15]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/021085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S5/022(2006.01)i, G02B13/00(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)
H01S5/00-5/50, G02B13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/063436 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 28 April 2016 (28.04.2016), paragraphs [0013] to [0023]; fig. 1 to 15 & CN 106797102 A	1-8
Y	US 6240116 B1 (SDL, INC.), 29 May 2001 (29.05.2001), column 3, line 66 to column 6, line 11; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-8
Y	JP 2006-337594 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 14 December 2006 (14.12.2006), paragraphs [0066] to [0083]; fig. 4 to 5 (Family: none)	4-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 10 August 2017 (10.08.17)	Date of mailing of the international search report 22 August 2017 (22.08.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/021085

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-72956 A (Shimadzu Corp.), 16 April 2015 (16.04.2015), paragraphs [0009] to [0052]; fig. 1 to 14 (Family: none)	1-8
A	JP 2011-520292 A (Oclaro Photonics, Inc.), 14 July 2011 (14.07.2011), paragraphs [0014] to [0046]; fig. 1 to 16 & US 2011/0103056 A1 paragraphs [0046] to [0077]; fig. 1 to 16 & WO 2009/137703 A2 & CN 102089943 A	1-8
A	JP 2004-252428 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraphs [0034] to [0189]; fig. 1 to 27 & US 2004/0252388 A1 paragraphs [0093] to [0261]; fig. 1 to 27 & CN 1521963 A & KR 10-1047357 B1	1-8
A	JP 2004-96092 A (Nippon Steel Corp.), 25 March 2004 (25.03.2004), paragraphs [0094] to [0287]; fig. 7 to 85 & US 2005/0063435 A1 paragraphs [0158] to [0237]; fig. 3 to 85	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01S5/022(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01S5/00-5/50, G02B13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2016/063436 A1 (パナソニック IPマネジメント株式会社) 2016.04.28, 段落[0013]-[0023], 図 1-15 & CN 106797102 A	1-8
Y	US 6240116 B1 (SDL, INC.) 2001.05.29, 第3欄第66行-第6欄第11行, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2006-337594 A (リコー光学株式会社) 2006.12.14, 段落[0066]-[0083], 図 4-5 (ファミリーなし)	4-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.08.2017

国際調査報告の発送日

22.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大和田 有軌

2K

3004

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-72956 A (株式会社島津製作所) 2015. 04. 16, 段落[0009]-[0052], 図 1-14 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2011-520292 A (オクラロ フォトニクス インコーポレイテッド) 2011. 07. 14, 段落[0014]-[0046], 図 1-16 & US 2011/0103056 A1 段落[0046]-[0077], 図 1-16 & WO 2009/137703 A2 & CN 102089943 A	1-8
A	JP 2004-252428 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 09. 09, 段落[0034]-[0189], 図 1-27 & US 2004/0252388 A1 段落[0093]-[0261], 図 1-27 & CN 1521963 A & KR 10-1047357 B1	1-8
A	JP 2004-96092 A (新日本製鐵株式会社) 2004. 03. 25, 段落[0094]-[0287], 図 7-85 & US 2005/0063435 A1 段落[0158]-[0237], 図 3-85	1-8