(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
2015 年 10 月 1 日(01.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/145608 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/40 (2006.01) *H01S 5/022* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/058491

(22) 国際出願日: 2014 年 3 月 26 日(26.03.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 門谷 章之 (KADOYA, Akiyuki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 福士 一郎 (FUKUSHI, Ichiro); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 坂本 隼規 (SAKAMOTO, Junki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 渡辺 一馬 (WATANABE, Kazuma); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 齊川 次郎 (SAIKAWA, Jiro); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 石垣 直也 (ISHIGAKI, Naoya); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 宇野 進吾 (UNO, Shingo); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 廣木 知之 (HIROKI, Tomoyuki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 東條 公資 (TOJO, Koji); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

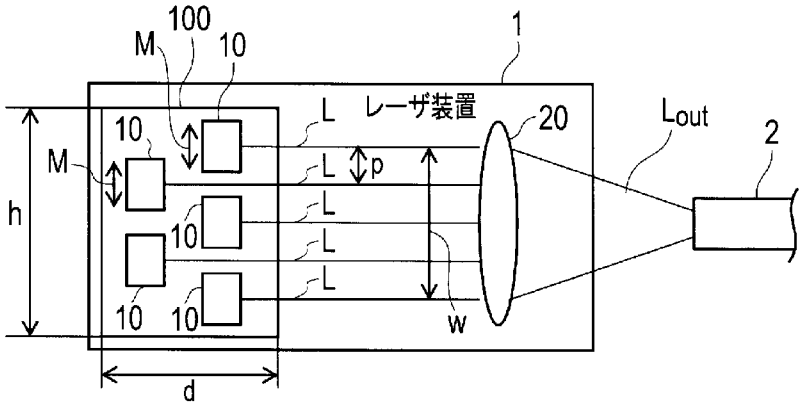
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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, 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

[続葉有]

(54) **Title**: LASER DEVICE

(54) 発明の名称 : レーザ装置



1 Laser device

(57) **Abstract**: The laser device comprises a plurality of laser elements and a focusing element whereby the laser beams respectively emitted from the plurality of laser elements are combined and emitted. The plurality of laser elements are disposed in the front and in the back following the optical axis direction of the laser beams. The center-to-center distance among the nearest laser beams is narrower than the external size of each of the plurality of laser elements in the orthogonal direction to the optical axis direction.

(57) 要約: 複数のレーザ素子と、複数のレーザ素子からそれぞれ出力されるレーザ光を結合して出力する集光素子とを備え、複数のレーザ素子がレーザ光の光軸方向に沿って前後に配置され、最も近くにあるレーザ光同士の中心間距離がレーザ素子の光軸方向に垂直な方向の外形サイズよりも狭い。

WO 2015/145608 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： レーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数のレーザ素子からの光を結合して出力するレーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 複数のレーザ素子からそれぞれ出射されるレーザ光を結合して、光ファイバーなどの受光装置に入射させるレーザ装置が開発されている（例えば、特許文献１参照。）。結合した出力光を１本の光ファイバに入射させることによって取り扱いが容易になったり、複数の同一波長のレーザ光を合波結合することで高出力化、高輝度化を実現できる。

[0003] 可視光帯のレーザ光を出射する半導体レーザでは、単独の半導体レーザでのレーザ光の出力は数百ｍＷ～３Ｗ程度である。一方、切断、穴あけ、溶接などの加工用にレーザ光を使用するためには、短波長を活かした場合にも数十～数百Ｗの出力が必要とされる場合がある。このため、加工用のレーザ装置には多数の半導体レーザが使用される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第３２２８０９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 多数のレーザ素子を使用したレーザ装置は、レンズやフィルタ、プリズムなどの光学部品を使用して構成される。このような構成のレーザ装置では、光路長の増大、レンズの大型化、光学部品の増大などに起因する装置の大型化の問題がある。特に、青色光を出射するレーザ素子では、駆動電圧が高く、放熱不足によるレーザ素子劣化などの問題が生じる。放熱対策としてヒートシンクを搭載することが有効であるが、ヒートシンクを搭載するとレーザ

装置が大型化する問題があった。

[0006] 上記問題に鑑み、本発明は、複数のレーザ素子からの光を結合しつつ、大型化が抑制されたレーザ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によれば、複数のレーザ素子と、複数のレーザ素子からそれぞれ出力されるレーザ光を結合して出力する集光素子とを備え、複数のレーザ素子がレーザ光の光軸方向に沿って前後に配置され、最も近くにあるレーザ光同士の中心間距離がレーザ素子の光軸方向に垂直な方向の外形サイズよりも狭いレーザ装置が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、複数のレーザ素子からの光を結合しつつ、大型化が抑制されたレーザ装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式的な側面図である。

[図2]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式的な平面図である。

[図3]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置に使用されるレーザ素子の構成例を示す模式図である。

[図4]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式的な正面図である。

[図5]比較例のレーザ装置の構成を示す模式図である。

[図6]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置にヒートシンクを搭載した例を示す模式図である。

[図7]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置にヒートシンクを搭載した他の例を示す模式図である。

[図8]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置にヒートシンクを搭載した更に他の例を示す模式図である。

[図9]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置のレーザ素子搭載例を示す模式図である。

[図10]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置に使用されるレーザ素子の構造例を示す模式図である。

[図11]本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置の使用例を示す模式図である。

[図12]本発明の第２の実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式図である。

[図13]本発明の実施形態に係るレーザ装置の出力光の強度分布の例を示すグラフである。

[図14]本発明の実施形態に係るレーザ装置の出力光の他の強度分布の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであることに留意すべきである。又、以下に示す実施形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の実施形態は、構成部品の構造、配置などを下記のものに特定するものでない。この発明の実施形態は、請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

[0011] （第１の実施形態）

本発明の第１の実施形態に係るレーザ装置１は、図１に示すように、複数のレーザ素子１０と、複数のレーザ素子１０からそれぞれ出力される互いに平行に進行するレーザ光Ｌを結合して出力する集光素子２０とを備える。集光素子２０は、例えば集光レンズである。集光された出力光Ｌoutは、受光デバイス２に入射される。受光デバイス２は例えば光ファイバーであり、集光素子２０は光ファイバーのコア部に出力光Ｌoutを集光する。レーザ装置１は、受光デバイス２を経由した出力光Ｌoutが被加工物に照射される加工用レー

ザ装置などとして使用される。

[0012] 図１に側面図、図２に平面図をそれぞれ示したように、レーザ素子１０は、レーザ光Ｌの光軸方向に沿って前後に配置されている。このように、光軸方向に沿って互いの位置をずらした配置を、以下において「段差配置」という。段差配置されたレーザ素子１０は、光軸方向に垂直な方向から見ると、マトリクス状に互いに離間して千鳥配置されている。このように、互いに隣接するレーザ素子１０は、集光素子２０からの距離が異なるように配置されている。

[0013] 図１、図２に示したレーザ装置１は、集光素子２０に近い側に３個、遠い側に２個の、計５個のレーザ素子１０が配置された構成例である。ただし、レーザ装置１に含まれるレーザ素子１０の個数が５個に限られないことはもちろんである。

[0014] 図１、図２に示すように、複数のレーザ素子１０がレーザ光Ｌの光軸方向に沿って前後に配置されていることにより、最も近くにあるレーザ光Ｌ同士の中心間距離ｐは、レーザ素子１０の光軸方向に垂直な方向のサイズ（以下において、「外形サイズＭ」という。）よりも小さい。即ち、垂直方向や水平方向に隣接するレーザ素子１０同士の場合に、それぞれのレーザ素子１０から出射されるレーザ光Ｌの中心間距離ｐが、水平方向と垂直方向の少なくともいずれかにおいて、レーザ素子１０の外形サイズＭよりも狭い。

[0015] レーザ素子１０は、例えば図３に示すように、レーザ光Ｌを出射する出射部１１、及び出射部１１の周囲に張り出している外縁部１２をそれぞれ有する。外縁部１２は、出射部１１を保持するパッケージなどのホルダである。例えば、レーザ素子１０は、出射部１１に半導体レーザを使用し、ＣＡＮタイプのパッケージに半導体レーザを搭載した構成である。この場合、レーザ素子１０の外形サイズＭは外縁部１２の外径である。即ち、ＣＡＮタイプのパッケージに搭載されているレーザ素子１０の外形サイズは、ＣＡＮの外径である。出射部１１から出力されたレーザ光Ｌは、コリメートレンズ１０１によってコリメートされ、集光素子２０に入射される。コリメートレンズ１

０１は、レーザ光Ｌのそれぞれについて１つずつ用意されている。

[0016] 上記のように、隣接するレーザ素子１０同士は、光軸方向に垂直な同一平面上に配置されていない。したがって、光軸方向から見た場合に、レーザ素子１０が出射するレーザ光Ｌ同士が接触しない範囲で、レーザ素子１０の外形サイズＭよりも小さい間隔でレーザ素子１０を配列することができる。

[0017] 図４に、レーザ光Ｌの光軸方向から見た正面図を示す。図４に示すように、光軸方向から見て互いに隣接するレーザ素子１０の外縁部分が重なり合っている。

[0018] 上記のように、図１に示したレーザ装置１では、レーザ素子１０の外形サイズＭよりも互いに隣接するレーザ光Ｌ同士の中心間距離ｐが狭いように、複数のレーザ素子１０が配置されている。高出力のレーザ素子１０のＣＡＮサイズは一般的に直径が５．６ｍｍ若しくは９ｍｍであり、レーザ光Ｌの中心間距離ｐはこれらよりも小さい。このように、段差配置されたレーザ素子１０からレーザ光Ｌが出射されることによって、光軸方向と垂直な方向の装置サイズを低減できる。

[0019] これに対し、図５に、光軸方向に垂直な同一平面上にレーザ素子１０を配置したレーザ装置１Ａを示す。レーザ装置１Ａでは、レーザ光Ｌの間隔はレーザ素子１０の外形サイズＭ以上である。

[0020] レーザ装置１とレーザ装置１Ａとを比較すると、複数のレーザ素子１０が配置される光源領域１００の、光軸方向の長さ（以下において「奥行ｄ」という。）は、図１のレーザ装置１の方が図５のレーザ装置１Ａよりも長い。しかし、光軸方向と垂直な上下方向の長さ（以下において「高さｈ」という。）及び水平方向の長さ（以下において「幅ｗ」という。）は、レーザ装置１の方がレーザ装置１Ａよりも短い。

[0021] このように光源領域１００の高さｈと幅ｗが小さいレーザ装置１では、レーザ素子１０を冷却するためのヒートシンクを、光源領域１００の縮小された部分に配置できる。したがって、レーザ装置１にヒートシンクを装着しても、ヒートシンクを装着しないレーザ装置１Ａに対するサイズの増大が抑制

される。例えば、図６に示すように光源領域１００の上下にヒートシンク３０を配置したり、図７に示すように光源領域１００の左右にヒートシンク３０を配置したりできる。なお、光源領域１００の上下のいずれか、或いは光源領域１００の左右のいずれかにヒートシンク３０を配置してもよいことはもちろんである。

[0022] なお、レーザ素子１０の段差配列によって発熱体が分散配置されることになる。このため、レーザ装置１によれば、レーザ素子１０を効率的に冷却する効果も奏する。

[0023] また、レーザ素子１０を段差配置したレーザ装置１によれば、レーザ素子１０からそれぞれ出射されて集光素子２０に入射されるレーザ光の束の外径（以下において「入射ビーム径W」という。）を、レーザ素子１０を同一平面に配置した図５のレーザ装置１Ａに比べて小さくできる。このため、集光素子２０のサイズを小さくでき、例えば集光レンズのレンズ径を小さくできる。

[0024] 以下に、集光素子２０が集光レンズであるレーザ装置１について、集光レンズの焦点距離ｆについて説明する。ここで、受光デバイス２が開口数ＮＡの光ファイバであるとする。図３に示したように１つのレーザ光Ｌのビーム径をＴとすると、以下の式（１）を満たすよう焦点距離ｆの集光レンズが集光素子２０に使用される：

$$\tan^{-1}((W/2+T/2)/f)) \leqq \sin^{-1}(NA) \quad \cdots (1)$$

なお、$\tan^{-1}((W/2+T/2)/F))$の値が$\sin^{-1}(NA)$の値を超えない範囲でレーザ素子を多数配置したり、入射ビーム径Wを小さくしつつ多数配置することが好ましい。このように、入射ビーム径Wを小さくすることで、開口数ＮＡが小さい集光レンズを使用可能である。

[0025] 集光レンズには、高価な大口径非球面レンズやアクロマートレンズなどが通常使用される。レーザ装置１では入射ビーム径Wを小さくできるため、集光レンズの小型化、及び短焦点化を実現できる。入射ビーム径Wを小さくした分だけ焦点距離ｆを短く設定することにより、段差配置による光源領域１

００の奥行ｄの増加分を相殺できる。つまり、レーザ装置１の光軸方向のサイズ増大が抑制される。また、小型化によるコストダウンと共に、集光素子２０から受光デバイス２までの空間光路長の短縮化が可能となる。これにより、レーザ装置１の各構成部品を支持する金属ホルダなどによるコンタミネーション（汚染）の空間存在体積、面積を減少させることができる。

[0026] 上記のように、レーザ素子１０を段差配列するレーザ装置１では、光軸方向に垂直な方向のみならず、光軸方向においても装置サイズが小型化される。つまり、図８に示すように光源領域１００の後方にヒートシンク３０を配置しても、レーザ装置１の光軸方向の増大が集光レンズの短焦点化によって相殺される。

[0027] このように、レーザ装置１では、レーザ素子１０を冷却するヒートシンク３０を配置しても、ヒートシンク３０に必要な容積の増大が装置サイズの小型化によって相殺される。このため、従来と同様のサイズのままで放熱量を抑制できる。これにより、放熱量の大きいレーザ素子１０を使用する場合にも、レーザ装置１のフットプリントの増大を抑制できる。

[0028] 以上に説明したように、本発明の実施形態に係るレーザ装置１によれば、光源領域１００の高さｈと幅ｗの縮小、及び集光素子２０の小型化などによって、光軸方向に垂直方向の小型化が実現される。また、集光素子２０の短焦点化などによって、光軸方向の小型化が実現される。このため、ヒートシンクを搭載して放熱性を改善しつつ、従来サイズからのサイズ増大を抑制することができる。更に、小型化によるコストダウンが可能であり、コンタミネーションに起因する不良、信頼性の低下なども抑制できる。

[0029] なお、光源領域１００内においてレーザ素子１０の位置を自在に変更できるようにすることによって、レーザ光Ｌの中心間距離ｐを任意に設定可能である。例えば図９に示すように、半導体レーザ１０ａを搭載したステージ１０ｂを光源領域１００を規定する基板１０ｃ上に配置する。このとき、基板１０ｃの任意の位置にステージ１０ｂを自在に配置できる構造とする。レーザ光Ｌの光軸方向に垂直な方向に沿ってレーザ素子１０の位置を自在に変更

可能とすることにより、光ファイバーなどの受光素子へのビームの入射角を所望の値に設定できる。

[0030] ところで、上記のようにレーザ素子１０に半導体レーザを利用可能である。半導体レーザは、ＣＡＮタイプのパッケージに搭載されているものも多い。一般的に、ＣＡＮタイプのパッケージは光軸方向から見た形状が真円に近い。しかし、複数のレーザ素子１０を段差配列するレーザ装置１では、図１０に示すような、光軸方向から見て楕円形状のＣＡＮパッケージ１２ａに搭載された半導体レーザ１０ａをレーザ素子１０に利用することが好ましい。これは以下のような理由による。

[0031] 半導体レーザのレーザ光は、レーザ射光の進行方向に垂直な断面（以下において、「進行面」という。）の形状が楕円であることが一般的である。即ち、図１０に示すように、レーザ光Ｌの進行面はスロー軸方向Ｓにビーム幅が狭く、ファースト軸方向Ｆにビーム幅が広い形状である。このため、スロー軸方向Ｓに狭く、ファースト軸方向Ｆに広い楕円形状のＣＡＮパッケージ１２ａを使用することにより、レーザ素子１０を密集して配置することが可能である。このように、光軸方向から見てレーザ光Ｌの形状と相似形状の外形のレーザ素子１０を使用することにより、光源領域１００を更に縮小することができる。

[0032] なお、複数のレーザ素子１０が段差配列されたレーザ装置１を複数用意することにより、これらのレーザ装置１の出力光を偏光合波して、出力光の出力を増大させることができる。例えば、図１１に示すように２つのレーザ装置１の出力光Ｌoutを偏光合波用プリズムなどの偏光合波装置３によって偏光合波するレーザモジュールによれば、レーザ装置１の出力を２倍にできる。

[0033]（第２の実施形態）

本発明の第２の実施形態に係るレーザ装置１は、図１２に示すように、レーザ光Ｌの束の外径を縮小して集光素子２０に入射させる光学装置４０を更に備える。図１２に示したレーザ装置１によれば、レーザ光Ｌの間隔を縮小することにより、入射ビーム径Ｗを更に小さくできる。これにより、例えば

集光素子２０に使用する集光レンズの更なる小型化、短焦点化を実現できる。

[0034] 図１２に示したレーザ装置１は、２つの反射ミラーからなるミラー対によってレーザ光Ｌの進行方向を変更した例である。図１２に示したようにレーザ光Ｌの進行方向を直角に２回変更することによって、入射ビーム径Ｗを小さくできる。

[0035] 図１２では、光学装置４０がミラー対である例を示した。しかし、光の進行方向を変更する作用を有するのであれば、他のデバイスも光学装置４０に採用可能である。例えば、光学装置４０にミラーアレイや階段ミラー、プリズム、回折格子などを使用してもよい。

[0036] （その他の実施形態）

上記のように、本発明は実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

[0037] 集光素子２０に使用する集光レンズの全面にレーザ光Ｌを入射させた場合、図１３に示したように出力光Ｌoutの強度はガウス分布である。一方、例えば図９に示した基板１０ｃ上でステージ１０ｂを移動する機構などを利用してレーザ光Ｌの中心間距離ｐを狭くして、集光レンズの外縁部のみに集中してレーザ光Ｌを入射させてもよい。この場合、図１４に示すように出力光Ｌoutの強度は同心円状の強度分布になる。上記のように、レーザ光Ｌの間隔を制御することによって、所望の強度分布の出力光Ｌoutを得ることができる。

[0038] このように、本発明はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

産業上の利用可能性

[0039] 本発明のレーザ装置は、複数のレーザ素子のレーザ光を結合して出力する用途に利用可能である。

請求の範囲

[請求項1] 複数のレーザ素子と、

前記複数のレーザ素子からそれぞれ出力されるレーザ光を結合して出力する集光素子と

を備え、

前記複数のレーザ素子が前記レーザ光の光軸方向に沿って前後に配置され、最も近くにある前記レーザ光同士の中心間距離が、前記レーザ素子の前記光軸方向に垂直な方向の外形サイズよりも狭いことを特徴とするレーザ装置。

[請求項2] 前記光軸方向から見て互いに隣接する前記レーザ素子の外縁領域が重なり合っていることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

[請求項3] 前記レーザ光をコリメートするコリメートレンズを更に備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

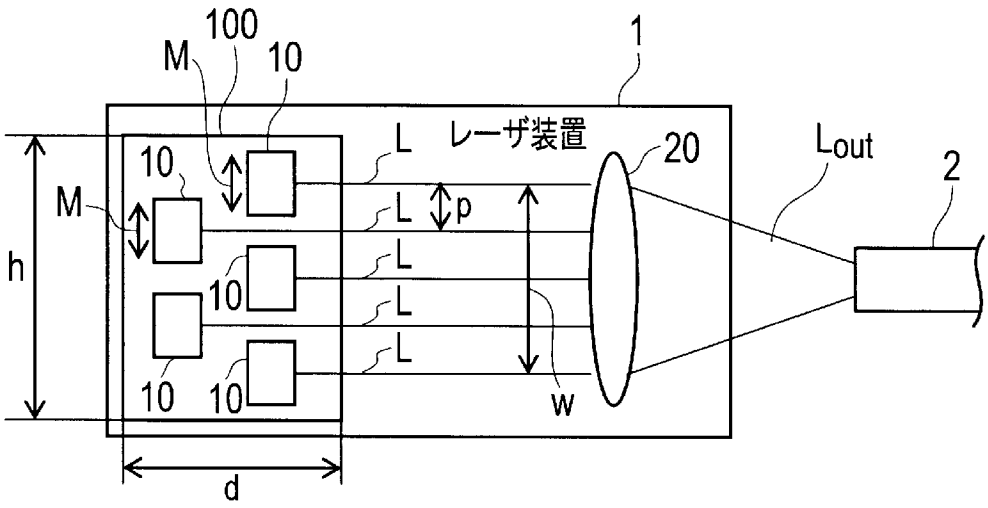
[請求項4] 前記レーザ素子を冷却するヒートシンクを更に備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

[請求項5] 複数の前記レーザ光の束の外径を縮小して前記集光素子に入射させる光学装置を更に備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

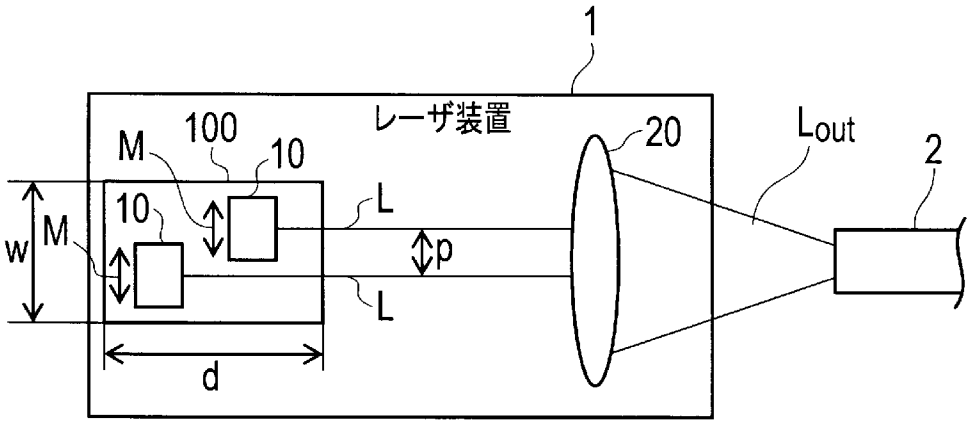
[請求項6] 前記レーザ素子の位置が、前記光軸方向と垂直な方向に沿って自在に変更可能であることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

[請求項7] 前記レーザ素子の外形が、前記光軸方向から見て前記レーザ光の形状と相似形状であることを特徴とする請求項１に記載のレーザ装置。

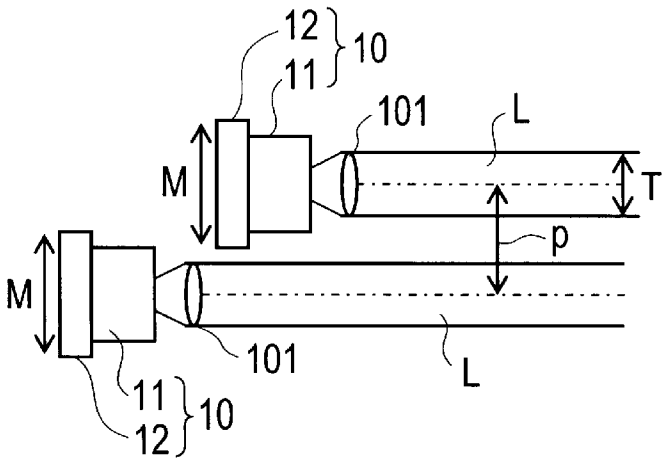
[図1]


100
M
10
1
レーザ装置
20
Lout
2
L
p
h
w
d

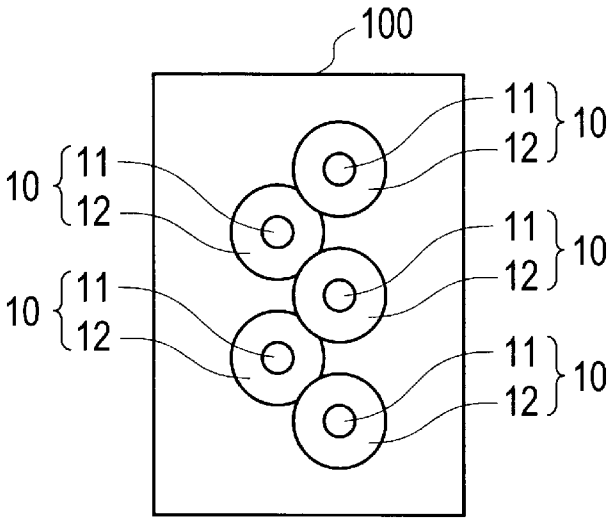
[図2]


1
レーザ装置
100
M
10
20
Lout
2
L
p
w
d

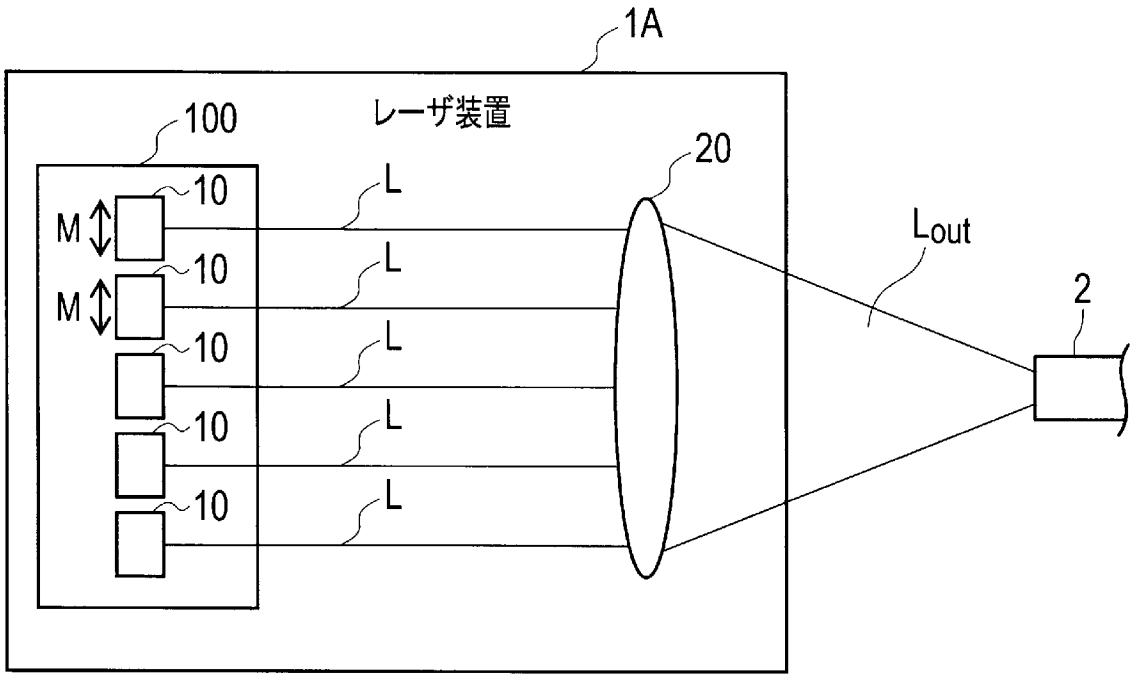
[図3]


12
11
10
101
L
M
T
p
M
101
L
11
12
10

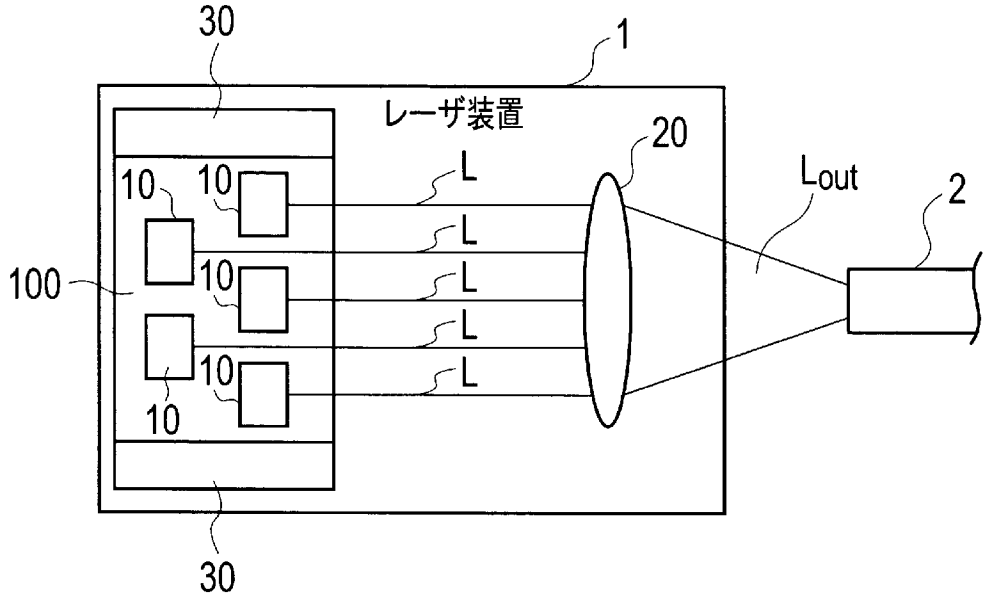
[図4]


100
10
11
12
10
11
12
10
11
12
10
11
12
10
11
12
10

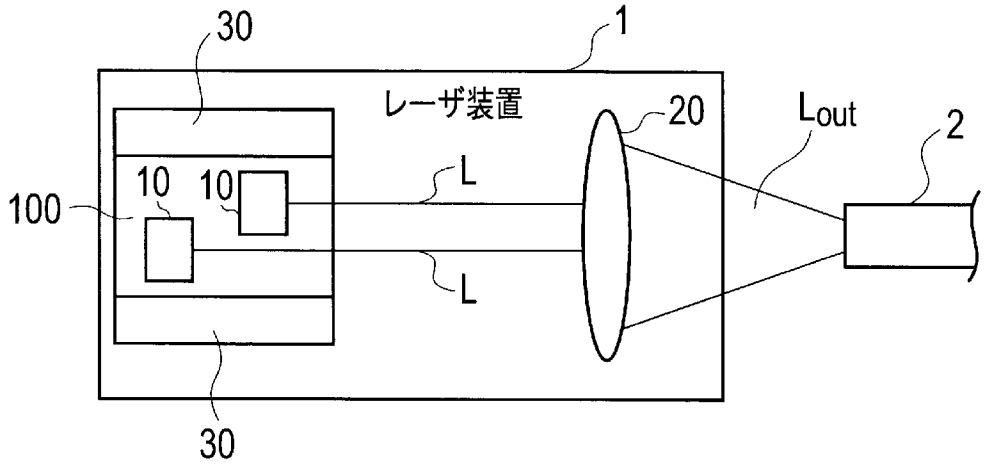
[図5]


1A
100
レーザ装置
20
M
M
10
10
10
10
10
L
L
L
L
L
Lout
2

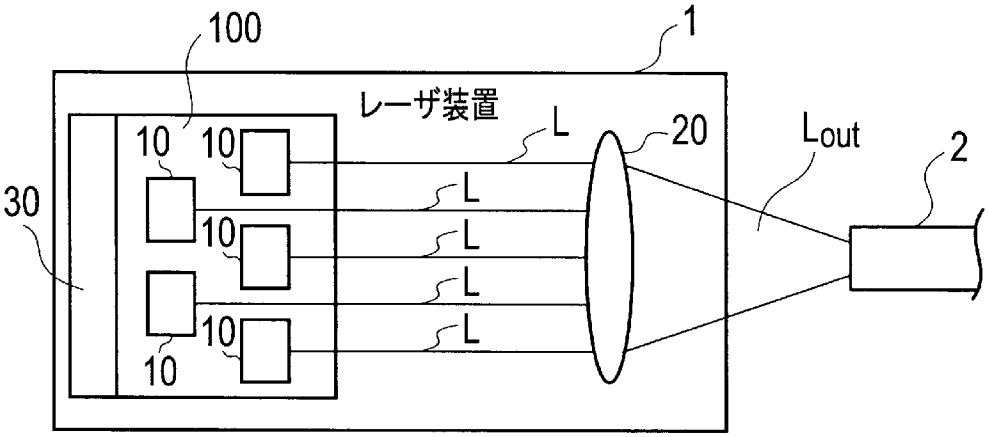
[図6]


30
1
レーザ装置
20
Lout
2
10
10
L
L
100
10
L
L
10
L
10
30

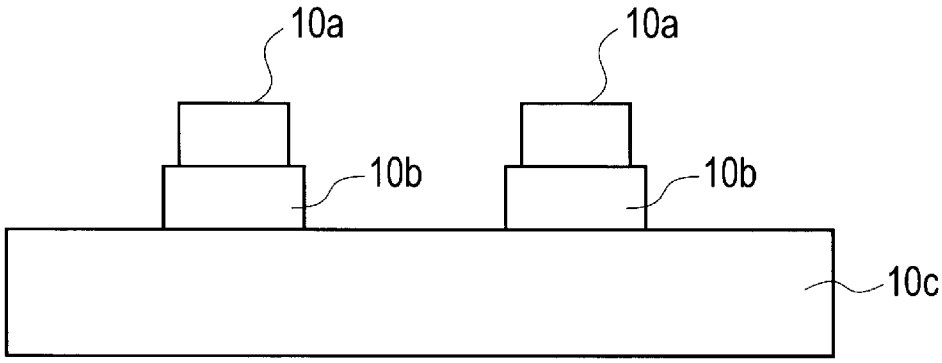
[図7]


30
1
レーザ装置
20
Lout
2
10
10
L
100
L
30

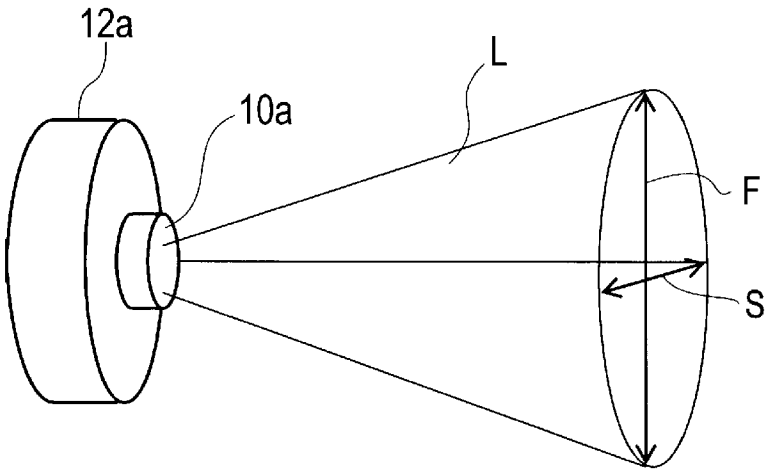
[図8]


100
1
レーザ装置
L
20
Lout
2
10
10
30
L
10
L
L
10
L
10

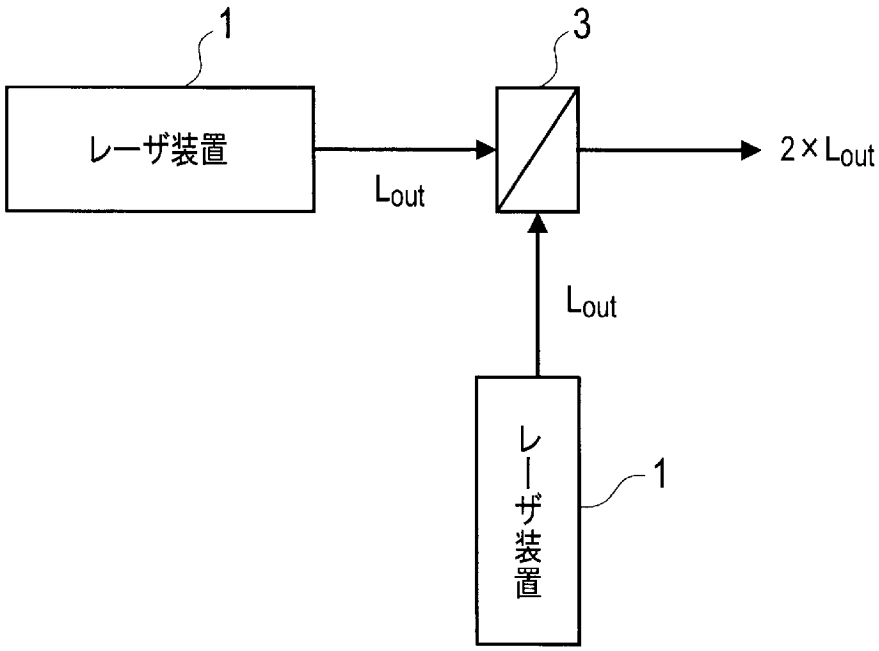
[図9]



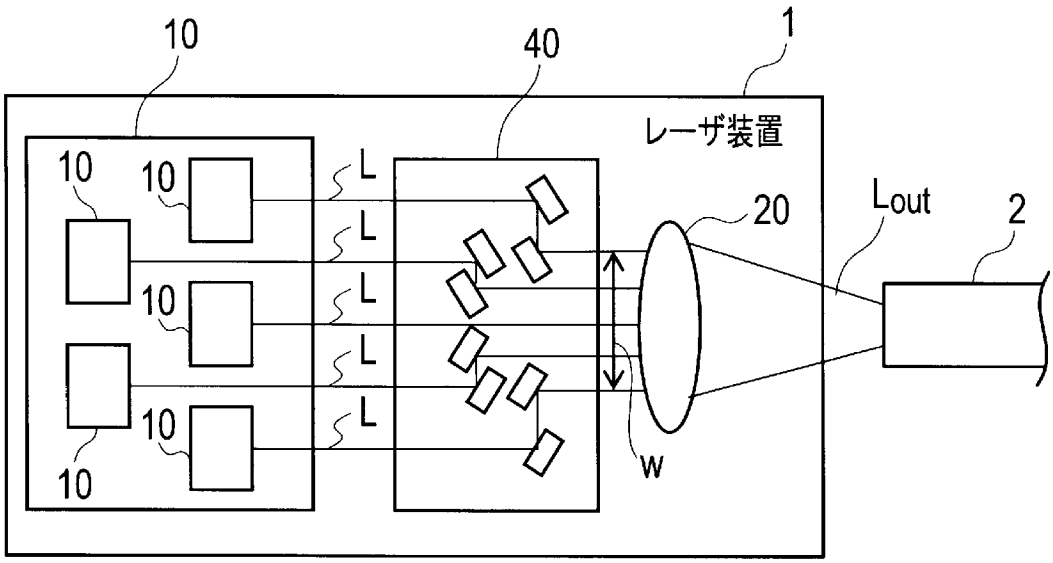
[図10]



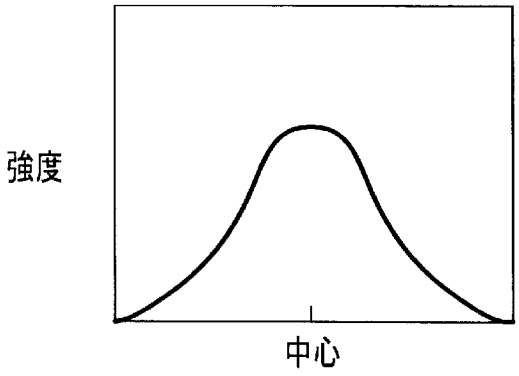
[図11]


1
3
レーザ装置
Lout
2×Lout
Lout
レーザ装置
1

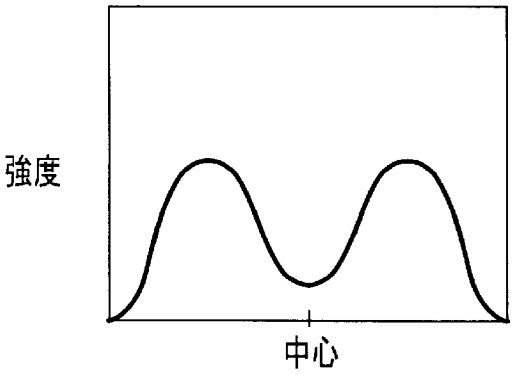
[図12]


10
40
1
レーザ装置
10
10
10
10
10
L
L
L
L
L
20
Lout
2
w

[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/058491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S5/40(2006.01)i, *H01S5/022*(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

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 2012-199447 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 18 October 2012 (18.10.2012), entire text; all drawings & US 2012/0243105 A1 & EP 2503377 A1	1-3,7 4-6
Y	WO 2013/164876 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 07 November 2013 (07.11.2013), abstract; all drawings (Family: none)	4
Y	JP 2006-337594 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 14 December 2006 (14.12.2006), abstract; all drawings (Family: none)	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 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
14 July, 2014 (14.07.14)	22 July, 2014 (22.07.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/058491

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-296490 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 26 October 2001 (26.10.2001), claim 1; fig. 2 (Family: none)	6
A	WO 2011/048667 A1 (Pioneer Corp.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraph [0007]; fig. 1 & JP 4611456 B1	6
A	JP 2012-256860 A (Panasonic Corp.), 27 December 2012 (27.12.2012), paragraph [0049]; fig. 1 & US 2012/0287954 A1	4
A	JP 2012-174954 A (Panasonic Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), abstract; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2008-53380 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraph [0023]; fig. 1 (Family: none)	6
A	JP 2005-12105 A (Ricoh Co., Ltd.), 13 January 2005 (13.01.2005), abstract; all drawings (Family: none)	5
A	JP 2003-332669 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 November 2003 (21.11.2003), abstract; all drawings (Family: none)	5
A	JP 2002-151784 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 May 2002 (24.05.2002), abstract; fig. 2 & US 2002/0054615 A1 & EP 1206018 A2 & CA 2357433 A1	1-7
A	JP 2001-94125 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 06 April 2001 (06.04.2001), abstract; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2014-7232 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 16 January 2014 (16.01.2014), abstract; paragraph [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５８４９１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01S5/40(2006.01)i, H01S5/022(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

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
X Y	JP 2012-199447 A（日亜化学工業株式会社）2012.10.18, 全文全図 & US 2012/0243105 A1 & EP 2503377 A1	1-3, 7 4-6
Y	WO 2013/164876 A1（三菱電機株式会社）2013.11.07, 要約, 全図 （ファミリーなし）	4
Y	JP 2006-337594 A（リコー光学株式会社）2006.12.14, 要約, 全図 （ファミリーなし）	5

☑　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 １４．０７．２０１４	国際調査報告の発送日 ２２．０７．２０１４
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｘ　３０１３ 古田　敦浩 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９４

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
Y	JP 2001-296490 A（富士ゼロックス株式会社）2001.10.26, 請求項１，図２（ファミリーなし）	6
A	WO 2011/048667 A1（パイオニア株式会社）2011.04.28, 段落７，図１ & JP 4611456 B1	6
A	JP 2012-256860 A（パナソニック株式会社）2012.12.27, 段落４９，図１ & US 2012/0287954 A1	4
A	JP 2012-174954 A（パナソニック株式会社）2012.09.10, 要約，全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2008-53380 A（浜松ホトニクス株式会社）2008.03.06, 段落２３，図１（ファミリーなし）	6
A	JP 2005-12105 A（株式会社リコー）2005.01.13，要約，全図 （ファミリーなし）	5
A	JP 2003-332669 A（株式会社リコー）2003.11.21，要約，全図 （ファミリーなし）	5
A	JP 2002-151784 A（古河電気工業株式会社）2002.05.24, 要約，図２ & US 2002/0054615 A1 & EP 1206018 A2 & CA 2357433 A1	1-7
A	JP 2001-94125 A（古河電気工業株式会社）2001.04.06，要約，図１ （ファミリーなし）	1-7
A	JP 2014-7232 A（浜松ホトニクス株式会社）2014.01.16, 要約，段落１７，図１（ファミリーなし）	1-7