

(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)



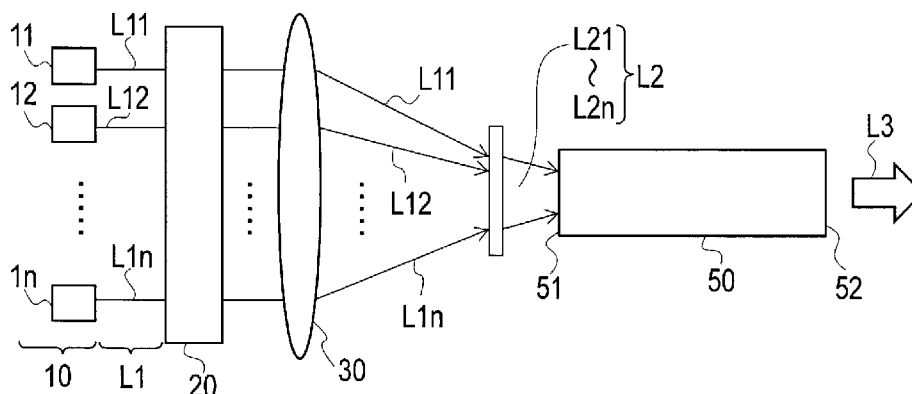
(10) 国際公開番号

WO 2018/037548 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) H01S 5/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074913
- (22) 国際出願日: 2016年8月26日(26.08.2016)
- (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).
- (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, 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,

(54) Title: LIGHT EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置



(57) **Abstract:** This light emitting device is provided with: light emitting elements 11, 12 to 1n; a light diffusion element 40 which diffuses emitted light L11, L12 to L1n respectively from the light emitting elements 11, 12 to 1n and outputs diffused light L21, L22 to L2n; and an optical coupling element 50 which receives the diffused light L21, L22 to L2n and outputs output light L3 that is obtained by coupling the diffused light L21, L22 to L2n. The light diffusion element 40 diffuses the emitted light L11, L12 to L1n into a range that includes the direction of the optical axis of the optical coupling element 50.

(57) 要約: 発光素子11、12、・・・、1nと、発光素子11、12、・・・、1nそれぞれからの出射光L11、L12、・・・、L1nを拡散し、拡散光L21、L22、・・・、L2nを出力する光拡散素子40と、拡散光L21、L22、・・・、L2nを受光し、拡散光L21、L22、・・・、L2nを結合した出力光L3を出力する光結合素子50とを備え、光拡散素子40が、光結合素子50の光軸方向を含む範囲に出射光L11、L12、・・・、L1nを拡散する。

WO 2018/037548 A1

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))

明 細 書

発明の名称：発光装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の発光素子からの出射光を結合して出力する発光装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体レーザや発光ダイオード（LED）を発光素子とし、複数の発光素子からの出射光を結合して出力するレーザコンバインモジュールが使用されている。レーザコンバインモジュールの効率を向上するために、種々の技術が開発されている。例えば、光ファイバの開口数の制限によって、集光されたレーザ光の外側のレーザ光を遮断して、高次の歪みを除去する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] 光ファイバなどの光結合素子では、入射角度依存性のために、光結合素子から出力される出力光のビームプロファイルが、光軸方向に垂直な面で強度分布が不均一になる。即ち、発光素子からの出射光が光結合素子の光軸方向に対して角度を持って入射する場合に、出力光の強度分布は、中心領域で強度が低く周辺領域で強度が高いドーナツ形状になる。そして、出射光の入射する角度が大きくなるにつれて、同一断面でのビームプロファイルにおいて強度の低い中心領域の面積が大きくなる。

[0004] このため、モードスクランブラを用いて光結合素子の光出力を各導波モード間に安定して分布させ、ビームプロファイルに生じる強度分布の不均一性を抑制する手法が用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 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

[0006] しかしながら、入射角度依存性に起因する強度分布の不均一性をモードスクランブラによって抑制するには、光ファイバを大きく湾曲させるなど、光結合素子に大きな負荷をかける必要がある。このため、光結合素子が破損するおそれがある。また、レーザコンバインモジュールのスペースが大きくなったり、製造コストが増大したりするなどの問題がある。

[0007] 上記問題点に鑑み、本発明は、光結合素子の出力光のビームプロファイルに生じる強度分布の不均一性を抑制できる発光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

[0008] 本発明の一態様によれば、複数の発光素子と、複数の発光素子それぞれからの出射光を拡散し、出射光ごとに拡散光を出力する光拡散素子と、拡散光を受光し、複数の発光素子の拡散光を結合した出力光を出力する光結合素子とを備え、光拡散素子が、光結合素子の光軸方向を含む範囲に出射光を拡散する発光装置が提供される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、光結合素子の出力光のビームプロファイルに生じる強度分布の不均一性を抑制する発光装置を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1の実施形態に係る発光装置の構成を示す模式図である。
[図2]本発明の第1の実施形態に係る発光装置における拡散角度の例を説明するための模式図である。
[図3]本発明の第1の実施形態に係る発光装置における拡散角度の他の例を説明するための模式図である。
[図4]比較例の発光装置からの出力光の強度分布を示すグラフである。
[図5]本発明の第1の実施形態に係る発光装置からの出力光の強度分布を示すグラフである。
[図6]本発明の第2の実施形態に係る発光装置の構成を示す模式図である。
[図7]発光素子のビーム幅を説明するための模式図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る発光装置によるビーム幅の変更を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 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。また、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。

[0012] (第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態に係る発光装置は、図1に示すように、発光素子11、12、・・・、1nと、コリメート素子20と、集光素子30と、光拡散素子40と、光結合素子50とを備える(n:2以上の整数)。

[0013] 発光素子11、12、・・・、1nは、出射光L11、L12、・・・、L1nをそれぞれ出射する半導体レーザやLEDなどである。発光素子11、12、・・・、1nは同一の発光素子であってもよいし、出射光の波長や光出力などが異なる発光素子であってもよい。

[0014] コリメート素子20は、発光素子11、12、・・・、1nからの出射光L11、L12、・・・、L1nのそれぞれをコリメートしたコリメート光を生成する。コリメート素子20は、例えば、出射光L11、L12、・・・、L1nのそれぞれについて用意されたコリメートレンズの集合である。

[0015] 集光素子30は、発光素子11、12、・・・、1nからの出射光L11、L12、・・・、L1nのコリメート光を集光し、光拡散素子40に入射させる。集光素子30には、集光レンズなどを使用可能である。

[0016] 光拡散素子40は、集光素子30によって集光された出射光L11、L12、・・・、L1nのコリメート光をそれぞれ拡散して、出射光L11、L12、・・・、L1nごとに拡散光L21、L22、・・・、L2nを出力

する。光拡散素子40には、例えば石英からなる光拡散板などを使用できる。拡散光L21、L22、・・・、L2nは、光結合素子50の入射面51に入射される。

[0017] 拡散光L21、L22、・・・、L2nを受光した光結合素子50の出射面52から、拡散光L21、L22、・・・、L2nを結合した出力光L3が出力される。光結合素子50は、例えば、拡散光L21、L22、・・・、L2nを導光するマルチモードファイバである。

[0018] 以下において、発光素子11、12、・・・、1nを総称して「発光素子10」、出射光L11、L12、・・・、L1nを総称して「出射光L1」、拡散光L21、L22、・・・、L2nを総称して「拡散光L2」という。

[0019] 発光素子10の位置に応じて、出射光L1の入射角度が異なる。ここで、「入射角度」は、光拡散素子40に入射する出射光L1の進行方向と、入射面51での光結合素子50の光軸が延伸する方向（以下において、「光軸方向」という。）とのなす角度である。図1に示した発光装置では、互いに異なる入射角度で光拡散素子40に入射してくる出射光L1がそれぞれ拡散され、光拡散素子40から拡散光L2が出力される。光結合素子50で結合される出射光L1は、コリメート光であることが好ましい。このため、発光素子10からコリメート光が出射されない場合は、コリメート素子20を使用して出射光L1のコリメート光を生成することが好ましい。

[0020] 光拡散素子40は、出射光L1のそれぞれについて、光軸方向を少なくとも含む範囲に拡散する拡散光L2を出力する。以下に、光拡散素子40の機能について説明する。なお、光拡散素子40から出力される拡散光L2の拡散する方向の範囲を、以下において「拡散範囲」という。拡散範囲は、光拡散素子40を調整することによって設定される。また、拡散範囲における拡散光L2の拡散角度について、光軸方向とのなす角の最大のものを「最大拡散角度 θd 」とする。即ち、最大拡散角度 θd は、拡散光L2の最外縁の進行方向と光軸方向とのなす角度である。

[0021] 例えば、図2に示すように、出射光L1が光軸方向に沿って光拡散素子40に入射した場合、光拡散素子40から拡散角度 θ_2 で拡散する拡散光L2の拡散範囲は、光軸方向について対称に広がる。一方、図3に示すように、出射光L1が入射角度 θ_1 で光拡散素子40に入射した場合は、拡散範囲は、入射方向を延長した方向について対称に広がる。このため、最大拡散角度 θ_d は、入射角度 θ_1 よりも大きい。

[0022] 出射光L1が直接に光結合素子50に入射した場合には、光結合素子50の入射角度依存性のために、光結合素子50から出力される出力光L3のビームプロファイルは、光軸方向に垂直な面の強度分布（以下において、単に「強度分布」という。）がドーナツ形状になる。図1に示したように複数の発光素子10からの出射光L1を結合する場合、入射角度を有して入射する出射光L1が多いため、強度分布がドーナツ形状になり易い。特に、相対的に入射角度の大きい出射光L1が多いと、強度分布における強度の差が大きくなる。

[0023] しかし、図1に示した発光装置では、いずれの出射光L1に由来する拡散光L2も、光拡散素子40によって、光軸方向を含む方向に出力される。このため、強度分布の中心領域の強度が増大し、周辺領域の強度が減少する。したがって、図1に示した発光装置によれば、均一な強度分布の出力光L3が得られる。例えば、入射角度 θ_1 の分布を勘案して、出力光L3の強度分布が均一になるように、光拡散素子40による拡散光L2の拡散角度 θ_2 を設定する。

[0024] ところで、光結合素子50の開口数NAの制限によって、拡散光L2のうちの、光結合素子50の最大受光角度よりも大きい角度で光結合素子50の入射面51に達した成分は、入射面51で反射される。光結合素子50の開口数NAと最大受光角度 θ_m とは、以下の式(1)の関係がある：

$$NA = \sin(\theta_m) \quad \dots (1)$$

[0025] 光結合素子50で結合される出射光L1が入射面51から入射可能な角度の範囲は、図2及び図3に破線で示すように、最大受光角度 θ_m の2倍であ

る。拡散光L2の光軸方向となす角度が最大受光角度 θ_m よりも大きい成分は、入射面51で反射されたり、光結合素子50がマルチモードファイバである場合にコアを伝播できなかつたりするなど、光結合素子50の内部を正常に伝播できない。

[0026] したがって、図2に示した出射光L1については、拡散光L2の拡散角度 θ_2 が最大受光角度 θ_m の2倍以下である場合、即ち、最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m 以下である場合は、拡散光L2の全部が光結合素子50に入射される。一方、拡散光L2の拡散角度 θ_2 が最大受光角度 θ_m の2倍よりも大きくなるように出射光L1が拡散された場合には、拡散光L2の最大受光角度 θ_m よりも大きい成分が光結合素子50内部を正常に伝播できない。このため、入射角度 θ_1 が0度である出射光L1の一部を光結合素子50で結合させない場合には、 $\theta_2 > 2 \times \theta_m$ になるように光拡散素子40を調整する。

[0027] 一方、図3に示した出射光L1については、拡散光L2の最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m 以下である場合に、拡散光L2の全部が光結合素子50に入射される。一方、拡散光L2の最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m よりも大きくなるように出射光L1が拡散された場合は、拡散光L2の一部が光結合素子50で結合されない。

[0028] したがって、拡散光L2の少なくとも一部において、 $\theta_d > \sin^{-1}(NA)$ の関係を満たすように、即ち、 $\theta_d > \theta_m$ であるように光拡散素子40が出射光L1を拡散することにより、出射光L1ごとに光結合素子50で結合される成分の割合を調整できる。最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m よりも大きいほど、拡散光L2の光結合素子50内部を正常に伝播できない成分の割合が増大する。このため、以下に例示するように、複数の出射光L1それぞれの出力光L3の強度分布における影響を調整できる。

[0029] 複数の出射光L1を結合した場合、入射角度依存性により、強度分布において出射光L1の入射角度 θ_1 が大きい出射光L1の光出力の影響が強くなる。特に、相対的に入射角度 θ_1 の大きい出射光L1の光出力が入射角度 θ

1の小さい出射光L1の光出力よりも大きい場合や、入射角度 θ_1 の大きい出射光L1の数が多い場合に、周辺領域がより高いドーナツ形状の強度分布になる。このように、発光素子10の出射光L1の光出力の分布に起因する強度分布の不均一性が生じる。この場合に、入射角度 θ_1 が大きい出射光L1の最大拡散角度 θ_d を光結合素子50の最大受光角度 θ_m よりも大きくなるように光拡散素子40を調整することによって、以下のように、強度分布の不均一性を抑制することができる。

[0030] 最大拡散角度 θ_d は、入射角度 θ_1 が小さい出射光L1よりも、入射角度 θ_1 が大きい出射光L1の方が大きい。このため、相対的に入射角度 θ_1 が大きい出射光L1については最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m よりも大きくなり、相対的に入射角度 θ_1 が小さい出射光L1については最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m 以下になるように、拡散角度 θ_2 を設定する。これにより、入射角度 θ_1 が大きい出射光L1の一部が光結合素子50で結合されなくなり、強度分布の不均一性が抑制される。

[0031] また、波長の異なる出射光L1を結合する場合にも、拡散角度 θ_2 の設定によって、波長成分の調整が可能である。例えば、入射角度 θ_1 が大きい出射光L1の波長成分を減らすことにより、出力光L3における波長成分を調整できる。

[0032] ところで、 $\theta_d > \theta_m$ であるように光拡散素子40を調整することによって、開口数NAによる制限を超えた部分を含む拡散角度 θ_2 で、拡散光L2が光結合素子50に入射される。これにより、最大受光角度 θ_m と同等の広がりをもって、出力光L3が光結合素子50の出射面52から出力される。即ち、出力光L3の広がりを最大にすることができる。

[0033] ただし、 $\theta_d > \theta_m$ の場合には、拡散光L2のうち、最大受光角度 θ_m よりも大きい角度で進行する成分は、光結合素子50内部を正常に伝播できない。即ち、出射光L1の全部が光結合素子50で結合されずに、ロスが生じる。したがって、効率よりも出力光L3の広がりを優先する場合などに、 $\theta_d > \theta_m$ とすればよい。ただし、出射光L1の入射角度 θ_1 が0度の発光素

子10は1個しか配置できないが、入射角度 θ_1 が大きい発光素子10ほど、配置できる個数が増大する。このため、ロスを個数によって補うことが可能である。

[0034] なお、相対的に入射角度 θ_1 の大きい、即ち最大拡散角度 θ_d の大きい出射光L1についてのみ、 $\theta_d > \theta_m$ とすることにより、ロスを小さくすることができる。この場合、どの範囲の入射角度 θ_1 までを $\theta_d > \theta_m$ にするかを調整することによって、出力光L3における出射光L1の影響するバランスを調整することができる。

[0035] 例えば、入射角度 θ_1 が最も大きい発光素子10について、 $\theta_d > \theta_m$ であるように拡散角度 θ_2 を設定する。このために、例えば、入射角度 θ_1 が最も大きい発光素子10については最大拡散角度 θ_d が入射角度 θ_1 よりも大きくなるように、それ以外の発光素子10については最大拡散角度 θ_d が入射角度 θ_1 以下になるように、光拡散素子40が出射光L1を拡散する。

[0036] 即ち、図1に示した発光装置において、発光素子11からの出射光L11と発光素子1nからの出射光L1nの入射角度 θ_1 が同様であるとき、最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m よりも大きくなるように、出射光L11と出射光L1nを拡散する。一方、発光素子11と発光素子1nを除いた発光素子10については、最大拡散角度 θ_d が最大受光角度 θ_m 以下になるように、出射光L1を拡散する。

[0037] これにより、光結合素子50内部を正常に伝播できずにロスになるのは、入射角度 θ_1 が最も大きい発光素子10の出射光L1の一部のみである。したがって、発光装置の全体でのロスを抑制することができる。なお、入射角度 θ_1 が最も大きい発光素子10は、光軸方向の周囲に沿って数多く配置することができる。これにより、ロスした分を補うことができる。

[0038] また、最大拡散角度 θ_d が最大である拡散光L2について、 $\theta_d = \sin^{-1}(NA)$ の関係を満たすように、即ち $\theta_d = \theta_m$ であるように、光拡散素子40が出射光L1を拡散することによって、すべての出射光L1を光結合素子50で結合させることができる。即ち、すべての拡散光L2の最大拡散角

度 θ_d のうちで最大の角度が、開口数NAとの関係で光結合素子50に入射が許容される最大の角度であるように、出射光L1を拡散する。これにより、最大受光角度 θ_m と同等の大きな広がりをもって、出力光L3が光結合素子50の出射面52から出力される。この場合、結合されないロスをなくすることができる。例えば、入射角度 θ_1 が最大の出射光L1を、 $\theta_d = \theta_m$ であるように光拡散素子40が拡散する。

[0039] 上記のように、出射光L1の少なくとも一部について、光結合素子50の開口数NAで入射が制限される角度と同様若しくはそれ以上の拡散角度 θ_2 で拡散することにより、強度分布の不均一性を抑制された出力光L3が、最大の広がり角をもって光結合素子50から出力される。

[0040] なお、すべての拡散光L2について $\theta_d < \sin^{-1}(NA)$ の関係を満たすように、即ち $\theta_d < \theta_m$ であるように、光拡散素子40が出射光L1を拡散するようにしてもよい。これにより、開口数NAによる制限に対して余裕のある最大拡散角度 θ_d で拡散光L2が光結合素子50に入射されるため、すべての出射光L1を光結合素子50で結合させることができる。例えば、光軸から離れた外側に配置された発光素子10の出射光L1の一部が、光学素子の特性ばらつきなど起因して光結合素子50内部を正常に伝播できないことがなくなる。したがって、出力光L3の広がり角は最大受光角度 θ_m よりも狭くなるが、ロスを低減することができる。

[0041] 上記のように、図1に示した発光装置によれば、光拡散素子40によって拡散光L2の最大拡散角度 θ_d と光結合素子50の開口数NAとの関係を任意に設定できる。これにより、出力光L3の広がり角や複数の発光素子10からの出射光L1の光出力の差に起因する強度分布における強度の差を調整できる。

[0042] 出射光L1が、光拡散素子40によって拡散されずに、直接に光結合素子50に入射する比較例の発光装置における出力光L3の強度分布の例を、図4に示す。図示した強度分布の横軸は強度であり、縦軸は出力光L3の進行方向に垂直な断面に沿った位置である。図4に示すように、入射角度依存性

によって、出力光L3の強度分布はドーナツ形状である。

[0043] しかし、多波長のレーザ光を使用するレーザセラピーやレーザ加工、照明用のマルチモードファイバに結合するレーザコンバインモジュールなどでは、入射角度によりビームプロファイルの強度分布が異なることは好ましくない。例えば、レーザ加工やレーザセラピーなどでは、高出力の同一、多波長のレーザ光を使用するが、発光素子を独立して或いは同時に発光させたときに、強度分布が不均一であることは好ましくない。

[0044] これに対し、図1に示した発光装置では、光拡散素子40によって、光結合素子50の光軸方向を含む拡散範囲に出射光L1が拡散される。このため、拡散光L2が入射される光結合素子50からの出力光L3において、強度分布がドーナツ形状になることが防止される。図5に、図1に示した発光装置における出力光L3の強度分布の例を示す。

[0045] なお、拡散光L2は拡散するため、高い結合効率を維持するために、光拡散素子40と光結合素子50との距離は、できるだけ短いことが好ましい。光拡散素子40と光結合素子50とを限りなく密接させることによって、モードスクランブラを使用する場合と比較して、省スペース、低コスト化が可能である。例えば、光拡散素子40と入射面51との距離を0.1mm以下にすることにより、結合効率を高く維持することができる。

[0046] 以上に説明したように、本発明の第1の実施形態に係る発光装置は、複数の発光素子10それぞれからの出射光L1が、光結合素子50の光軸方向を含む範囲に拡散された後、光結合素子50に入射される。その結果、図1に示した発光装置によれば、入射角度依存性が抑制され、光結合素子50から出力される出力光L3の強度分布の不均一性を抑制できる。つまり、様々な位置に配置された複数の発光素子10の出射光L1が光結合素子50で結合されても、強度分布がドーナツ形状になることが抑制される。

[0047] また、光拡散素子40という比較的小型の光学素子を用いて、ビームプロファイルを改善できる。このため、モードスクランブラを使用する場合と比べて、発光装置のサイズの増大が抑制され、省スペース化が可能である。更

に、材料費及び製造工程について、低コスト化を実現できる。

[0048] なお、互いに波長が異なる出射光L1を出射する複数の発光素子10を組み合わせてもよい。これにより、出力光L3をマルチカラー化することができる。

[0049] (第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る発光装置は、図6に示すように、出射光L1のビーム幅を変更するビーム幅変更素子60を更に備える。また、複数の発光素子10は、それぞれの出射光L1のファースト軸方向に沿って一次元配列されている。図6に示した発光装置では、光拡散素子40が、ビーム幅変更素子60によってビーム幅が変更された出射光L1を、スロー軸方向について、光結合素子50の開口数NAとの関係で入射が許容される最大の角度に拡散する。

[0050] 発光素子10に半導体レーザや固体レーザなどを使用した場合、出射光L1の進行方向に垂直な断面（以下において、「進行面」という。）の形状は楕円である。例えば、端面出力型のシングルエミッタ半導体レーザの出射光L1は、発光エリアサイズ（エミッタサイズ）の小さい方向にビーム幅が広い。即ち、図7に示すように、発光エリアAのサイズの広い方向がスロー軸方向、発光エリアサイズの狭い方向がファースト軸方向となる。図7に示したように、出射光L1の進行面の形状は、発光エリアサイズの広い方向（スロー軸方向S）にビーム幅が狭く、発光エリアサイズの狭い方向（ファースト軸方向F）にビーム幅が広い。

[0051] 図6に示した発光装置は、ファースト軸方向Fに沿って一次元配列された発光素子10からの出射光L1それぞれのビーム幅を、図8において破線で示した形状LS1を実線で示した形状LS2になるように、スロー軸方向Sに沿って広げる。つまり、スロー軸方向Sに拡張された出射光L1がファースト軸方向Fに積層された状態で、光拡散素子40に入射する。

[0052] 例えば、ビーム幅変更素子60は、拡散光L2が光結合素子50内部を正常に伝播できる開口数NAの制限ぎりぎりの広さに拡散されるように、出射

光L1のスロー軸方向Sのビーム幅を変更する。即ち、光拡散素子40が、スロー軸方向の拡散角度 θ_2 が光結合素子50の最大受光角度 θ_m の2倍であるように、ビーム幅が変更された出射光L1を拡散する。これにより、出力光L3の広がり角を最大限に広くするとともに、光結合素子50で結合されない出射光L1のロスを最小限にすることができる。

[0053] このため、ビーム幅の変更幅は、出射光L1ごとに調整可能とすることが好ましい。例えば、集光素子30の受光面が円形状である場合には、入射角度 θ_1 が0度の出射光L1の変更幅を最大とし、入射角度 θ_1 が大きくなるほど変更幅を小さくする。これにより、出射光L1の集光素子30に受光されない成分の割合が減少し、ロスを抑制することができる。

[0054] したがって、図6に示した発光装置は、 $\theta_d = \theta_m$ であるように出射光L1を拡散する場合に、好適に使用される。ただし、出射光L1の入射角度 θ_1 が0度の発光素子10を除いては、複数個の発光素子10を配置することができる。このため、入射角度 θ_1 が大きいことに起因して発生するロスは、発光素子10の個数を調整することで補うことも可能である。

[0055] 出射光L1のビーム幅を変更するために、ビーム幅変更素子60としてシリンドリカルレンズなどが好適に使用される。また、ビーム幅を変更するには、回折格子やプリズムなどを応用可能である。

[0056] 上記のように、第2の実施形態に係る発光装置では、スロー軸方向Sについて、開口数NAによる制限いっばいに拡散光L2を光結合素子50に入射する。これにより、入射角度依存性が抑制された出力光L3の強度分布が得られる。他は、第1の実施形態と実質的に同様であり、重複した記載を省略する。

[0057] (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。

[0058] 上記では、出射光L1をコリメートするために、コリメート素子20を使用する場合を例示的に示した。しかし、発光素子10がコリメート光を出射する場合には、コリメート素子20は不要である。また、発光素子10から光拡散素子40に向かって出射光L1が進行する場合には、集光素子30は使用しなくてもよい。

[0059] 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もちろんである。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

[0060] 本発明の発光装置は、複数の発光素子からの出射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] 複数の発光素子と、
前記複数の発光素子それぞれからの出射光を拡散し、前記出射光ごとに拡散光を出力する光拡散素子と、
前記拡散光を受光し、前記複数の発光素子の前記拡散光を結合した出力光を出力する光結合素子と
を備え、
前記光拡散素子が、前記光結合素子の光軸方向を含む範囲に前記出射光を拡散することを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 前記光拡散素子が、
前記拡散光の最外縁の進行方向と前記光軸方向とのなす最大の角度である最大拡散角度 θ_d と、前記光結合素子の開口数 NA とが、前記拡散光の少なくとも一部において、
 $\theta_d > \sin^{-1}(NA)$
の関係を満たすように、前記出射光を拡散することを特徴とする請求項1に記載の発光装置。
- [請求項3] 前記光拡散素子が、
前記拡散光の最外縁の進行方向と前記光軸方向とのなす最大の角度である最大拡散角度 θ_d と、前記光結合素子の開口数 NA とが、前記最大拡散角度 θ_d が最大である前記拡散光について、
 $\theta_d = \sin^{-1}(NA)$
の関係を満たすように、前記出射光を拡散することを特徴とする請求項1に記載の発光装置。
- [請求項4] 前記光拡散素子が、
前記拡散光の最外縁の進行方向と前記光軸方向とのなす最大の角度である最大拡散角度 θ_d と、前記光結合素子の開口数 NA とが、すべての前記拡散光について、
 $\theta_d < \sin^{-1}(NA)$

の関係を満たすように、前記出射光を拡散することを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

[請求項5] 前記出射光のビーム幅を変更するビーム幅変更素子を更に備え、
前記複数の発光素子が、前記出射光のファースト軸方向に沿って一次元配列され、

前記光拡散素子が、前記ビーム幅変更素子によって前記ビーム幅が変更された前記出射光を、スロー軸方向について、前記光結合素子の開口数との関係で入射が許容される最大の角度に拡散することを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

[請求項6] 前記複数の発光素子のうちで前記出射光の入射角度が最も大きい発光素子については、前記拡散光の最外縁の進行方向と前記光軸方向とのなす最大の角度である最大拡散角度が入射角度よりも大きくなるように、且つ、

前記出射光の入射角度が最も大きい発光素子を除いた前記発光素子については、前記最大拡散角度が入射角度以下であるように、

前記光拡散素子が前記出射光を拡散することを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

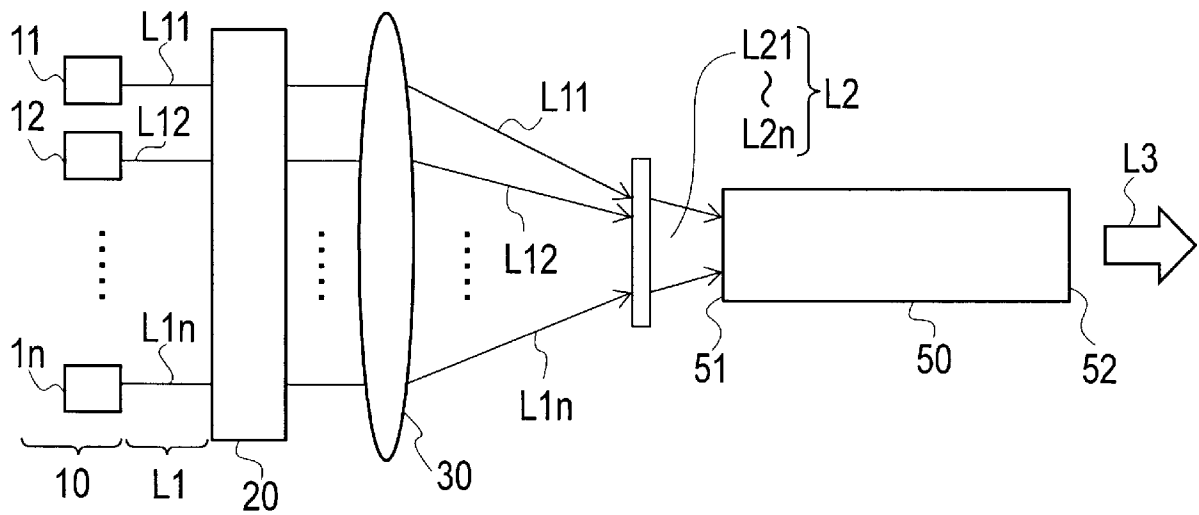
[請求項7] 前記光拡散素子と前記光結合素子の入射面との距離が 0.1 mm 以内であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

[請求項8] 前記光結合素子がマルチモードファイバであることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

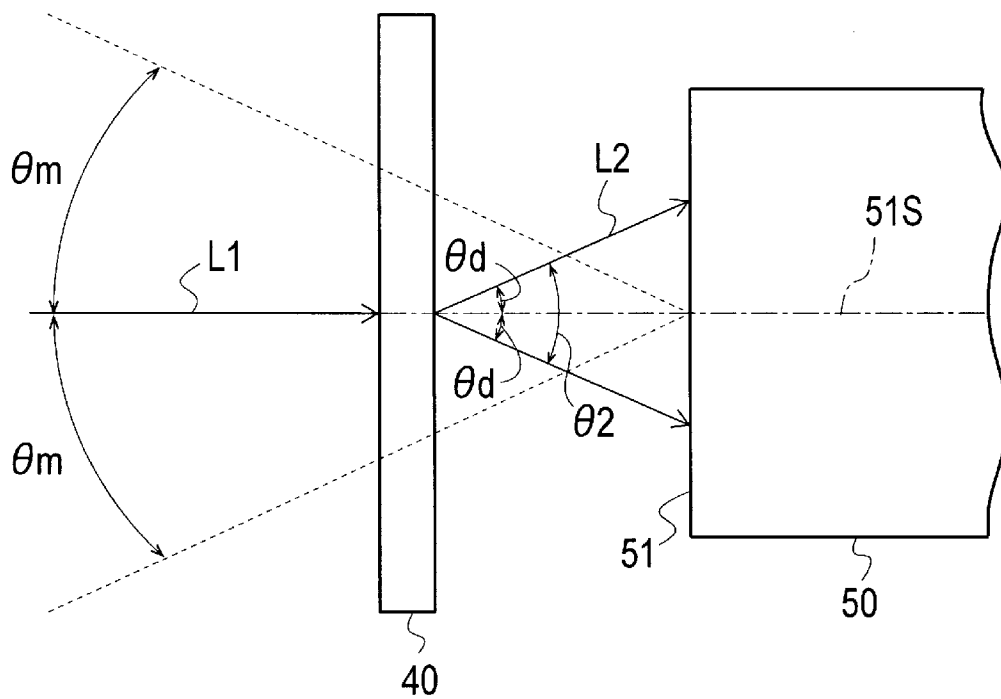
[請求項9] 前記複数の発光素子からの前記出射光のそれぞれについてコリメート光を生成するコリメート素子を更に備え、

前記光拡散素子に、前記出射光の前記コリメート光が入射されることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。

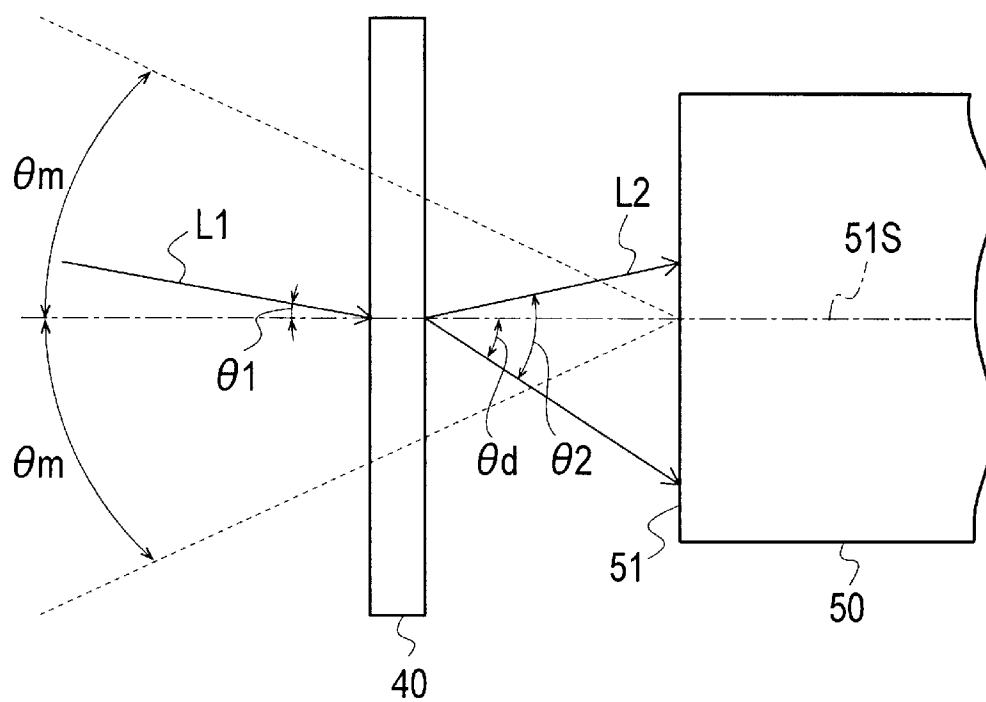
[図1]



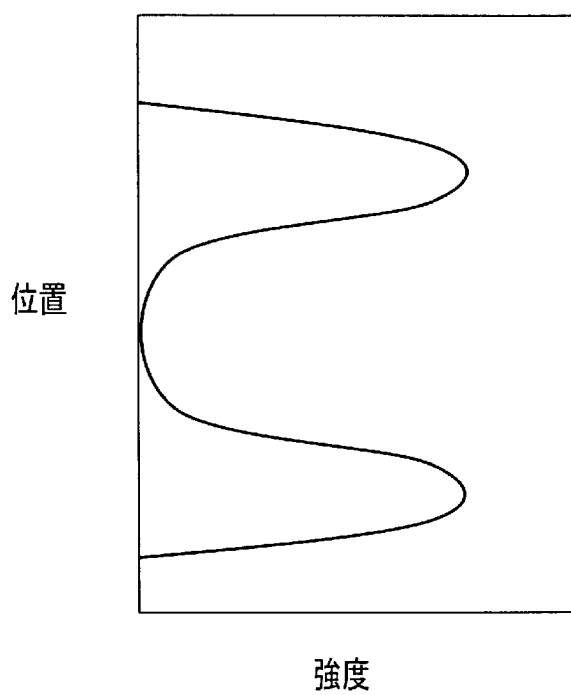
[図2]



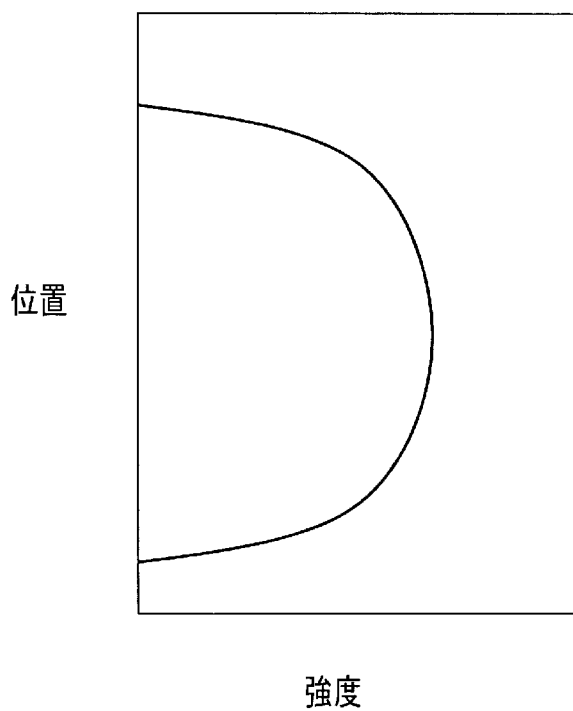
[図3]



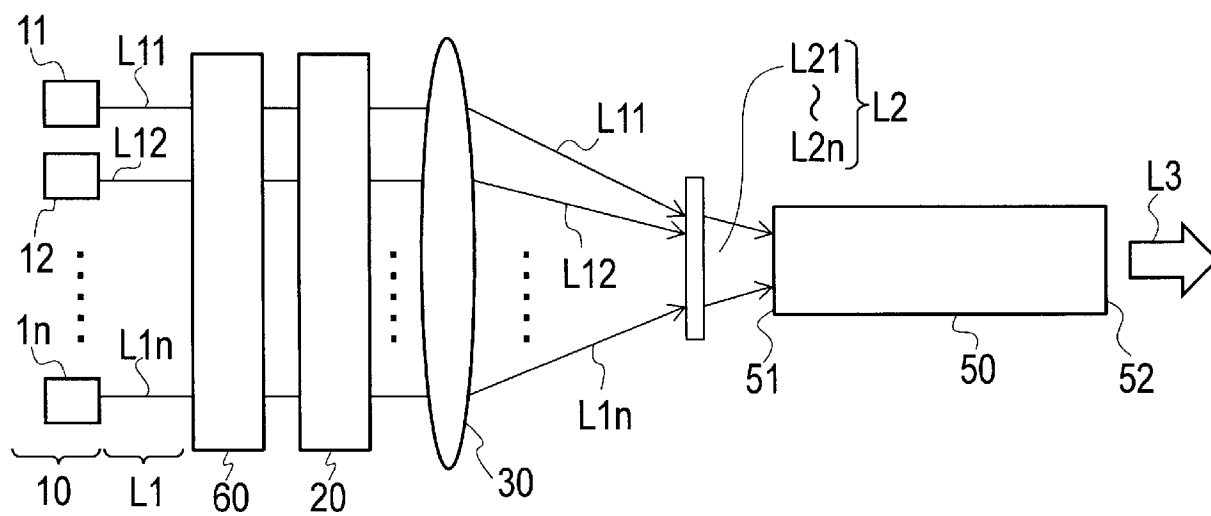
[図4]



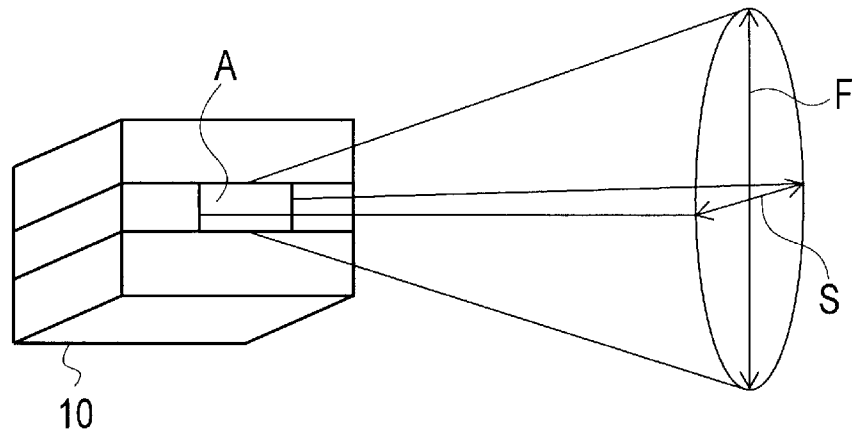
[図5]



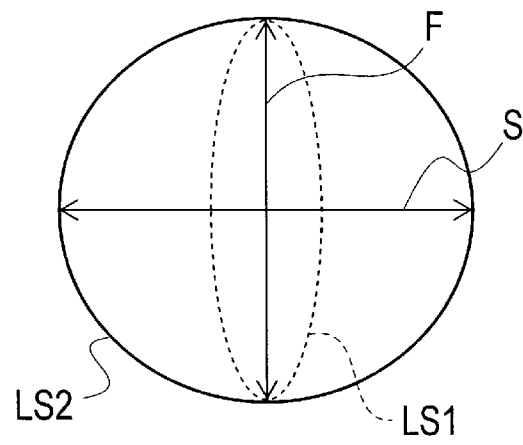
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074913

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/42(2006.01)i, H01S5/40(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)
B23K26/00-26/70, F21K9/00-9/90, F21S2/00-19/00, G02B6/42-6/43,
19/00-21/00, 21/06-21/36, 27/09, 27/48, G03B21/00-21/30, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	US 2016/0091784 A1 (HU et al.), 31 March 2016 (31.03.2016), paragraphs [0055] to [0083]; fig. 3 to 4 & JP 2016-526258 A & WO 2014/183581 A1 & EP 2998788 A1 & CN 103279005 A & KR 10-2016-0016802 A	1, 7, 9 3-5, 8 2, 6
X Y A	US 2014/0028985 A1 (JANSSENS), 30 January 2014 (30.01.2014), paragraphs [0034] to [0038]; fig. 1 & WO 2012/139634 A1 & EP 2697682 A1 & CN 103597400 A	1, 7 3-4, 8-9 2, 5-6
Y	JP 2013-167770 A (Iwasaki Electric Co., Ltd.), 29 August 2013 (29.08.2013), paragraphs [0012] to [0017] (Family: none)	3-5

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 15 November 2016 (15.11.16)	Date of mailing of the international search report 29 November 2016 (29.11.16)
--	---

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/JP2016/074913

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 2000-329962 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 30 November 2000 (30.11.2000), paragraph [0031] (Family: none)	3-5
Y	WO 2013/088466 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0025] to [0026] & US 2014/0300873 A1 paragraphs [0060] to [0066] & EP 2793077 A1 & CN 103988125 A	8
A	JP 2008-96777 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 April 2008 (24.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	WO 2015/145608 A1 (Shimadzu Corp.), 01 October 2015 (01.10.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2013-92752 A (Panasonic Corp.), 16 May 2013 (16.05.2013), entire text; all drawings & US 2013/0088471 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, H01S5/40(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. B23K26/00-26/70, F21K9/00-9/90, F21S2/00-19/00, G02B6/42-6/43, 19/00-21/00, 21/06-21/36, 27/09, 27/48, G03B21/00-21/30, 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	US 2016/0091784 A1 (HU et al.)	1, 7, 9
Y	2016.03.31, 段落[0055]-[0083], 第3-4図	3-5, 8
A	& JP 2016-526258 A & WO 2014/183581 A1 & EP 2998788 A1 & CN 103279005 A & KR 10-2016-0016802 A	2, 6
X	US 2014/0028985 A1 (JANSSENS)	1, 7
Y	2014.01.30, 段落[0034]-[0038], 第1図	3-4, 8-9
A	& WO 2012/139634 A1 & EP 2697682 A1 & CN 103597400 A	2, 5-6

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

15.11.2016

国際調査報告の発送日

29.11.2016

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)

廣崎 拓登

2L

5263

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 2013-167770 A (岩崎電気株式会社) 2013.08.29, 段落【0012】 - 【0017】 (ファミリーなし)	3-5
Y	JP 2000-329962 A (富士ゼロックス株式会社) 2000.11.30, 段落【0031】 (ファミリーなし)	3-5
Y	WO 2013/088466 A1 (三菱電機株式会社) 2013.06.20, 段落[0025]-[0026] & US 2014/0300873 A1, 段落[0060]-[0066] & EP 2793077 A1 & CN 103988125 A	8
A	JP 2008-96777 A (三菱電機株式会社) 2008.04.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	WO 2015/145608 A1 (株式会社島津製作所) 2015.10.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2013-92752 A (パナソニック株式会社) 2013.05.16, 全文, 全図 & US 2013/0088471 A1	1-9