

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5082316号
(P5082316)

(45) 発行日 平成24年11月28日 (2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 S	3/0941	(2006.01)	HO 1 S	3/094 S
GO 2 B	27/09	(2006.01)	GO 2 B	27/00 E
HO 1 S	5/06	(2006.01)	HO 1 S	5/06
B 2 3 K	26/08	(2006.01)	B 2 3 K	26/08 N
B 2 3 K	26/067	(2006.01)	B 2 3 K	26/067

請求項の数 1 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-196840 (P2006-196840)	(73) 特許権者	000001247
(22) 出願日	平成18年7月19日 (2006.7.19)		株式会社ジェイテクト
(65) 公開番号	特開2008-28019 (P2008-28019A)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(43) 公開日	平成20年2月7日 (2008.2.7)	(74) 代理人	110000394
審査請求日	平成21年6月22日 (2009.6.22)		特許業務法人岡田国際特許事務所
		(72) 発明者	中野 ともみ
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		(72) 発明者	太田 浩充
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		審査官	傍島 正朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集光ブロック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射された光を入射方向に直交する幅方向に2分割した第1分割光と第2分割光とに分ける分割反射面を有する分割プリズムと、

複数のプリズムで構成されて前記第1分割光を内部に閉じ込めて伝送する第1プリズム群と、

複数のプリズムで構成されて前記第2分割光を内部に閉じ込めて伝送する第2プリズム群と、で構成され、前記入射された光を集光する集光ブロックであって、

前記分割プリズムは、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有し、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している2つの側面である自身の2つの直角形成側面が前記光の入射方向に向くように配置され、自身の2つの直角形成側面である前記分割反射面にて前記入射された光を前記幅方向に2分割し、当該光の入射方向に直交する方向であり且つ互いに反対となる方向に進行する第1分割光と第2分割光とに分割し、前記第1分割光を前記第1プリズム群に入射するとともに、前記第2分割光を前記第2プリズム群に入射し、

前記第1プリズム群は、前記第1分割光が入射されると、当該第1分割光の進行方向を、前記入射方向に直交する任意の方向に変換するように反射しながら、当該第1プリズム群の第1出射面へと前記第1分割光をプリズム内で伝送する第1伝送経路を構成し、

前記第1プリズム群は、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有する第1方向変換プリズム及び第2方向変換プリズムにて構成されており、

前記第1方向変換プリズム及び前記第2方向変換プリズムは、前記分割プリズムに入射

された光の入射方向に底面が直交するように配置されており、

前記第1方向変換プリズムは、底面の直角二等辺三角形の斜辺を形成している側面である自身の斜辺形成側面が、前記分割プリズムにて分割された第1分割光に直交するように向けられて配置されており、自身の斜辺形成側面から入射された第1分割光を、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面から他方の直角形成側面に向けて反射し、反射された第1分割光を、さらに他方の直角形成側面から自身の斜辺形成側面に向けて反射して自身の斜辺形成側面から第1分割光を出射させることで、自身の斜辺形成側面に直交する方向から入射された第1分割光を、自身の斜辺形成側面において前記第1分割光が入射された位置とは異なる位置から、入射時とは反対方向に出射し、

10

前記第2方向変換プリズムは、自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面が、前記第1方向変換プリズムから出射された第1分割光と直交するように配置され、一方の直角形成側面から入射された第1分割光を、自身の斜辺形成側面にて他方の直角形成側面である第1出射面に向けて反射し、反射された第1分割光を前記第1出射面から出射し、

前記第2プリズム群は、前記第2分割光が入射されると、当該第2分割光の進行方向を、前記入射方向に直交する任意の方向に変換するように反射しながら、当該第2プリズム群の第2出射面へと前記第2分割光をプリズム内で伝送する第2伝送経路を構成し、

前記第2プリズム群は、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有する第3方向変換プリズム及び第4方向変換プリズムにて構成されており、

20

前記第3方向変換プリズム及び前記第4方向変換プリズムは、前記分割プリズムに入射された光の入射方向に底面が直交するように配置されており、

前記第3方向変換プリズムは、底面の直角二等辺三角形の斜辺を形成している側面である自身の斜辺形成側面が、前記分割プリズムにて分割された第2分割光に直交するように向けられて配置されており、自身の斜辺形成側面から入射された第2分割光を、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面から他方の直角形成側面に向けて反射し、反射された第2分割光を、さらに他方の直角形成側面から自身の斜辺形成側面に向けて反射して自身の斜辺形成側面から第2分割光を出射させることで、自身の斜辺形成側面に直交する方向から入射された第2分割光を、自身の斜辺形成側面において前記第2分割光が入射された位置とは異なる位置から、入射時とは反対方向に出射し、

30

前記第4方向変換プリズムは、自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面が、前記第3方向変換プリズムから出射された第2分割光と直交するように配置され、一方の直角形成側面から入射された第2分割光を、自身の斜辺形成側面にて他方の直角形成側面である第2出射面に向けて反射し、反射された第2分割光を前記第2出射面から出射し、

前記第1方向変換プリズムは前記分割プリズムと隣り合わせに配置され、前記第2方向変換プリズムは前記第1方向変換プリズムと隣り合わせに配置され、前記第3方向変換プリズムは前記分割プリズムと隣り合わせに配置され、前記第4方向変換プリズムは前記第3方向変換プリズムと隣り合わせに配置され、前記第2方向変換プリズムと前記第4方向変換プリズムは隣り合わせに配置されており、

40

前記第1出射面と前記第2出射面とを前記入射方向に直交する方向に沿って隣り合うように並べて配置し、前記第1出射面から出射される前記第1分割光と、前記第2出射面から出射される前記第2分割光とを、前記第1分割光と前記第2分割光の前記幅方向と進行方向とに直交する厚さ方向に隣り合うように並べて出射することで、前記入射された光を集光し、

前記入射された光は、進行方向に直交する厚さ方向に対しては平行光であり且つ進行方向と厚さ方向とに直交する幅方向に対しては所定角度で広がりながら進行する光であり、

前記第1プリズム群は、前記第1分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する前記第1方向変換プリズム及び前記第2方向変換プリズムにて構成されており、伝送する

50

前記第 1 分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送し、

前記第 2 プリズム群は、前記第 2 分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する前記第 3 方向変換プリズム及び前記第 4 方向変換プリズムにて構成されており、伝送する前記第 2 分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送する、

ことを特徴とする集光ブロック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、種々の光を集光可能な集光ブロックに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体レーザは発振効率が高い（～50%）ことから、固体レーザの励起光として、あるいは直接加工光源として利用するニーズが高まっている。また、半導体レーザメーカーからは、複数のエミッタ（発光部）を一次元状に配置した半導体レーザアレイや、半導体レーザアレイを積層して複数のエミッタ（発光部）を二次元状に配置した半導体レーザスタックが商品化されている。

例えば一般的な半導体レーザアレイは、長さ約10mm、厚さ約0.2mm、幅約1mmの外形寸法の半導体レーザチップをヒートシンクにマウントしたもので、この中に厚さ方向に約1 μ m、長さ方向に約150 μ mの発光部がピッチ約500 μ mで10数個集積化されている。そして1個の発光部からは約2Wの出力のレーザ光が出射される。これら

を集光してパワー密度を高くして励起光として用いたり、直接加工光源として用いたりすれば、金属の溶接や穴あけ、切断等を行うことができる。

【0003】

一般的な半導体レーザアレイ（発光部が一次元配置）において、図1（A）の例に示すように、発光部（31a～31h）から出射されるレーザ光L1は長軸方向及び短軸方向にほぼ楕円状に広がりながら進行する。また、図1（B）の例に示すように、長軸方向の広がり角 f は数10度（例えば30度～40度）程度あり、短軸方向の広がり角 s は数度（例えば3度～4度）程度である。また各発光部（31a～31h）の寸法は、上述したように、一般的な半導体レーザアレイでは長軸方向が1 μ m程度、短軸方向が100～200 μ m程度である。また、出射された時点のレーザ光は、偏光方向が所定の方向（例えば長軸方向）に揃っている。以下の説明では、半導体レーザアレイの各発光部（この場合、31a～31h）から出射されるレーザ光をまとめた光（発光部31aから出射されるレーザ光L1と、発光部31bから出射されるレーザ光L1と・・・発光部31hから出射されるレーザ光L1とをまとめた光）を「光束」と記載する。

レーザ光の集光性は「ビーム径×広がり角」で示されるビームパラメータプロダクトに依存し、上述のような半導体レーザアレイの場合、長軸方向のビームパラメータプロダクトは0.2mm・mrad程度で、短軸方向のビームパラメータプロダクトは200mm・mradである。このため、集光する場合、長軸方向には比較的容易に小さく集光できるが、短軸方向に小さく集光することは比較的困難である。

【0004】

例えば、特許文献1に記載された従来技術では、特許文献1の図1に示されているように、リニアアレイLD（半導体レーザアレイに相当）から出射される複数のレーザ光を、シリンダカルレンズ（長軸方向コリメートレンズに相当）及びシリンダカルレンズアレイ（短軸方向コリメートレンズに相当）にて長軸方向及び短軸方向において平行光に変換した後、3個のプリズムを通過させて短軸方向の幅を小さくし、短軸方向の幅を長軸方向の幅とほぼ同サイズになるまで小さくして、（球面）レンズ（集光レンズに相当）を用いてレーザロッド（固体レーザ）の端面に集光し、固体レーザの励起光として利用している。

また、特許文献2及び特許文献3に記載された従来技術では、半導体レーザスタックまたは半導体レーザアレイから出射される光束を短軸方向に2分割し、分割した光束を長軸

10

20

30

40

50

方向の間隔が小さくなるように並べて光束の密度を高くしている。

【特許文献1】特開平11-068197号公報

【特許文献2】特開2001-111147号公報

【特許文献3】特開2003-279885号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1～特許文献3に記載された従来技術では、半導体レーザーレイ（または半導体レーザースタック）から出射される光束を複数のプリズムで集光しているが、これら複数のプリズムを空間に配置しているため、各々のプリズムの位置調整が必要であり、調整に非常に手間がかかる。

10

また、空間からプリズムに光束が入射される面には、表面での反射を考慮する場合、反射防止膜を施す必要があり、反射防止膜を施す面の数が増えるとコストも高くなる。

また、半導体レーザーレイ（または半導体レーザースタック）から出射された光束を短軸方向に平行光に変換しない場合、出射されてから集光されるまでの経路において、空間を伝送する距離が長いと、短軸方向への広がり角 s の影響で短軸方向への広がりが大きくなり、集光の効率が低下する可能性があり、好ましくない。

本発明は、このような点に鑑みて創案されたものであり、半導体レーザーレイ等から出射される光束について、空間での伝送距離をより短くし、プリズム内に閉じ込めて伝送する伝送距離をより長くすることで、長軸方向及び短軸方向への拡散を抑制し、前記光束を集光する効率をより向上させることができる集光ブロックを提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するための手段として、本発明の第1発明は、請求項1に記載されたとおりの集光ブロックである。

請求項1に記載の集光ブロックは、入射された光を入射方向に直交する幅方向に2分割した第1分割光と第2分割光とに分ける分割反射面を有する分割プリズムと、複数のプリズムで構成されて前記第1分割光を内部に閉じ込めて伝送する第1プリズム群と、複数のプリズムで構成されて前記第2分割光を内部に閉じ込めて伝送する第2プリズム群と、で構成され、前記入射された光を集光する集光ブロックである。

30

前記分割プリズムは、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有し、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している2つの側面である自身の2つの直角形成側面が前記光の入射方向に向くように配置され、自身の2つの直角形成側面である前記分割反射面にて前記入射された光を前記幅方向に2分割し、当該光の入射方向に直交する方向であり且つ互いに反対となる方向に進行する第1分割光と第2分割光とに分割し、前記第1分割光を前記第1プリズム群に入射するとともに、前記第2分割光を前記第2プリズム群に入射する。

前記第1プリズム群は、前記第1分割光が入射されると、当該第1分割光の進行方向を、前記入射方向に直交する任意の方向に変換するように反射しながら、当該第1プリズム群の第1出射面へと前記第1分割光をプリズム内で伝送する第1伝送経路を構成している。

40

そして、前記第1プリズム群は、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有する第1方向変換プリズム及び第2方向変換プリズムにて構成されており、前記第1方向変換プリズム及び前記第2方向変換プリズムは、前記分割プリズムに入射された光の入射方向に底面が直交するように配置されており、前記第1方向変換プリズムは、底面の直角二等辺三角形の斜辺を形成している側面である自身の斜辺形成側面が、前記分割プリズムにて分割された第1分割光に直交するように向けられて配置されており、自身の斜辺形成側面から入射された第1分割光を、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面から他方の直角形成側面に向けて反射し、反射された第1分割光を、さらに他方の直角形成側面から自身の斜辺形成側面に向けて反射し

50

て自身の斜辺形成側面から第1分割光を出射させることで、自身の斜辺形成側面に直交する方向から入射された第1分割光を、自身の斜辺形成側面において前記第1分割光が入射された位置とは異なる位置から、入射時とは反対方向に出射し、前記第2方向変換プリズムは、自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面が、前記第1方向変換プリズムから出射された第1分割光と直交するように配置され、一方の直角形成側面から入射された第1分割光を、自身の斜辺形成側面にて他方の直角形成側面である第1出射面に向けて反射し、反射された第1分割光を前記第1出射面から出射する。

前記第2プリズム群は、前記第2分割光が入射されると、当該第2分割光の進行方向を、前記入射方向に直交する任意の方向に変換するように反射しながら、当該第2プリズム群の第2出射面へと前記第2分割光をプリズム内で伝送する第2伝送経路を構成している

10

そして、前記第2プリズム群は、底面が直角二等辺三角形の三角柱状の形状を有する第3方向変換プリズム及び第4方向変換プリズムにて構成されており、前記第3方向変換プリズム及び前記第4方向変換プリズムは、前記分割プリズムに入射された光の入射方向に底面が直交するように配置されており、前記第3方向変換プリズムは、底面の直角二等辺三角形の斜辺を形成している側面である自身の斜辺形成側面が、前記分割プリズムにて分割された第2分割光に直交するように向けられて配置されており、自身の斜辺形成側面から入射された第2分割光を、底面の直角二等辺三角形の直角を形成している自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面から他方の直角形成側面に向けて反射し、反射された第2分割光を、さらに他方の直角形成側面から自身の斜辺形成側面に向けて反射して自身の斜辺形成側面から第2分割光を出射させることで、自身の斜辺形成側面に直交する方向から入射された第2分割光を、自身の斜辺形成側面において前記第2分割光が入射された位置とは異なる位置から、入射時とは反対方向に出射し、前記第4方向変換プリズムは、自身の2つの直角形成側面における一方の直角形成側面が、前記第3方向変換プリズムから出射された第2分割光と直交するように配置され、一方の直角形成側面から入射された第2分割光を、自身の斜辺形成側面にて他方の直角形成側面である第2出射面に向けて反射し、反射された第2分割光を前記第2出射面から出射する。

20

また、前記第1方向変換プリズムは前記分割プリズムと隣り合わせに配置され、前記第2方向変換プリズムは前記第1方向変換プリズムと隣り合わせに配置され、前記第3方向変換プリズムは前記分割プリズムと隣り合わせに配置され、前記第4方向変換プリズムは前記第3方向変換プリズムと隣り合わせに配置され、前記第2方向変換プリズムと前記第4方向変換プリズムは隣り合わせに配置されている。

30

そして、前記第1出射面と前記第2出射面とを前記入射方向に直交する方向に沿って隣り合うように並べて配置し、前記第1出射面から出射される前記第1分割光と、前記第2出射面から出射される前記第2分割光とを、前記第1分割光と前記第2分割光の前記幅方向と進行方向とに直交する厚さ方向に隣り合うように並べて出射することで、前記入射された光を集光する。

また、前記入射された光は、進行方向に直交する厚さ方向に対しては平行光であり且つ進行方向と厚さ方向とに直交する幅方向に対しては所定角度で広がりながら進行する光であり、前記第1プリズム群は、前記第1分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する前記第1方向変換プリズム及び前記第2方向変換プリズムにて構成されており、伝送する前記第1分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送し、前記第2プリズム群は、前記第2分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する前記第3方向変換プリズム及び前記第4方向変換プリズムにて構成されており、伝送する前記第2分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送する。

40

【0007】

また、参考例として記載の集光ブロックでは、前記入射された光の偏光方向は、所定の偏光方向を示す第1偏光方向であり、前記第2伝送経路中に、入射された第1偏光方向を有する光の偏光方向を、第1偏光方向と直交する第2偏光方向に変換する位相差部材を備え、前記第1偏光方向の光を透過するとともに前記第2偏光方向の光を反射する選択反射

50

面を内部に備え、第1入射面から入射された前記第1偏光方向の光を透過して第3出射面から出射するとともに、第2入射面から入射された前記第2偏光方向の光を前記選択反射面にて反射して前記第3出射面から出射する合波プリズムを備える。

前記第1プリズム群の第1出射面と前記第2プリズム群の第2出射面とを隣り合うように並べて配置する代わりに、前記第1出射面が前記合波プリズムの第1入射面と一致するように第1伝送経路を構成し、前記第2出射面が前記合波プリズムの第2入射面と一致するように第2伝送経路を構成し、前記第1プリズム群は、第1偏光方向を有する前記第1分割光を、前記第1伝送経路にて前記合波プリズムの前記第1入射面に伝送し、前記第2プリズム群は、第1偏光方向を有する前記第2分割光を、前記第2伝送経路にて前記位相差部材を通過させて偏光方向を第2偏光方向に変換した後、前記合波プリズムの前記第2入射面に伝送する。

10

そして、前記合波プリズムは、前記第1入射面及び前記第2入射面から入射された前記第1分割光と前記第2分割光とを重ね合わせて前記第3出射面から出射することで、前記入射された光を集光する。

【0008】

また、参考例として記載の集光ブロックでは、前記入射された光は、進行方向に直交する厚さ方向に対しては平行光であり且つ進行方向と厚さ方向とに直交する幅方向に対しては所定角度で広がりながら進行する光である。

そして、前記第1プリズム群は、前記第1分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する複数のプリズムで構成されており、伝送する前記第1分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送する。

20

また、前記第2プリズム群は、前記第2分割光の幅方向の長さに対応するプリズム幅を有する複数のプリズムで構成されており、伝送する前記第2分割光の幅を前記プリズム幅に維持して伝送する。

【0009】

また、参考例として記載の集光ブロックでは、略直方体の形状を有し、入射された光を閉じ込めて長手方向に伝送して前記長手方向の端部に位置する第4出射面から前記光を出射し、前記長手方向に直交するプリズム幅と、前記長手方向とプリズム幅の方向とに直交するプリズム厚さを有する複数のプリズムで構成された集光ブロックである。

前記集光ブロックに、前記プリズム幅以下の第1幅と前記プリズム厚さ以下の第1厚さと所定の偏光方向を示す第1偏光方向とを有する第1光と、前記プリズム幅以下の第2幅と前記プリズム厚さ以下の第2厚さと前記第1偏光方向を有する第2光とを、前記集光ブロックにおける側面の異なる位置に設けられた第3入射面と第4入射面とから入射する。

30

前記第4入射面は、前記第3入射面よりも前記第4出射面から遠い位置に設けられており、前記第3入射面から入射された第1光が到達する位置には、当該第3入射面から入射された第1光が第1偏光方向である場合に、入射された光の進行方向を前記第4出射面の方向に変換し、前記第1偏光方向に直交する第2偏光方向の光を透過する選択反射面が設けられており、前記第4入射面から入射された第2光が到達する位置には、当該第4入射面から入射された第2光の進行方向を前記第4出射面の方向に変換する反射面が設けられており、前記第4入射面から前記選択反射面に至る第2光の経路には、第1偏光方向の光を、第1偏光方向に直交する第2偏光方向の光に変換する位相差部材が設けられている。

40

そして、前記第4入射面から入射された前記第2光を、前記反射面にて進行方向を変換し、前記選択反射面を透過させて前記第4出射面に到達させる経路にて伝送し、前記第3入射面から入射された前記第1光を、前記選択反射面にて進行方向を変換し、前記第4出射面に到達させる経路にて伝送し、前記第1光と前記第2光とを重ね合わせて前記第4出射面から出射することで集光する。

【発明の効果】

【0010】

請求項1に記載の集光ブロックを用いれば、半導体レーザーアレイ等から出射された光束を、分割プリズムで第1分割光と第2分割光とに分割し、それぞれを第1プリズム群と第

50

2 プリズム群に入射した後は、第1伝送経路及び第2伝送経路にて、プリズム内に閉じ込めて伝送し、第1分割光と第2分割光とを第1出射面及び第2出射面から厚さ方向に並べて出射することで幅方向に集光する（第1の実施の形態及び第1の参考例を参照）。

第1分割光と第2分割光とをプリズム内に閉じ込めて伝送するため、長軸方向及び短軸方向への拡散を抑制することが可能であり、光束を集光する効率をより向上させることができる。

【0011】

また、参考例として記載の集光ブロックは、第1分割光と第2分割光とを厚さ方向に並べて出射することで幅方向に集光する請求項1に対して、第1分割光と第2分割光とを重ね合わせて（一致させて）集光する（第2の参考例を参照）。

10

このように、重ね合わせることで、光束の密度を更に高くすることができる。また、第1分割光と第2分割光とをプリズム内に閉じ込めて伝送するため、長軸方向及び短軸方向への拡散を抑制することが可能であり、光束を集光する効率をより向上させることができる。

【0012】

また、請求項1に記載の集光ブロックは、入射された光束が厚さ方向には平行光で、幅方向には所定角度で広がる光であっても、幅方向の長さに対応したプリズム幅を有するプリズム内に閉じ込めて伝送するため、幅方向への広がりを抑制することができる。

これにより、光束を集光する効率をより向上させることができる。

【0013】

20

また、参考例として記載の集光ブロックは、1つの光束を分割して並べ替える（請求項1）または重ね合わせる集光方法に対し、異なる2つの光を重ね合わせることで集光する（第3の参考例を参照）。

また、集光ブロックの構造が非常に単純であり、偏光方向が揃った異なる2つの光がある場合、容易に重ね合わせて集光することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に本発明を実施するための最良の形態を図面を用いて説明する。

図2は、本発明の集光ブロック10を用いたレーザ発生装置100の一実施の形態における概略構成図の例を示している。

30

【0015】

[レーザ発生装置100の全体構成（図2）とレーザ集光装置68の構成（図3）]

図2に示す本実施の形態にて説明するレーザ発生装置100は、ファイバレーザ用光ファイバ70に出力レーザ光Loutを発生させる励起光束Linを入射し、発生した出力レーザ光Loutを伝送用光ファイバ90に入射して、伝送用光ファイバ90の出射面から出射される出力レーザ光Loutをレーザ加工等に利用するものである。

励起光束Linには、例えば図1に示す半導体レーザアレイ31から出射されるレーザ光L1を用いる。図2の例に示すレーザ発生装置100は、出力レーザ光Loutの出力を高出力化するために、複数の半導体レーザアレイ31から出射されるレーザ光L1（図1参照）を集光してファイバレーザ用光ファイバ70に入射している。

40

ファイバレーザ用光ファイバ70の入射面の径は数mm程度（あるいは数100μm程度）であり、この入射面に励起光束Linを集光する場合、前記したように、ビームパラメータプロダクトが小さな長軸方向には比較的容易に集光可能であるが、ビームパラメータプロダクトが大きな短軸方向に集光することは非常に困難である。

そこで、本実施の形態にて説明する集光ブロック10を用い、励起光束Linの短軸方向におけるビームパラメータプロダクトをより小さくし、励起光束Linをより適切にファイバレーザ用光ファイバ70の入射面に集光可能とする。

【0016】

次に、図2に示すレーザ発生装置100を構成する各構成要素について説明する。

励起光束Linには、半導体レーザアレイ31から出射されるレーザ光を用いる。

50

図1(D)に示すように、レーザユニット36は、互いに直交する短軸方向と長軸方向に広がりながら進行する励起レーザ光L1を出射する複数の発光部(この場合、31a~31h)が短軸方向に一直列に配置された半導体レーザアレイ31と、発光部に対向する位置に設けられて励起レーザ光L1を長軸方向に対して平行光に変換する長軸方向コリメートレンズ35とで構成されている。

図1(D)の概略図に示すように、レーザユニット36から出射される光束Lkは、長軸方向については平行光に変換されており、短軸方向については、広がり角 s を有している。この光束Lkを空間で伝送すると、距離が長くなるにつれて短軸方向への広がりが大きくなるため、集光ダクト65(図3(A)参照)を用いて、集光ダクト65内で全反射させながら伝播させて拡散させることなく伝播させる。なお、光束Lkは複数の励起レーザ光L1にて構成されているが、図1(D)では模式的に箱状として記載している。

【0017】

図3(A)に示すように、集光ダクト65は、レーザユニット36から出射される光束Lkの短軸方向の長さに対応するダクト幅 Wg と、光束Lkの長軸方向の長さに対応するダクト厚さ Tg と、が各々一定となるように形成されている。また、ダクト幅方向とダクト厚さ方向とに直交するダクト長手方向の長さ Lg は、任意の長さに設定されている。

そして、ダクト幅方向とダクト長手方向とを含む面をダクト上面MU(対向する面も同様)、ダクト厚さ方向とダクト長手方向とを含む面をダクト側面MS(対向する面も同様)として、長手方向の一方の端面を端面MM、長手方向の他方の端面を端面MRとする。

一方の端面MMは、ダクト上面MUに対して所定角度 θ を有するとともにダクト側面MSに対して直交するように設けられた反射面であり、光束Lkを反射可能である(以下、一方の端面MMを反射面MMと記載する)。

【0018】

集光ユニット67は、レーザユニット36と集光ダクト65とで構成されている(図3(B)参照)。

次に、集光ユニット67において、レーザユニット36と集光ダクト65の位置について説明する。図3(B)に示すように、レーザユニット36の短軸方向に対して集光ダクト65のダクト幅方向とが一致するようにレーザユニット36の発光部と集光ダクト65のダクト上面MUとを対向させる。且つ、レーザユニット36から出射される光束Lkを、集光ダクト65の内側から反射面MMに当て、当該反射面MMにて反射した光束Lkが集光ダクト65内をダクト長手方向に導光されるように、集光ダクト65に対してレーザユニット36を配置する。

本実施の形態では所定角度 θ を45度に設定しているため、レーザユニット36から出射される光束Lkの進行方向に対して、ダクト上面MUは垂直となる。

なお、集光ダクト65の材質は、石英ガラス等である。

【0019】

そして、図3(C)に示すように、複数の集光ユニットを用意して(図3(C)の例では2組の集光ユニットを使用)、各集光ユニットの集光ダクト65を、ダクト長手方向が一致するようにダクト厚さ方向に重ね合わせるとともに、各集光ダクト65の他方の端面MRとなる出射面(以下、他方の端面MRを出射面MRと記載する)が同一平面上に位置するように重ね合わせてレーザ集光装置68を構成する。

レーザ集光装置68の出射面MRから出射される光束Lkの間隔 Dk は非常に小さく、半導体レーザアレイ31を長軸方向に積層した半導体レーザスタックの長軸方向の間隔よりも小さくすることが可能であり、光束の密度を非常に高くすることができる。

また、集光ダクト65内で光束を閉じ込めて伝送するため、長い距離を伝送しても、光束が短軸方向に広がることを防止することができるため、半導体レーザアレイ31の間隔 Da を任意の距離に設定することが可能である。このため、半導体レーザアレイ31を密集させることなく放熱に適した間隔とすることができるため、空冷の冷却機構で十分に冷却することが可能である。

図2の例は、4組の集光ユニット67にてレーザ集光装置68を構成し、このレーザ集

10

20

30

40

50

光装置 68 を 2 組用いて集光された励起光束 $L i n$ をファイバレーザ用光ファイバ 70 に入射している。各レーザ集光装置 68 の出射面には各々進路変換プリズム 66 が設けられており、出射された光束の進行方向を同一の方向にするとともに、各々光束の間隔がより小さくなるように進路変換プリズム 66 が配置されており、一方のレーザ集光装置 68 からの光束と、他方のレーザ集光装置 68 からの光束との間隔を小さくし、励起光束 $L i n$ の密度を高めている。なお、進路変換プリズム 66 の Y 軸方向の長さは、集光ダクト 65 のダクト幅方向の長さ $W g$ (図 2 では集光ダクト 65 の Y 軸方向の長さ) と同一である。

【 0 0 2 0 】

そして、進路変換プリズム 66 から出射された励起光束 $L i n$ を、本発明の集光ブロック 10 を用いて、例えば短軸方向の長さ (図 2 の場合、 Y 軸方向の長さ) が約半分となる第 1 分割光と第 2 分割光に分割し、第 1 分割光と第 2 分割光とを長軸方向 (図 2 の場合 X 軸方向) に隣り合わせて出射して集光する。

集光ブロック 10 にて集光された励起光束 $L i n$ は、長軸方向 (図 2 の場合、半導体レーザアレイ 31 から出射された時点では X 軸方向) には平行光であるが、短軸方向 (図 2 の場合、半導体レーザアレイ 31 から出射された時点では Y 軸方向) には広がっているため、短軸方向コリメートレンズ 61 (第 1 レンズ) を通過させて短軸方向について平行光に変換し、長軸方向にも短軸方向にも平行光とする。そして、平行光の励起光束 $L i n$ を、長軸方向集光レンズ 64 a を通過させて長軸方向に絞り (集光し) 、短軸方向集光レンズ 64 b を通過させて短軸方向に絞り (集光し) 、ファイバレーザ用光ファイバ 70 の入射面に入射する。

【 0 0 2 1 】

ファイバレーザ用光ファイバ 70 は、レーザ活性物質を含むコア 72 を有し、コア 72 の周囲をクラッド部材 73 で覆った光ファイバであり、入射された励起レーザ光を内部に閉じ込め、励起レーザ光がコア 72 に当たるとコア 72 の内部に出力レーザ光が励起され、出力レーザ光はコア 72 内で伝送される。また、ファイバレーザ用光ファイバ 70 には、励起レーザ光が入射される端面とは反対側の端面に、励起レーザ光及び出力レーザ光を反射する F B G (ファイバブラッググレーティング) が設けられており、励起レーザ光の入射面側から出力レーザ光を取り出す構成としている。

ファイバレーザ用光ファイバ 70 のコア 72 内で励起されて発生した出力レーザ光 $L o u t$ は、励起光束 $L i n$ の入射面から出力され、第 2 レンズ 64 にてほぼ平行光に変換され、ダイクロイックミラー 63 にて進行方向を変えられる。ダイクロイックミラー 63 は、励起光束 $L i n$ の波長の光を透過させて、出力レーザ光 $L o u t$ の波長の光を反射するものである。そして、進行方向を変えられた出力レーザ光 $L o u t$ は、第 3 レンズ 81 にて集光されて伝送用光ファイバ 90 の入射面に入射される。

【 0 0 2 2 】

各集光ダクト 65 の長手方向 (図 2 の場合、 X 軸方向) の長さは任意の長さにすることが可能であり、各半導体レーザアレイ 31 を発熱量に応じた間隔でベース放熱板 32 に固定することができる。図 2 の例では、更に各半導体レーザアレイ 31 に放熱板 34 を追加している。そして、ベース放熱板 32 に半導体レーザ放熱フィン 33 を設け、半導体レーザ放熱フィン 33 に対向させて冷却ファン 20 を設け、各半導体レーザアレイ 31 を十分に冷却可能な冷却機構を空冷式にて実現しており、装置の小型化と低コスト化を実現している。

以下にて、本発明の集光ブロック 10 における第 1 の実施の形態、第 1 の参考例、第 2 の参考例、及び進路変換プリズム 66 に代わる集光ブロック 18 (第 3 の参考例) について説明する。

【 0 0 2 3 】

[集光ブロックの第 1 の実施の形態 (図 4、図 5)]

次に図 4 及び図 5 を用いて、第 1 の実施の形態における集光ブロック 10 の構造について説明する。図 4 (A) は、集光ブロック 10 の外観と集光動作を示しており、図 4 (B) は、集光ブロック 10 内の第 1 伝送経路と第 2 伝送経路を示しており、図 5 (A) は、

集光ブロック10を構成する各プリズムの概略形状を示している。

図4(A)に示すように、第1の実施の形態における集光ブロック10は、直角二等辺三角形の底面を持つ複数の三角柱形状のプリズム(分割プリズム10A、プリズム10B~10E)にて構成されている。

分割プリズム10Aは、底面を形成している直角二等辺三角形の斜辺の長さが、入射される励起光束Linの短軸方向(図4の場合、Y軸方向)の幅Wgに相当する長さ(10)に設定されている。例えば、実際の斜辺の長さは、誤差及び励起光束Linの広がり角sを考慮した微小距離を用い、 $Wg + \quad$ に設定されている。また、直角二等辺三角形の直角を形成する面10ARと面10ALには、励起光束Linを全反射する反射コーティング等を施し、面10ARと面10ALにて分割反射面を構成する。この分割反射面は、入射された光(図4の例では、励起光束Lin)を、入射方向に直交する幅方向(図4の例ではY軸方向)に2分割した第1分割光と第2分割光に分ける。なお、分割した第1分割光と第2分割光の進行方向は、入射された励起光束Linの進行方向(入射方向)と直交する方向であり、互いに重ならない反対方向となるように分割している。

【0024】

そして、第1分割光LRが入射される第1プリズム群と、第2分割光LLが入射される第2プリズム群を構成する。

第1プリズム群は、図4の例では、プリズム10Bとプリズム10Cとで構成されている。プリズム10B及びプリズム10Cは、第1分割光LRの幅方向の長さ($Wg / 2$)に対応した長さのプリズム幅($(Wg + \quad) / 2$)を有している。

プリズム10Bは、分割プリズム10Aから入力された第1分割光LRの進行方向(1)を、励起光束Linの入射方向(図4の場合、Z軸方向)と直交する方向(2)及び(3)に変換し、プリズム10Cに第1分割光LRを入射する。

プリズム10Cは、プリズム10Bから入射された第1分割光LRの進行方向(3)を、励起光束Linの入射方向と直交する方向(4)に変換し、励起光束Linの入射方向に直交する方向を向いた第1出射面10CUから第1分割光LRを出射する。

なお、第1分割光LRを反射する面10BD、面10BU、面10CDには、反射コーティング等を施しておく。

このように、第1プリズム群は、分割プリズム10Aから入射された第1分割光LRを内部に閉じ込めて、入射された第1分割光LRの幅を維持して、励起光束Linの入射方向と直交する任意の方向に進行方向を変換するように反射しながら第1出射面10CUへと第1分割光LRを第1プリズム群内で伝送する第1伝送経路を構成している。

【0025】

第2プリズム群は、図4の例では、プリズム10Dとプリズム10Eとで構成されている。プリズム10D及びプリズム10Eは、第2分割光LLの幅方向の長さ($Wg / 2$)に対応した長さのプリズム幅($(Wg + \quad) / 2$)を有しており、上記の説明と同様に、第2プリズム群は、分割プリズム10Aから入射された第2分割光LLを内部に閉じ込めて、入射された第2分割光LLの幅を維持して、励起光束Linの入射方向と直交する任意の方向に進行方向を変換するように反射しながら第2出射面10EUへと第2分割光LLを第2プリズム群内で伝送する第2伝送経路を構成している。

【0026】

また、第1出射面10CUと第2出射面10EUは、励起光束Linの入射方向に直交する方向に沿って隣り合うように並べて配置されている。これにより、第1出射面10CUから出射される第1分割光LRと、第2出射面10EUから出射される第2分割光LLとは、厚さ方向(出射時点における第1分割光LR及び第2分割光LLの長軸方向)に並べられ(再配置され)、短軸方向の幅(Wg)が約半分になるように集光される。

以上の説明では、第1プリズム群及び第2プリズム群のプリズム幅を、第1分割光LR及び第2分割光LLの幅に対応する($Wg + \quad) / 2$ に設定し、プリズムで伝送中において幅方向への広がりをより適切に抑制できる例を説明したが、それよりも大きなプリズム幅に設定してもよい(幅方向に広がったとしても、第1プリズム群及び第2プリズム群内

10

20

30

40

50

に、第1分割光LR及び第2分割光LLを閉じ込めることが可能であるため)。

【0027】

なお、集光ブロック10は、同一平面上に配置されているため、図5(A)に示すように平面部材10Hを用いて、この平面部材10H上にて位置決め及び固定(接着等)することで、一体的に構成することが可能である。集光ブロック10を一体的に構成することで、レーザ発生装置100における位置調整が容易となる。なお、図2の例に示すレーザ発生装置100に、図4に示す集光ブロック10を用いる場合、集光ブロック10への励起光束Linの入射方向と、集光ブロック10から出射される第1及び第2分割光の出射方向とが異なるため、第1レンズ62等で構成されたブロック91(図2参照)の位置を第1及び第2分割光の出射方向に合わせて変更する。なお、集光ブロック10に入射された励起光束と出射された励起光束の長軸方向と短軸方向も異なるため、第1レンズ62と第2レンズ64の向きも変更される。

10

【0028】

また、図5(B)に示すように、図4(A)に示す集光ブロック10にプリズム10A1、10A2を追加して、分割プリズム10Aの分割反射面からプリズム10Bまたはプリズム10Dまでの空間をプリズム10A1及び10A2にて埋めるようにしてもよい。

この図5(B)に示す集光ブロック10は、励起光束Linが入射される入射面10A1Nを、図2に示す進路変換プリズム66の出射面に接触するように配置することが可能である。この場合、励起光束Linが進路変換プリズム66から出射されてから、集光ブロック10に入射されて集光ブロック10から出射されるまでの経路にて空間を伝送する経路がなくなり、励起光束Linを幅方向に(短軸方向に)より確実に閉じ込めることができる。

20

なお、図5(B)に示す集光ブロック10は、平面部材10Hを用いることなく一体的に構成(接着等)することができる。

【0029】

[集光ブロックの第1の参考例(図6、図7)]

次に図6及び図7を用いて、第1の参考例における集光ブロック10の構造について説明する。

図6(B)は、集光ブロック10の平面図(上図)、正面図(左下)、右側面図(右図)を示しており、図6(A)は図6(B)に示す集光ブロック10を構成する各プリズムの外観斜視図を示している。第1の参考例に使用する分割プリズム11A、プリズム11B~11Gは、いずれの角度も直角または45度または135度(直角+45度)である。

30

分割プリズム11Aは、底面を形成している直角二等辺三角形の斜辺の長さが、入射される励起光束Linの短軸方向(図6の場合、Y軸方向)の幅Wgに相当する長さで設定されている。例えば、第1の実施の形態と同様に、 $Wg +$ に設定されている。また、直角二等辺三角形の直角を形成する面11ARと面11ALには、励起光束Linを全反射する反射コーティング等を施し、面11ARと面11ALにて分割反射面を構成する。この分割反射面は、入射された光(図6の例では、励起光束Lin)を、幅方向(図6の例ではY軸方向)に2分割した第1分割光と第2分割光に分ける。なお、分割した第1分割光と第2分割光の進行方向は、入射された励起光束Linの進行方向と直交する方向であり、互いに重ならない反対方向となるように分割している。

40

【0030】

そして、第1分割光LRが入射される第1プリズム群と、第2分割光LLが入射される第2プリズム群を構成する。

第1プリズム群は、図6の例では、プリズム11Bとプリズム11Cとプリズム11Dとで構成されている。

プリズム11Bは、底面の形状が等脚台形(直角二等辺三角形の直角部分を切り取った形状)であり、分割プリズム11Aから入力された第1分割光LRの進行方向(1)を、励起光束Linの入射方向(図6の場合、Z軸方向)と直交する方向(2)及び(3)に

50

変換し、プリズム 11C に第 1 分割光 LR を入射する。

プリズム 11C は、底面の形状が直角二等辺三角形であり、プリズム 11B から入射された第 1 分割光 LR の進行方向 (3) を、励起光束 Lin の入射方向と同じ方向 (4) に変換し、プリズム 11D に第 1 分割光 LR を入射する。

プリズム 11D は、底面の形状が直角二等辺三角形を 2 つ並べた平行四辺形 (図 7 のプリズム 11D を参照) であり、プリズム 11C から入射された第 1 分割光 LR の進行方向 (4) を、励起光束 Lin の入射方向と直交する方向 (5) に変換し、更に、励起光束 Lin の入射方向と同じ方向 (6) に変換し、励起光束 Lin の入射方向と同じ方向を向いた第 1 出射面 11DL から第 1 分割光 LR を出射する。

なお、第 1 分割光 LR を反射する各面には、反射コーティング等を施しておく。

10

【0031】

このように、第 1 プリズム群は、分割プリズム 11A から入射された第 1 分割光 LR を内部に閉じ込めて、励起光束 Lin の入射方向と直交する任意の方向、及び前記入射方向と同方向に進行方向を変換するように反射しながら第 1 出射面 11DL へと第 1 分割光 LR を第 1 プリズム群内で伝送する第 1 伝送経路を構成している。

第 2 プリズム群は、図 6 の例では、プリズム 11E と、プリズム 11F と、プリズム 11G とで構成されている。上記の説明と同様に、第 2 プリズム群は、分割プリズム 11A から入射された第 2 分割光 LL を内部に閉じ込めて、励起光束 Lin の入射方向と直交する任意の方向、及び前記入射方向と同方向に進行方向を変換するように反射しながら第 2 出射面 11GL へと第 2 分割光 LL を第 2 プリズム群内で伝送する第 2 伝送経路を構成している。

20

【0032】

また、第 1 出射面 11DL と第 2 出射面 11GL は、励起光束 Lin の入射方向と同じ方向を向いており、励起光束 Lin の入射方向に直交する方向に沿って隣り合うように並べて配置されている。これにより、第 1 出射面 11DL から出射される第 1 分割光 LR と、第 2 出射面 11GL から出射される第 2 分割光 LL とは、厚さ方向 (出射時点における第 1 分割光 LR 及び第 2 分割光 LL の長軸方向) に並べられ (再配置され)、短軸方向の幅 (Wg) が半分になるように集光される。

また、図 6 (B) に示すように、集光ブロック 10 は、各プリズム同士の接触する面を接着等して固定することで、一体的に構成することが可能である。集光ブロック 10 を一体的に構成することで、レーザ発生装置 100 における位置調整が容易となる。

30

【0033】

以上の説明では、第 1 プリズム群及び第 2 プリズム群のプリズム幅を、第 1 分割光 LR 及び第 2 分割光 LL の幅よりも大きく設定したが、図 7 (A) 及び (B) に示すように、第 1 プリズム群及び第 2 プリズム群のプリズム幅を、第 1 分割光 LR と第 2 分割光 LL の幅に対応した長さとするすることで、より適切に幅方向への広がりを抑制することができる。

図 7 (A) 及び (B) は、図 6 に示す集光ブロック 10 の他の形態を示しており、底面が直角二等辺三角形のプリズムと、底面が正方形のプリズムと、平面部材 11H (材質はプリズムと同じ) にて一体的に構成した集光ブロック 10 の例を示している。以下、図 6 に示す集光ブロック 10 との相違点について説明する。

40

図 7 に示す集光ブロック 10 において、分割プリズム 11A の底面の直角二等辺三角形の斜辺の長さは、図 6 に示す分割プリズム 11A と同様に、 $Wg +$ に設定されている。

プリズム 11B は、底面が直角二等辺三角形のプリズム 11B1 及び 11B3 と、底面が正方形のプリズム 11B2 にて構成されている。

プリズム 11C は、底面が直角二等辺三角形のプリズム 11C2 と、底面が正方形のプリズム 11C1 にて構成されている。

プリズム 11D は、底面が直角二等辺三角形のプリズム 11D1 及び 11D2 にて構成されている。

なお、プリズム 11E、プリズム 11F、プリズム 11G も同様である。

【0034】

50

また、各プリズムの正方形の底面の各辺の長さ、及び直角二等辺三角形の直角を形成する2つの面における各辺の長さは、 $(Wg +) / 2$ に設定されている。また、平面部材11Hの厚さは、必要な強度を維持できる程度に薄く形成されている。

これにより、図7(A)及び(B)に示す集光ブロック10は、第1出射面11DLから出射される第1分割光LRを伝送する第1伝送経路において、第1分割光LRの短軸方向の幅を $(Wg +) / 2$ の幅に閉じ込めることが可能であり、第1分割光LRが短軸方向に広がることを抑制することができる。また同様に、第2出射面11GLから出射される第2分割光LLを伝送する第2伝送経路において、第2分割光LLの短軸方向の幅を $(Wg +) / 2$ の幅に閉じ込めて、第2分割光LLが短軸方向に広がることを抑制することができる。

10

【0035】

[集光ブロックの第2の参考例(図8)]

次に図8を用いて、第2の参考例における集光ブロック10の構造について説明する。図8(A)は、集光ブロック10の外観と集光動作を説明する図であり、図8(B)は、集光ブロック10を構成している各プリズムの概略形状を説明する図であり、図8(C)は、第1分割光LR及び第2分割光LLの集光される経路(第1伝送経路と第2伝送経路)を説明する図である。

図8(A)及び(B)に示すように、第2の参考例における集光ブロック10は、直角二等辺三角形の底面を持つ複数の三角柱状のプリズム(分割プリズム12A、プリズム12A1、12A2、12B、12D)と、正方形の底面を持つ複数のプリズム(プリズム12C、12E)にて構成されている。以下、第1の実施の形態との相違点について説明する。

20

【0036】

プリズム12C(以下、プリズム12Cを合波プリズム12Cと記載する)は、第1偏光方向の光を透過するとともに第1偏光方向に直交する第2偏光方向の光を反射する選択反射面12CAを角度 $\theta = 45$ 度にて内部に有している。これにより、合波プリズム12Cは、第1入射面12C1から入射された第1偏光方向の光を透過して第3出射面12C3から出射し、第2入射面12C2から入射された第2偏光方向の光を選択反射面12CAにて反射して第3出射面12C3から出射することで、第1入射面12C1から入射された光と第2入射面12C2から入射された光とを重ね合わせることで集光する。

30

ここで、励起光束Linの偏光方向は第1偏光方向であるものとする。

また、プリズム12Eは、入射された第1偏光方向の光の偏光方向を、第1偏光方向と直交する第2偏光方向に変換する位相差部材12E1を有している。なお、位相差部材12E1は、第2分割光LLが伝送される第2伝送経路((a)-(b)-(c)-(c)-(d)の経路)のどこに配置されていてもよい。

【0037】

分割プリズム12Aは、第1の実施の形態に記載した分割プリズム10Aと同様であるので説明を省略する。なお、図8に示す集光ブロック10は、図5(B)に示す集光ブロックと同様に、分割プリズムにて分割及び反射された第1分割光LR及び第2分割光LLを伝送するプリズム12A1及び12A2を備えている。

40

第1プリズム群は、プリズム12A1、プリズム12Bにて構成されている。この第1プリズム群にて、第1分割光LR(偏光方向は第1偏光方向)は、入射された励起光束Linの入射方向と直交する方向(2)に反射され、第1入射面12C1へと伝送される。そして、合波プリズム12Cは、第1入射面12C1から入射された第1分割光LR(第1偏光方向)を透過して、第3出射面12C3から出射する。

また、第2プリズム群は、プリズム12A2、プリズム12D、プリズム12Eにて構成されている。この第2プリズム群にて、第2分割光LL(分割プリズム12Aにて分割及び反射された時点での偏光方向は第1偏光方向)は、入射された励起光束Linの入射方向と直交する方向(b)、(c)に反射され、第2入射面12C2へと伝送され、その伝送経路の任意の位置に配置された位相差部材12E1にて偏光方向が第2偏光方向に変

50

換される。そして、合波プリズム 1 2 C は、第 2 偏光方向に変換された第 2 分割光 L L が第 2 入射面 1 2 C 2 から入射されると、選択反射面 1 2 C A にて反射して第 3 出射面 1 2 C 3 から出射する。

【 0 0 3 8 】

なお、第 1 分割光 L R 及び第 2 分割光 L L は、入射方向と直交する方向だけでなく、入射方向と同方向にも反射されるように、第 1 プリズム群及び第 2 プリズム群を構成することもできる。

以上の説明では、第 1 プリズム群及び第 2 プリズム群のプリズム幅を、第 1 分割光 L R 及び第 2 分割光 L L の幅に対応する $(W_g + \quad) / 2$ に設定し、プリズムで伝送中において幅方向への広がりをより適切に抑制できる例を説明したが、それよりも大きなプリズム幅に設定してもよい（幅方向に広がったとしても、第 1 プリズム群及び第 2 プリズム群内に、第 1 分割光 L R 及び第 2 分割光 L L を閉じ込めることが可能であるため）。

【 0 0 3 9 】

以上に説明したように、第 2 の参考例では、集光後の第 1 分割光 L R と第 2 分割光 L L とが重なって一致するため、第 1 の実施の形態よりも光の密度を高めることが可能である。

しかし、第 1 の実施の形態及び第 1 の参考例では、偏光方向の操作も利用も行わないため、集光ブロック 1 0 を 2 段、3 段・・・と連続して集光するように利用（1 段目の集光ブロック 1 0 が集光した光を、更に 2 段目の集光ブロック 1 0 で集光する等）することが可能であるが、第 2 の参考例に示す集光ブロック 1 0 は偏光方向を操作して利用しており、集光ブロック 1 0 を 2 段以上連続して利用することはできない。なお、第 2 の参考例の集光ブロック 1 0 を 1 段と第 1 の実施の形態または第 1 の参考例の集光ブロック 1 0 を 1 段以上を連続して使用することは可能である。

【 0 0 4 0 】

[集光ブロックの 第 3 の参考例 (図 9)]

次に図 9 (A) 及び (B) を用いて、第 3 の参考例における集光ブロック 1 8 の構造について説明する。第 1 の実施の形態、第 1 の参考例、第 2 の参考例にて説明した集光ブロック 1 0 では、入射された 1 つの光束を幅方向（短軸方向）に 2 分割して再配置することで幅方向（短軸方向）の長さを短くし、厚さ方向（長軸方向）に並べて（第 1 の実施の形態または第 1 の参考例）、または重ね合わせて（第 2 の参考例）集光することに対して、第 3 の参考例では、異なる 2 つの光束を分割することなくそのまま重ね合わせて集光する。

【 0 0 4 1 】

図 9 (A) は、本実施の形態における集光ブロック 1 8 を用いたレーザ発生装置 1 0 0 の例を示しており、図 2 に示すレーザ発生装置 1 0 0 に対して、進路変換プリズム 6 6 の代わりに集光ブロック 1 8 を用いている。なお、図 2 に示すブロック 9 1 は同様であるので図 9 では図示を省略している。

第 3 の参考例における集光ブロック 1 8 は、一部に傾斜面（反射面 1 8 C）を有しているが、略直方体の形状を有している。

集光ブロック 1 8 は、長手方向（図 9 の例では、Z 軸の方向）に直交するプリズム幅 W_g （レーザ集光装置 6 8 A 及び 6 8 B の集光ダクトの幅 W_g と同じ）と、前記長手方向とプリズム幅とに直交するプリズム厚さ T_n （レーザ集光装置 6 8 A 及び 6 8 B の集光ダクトの厚さ T_n と同じ）とを有する複数のプリズムで構成されている。各プリズムは、底面が直角二等辺三角形のプリズム、あるいは底面が正方形または長方形のプリズム、あるいはそれらのプリズムを組み合わせた形状のプリズムである。

【 0 0 4 2 】

また、集光ブロック 1 8 の側面には、第 3 入射面 1 8 A と第 4 入射面 1 8 B とが設けられている。

第 3 入射面 1 8 A は、レーザ集光装置 6 8 B の出射面が当接する面であり、第 1 偏光方向の偏光方向を有する幅 W_g 、厚さ T_n の第 1 光が、第 3 入射面 1 8 A に対して垂直に入

10

20

30

40

50

射される。なお、第1光の幅及び厚さは、 W_g 以下及び T_n 以下であればよい。

第4入射面18Bは、第3入射面18Aよりも第4出射面18Fから遠い位置に設けられている。従って、第4出射面18Fと第4入射面18Bの間に第3入射面18Aが設けられている。

第4入射面18Bは、レーザ集光装置68Aの出射面が当接する面であり、第1偏光方向の偏光方向を有する幅 W_g 、厚さ T_n の第2光が、第4入射面18Bに対して垂直に入射される。なお、第2光の幅及び厚さは、 W_g 以下及び T_n 以下であればよい。

【0043】

第3入射面18Aから入射された第1光が到達する位置には、第3入射面18Aから入射された第1偏光方向の光の進行方向を90度変換して第4出射面18Fに向いて進行するように変換するとともに、第1偏光方向に対して直交する第2偏光方向の光はそのまま透過する選択反射面18Eが角度 $\theta = 45$ 度にて設けられている。

10

また、第4入射面18Bから入射された第2光が到達する位置には、第4入射面18Bから入射された光の進行方向を第4出射面18Fに向かうように90度変換する反射面18Cが設けられている。第2光は、第4入射面18Bから反射面18Cそして選択反射面18Eを経由して第4出射面18Fに到達する経路にて伝送される。

ここで、第4入射面18Bから選択反射面18Eに至る第2光の経路中の任意の位置には、第1偏光方向の光の偏光方向を、第1偏光方向に直交する第2偏光方向に変換する位相差部材18Dが設けられている。

【0044】

20

集光ブロック18は、上記の構成を有することで、第3入射面18Aから入射された第1偏光方向の第1光を、選択反射面18Eにて反射して第4出射面18Fの方向に伝送する(図9(B)中の実線矢印を参照)。また、第4入射面18Bから入射された第1偏光方向の第2光を、反射面18Cにて反射して第4出射面18Fの方向に伝送し、位相差部材18Dにて第2偏光方向の光に変換し(第2偏光方向に変換してから反射面18Cにて反射してもよい)、第2偏光方向の第2光を、選択反射面18Eを透過させて、第4出射面18Fへと伝送する(図9(B)中の点線矢印を参照)。これにより、第4出射面18Fからは、第1光と第2光とが重ね合わされて出射される。

なお、集光ブロック18から出射された光は、第1の実施の形態及び第1の参考例にて説明した集光ブロック10を用いて、更に集光することが可能である。

30

【0045】

本発明の集光ブロック10、18は、本実施の形態で説明した外観、構成、サイズ、集光動作等に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更、追加、削除が可能である。

また、図2及び図9に示すレーザ発生装置100は、この構成に限定されるものではない。

本実施の形態にて説明した集光ブロック10、18は、半導体レーザアレイから出射される光束の集光に限定されず、種々の光を集光する用途に利用することができる。

また、本実施の形態の説明では、冷却機構として空冷式の例を説明したが、他の冷却機構(例えば、ペルチェ(電子冷却装置)や水冷式の冷却装置)を用いてもよい。

40

また、本実施の形態の説明に用いた数値は一例であり、この数値に限定されるものではない。

また、以上()、以下()、より大きい(>)、未満(<)等は、等号を含んでも含まなくてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】半導体レーザアレイ31、レーザユニット36について説明する図である。

【図2】レーザ発生装置100の構成の例を説明する図である。

【図3】集光ダクト65、集光ユニット67、レーザ集光装置68の例を説明する図である。

50

【図4】第1の実施の形態における集光ブロック10の外観、集光動作等を説明する図である。

【図5】第1の実施の形態における集光ブロック10の構成、及びその他の例を説明する図である。

【図6】第1の参考例における集光ブロック10の構成、及び外観と集光動作等を説明する図である。

【図7】第1の参考例における集光ブロック10の、その他の構成、及び外観と集光動作等を説明する図である。

【図8】第2の参考例における集光ブロック10の外観、構成、集光動作等を説明する図である。

10

【図9】第3の参考例における集光ブロック18を用いたレーザ発生装置100、及び集光ブロック18の外観、構成、集光動作等を説明する図である。

【符号の説明】

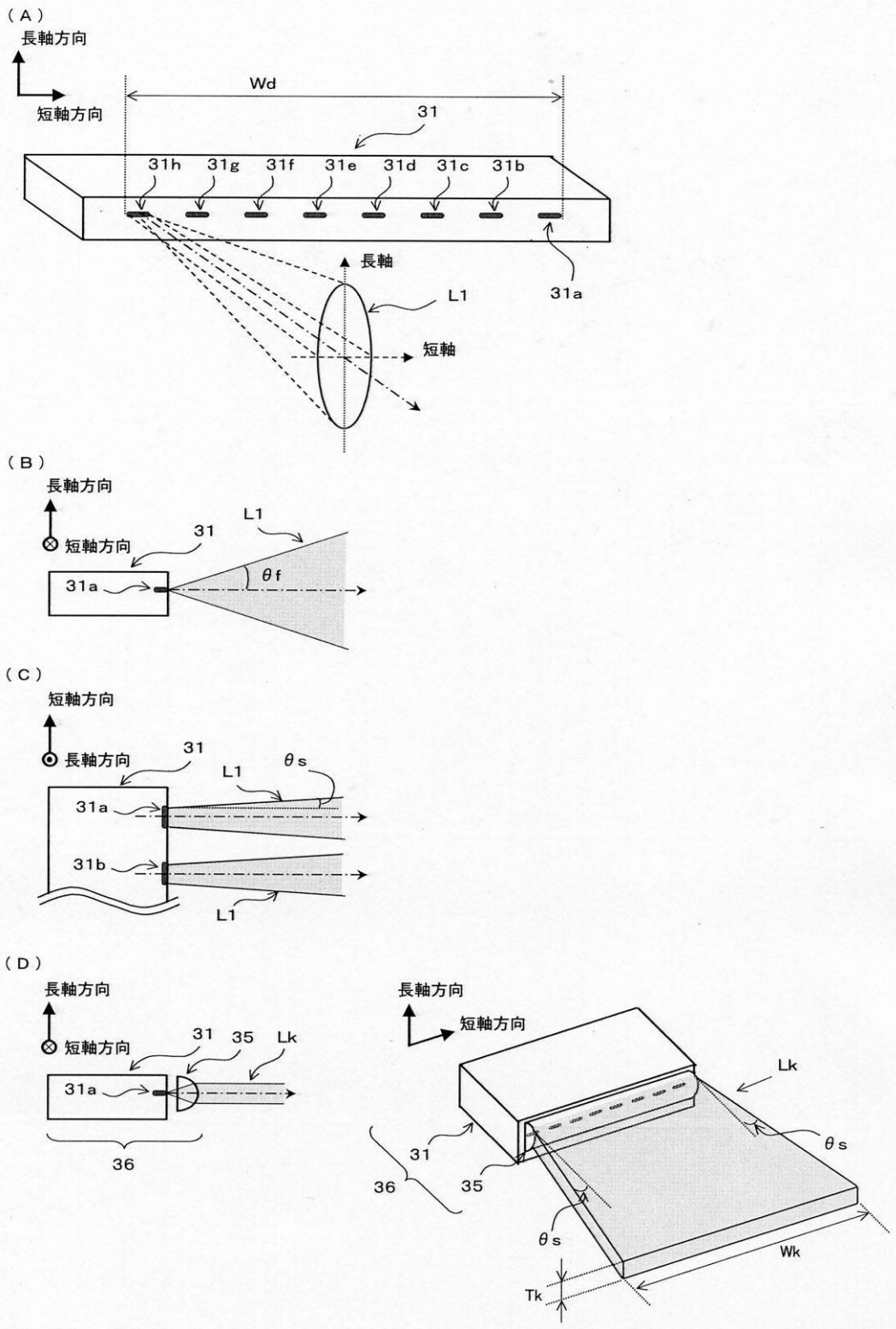
【0047】

10、18	集光ブロック
10A、11A、12A	分割プリズム
10B～10E	プリズム
11B～11G	プリズム
12B、12D、12E	プリズム
12C	合波プリズム
12CA、18E	選択反射面
12E1、18D	位相差部材
20	冷却ファン
31	半導体レーザアレイ
31a～31h	発光部
32	ベース放熱板
33	半導体レーザ放熱フィン
35	長軸方向コリメートレンズ
65	集光ダクト
100	レーザ発生装置
Wg	ダクト幅
Tg	ダクト厚さ
70	ファイバレーザ用光ファイバ
90	伝送用光ファイバ
Lin	励起光束

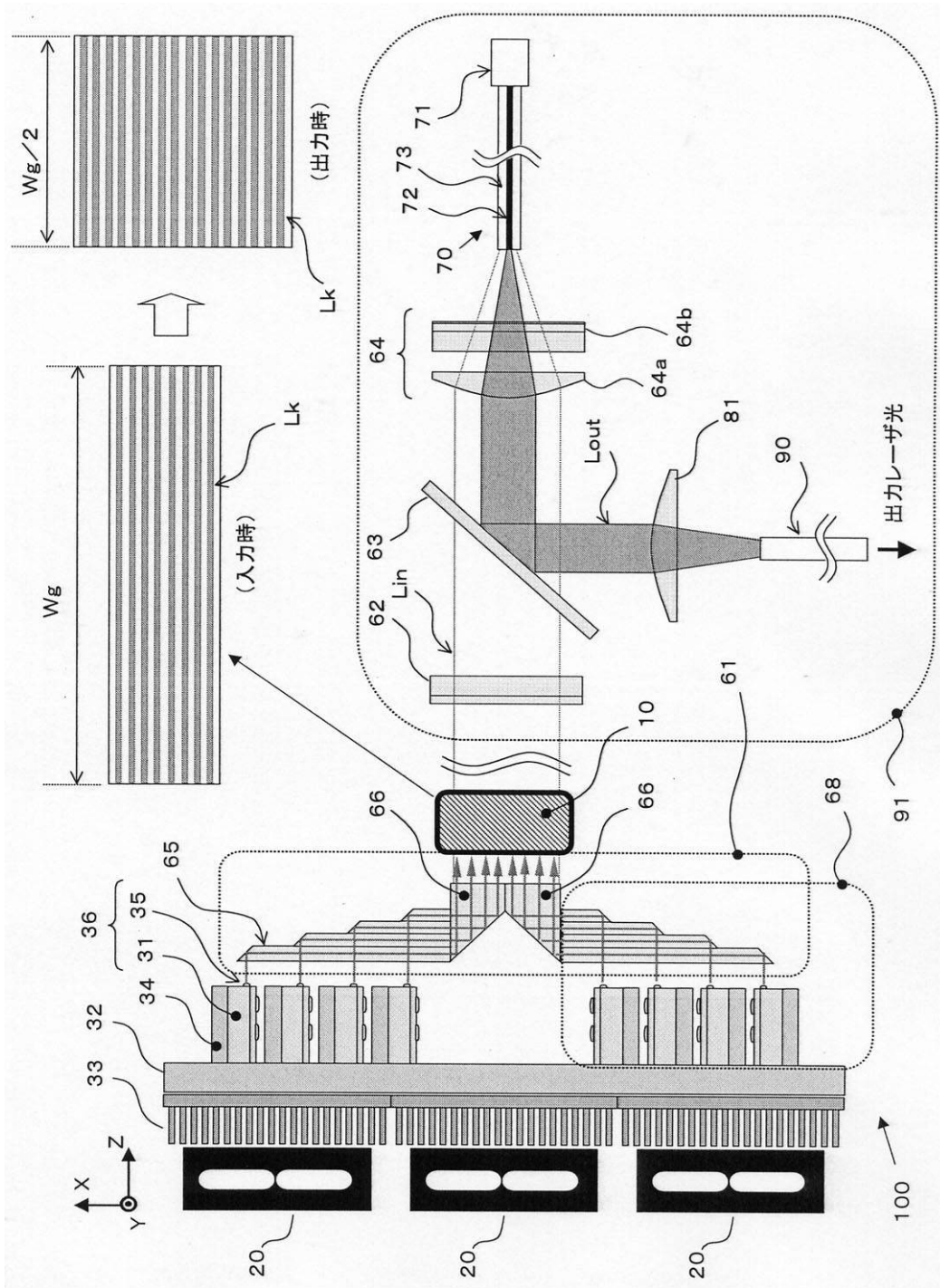
20

30

【図1】

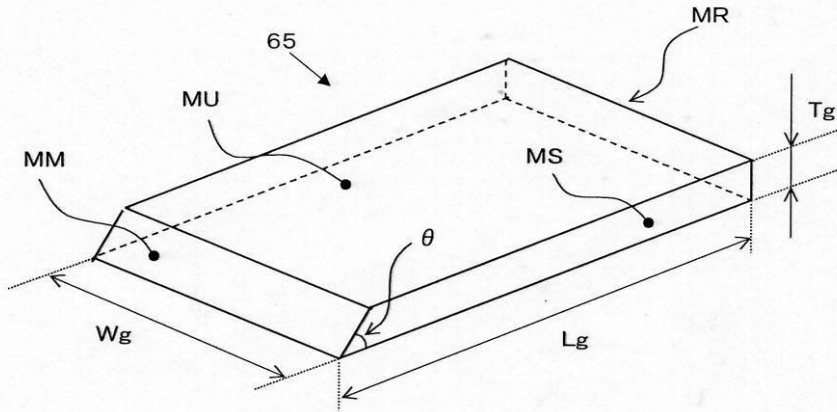


【図2】

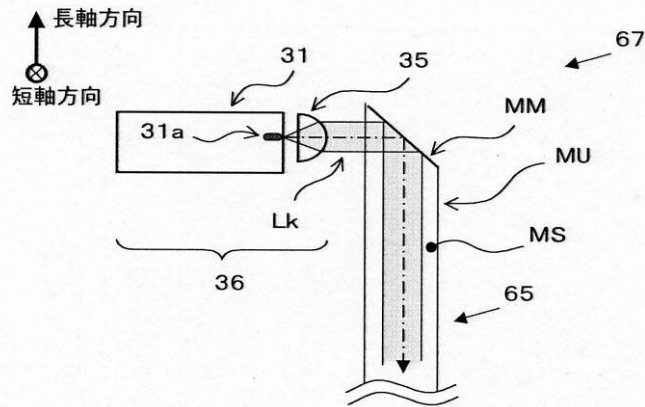


【図3】

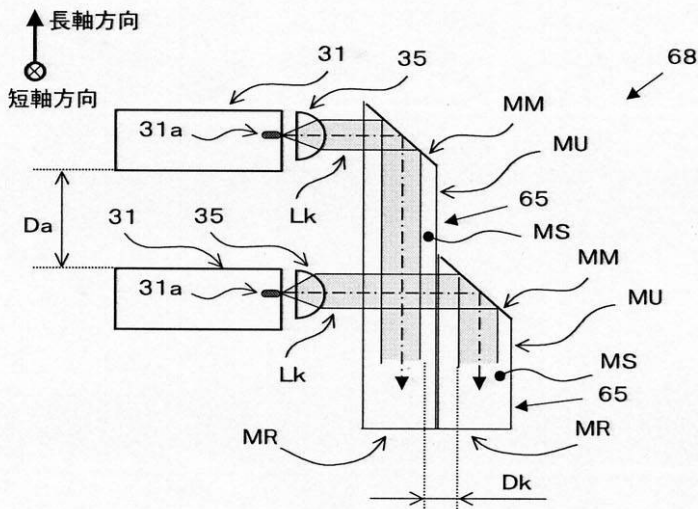
(A)



(B)

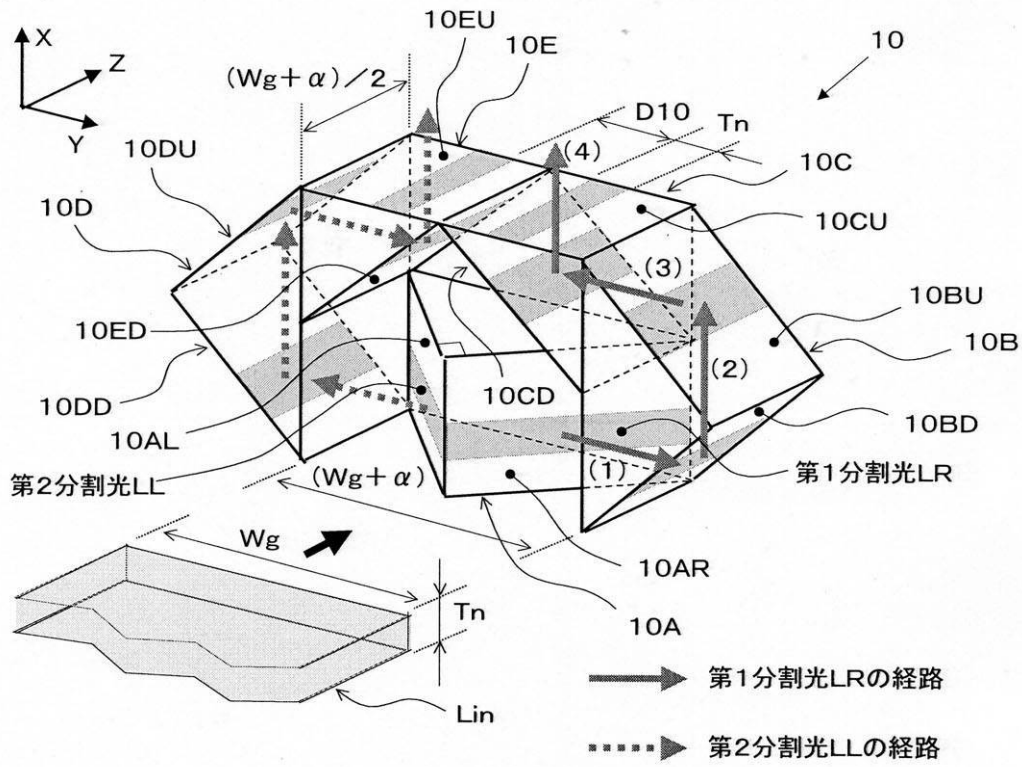


(C)

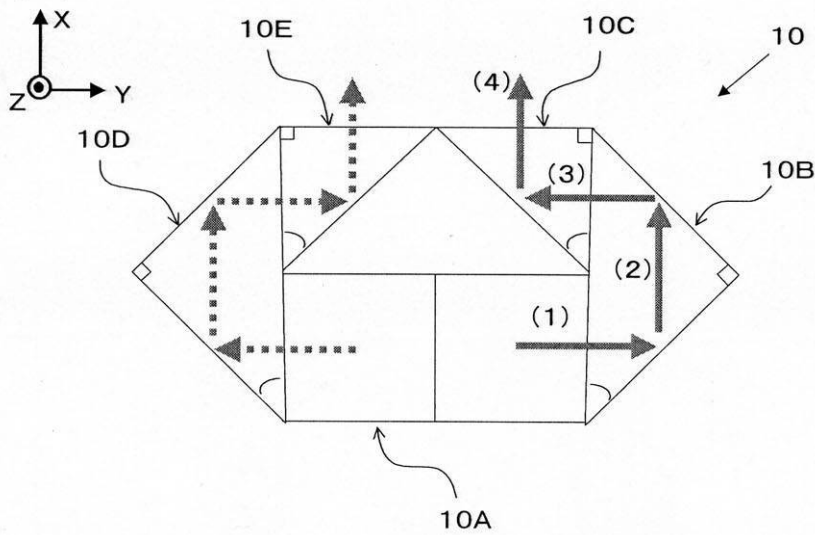


【図4】

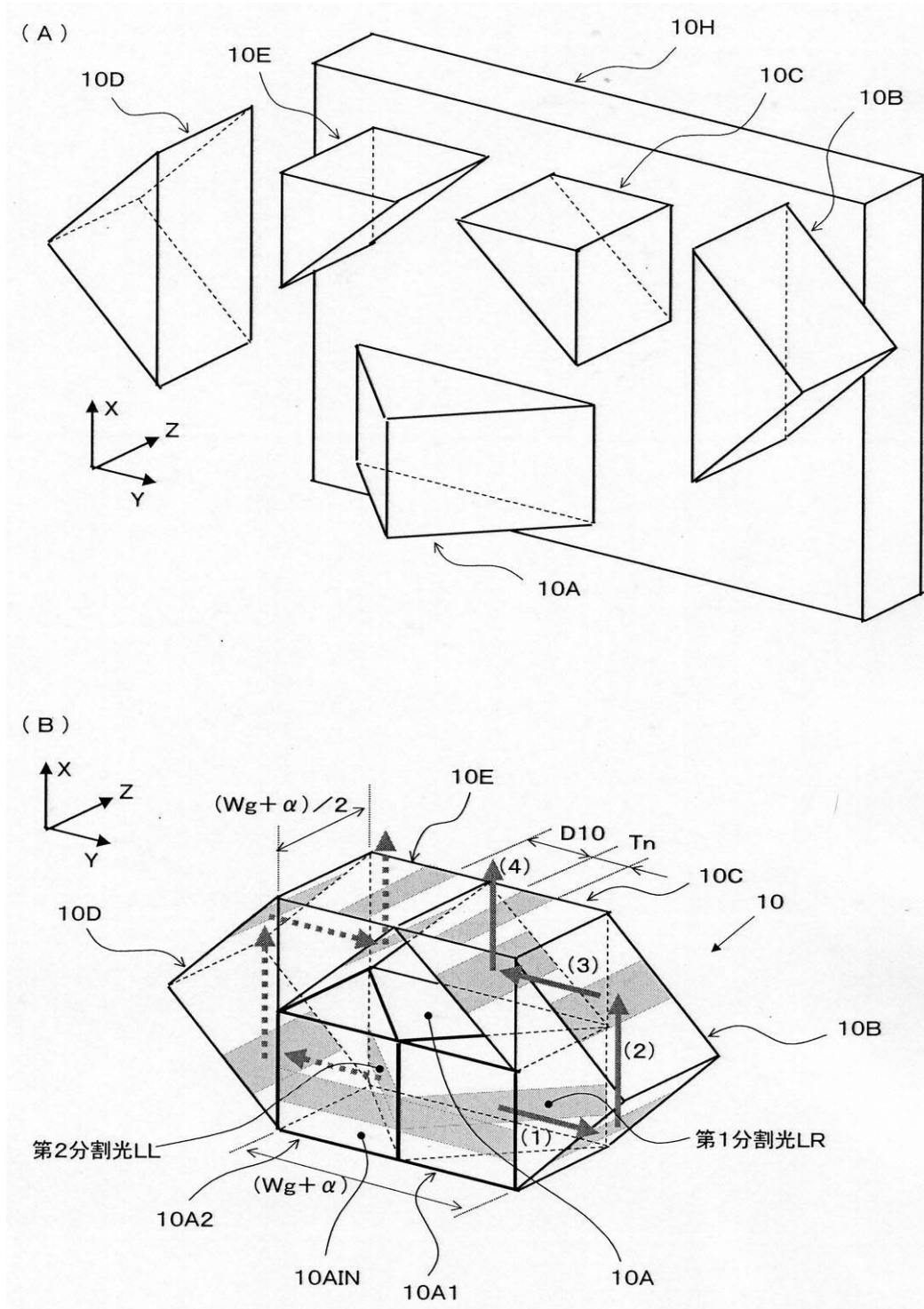
(A)



(B)

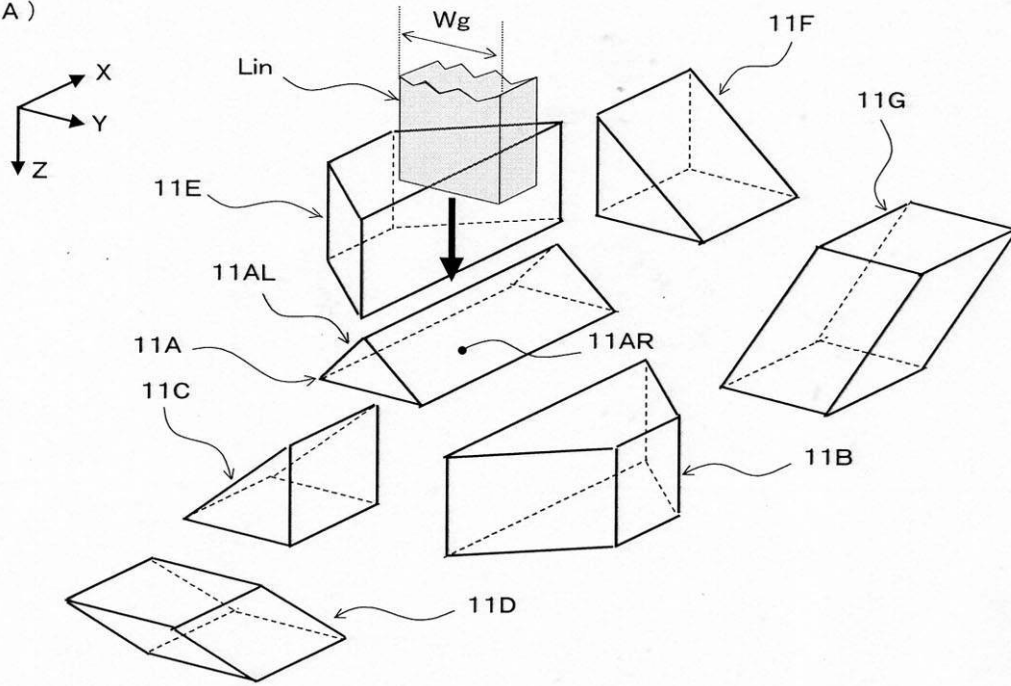


【図5】

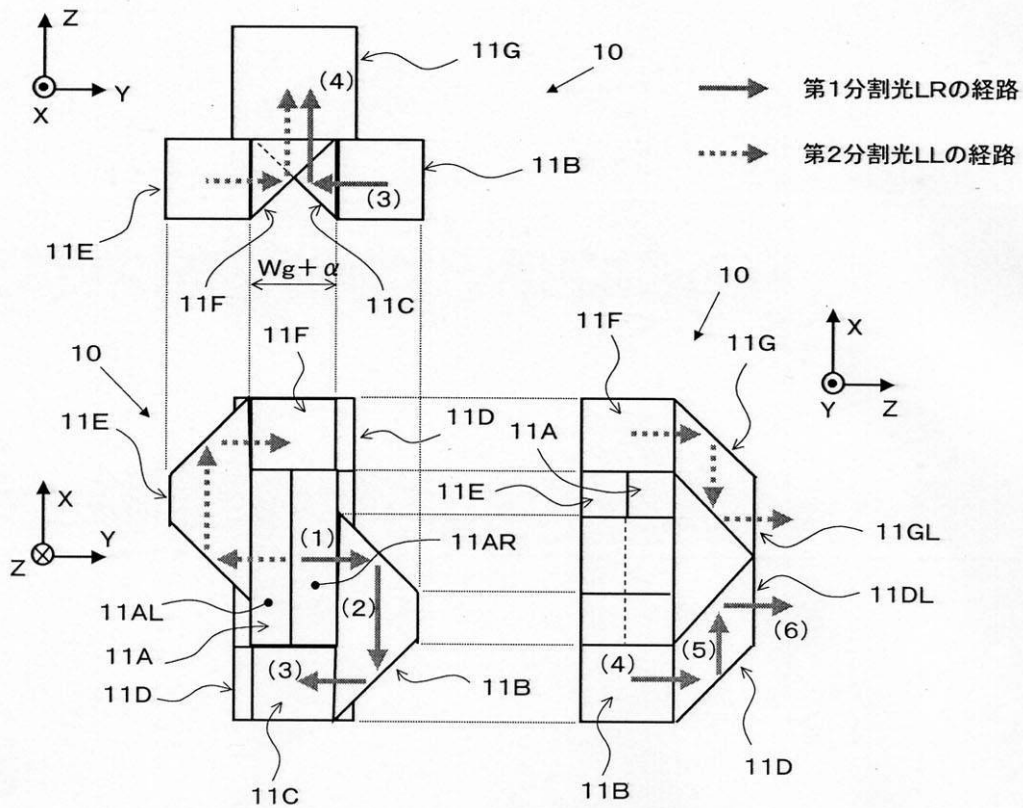


【図6】

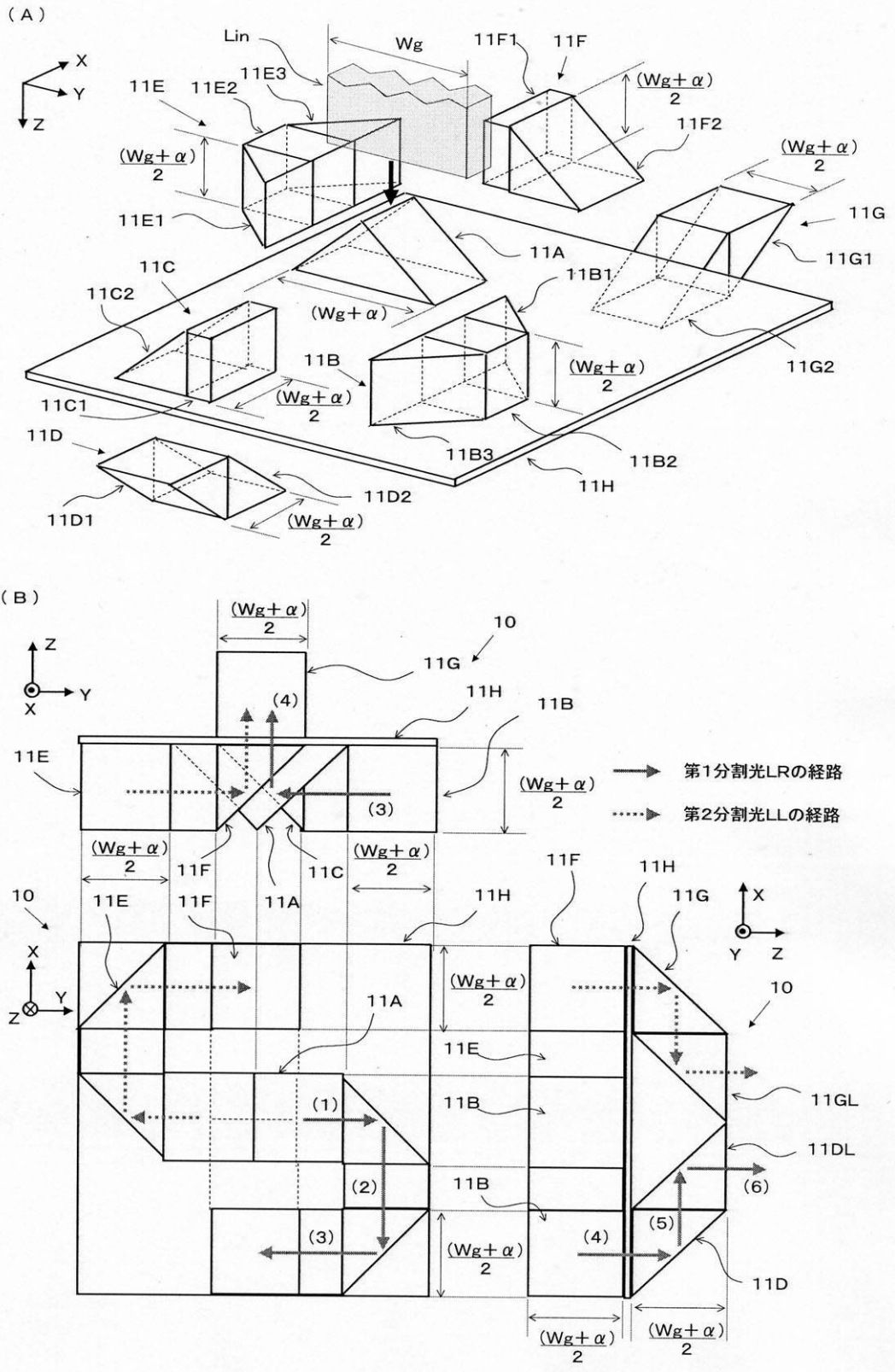
(A)



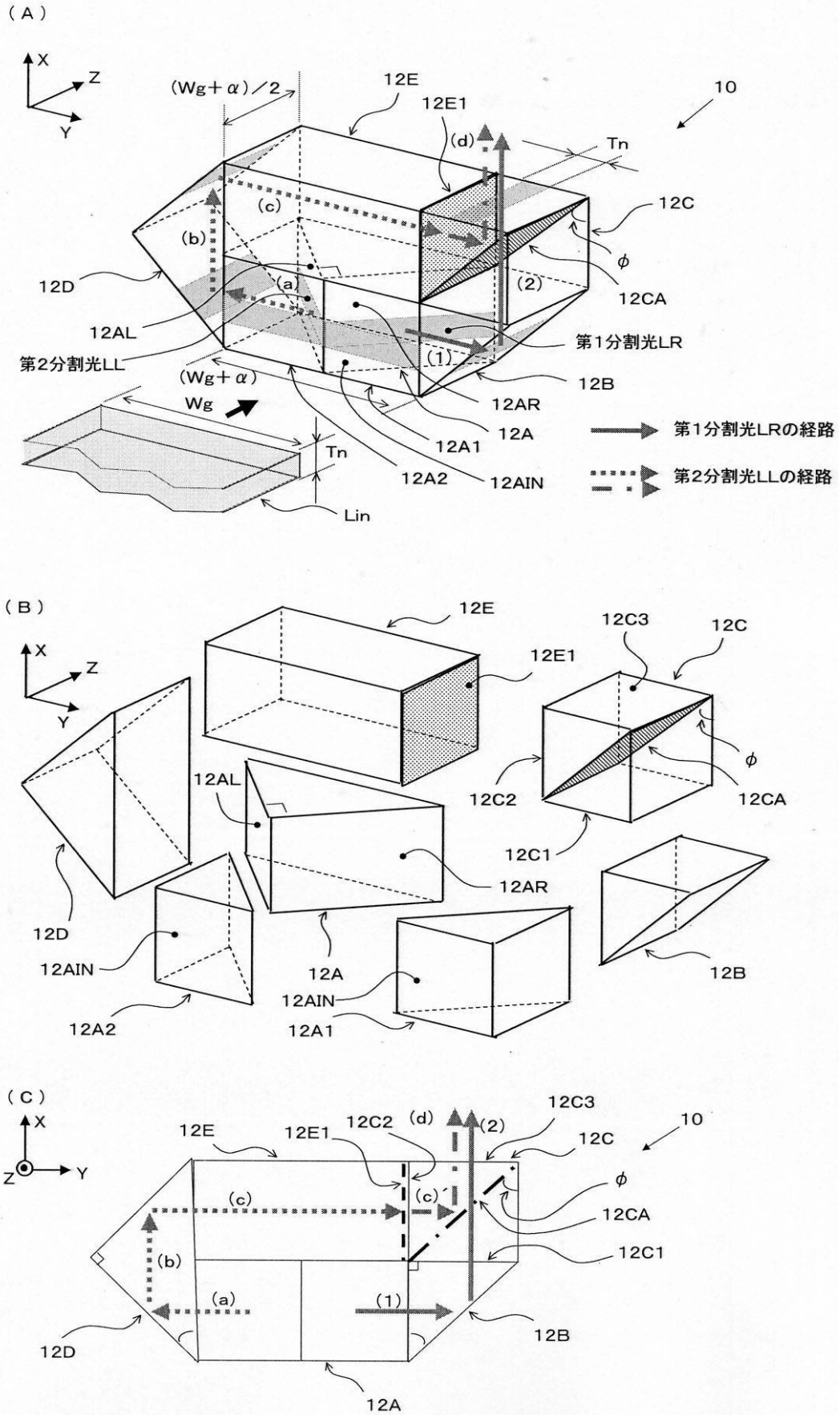
(B)



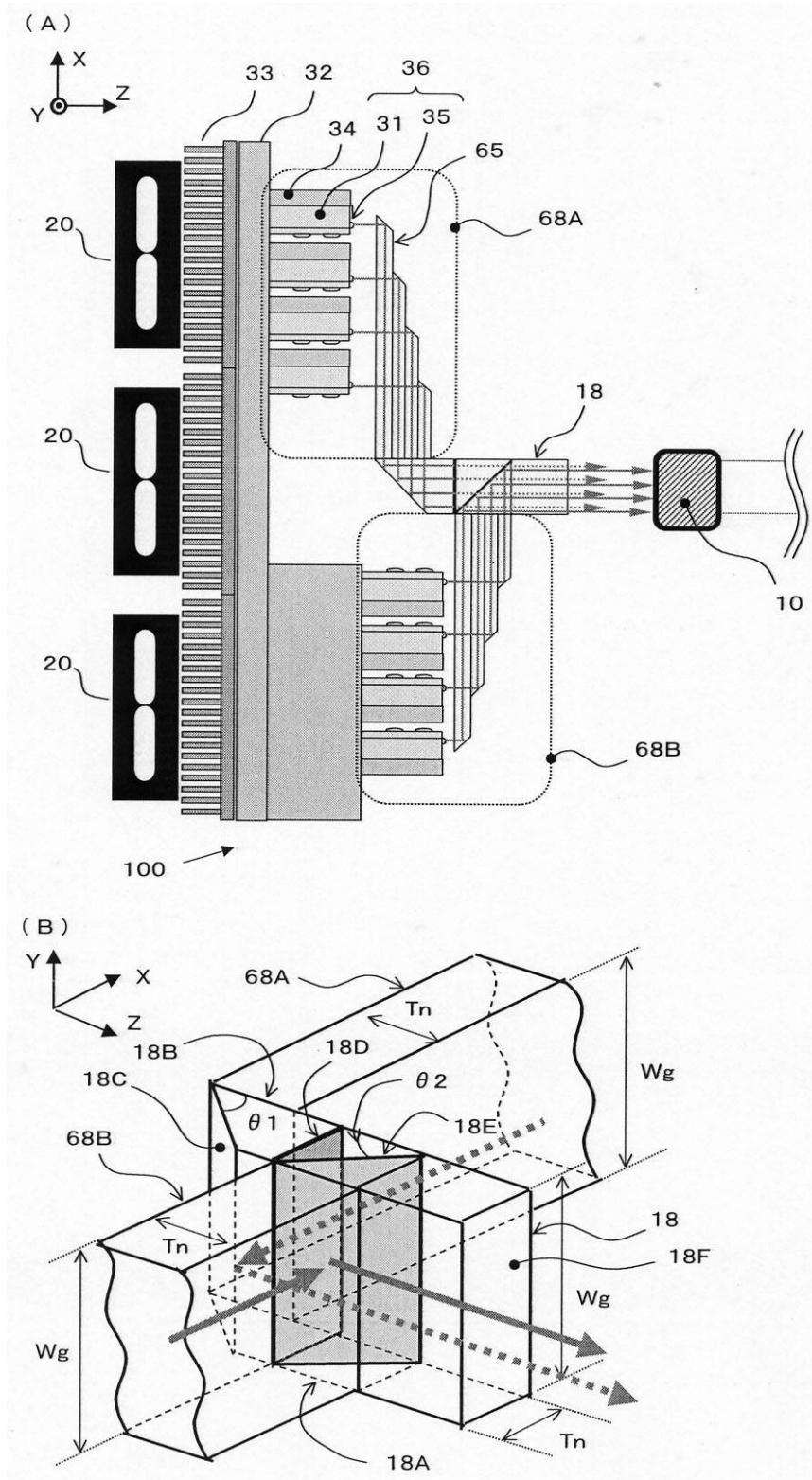
【図7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 3 K 26/06 (2006.01) B 2 3 K 26/06 G

(56)参考文献 特開2003-279885(JP,A)
特開平10-284779(JP,A)
特開2001-111147(JP,A)
特開2004-031437(JP,A)
特開2002-148562(JP,A)
特表平10-502746(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 S 3 / 0 0 - 5 / 5 0
G 0 2 B 2 7 / 0 0 - 2 7 / 6 4