(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7410875号
(P7410875)

(45)発行日　令和6年1月10日(2024.1.10)

(24)登録日　令和5年12月26日(2023.12.26)

(51)国際特許分類

Ｈ０１Ｓ　5/02　(2006.01)	Ｈ０１Ｓ	5/02		
Ｈ０１Ｓ　5/40　(2006.01)	Ｈ０１Ｓ	5/40		
Ｇ０２Ｂ　6/42　(2006.01)	Ｇ０２Ｂ	6/42		
Ｆ２１Ｓ　2/00　(2016.01)	Ｆ２１Ｓ	2/00	３４０	
Ｇ０２Ｂ　5/00　(2006.01)	Ｇ０２Ｂ	5/00		Ｃ

ＦＩ

請求項の数　26　（全51頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2020-559829(P2020-559829)
(86)(22)出願日　令和1年11月8日(2019.11.8)
(86)国際出願番号　PCT/JP2019/043784
(87)国際公開番号　WO2020/116084
(87)国際公開日　令和2年6月11日(2020.6.11)
審査請求日　令和4年11月8日(2022.11.8)
(31)優先権主張番号　特願2018-229344(P2018-229344)
(32)優先日　平成30年12月6日(2018.12.6)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　520133916
ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社
京都府長岡京市神足焼町１番地
(74)代理人　100109210
弁理士　新居 広守
(74)代理人　100137235
弁理士　寺谷 英作
(74)代理人　100131417
弁理士　道坂 伸一
(72)発明者　西本 雅彦
日本国京都府長岡京市神足焼町１番地
ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社内
(72)発明者　山中 一彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　光源ユニット、照明装置、加工装置及び偏向素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、

第１の光線を出射する第１の発光点と、

前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、

前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子と、

前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、

前記第１の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第４の方向から入射し、

前記第２の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第５の方向から入射し、

前記第３の方向から見て、前記第４の方向と前記第１の方向とのなす角は、前記第５の方向と前記第１の方向とのなす角と異なり、

前記第１の光線は、前記偏向素子から第６の方向に出射し、

前記第２の光線は、前記偏向素子から第７の方向に出射し、

前記第６の方向は、前記第２の方向から見て、前記第４の方向から第１の偏向角だけ偏向し、

前記第７の方向は、前記第２の方向から見て、前記第５の方向から第２の偏向角だけ偏向し、

前記第１の偏向角と前記第２の偏向角とは異なり、
前記第３の方向から見て、前記第６の方向と前記第７の方向とは互いに平行であり、
前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、
前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れている
光源ユニット。
【請求項２】
第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、
第１の光線を出射する第１の発光点と、
前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、
前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子と、
前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、
前記第１の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第４の方向から入射し、
前記第２の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第５の方向から入射し、
前記第１の光線は、前記偏向素子から第６の方向に出射し、
前記第２の光線は、前記偏向素子から第７の方向に出射し、
前記第６の方向は、前記第２の方向から見て、前記第４の方向から第１の偏向角だけ偏向し、
前記第７の方向は、前記第２の方向から見て、前記第５の方向から第２の偏向角だけ偏向し、
前記第６の方向は、前記第３の方向から見て、前記第４の方向から第３の偏向角だけ偏向し、
前記第７の方向は、前記第３の方向から見て、前記第５の方向から第４の偏向角だけ偏向し、
前記第１の偏向角と前記第２の偏向角とは異なり、
前記第３の偏向角と前記第４の偏向角とは異なり、
前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、
前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れている
光源ユニット。
【請求項３】
前記偏向素子は、前記第１の光線が入射する第１の入射面と、前記第２の光線が入射する第２の入射面とを有し、
前記第１の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第１の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第２の傾斜角だけ傾斜し、
前記第１の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第３の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第４の傾斜角だけ傾斜し、
前記第１の傾斜角と前記第２の傾斜角とは異なり、
前記第３の傾斜角と前記第４の傾斜角とは異なり、
前記第１の傾斜角の絶対値より前記第３の傾斜角の絶対値の方が小さく、
前記第２の傾斜角の絶対値より前記第４の傾斜角の絶対値の方が小さい

請求項１又は２に記載の光源ユニット。
【請求項４】
前記偏向素子は、前記第１の光線が出射する第１の出射面と、前記第２の光線が出射する第２の出射面とを有し、
前記第１の出射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第５の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の出射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第６の傾斜角だけ傾斜し、
前記第１の出射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第７の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の出射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第８の傾斜角だけ傾斜し、
前記第５の傾斜角と前記第６の傾斜角とは異なり、
前記第７の傾斜角と前記第８の傾斜角とは異なり、
前記第５の傾斜角の絶対値より前記第７の傾斜角の絶対値の方が小さく、
前記第６の傾斜角の絶対値より前記第８の傾斜角の絶対値の方が小さい
請求項１～３のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項５】
前記偏向素子は、前記第３の方向に垂直な底面を有する
請求項３又は４に記載の光源ユニット。
【請求項６】
前記第１の発光点及び前記第２の発光点は、同一の半導体基板上に形成された半導体レーザアレイに含まれる
請求項１～５のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項７】
前記第３の方向に垂直な実装面をさらに備え、
前記第１の発光点は第１の半導体発光素子チップに含まれ、
前記第２の発光点は第２の半導体発光素子チップに含まれ、
前記第１の半導体発光素子チップ及び前記第２の半導体発光素子チップは、前記実装面に実装されている
請求項１～５のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項８】
前記第１の発光点及び前記第２の発光点を収納するパッケージをさらに備える
請求項６又は７に記載の光源ユニット。
【請求項９】
前記第１の発光点及び前記第２の発光点と前記偏向素子との間に配置される第２の集光光学素子を備える
請求項１～８のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項１０】
前記第２の集光光学素子は、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の発散を低減する
請求項９に記載の光源ユニット。
【請求項１１】
前記第１の光線は、前記第２の集光光学素子から、前記第４の方向に出射し、
前記第２の光線は、前記第２の集光光学素子から、前記第５の方向に出射する
請求項９又は１０に記載の光源ユニット。
【請求項１２】
前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の集光光学素子と前記偏向素子との間で交差する
請求項１１に記載の光源ユニット。
【請求項１３】

前記第２の集光光学素子は、少なくとも前記第２の方向に集光するコリメータレンズを含み、
前記コリメータレンズは、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の発散を低減する
請求項９～１２のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項１４】
前記第１の光線は、前記第２の集光光学素子への入射位置において前記第２の集光光学素子の光軸から前記第２の方向に第１の距離だけ離れており、
前記第２の光線は、前記第２の集光光学素子への入射位置において前記第２の集光光学素子の光軸から前記第２の方向に第２の距離だけ離れており、
前記第１の光線の前記第２の集光光学素子への入射位置は、前記第２の光線の前記第２の集光光学素子への入射位置と異なる
請求項９～１３のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項１５】
前記第２の集光光学素子は、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の前記第３の方向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズと、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の前記第２の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズとを含み、
前記スロー軸コリメータレンズは、前記ファスト軸コリメータレンズと前記偏向素子との間に配置される
請求項９～１２のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項１６】
第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、
第１の光線を出射する第１の発光点と、
前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、
前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子と、
前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、
前記第１の光線及び前記第２の光線は、前記偏向素子を通過し、
前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、
前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れている
光源ユニット。
【請求項１７】
前記第１の発光点及び前記第２の発光点を含む複数の発光点を備え、
前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線との前記第２の方向における間隔は、前記第１の光線又は前記第２の光線の前記第２の方向におけるビーム幅の０．８倍以下であり、前記第１の光線と前記第２の光線との前記第３の方向における間隔は、前記第１の光線又は前記第２の光線の前記第３の方向におけるビーム幅の０．７５倍を前記複数の発光点の個数で割った値以上である
請求項１６に記載の光源ユニット。
【請求項１８】
前記第１の光線及び前記第２の光線は、前記集光面において前記第３の方向より前記第２の方向の方が長い形状で集光されている
請求項１、１６、１７のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項１９】
前記第１の発光点における前記第１の光線のニアフィールドパターン及び前記第２の発光点における前記第２の光線のニアフィールドパターンは、前記第３の方向より前記第２

の方向の方が長い形状を有する
請求項１～１８のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項２０】
前記第１の光線及び前記第２の光線が入射する蛍光体をさらに備える
請求項１～１９のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項２１】
請求項２０に記載の光源ユニットを備え、
前記蛍光体からの出射光を照明光として用いる
照明装置。
【請求項２２】
前記第１の光線及び前記第２の光線が入射する光ファイバをさらに備え、
前記第１の光線及び前記第２の光線は、前記光ファイバの端面に集光される
請求項１～１９のいずれか１項に記載の光源ユニット。
【請求項２３】
請求項２２に記載の光源ユニットを備え、
前記光ファイバからの出射光を加工に用いる
加工装置。
【請求項２４】
第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットに用いられる偏向素子であって、
前記光源ユニットは、
第１の光線を出射する第１の発光点と、
前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、
前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、
前記偏向素子は、前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向し、
前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、
前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れており、
前記偏向素子は、
前記第１の方向、及び、前記第２の方向と交差する第１の入射面と、
前記第１の方向と交差する第２の入射面と、
前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に垂直な底面とを有し、
前記第１の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第１の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第２の傾斜角だけ傾斜し、
前記第１の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第３の傾斜角だけ傾斜し、
前記第２の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第４の傾斜角だけ傾斜し、
前記第１の傾斜角と前記第２の傾斜角とは異なり、
前記第３の傾斜角と前記第４の傾斜角とは異なり、
前記第１の傾斜角の絶対値より前記第３の傾斜角の絶対値の方が小さく、
前記第２の傾斜角の絶対値より前記第４の傾斜角の絶対値の方が小さい
偏向素子。
【請求項２５】
前記第１の入射面と前記第２の入射面とに対向し、かつ、前記第１の方向に垂直な出射

面を有する
請求項２４に記載の偏向素子。
【請求項２６】
前記第１の入射面と前記第２の入射面とは、凸部を形成する
請求項２４又は２５に記載の偏向素子。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、光源ユニット、照明装置、加工装置及びそれらに用いられる偏向素子に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば、光出力が１ワットを超えるような非常に高いパワーの光を出射する光源ユニットの開発が進んでいる。特に指向性の優れた光を効率よく出射させる光源ユニットは様々な用途への適用が検討されている。このような指向性の優れた光を出射する光源ユニットに用いる光源として、半導体発光装置が挙げられる。半導体発光装置は、半導体レーザに代表される、光導波路を有する半導体発光素子と、半導体発光素子が搭載されるパッケージなどとを備える。例えば、ＩｎＡｌＧａＰ系、ＩｎＡｌＧａＡｓ系などの化合物半導体を用いた半導体発光装置は、溶接装置、加工装置、レーザスクライビング装置、薄膜のアニール装置などの産業用加工装置の光源や、ディスプレイの長波長光源、ＬｉＤＡＲ（Ｌｉｇｈｔ　Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ　ａｎｄ　Ｒａｎｇｉｎｇ）用赤外光源として開発が進められている。またＩｎＡｌＧａＮ系などの窒化物半導体を用いた半導体発光装置は、レーザディスプレイやプロジェクションマッピング用のプロジェクタなどの画像表示装置の光源や、白色固体光源の励起光源として開発が進められている。例えば、励起光源としての半導体発光装置と、蛍光体とを組み合わせた光源ユニットは、高い輝度の白色光を出射させることができる。このため、このような光源ユニットは、プロジェクタや車両前照灯などの光源として開発が進められている。
【０００３】
これらの光源ユニットは、例えば、合計数ワットを超えるような非常に高いパワーの光を小さな発光部から出射させる必要がある。このような高いパワーの光を得るために、複数の光源を用いる構成が採用され得る。この場合、光源ユニットに配置された複数の光源から出射される光を効率よく結合させる構造についてもさまざまな工夫が必要となる。
【０００４】
上記のような課題に対し、例えば、特許文献１及び特許文献２には複数の光源を組み合わせた光源ユニットの構造について提案がなされている。
【０００５】
以下、図１７及び図１８を用いて、従来の光源ユニットについて説明する。図１７及び図１８は、それぞれ特許文献１及び特許文献２に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。
【０００６】
図１７に示されるように、特許文献１に開示された光源ユニット１６００は、三つのエミッタを有する光源１６１１と、出射光を平行光に変換するレンズ１６３１と、主面に対して異なる微少傾斜角を有する複数の光学面１６５１ａ、１６５１ｂ及び１６５１ｃを有する光学素子１６５０とで構成されている。このような構成によって光源ユニット１６００は、光束群１６６０を出射する。このような光源ユニット１６００から出射された光束群１６６０を例えばレンズなどによって集光することによって、同一点に複数の光束を集光しようとしている。
【０００７】
また、図１８に示されるように、特許文献２に開示された光源ユニット１００１においては、パッケージ１００３内部に配置された複数のレーザ光源１００５と、複数の第１レ

ンズ１００７と、複数の第２レンズ１００９と、複数の反射ミラー１０１１と、集光レンズ１０１３と、光ファイバ１０１５とを備える。複数のレーザ光源１００５の各々から出射されたレーザ光は、第１レンズ１００７、第２レンズ１００９及び反射ミラー１０１１を介して集光レンズ１０１３まで伝播する。集光レンズ１０１３に入射したレーザ光は、集光レンズ１０１３によって集光されて、光ファイバ１０１５に入射する。これにより、特許文献２では、光ファイバへの結合効率に優れる光源ユニット１００１を実現しようとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【文献】国際公開第２０１４／１１５１９４号

【文献】特開２０１３－２３５９４３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

しかしながら、特許文献１に開示された光源ユニット１６００では、複数の光束が一点に集光されるため、集光面に位置する光学部材などにダメージを与える。例えば、集光面として、蛍光体や光ファイバの端面を用いる場合、レーザ光が１点に集中することで、集光面を形成する物質にダメージを与えてしまう。

【００１０】

また、特許文献２に開示された光源ユニット１００１では、複数のレーザ光源１００５配置位置の高さが互いに異なるため、各レーザ光源１００５に対応する第２レンズ１００９などが必要となる。つまり、光源ユニット１００１では、部品点数が多くなる。

【００１１】

本開示は、このような課題を解決するものであり、ピーク強度を抑制しつつ、複数の光線を集光面に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットなど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】

【００１２】

上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットの一態様は、第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第１の光線を出射する第１の発光点と、前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子と、前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れている。

【００１３】

また、本開示に係る光源ユニットの一態様において、前記第１の発光点及び前記第２の発光点を含む複数の発光点を備え、前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線との前記第２の方向における間隔は、前記第１の光線又は前記第２の光線の前記第２の方向におけるビーム幅の０．８倍以下であり、前記第１の光線と前記第２の光線との前記第３の方向における間隔は、前記第１の光線又は前記第２の光線の前記第３の方向におけるビーム幅の０．７５倍を前記複数の発光点の個数で割った値以上であってもよい。

【００１４】

上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットの他の一態様は、第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第１の光線を出射する第１の発光点と、前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を

出射する第２の発光点と、前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子とを備え、前記第１の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第４の方向から入射し、前記第２の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第５の方向から入射し、前記第３の方向から見て、前記第４の方向と前記第１の方向とのなす角は、前記第５の方向と前記第１の方向とのなす角と異なり、前記第１の光線は、前記偏向素子から第６の方向に出射し、前記第２の光線は、前記偏向素子から第７の方向に出射し、前記第６の方向は、前記第２の方向から見て、前記第４の方向から第１の偏向角だけ偏向し、前記第７の方向は、前記第２の方向から見て、前記第５の方向から第２の偏向角だけ偏向し、前記第１の偏向角と前記第２の偏向角とは異なり、前記第３の方向から見て、前記第６の方向と前記第７の方向とは互いに平行である。

【００１５】

上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットのさらに他の一態様は、第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第１の光線を出射する第１の発光点と、前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子とを備え、前記第１の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第４の方向から入射し、前記第２の光線は、前記偏向素子に、前記第３の方向に垂直な第５の方向から入射し、前記第１の光線は、前記偏向素子から第６の方向に出射し、前記第２の光線は、前記偏向素子から第７の方向に出射し、前記第６の方向は、前記第２の方向から見て、前記第４の方向から第１の偏向角だけ偏向し、前記第７の方向は、前記第２の方向から見て、前記第５の方向から第２の偏向角だけ偏向し、前記第６の方向は、前記第３の方向から見て、前記第４の方向から第３の偏向角だけ偏向し、前記第７の方向は、前記第３の方向から見て、前記第５の方向から第４の偏向角だけ偏向し、前記第１の偏向角と前記第２の偏向角とは異なり、前記第３の偏向角と前記第４の偏向角とは異なる。

【００１６】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっていてもよい。

【００１７】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子をさらに備えてもよい。

【００１８】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れていてもよい。

【００１９】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第１の光線が入射する第１の入射面と、前記第２の光線が入射する第２の入射面とを有し、前記第１の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第１の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第２の傾斜角だけ傾斜し、前記第１の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第３の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第４の傾斜角だけ傾斜し、前記第１の傾斜角と前記第２の傾斜角とは異なり、前記第３の傾斜角と前記第４の傾斜角とは異なり、前記第１の傾斜角の絶対値より前記第３の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第２の傾斜角の絶対値より前記第４の傾斜角の絶対値の方が小さくてもよい。

【００２０】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第１の光線が出射する第１の出射面と、前記第２の光線が出射する第２の出射面とを有し、前記第１の出射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第５の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の出射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第６の傾斜角だけ傾斜し、前記第１の出射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第７の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の出射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第３の方向から第８の傾斜角だけ傾斜し、前記第５の傾斜角と前記第６の傾斜角とは異なり、前記第７の傾斜角と前記第８の傾斜角とは異なり、前記第５の傾斜角の絶対値より前記第７の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第６の傾斜角の絶対値より前記第８の傾斜角の絶対値の方が小さくてもよい。

【００２１】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第３の方向に垂直な底面を有してもよい。

【００２２】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の発光点及び前記第２の発光点は、同一の半導体基板上に形成された半導体レーザアレイに含まれてもよい。

【００２３】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第３の方向に垂直な実装面をさらに備え、前記第１の発光点は第１の半導体発光素子チップに含まれ、前記第２の発光点は第２の半導体発光素子チップに含まれ、前記第１の半導体発光素子チップ及び前記第２の半導体発光素子チップは、前記実装面に実装されていてもよい。

【００２４】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の発光点及び前記第２の発光点を収納するパッケージをさらに備えてもよい。

【００２５】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の発光点及び前記第２の発光点と前記偏向素子との間に配置される第２の集光光学素子を備えてもよい。

【００２６】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第２の集光光学素子は、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の発散を低減してもよい。

【００２７】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線は、前記第２の集光光学素子から、前記第４の方向に出射し、前記第２の光線は、前記第２の集光光学素子から、前記第５の方向に出射してもよい。

【００２８】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の集光光学素子と前記偏向素子との間で交差してもよい。

【００２９】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第２の集光光学素子は、少なくとも第２の方向に集光するコリメータレンズを含み、前記コリメータレンズは、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の発散を低減してもよい。

【００３０】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線は、前記第２の集光光学素子への入射位置において前記第２の集光光学素子の光軸から前記第２の方向に第１の距離だけ離れており、前記第２の光線は、前記第２の集光光学素子への入射位置において前記第２の集光光学素子の光軸から前記第２の方向に第２の距離だけ離れており、前記第１の光線の前記第２の集光光学素子への入射位置は、前記第２の光線の前記第２の集光光学素子への入射位置と異なってもよい。

【００３１】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第２の集光光学素子は、前記

第１の光線及び前記第２の光線の各々の前記第３の方向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズと、前記第１の光線及び前記第２の光線の各々の前記第２の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズとを含み、前記スロー軸コリメータレンズは、前記ファスト軸コリメータレンズと前記偏向素子との間に配置されてもよい。

【００３２】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線及び前記第２の光線は、前記集光面において前記第３の方向より前記第２の方向の方が長い形状で集光されていてもよい。

【００３３】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の発光点における前記第１の光線のニアフィールドパターン及び前記第２の発光点における前記第２の光線のニアフィールドパターンは、前記第３の方向より前記第２の方向の方が長い形状を有してもよい。

【００３４】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線及び前記第２の光線が入射する蛍光体をさらに備えてもよい。

【００３５】

上記課題を解決するため本開示に係る照明装置の一態様は、上記光源ユニットを備え、前記蛍光体からの出射光を照明光として用いる。

【００３６】

また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第１の光線及び前記第２の光線が入射する光ファイバをさらに備え、前記第１の光線及び前記第２の光線は、前記光ファイバの端面に集光されてもよい。

【００３７】

上記課題を解決するため本開示に係る加工装置の一態様は、上記光源ユニットを備え、前記光ファイバからの出射光を加工に用いる。

【００３８】

上記課題を解決するため本開示に係る偏向素子の一態様は、第１の方向、及び、前記第１の方向に垂直な第２の方向と交差する第１の入射面と、前記第１の方向と交差する第２の入射面と、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に垂直な底面とを有し、前記第１の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第１の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の入射面と前記第３の方向に垂直な面との交線は、前記第２の方向から第２の傾斜角だけ傾斜し、前記第１の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第１の方向から第３の傾斜角だけ傾斜し、前記第２の入射面と前記第２の方向に垂直な面との交線は、前記第１の方向から第４の傾斜角だけ傾斜し、前記第１の傾斜角と前記第２の傾斜角とは異なり、前記第３の傾斜角と前記第４の傾斜角とは異なり、前記第１の傾斜角の絶対値より前記第３の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第２の傾斜角の絶対値より前記第４の傾斜角の絶対値の方が小さい。

【００３９】

また、本開示に係る偏向素子の一態様において、前記第１の入射面と前記第２の入射面とに対向し、かつ、前記第１の方向に垂直な出射面を有してもよい。

【００４０】

また、本開示に係る偏向素子の一態様において、前記第１の入射面と前記第２の入射面とは、凸部を形成してもよい。

【発明の効果】

【００４１】

本開示によれば、ピーク強度を抑制しつつ、複数の光線を集光面に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットなどを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１Ａ】図１Ａは、実施の形態１に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。
【図１Ｂ】図１Ｂは、実施の形態１に係る光源ユニットの構成の概要を示す平面図である。
【図１Ｃ】図１Ｃは、実施の形態１に係る光源ユニットの構成の概要を示す側面図である。
【図１Ｄ】図１Ｄは、実施の形態１に係る光源ユニットの構成の概要を示す正面図である。
【図２Ａ】図２Ａは、実施の形態１に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。
【図２Ｂ】図２Ｂは、実施の形態１に係る半導体発光装置の等価回路を示す回路図である。
【図３Ａ】図３Ａは、実施の形態１に係る偏向素子の構成の概要を示す斜視図である。
【図３Ｂ】図３Ｂは、実施の形態１の変形例１に係る偏向素子の構成の概要を示す斜視図である。
【図３Ｃ】図３Ｃは、実施の形態１に係る偏向素子の構成の概要を示す平面図である。
【図３Ｄ】図３Ｄは、実施の形態１に係る偏向素子の構成の概要を示す側面図である。
【図３Ｅ】図３Ｅは、実施の形態１に係る偏向素子の構成の概要を示す正面図である。
【図４】図４は、実施の形態１に係る光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。
【図５Ａ】図５Ａは、実施の形態１の変形例２に係る偏向素子の構成の概要を示す平面図である。
【図５Ｂ】図５Ｂは、実施の形態１の変形例２に係る偏向素子の構成の概要を示す側面図である。
【図５Ｃ】図５Ｃは、実施の形態１の変形例２に係る偏向素子の構成の概要を示す正面図である。
【図６】図６は、実施の形態２に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。
【図７Ａ】図７Ａは、実施の形態２に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。
【図７Ｂ】図７Ｂは、実施の形態２の変形例１に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。
【図７Ｃ】図７Ｃは、実施の形態２に係る各発光点の相対位置を示す模式図である。
【図７Ｄ】図７Ｄは、実施の形態２に係る各発光点の相対位置の一例を示す模式図である。
【図７Ｅ】図７Ｅは、実施の形態２に係る各発光点の相対位置の他の例を示す模式図である。
【図７Ｆ】図７Ｆは、実施の形態２に係る各発光点における発光スポット形状のシミュレーション結果を示す図である。
【図８】図８は、実施の形態２に係る光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。
【図９Ａ】図９Ａは、比較例の光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。
【図９Ｂ】図９Ｂは、比較例の光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。
【図１０Ａ】図１０Ａは、実施の形態２に係る光源ユニットの集光面における各光線の集光スポットを説明する図である。
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、各光線の集光スポットの分布例を示す図である。
【図１０Ｃ】図１０Ｃは、互いに重なる複数の集光スポットの第２の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。
【図１０Ｄ】図１０Ｄは、互いに重なる複数の集光スポットの第３の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。
【図１１Ａ】図１１Ａは、実施の形態３に係る光源ユニットが備える半導体発光装置及び第２の集光光学素子の構成の概要を示す斜視図である。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、実施の形態３に係る第２の集光光学素子の作用を説明する模式図である。
【図１２】図１２は、実施の形態３に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。
【図１３】図１３は、実施の形態４に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。
【図１４Ａ】図１４Ａは、実施の形態５に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図で

ある。
【図１４Ｂ】図１４Ｂは、実施の形態５に係る光源ユニットの光学素子の構成を示す平面図である。
【図１５Ａ】図１５Ａは、実施の形態６に係る光源ユニットの外観を示す斜視図である。
【図１５Ｂ】図１５Ｂは、実施の形態６に係る光源ユニットの内部に配置される光学部品の構成の概要を示す斜視図である。
【図１５Ｃ】図１５Ｃは、実施の形態６に係る光源ユニットの模式的な断面図である。
【図１６】図１６は、実施の形態６に係る光源ユニットの集光面における光強度分布を示す図である。
【図１７】図１７は、特許文献１に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。
【図１８】図１８は、特許文献２に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００４３】
以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、及び、構成要素の配置位置や接続形態などは、一例であって本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。
【００４４】
また、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、各図において縮尺等は必ずしも一致していない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。
【００４５】
（実施の形態１）
実施の形態１に係る光源ユニットについて説明する。
【００４６】
［１－１．全体構成］
まず、本実施の形態に係る光源ユニットの全体構成について図１Ａ～図３Ｅを用いて説明する。図１Ａ～図１Ｄは、それぞれ本実施の形態に係る光源ユニット１００の構成の概要を示す斜視図、平面図、側面図及び正面図である。ここで、平面図、側面図及び正面図は、それぞれ、光源ユニット１００のＸ軸方向（後述する第３の方向）、Ｙ軸方向（後述する第２の方向）及びＺ軸方向（後述する第１の方向）から見た図を意味する。
【００４７】
図１Ａに示されるように、本実施の形態に係る光源ユニット１００は、第１の方向（図中のＺ軸方向）に沿った光軸８０を有する。図１Ａ～図１Ｃに示されるように、光源ユニット１００は、第１の発光点１３ａと、第２の発光点１３ｂと、偏向素子５０と、第１の集光光学素子７０とを備える。本実施の形態では、光源ユニット１００は、図１Ａ～図１Ｄに示されるように、第２の集光光学素子３０と、集光対象物９０とをさらに備える。
【００４８】
図１Ａ及び図１Ｂに示されるように、第１の発光点１３ａは、第１の光線８３ａを出射する。第２の発光点１３ｂは、第１の方向に垂直な第２の方向（図中のＹ軸方向）において第１の発光点１３ａから離れて配置され、第２の光線８３ｂを出射する。本実施の形態では、光源ユニット１００は、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂを含む半導体発光装置１０を備える。以下、光源ユニット１００の各構成要素について説明する。
【００４９】
［１－１－１．半導体発光装置］
半導体発光装置１０について図１Ａ～図１Ｄに加えて、図２Ａ及び図２Ｂを用いて説明する。図２Ａは、本実施の形態に係る半導体発光装置１０の構成の概要を示す斜視図である。図２Ｂは、本実施の形態に係る半導体発光装置１０の等価回路を示す回路図である。

【００５０】
本実施の形態では、図２Ａに示されるように、半導体発光装置１０は、第１の半導体発光素子チップ１１ａと、第２の半導体発光素子チップ１１ｂと、サブマウント１９とを備える。第１の発光点１３ａは、第１の半導体発光素子チップ１１ａに含まれ、第２の発光点１３ｂは、第２の半導体発光素子チップ１１ｂに含まれる。第１の発光点１３ａと第２の発光点１３ｂとは、第２の方向に距離（中心間距離）ＬＹ１２だけ離れている。
【００５１】
また、図１Ｃに示されるように、第１の発光点１３ａにおける第１の光線８３ａと、第２の発光点１３ｂにおける第２の光線８３ｂとは、第３の方向において重なっている。なお、ここで、「第１の光線８３ａと、第２の光線８３ｂとが第３の方向において重なっている」との記載が意味する状態は、第１の光線８３ａと、第２の光線８３ｂとが完全に一致する状態だけに限定されない。「重なっている」との記載の定義については後述する。
【００５２】
また、図１Ｄに示されるように、光源ユニット１００は、第３の方向（図中のＸ軸方向）に垂直な実装面２０ａを有するパッケージ２０を備え、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、サブマウント１９を介してパッケージ２０の実装面２０ａに実装されている。
【００５３】
第１の半導体発光素子チップ１１ａは、第１の方向（Ｚ軸方向）に伸びる図示しない光導波路を有し、光導波路の終端部に第１の発光点１３ａを備える。第１の発光点１３ａは光出射強度分布であるニアフィールドパターンを有する。ニアフィールドパターンは、第３の方向（Ｘ軸方向）よりも第２の方向（Ｙ軸の方向）に長い形状のパターンである。言い換えると、光強度分布は第３の方向よりも第２の方向に広がっている。第２の半導体発光素子チップ１１ｂも第１の半導体発光素子チップ１１ａと同様の光導波路とニアフィールドパターンとを有する。
【００５４】
光源ユニット１００は、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂを収納するパッケージ２０を備える。パッケージ２０は、光源ユニット１００の筐体６０に収納されるが、図１Ｄにはパッケージ２０及び筐体６０の一部だけが示されている。実装面２０ａは、パッケージ２０の一面である。つまり、半導体発光装置１０はパッケージ２０に実装される。
【００５５】
本実施の形態では、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、光導波路を有する半導体レーザチップであり、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂから、それぞれ、レーザ光である第１の光線８３ａ及び第２の光線８３ｂを、第１の方向へ出射する。半導体発光素子チップを構成する材料としてはＶ族元素としてリンを含むＩｎＡｌＧａＰ系、砒素を含むＩｎＡｌＧａＡｓ系、窒素を含むＩｎＡｌＧａＮ系などがあげられる。発光する光線の波長としては材料組成を調整することにより３５０ｎｍ程度から２０００ｎｍ程度まで変化させることができる。なお、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、半導体レーザチップに限定されない。例えば、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、コリメータレンズによって平行光化が可能な程度の指向性を持つ光線を出射する素子であればよく、例えば、スーパールミネッセントダイオード（Ｓｕｐｅｒｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｔ　Ｄｉｏｄｅ：ＳＬＤ）であってもよい。
【００５６】
サブマウント１９は、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂが実装される部材である。第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、図示しないＡｕＳｎなどの半田材によってサブマウント１９に固定される。本実施の形態では、半導体発光素子チップの光導波路側が実装面２０ａ側に配置される、所謂、ジャンクションダウン実装される。サブマウント１９は、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、Ｃｕなどの熱伝導率の高い材料で形成され、ヒートシンクとして

も機能する。
【００５７】
第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂは、図２Ｂに示されるように、サブマウント１９上の電極１９ａと金属ワイヤー１５ｂ及び１５ｃにより直列に接続される。なお、図２Ｂにおいては、電極１９ａは省略されている。また、半導体発光装置１０は、金属ワイヤー１５ａ及び１５ｄを有し、外部の電源から金属ワイヤー１５ａ及び１５ｄを介して電流が供給される。このような構成により、半導体発光装置１０は、一定電流で複数の発光素子を同時に発光させることができる。なお、サブマウント１９がＣｕなどの導電材料で形成される場合には、サブマウント１９と電極１９ａとの間には、絶縁材料が配置される。
【００５８】
なお、本実施の形態では、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂが半導体発光装置１０に含まれる構成を示したが、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂは、半導体発光装置以外の光源に含まれてもよい。例えば、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂは、それぞれ二つの半導体発光装置以外の固体レーザ装置に含まれてもよい。また、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂは、必ずしも光源に含まれなくてもよく、例えば、光線の各光路上の点が、第１の発光点又は第２の発光点と定義されてもよい。
【００５９】
［１－１－２．第２の集光光学素子］
第２の集光光学素子３０は、図１Ａ～図１Ｄに示されるように、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂと偏向素子５０との間に配置される素子である。第２の集光光学素子３０は、少なくとも第２の方向に集光するコリメータレンズを含み、第１の光線８３ａ及び第２の光線８３ｂの各々の発散を低減する。本実施の形態では、第２の集光光学素子３０は、第２の方向及び第３の方向における第１の光線８３ａ及び第２の光線８３ｂの各々の発散を低減する非球面レンズからなるコリメータレンズである。
【００６０】
第２の集光光学素子３０は、その光軸が光源ユニット１００の光軸８０と一致するように配置される。図１Ｂに示されるように、第１の光線８３ａは、第２の集光光学素子３０への入射位置において第２の集光光学素子３０の光軸から第２の方向に第１の距離Ｄ３１だけ離れている。また、第２の光線８３ｂは、第２の集光光学素子３０への入射位置において第２の集光光学素子３０の光軸から第２の方向に第２の距離Ｄ３２だけ離れている。第１の光線８３ａの第２の集光光学素子３０への入射位置は、第２の光線８３ｂの第２の集光光学素子３０への入射位置と異なる。なお、第１の光線８３ａの第２の集光光学素子３０への入射位置、又は、第２の光線８３ｂの第２の集光光学素子３０への入射位置のどちらかが、光軸８０と重なってもよい。本実施の形態では、第１の光線８３ａと第２の光線８３ｂとの第２の集光光学素子３０への入射位置は、光軸８０に関して、互いに反対方向に位置している。また、第１の光線８３ａと第２の光線８３ｂとの第２の集光光学素子３０への入射位置は、光軸８０からほぼ等距離にある。
【００６１】
第１の光線８３ａは、第２の集光光学素子３０から、第４の方向Ｄ４に、コリメートされて出射し、第２の光線８３ｂは、第２の集光光学素子３０から、第４の方向Ｄ４と異なる第５の方向Ｄ５に、コリメートされて出射する。ここで、第４の方向Ｄ４は、第１の方向から第２の方向へ偏向した方向であり、第５の方向Ｄ５は、第１の方向から第２の方向へ、第４の方向Ｄ４と反対方向に偏向した方向である。第２の集光光学素子３０から出射した第１の光線８５ａと第２の光線８５ｂとは、第２の集光光学素子３０と偏向素子５０との間で交差する。本実施の形態では、第４の方向Ｄ４の第１の方向から第２の方向への偏向角の絶対値と、第５の方向Ｄ５の第１の方向から第２の方向への偏向角の絶対値はほぼ等しい。また、第４の方向Ｄ４と第５の方向Ｄ５は、Ｙ－Ｚ平面上にある。
【００６２】
ここで、第１の光線８３ａの第２の集光光学素子３０への入射位置が、第２の光線８３

ｂの第２の集光光学素子３０への入射位置と異なるため、第２の集光光学素子３０から、第１の光線８３ａと第２の光線８３ｂを異なる方向へ出射させることができる。

【００６３】

なお、本実施の形態では、第２の集光光学素子３０として、非球面レンズを用いたが、第２の集光光学素子３０は、第１の光線８３ａ及び第２の光線８３ｂを少なくとも第２の方向に集光する光学素子であればよい。例えば、第２の集光光学素子３０を、後述するような第３の方向及び第２の方向にそれぞれコリメートする二つのコリメータレンズなどを用いて構成することも可能である。

【００６４】

［１－１－３．偏向素子］

偏向素子５０は、図１Ａ～図１Ｄに示されるように、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂの少なくとも一方を、第１の方向及び第２の方向に垂直な第３の方向（各図のＸ軸方向）に偏向する素子である。本実施の形態では、偏向素子５０は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂの両方を、第３の方向に偏向する。

【００６５】

図１Ｃに示されるように、第１の光線８５ａは、偏向素子５０に、第３の方向（Ｘ軸方向）に垂直な第４の方向Ｄ４から入射し、第２の光線８５ｂは、偏向素子５０に、第３の方向に垂直な第５の方向Ｄ５から入射する。図１Ｂに示されるように、第３の方向から見て、第４の方向Ｄ４と第１の方向とのなす角は、第５の方向Ｄ５と第１の方向とのなす角と異なる。なお、第４の方向Ｄ４と第５の方向Ｄ５の一方が、第１の方向と一致していてもよい。ここで、第３の方向から見て、第１の方向から反時計回りになす角を正とし、第１の方向から時計回りになす角を負の角とする。第４の方向Ｄ４は、第１の方向から第３の偏向角ψ３だけ偏向しており、第５の方向Ｄ５は、第１の方向から第４の偏向角ψ４だけ偏向している。本実施の形態では、第３の方向から見て、第４の方向Ｄ４と第１の方向とのなす角の絶対値は、第５の方向Ｄ５と第１の方向とのなす角の絶対値と等しい。以下に説明する他の角についても、正負の関係は同様に定義される。

【００６６】

第１の光線８５ａは、偏向素子５０から第６の方向Ｄ６に出射し、第２の光線８５ｂは、偏向素子５０から第７の方向Ｄ７に出射する。図１Ｃに示されるように、第６の方向Ｄ６は、第２の方向から見て、第４の方向Ｄ４から第３の方向へ第１の偏向角ψ１だけ偏向し、第７の方向Ｄ７は、第２の方向から見て、第５の方向Ｄ５から第３の方向へ第２の偏向角ψ２だけ偏向する。ここで、第２の方向から見て、Ｚ－Ｘ平面で反時計回りになす角を正とし、Ｚ－Ｘ平面で時計回りになす角を負の角とする。図１Ｃに示されるように、第２の方向から見て、第１の偏向角ψ１と第２の偏向角ψ２とは異なり、図１Ｂに示されるように、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とは互いに平行である。また、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７は、第１の方向と平行である。なお、ここで、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とが互いに平行とは、完全に平行である状態に限定されず、実質的に平行である状態も含む。本明細書では、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とが互いに平行とは、例えば、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とのなす角が１°以下である状態を意味する。また、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とが互いに平行になることによって、後述する第１の集光光学素子７０によって、第１の光線８５ａと第２の光線８５ｂを後述する集光面９１までの焦点距離を同一にすることが容易にできる。

【００６７】

また、図１Ｃに示されるように、第６の方向Ｄ６は、第２の方向から見て、第４の方向Ｄ４から第１の偏向角ψ１だけ偏向し、第７の方向Ｄ７は、第２の方向から見て、第５の方向Ｄ５から第２の偏向角ψ２だけ偏向する。図１Ｂに示されるように、第６の方向Ｄ６は、第３の方向から見て、第４の方向Ｄ４から第１の方向へ第３の偏向角ψ３だけ偏向し、第７の方向Ｄ７は、第３の方向から見て、第５の方向Ｄ５から第１の方向へ第４の偏向角ψ４だけ偏向する。第３の偏向角ψ３と第４の偏向角ψ４とは異なり、第１の偏向角ψ

１と第２の偏向角ψ２とは異なる。なお、本実施の形態では、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６及び第７の方向Ｄ７は、第１の方向と平行であるため、第３の偏向角ψ３は、第３の方向から見て、第４の方向Ｄ４と第１の方向とのなす角と等しく、第４の偏向角ψ４は、第３の方向から見て、第５の方向Ｄ５と第１の方向とのなす角と等しい。

【００６８】

以下、偏向素子５０について、図１Ａ～図１Ｄに加えて、図３Ａ～図３Ｅを用いて説明する。図３Ａは、本実施の形態に係る偏向素子５０の構成の概要を示す斜視図である。図３Ａには、偏向素子５０に加えて、偏向素子５０が配置される筐体６０も示されている。図３Ｂは、本実施の形態の変形例１に係る偏向素子５０ａの構成の概要を示す斜視図である。図３Ｂには、偏向素子５０ａに加えて、偏向素子５０ａを支持するスペーサー６０ｓ及び偏向素子５０ａが配置される筐体６０も示されている。図３Ｃ～図３Ｅは、それぞれ本実施の形態に係る偏向素子５０の構成の概要を示す平面図、側面図及び正面図である。ここで、平面図、側面図及び正面図は、それぞれ、偏向素子５０のＸ軸方向（第３の方向）、Ｙ軸方向（第２の方向）及びＺ軸方向（第１の方向）から見た図を意味する。

【００６９】

本実施の形態では、偏向素子５０は、透光性の光学素子であり、図３Ａに示されるように、第１の光線８５ａが入射する第１の入射面５１ａと、第２の光線８５ｂが入射する第２の入射面５１ｂとを有する。また、第１の入射面５１ａと第２の入射面５１ｂとは、交線１５１ａｂで交差する。図１Ａ、図３Ａ、図３Ｂに示されるように、交線１５１ａｂは、第３の方向（Ｘ軸方向）に対して角度θだけ傾斜している。偏向素子５０における光線の入射面、出射面には、誘電体多層膜などで構成される反射防止膜を形成してもよい。また、偏向素子５０を構成する基材は、透過する光線の波長に対して透過率が高く、光線のパワーに対して長期間照射でも劣化しない材料が選択される。具体的には、半導体発光素子チップが、光線の波長が３５０ｎｍ以上、５５０ｎｍ以下であり、構成材料が例えば窒素をＶ族元素として含む半導体レーザの場合、偏向素子５０の構成材料として、例えば、石英、ＢＫ７、Ｎ－ＢＫ７、白板ガラスなどの無機ガラス系材料を選択することができる。一方、半導体発光素子チップが、光線の波長が５５０ｎｍ以上、２０００ｎｍ以下であり、構成材料が例えば砒素又はリンをＶ族元素として含む半導体レーザチップの場合、偏向素子５０の構成材料として、例えば、石英、ＢＫ７、Ｎ－ＢＫ７、白板ガラスなどの無機ガラス系材料や、シリコーン、シクロオレフィンポリマー樹脂などの耐光性の高い樹脂系材料などを選択することができる。

【００７０】

ここで、偏向素子５０の形状について、図３Ａ及び図３Ｂを用いて説明する。本実施の形態に係る偏向素子５０の第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂは、図３Ｂに示される変形例のような、偏向素子５０ａを用いることによっても実現できる。

【００７１】

偏向素子５０及び５０ａについて、以下、まず偏向素子５０ａの構成を説明し、その後、偏向素子５０について説明する。

【００７２】

偏向素子５０ａは、ＺＹ平面に対してＺ軸を中心に角度θだけ傾斜した基準面１５２に対して垂直な第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂとを側面として有する五角柱状の透光性の光学素子である。図３Ｂに示される例では、基準面１５２は、第１の入射面５１ａと第２の入射面５１ｂとの交線１５１ａｂを法線とする平面である。偏向素子５０ａは、基準面１５２に位置する底面に対して、第１の入射面５１ａと第２の入射面５１ｂとを含む５つの側面が垂直で、且つ底面と上面とが平行な五角柱である。偏向素子５０ａの第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂは、それぞれ、基準面１５２とＸＹ平面との交線である基準線１５３に対して、傾斜角α１及びα２だけ傾斜している。図３Ｂに示される例では、偏向素子５０ａは、対向する２面が角度θで交差するくさび状のスペーサー６０ｓを介して筐体６０に配置される。筐体６０と偏向素子５０ａとの間にくさび状のスペーサー６０ｓを挿入することにより、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂとを、所

望の傾きを有する第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂに入射することができる。
【００７３】
本実施の形態の変形例に係る偏向素子５０ａは、図３Ａに示される偏向素子５０の第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂと同様の傾斜角を有する第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂを有する。したがって、変形例に係る偏向素子５０ａは、図３Ａに示される偏向素子５０と同様に第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂを屈折させることができる。
【００７４】
本変形例に係る偏向素子５０ａを用いることで、偏向素子５０を用いる場合より、偏向素子５０ａの製造を容易化できる。
【００７５】
本実施の形態に係る偏向素子５０は、出射面５５と、側面５３ａ及び５３ｂと上面５２とを有する。出射面５５は、第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂと対向し、かつ、第１の方向に垂直な面である。側面５３ａ及び５３ｂは、それぞれ第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂと出射面５５とを繋ぐ面である。上面５２は、底面５４と対向する面である。偏向素子５０は、変形例の偏向素子５０ａにおいて、第１の入射面５１ａに隣接する側面と、第２の入射面５１ｂに隣接する側面と、上面と、底面をθの角度で切り取ったものである。すなわち、偏向素子５０ａの二つの平行な側面を、筐体６０の上面に垂直でＹ方向に垂直な面で切り取り、偏向素子５０ａの上面と底面を、筐体６０の上面に平行な面で切り取ったものである。したがって、側面５３ａは、上底（上面側）より下底（底面側）が長い台形の形状を有し、側面５３ｂは、上底（上面側）より下底（底面側）が短い台形の形状を有している。加えて、第１の入射面５１ａは、上底（上面側）より下底（底面側）が短い台形の形状を有し、第２の入射面５１ｂは、上底（上面側）より下底（底面側）が長い台形の形状を有している。また、図３Ｃに示されるように偏向素子５０の第１の入射面５１ａと第２の入射面５１ｂとは、第１の方向に突出する凸部５０ｐを形成する。
【００７６】
なお図３Ａ及び図３Ｂにおいて、筐体６０は一部のみ記載している。
【００７７】
続いて、本実施の形態に係る偏向素子５０の詳細構成について説明する。
【００７８】
図３Ｃに示されるように、第１の入射面５１ａと第３の方向に垂直な面との交線は、第２の方向（図３Ｃの一点鎖線参照）から第１の傾斜角β１だけ傾斜し、第２の入射面５１ｂと第３の方向に垂直な面との交線は、第２の方向から第２の傾斜角β２だけ傾斜する。なお、第３の方向に垂直な面は、例えば、図３Ｃに示される底面５４（又は上面５２）であってもよい。図３Ｃでは、底面５４との第１の入射面５１ａとの交線と第２の方向とがなす角を第１の傾斜角β１として示しており、上面５２との第２の入射面５１ｂとの交線と第２の方向とがなす角を第２の傾斜角β２として示している。以下で述べる第３の方向に垂直な面についても同様である。ここで、第１の傾斜角β１及び第２の傾斜角β２について、第３の方向から見て、第２の方向から反時計回りになす角を正とし、第１の方向から時計回りになす角を負の角とする。
【００７９】
また、図３Ｄに示されるように、第１の入射面５１ａと第２の方向に垂直な面との交線は、第３の方向（図３Ｄの一点鎖線参照）から第３の傾斜角γ３だけ傾斜し、第２の入射面５１ｂと第２の方向に垂直な面との交線は、第３の方向から第４の傾斜角γ４だけ傾斜する。なお、第２の方向に垂直な面は、例えば、図３Ｄに示される側面５３ｂ（又は側面５３ａ）であってもよい。図３Ｄでは、側面５３ａとの第１の入射面５１ａとの交線と第３の方向とがなす角を第３の傾斜角γ３として示しており、側面５３ｂとの第２の入射面５１ｂとの交線と第３の方向とがなす角を第４の傾斜角γ４として示している。以下で述べる第２の方向に垂直な面についても同様である。ここで、第３の傾斜角γ３及び第４の

傾斜角γ４について、第２の方向から見て、第３の方向から反時計回りになす角を正とし、第１の方向から時計回りになす角を負の角とする。

【００８０】

ここで第１の傾斜角β１と第２の傾斜角β２とは異なり、第３の傾斜角γ３と第４の傾斜角γ４とは異なり、第１の傾斜角β１の絶対値より第３の傾斜角γ３の絶対値の方が小さく、第２の傾斜角β２の絶対値より第４の傾斜角γ４の絶対値の方が小さい。本実施の形態では、第１の傾斜角β１の絶対値は、第２の傾斜角β２の絶対値と等しく、第３の傾斜角γ３の絶対値は、第４の傾斜角γ４の絶対値と等しい。

【００８１】

ここで、第３の方向に垂直な面と入射面との交線の、第２の方向からの傾斜角である、第１の傾斜角β１と第２の傾斜角β２とが異なることにより、第１の光線８５ａの進む方向である第６の方向Ｄ６を、第３の方向から見て、第４の方向Ｄ４から第１の方向へ第３の偏向角ψ３だけ偏向させ、第２の光線８５ｂの進む方向である第７の方向Ｄ７を、第３の方向から見て、第５の方向Ｄ５から第１の方向へ第４の偏向角ψ４だけ偏向させることができる。また、第３の偏向角ψ３及び第４の偏向角ψ４だけ第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂがそれぞれ偏向されることによって、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とが互いに平行になるように、第１の傾斜角β１と第２の傾斜角β２が、設定される。

【００８２】

加えて、第２の方向に垂直な面と入射面との交線の、第３の方向からの傾斜角である、第３の傾斜角γ３だけ、第１の入射面５１ａが上向きに傾いているので、第１の光線８５ａの進む方向である第６の方向Ｄ６を、第２の方向から見て、第４の方向Ｄ４から第３の方向へ第１の偏向角ψ１だけ下向きに偏向させることができる。また、第４の傾斜角γ４だけ、第２の入射面５１ｂが下向きに傾いているので、第２の光線８５ｂの進む方向である第７の方向Ｄ７を、第２の方向から見て、第５の方向Ｄ５から第３の方向へ第２の偏向角ψ２だけ上向きに偏向させることができる。

【００８３】

図３Ｄ及び図３Ｅに示されるように、偏向素子５０は、第１の方向及び第２の方向と交差する第１の入射面５１ａと、第１の方向と交差する第２の入射面５１ｂと、第３の方向に垂直な底面５４とを有する。偏向素子５０は、第３の方向に垂直な底面５４を有することにより、偏向素子５０ａなどより筐体６０に容易に設置できる。本実施の形態では、第２の入射面５１ｂは、第１の方向だけでなく第２の方向とも交差する。

【００８４】

なお、本実施の形態では、偏向素子５０として、透光性の光学部材を用いたが、偏向素子５０は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂの少なくとも一方を、第３の方向に偏向する素子であればよい。例えば、偏向素子５０は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂをそれぞれ反射する二つのミラーなどを用いて構成することも可能である。

【００８５】

［１－１－４．第１の集光光学素子］

第１の集光光学素子７０は、図１Ａ～図１Ｃに示されるように偏向素子５０から出射された第１の光線８６ａ及び第２の光線８６ｂを集光面９１に集光する光学素子である。本実施の形態では、第１の集光光学素子７０は、第１の光線８６ａ及び第２の光線８６ｂを第２の方向及び第３の方向に集光する集光レンズである。第１の集光光学素子７０から出射された第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂは、集光対象物９０の集光面９１に集光される。

【００８６】

なお、本実施の形態では、第１の集光光学素子７０として、集光レンズを用いたが、第１の集光光学素子７０は、第１の光線８６ａ及び第２の光線８６ｂを集光面９１に集光する光学素子であればよい。例えば、第１の集光光学素子７０として、非球面ミラーなどを用いることも可能である。

【００８７】
なお、本実施の形態では、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とが互いに平行になるように、第１の傾斜角β１と第２の傾斜角β２を設定したが、第３の方向から見て、第６の方向Ｄ６と第７の方向Ｄ７とは平行とならないように、第１の傾斜角β１と第２の傾斜角β２を設定してもよい。
【００８８】
［１－１－５．集光対象物］
集光対象物９０は、図１Ａ～図１Ｃに示されるように、第１の集光光学素子７０から出射され、集光された第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂが入射する部材である。本実施の形態では、集光対象物９０は、光ファイバであり、集光面９１は、光ファイバの端面である。第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂは、光ファイバからなる集光対象物９０の集光面９１のうち、主にコア９５に相当する領域に入射する。これにより、第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂを光ファイバに結合できる。図１Ａに示されるように、集光対象物９０の集光面９１には、第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂの照射領域にそれぞれ対応する第１の集光スポット８９ａ及び第２の集光スポット８９ｂが第１の方向（Ｘ軸方向）に並ぶ。
【００８９】
なお、集光対象物９０は、特に限定されない。例えば、後述するような蛍光体であってもよい。
【００９０】
［１－２．作用及び効果］
次に、本実施の形態に係る光源ユニット１００の作用及び効果について、シミュレーション結果を用いて説明する。図４は、本実施の形態に係る光源ユニット１００のシミュレーション結果の例を示す図である。図４には、三つのシミュレーション結果から得られた集光面９１における光強度分布が示されている。なお、図４には、光ファイバのコア９５の輪郭が破線で示されている。
【００９１】
シミュレーションにおいては、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂから出射された第１の光線８３ａ及び第２の光線８３ｂのニアフィールドパターンにおける第３の方向及び第２の方向におけるビーム幅δｘ及びδｙをそれぞれ１μｍ及び３０μｍとした。なお、本明細書において、ビーム幅とは、光線のピーク強度位置からピーク強度の１／e^2の強度となる位置までの全幅を意味する。このように、本実施の形態では、第１の発光点１３ａにおける第１の光線８３ａのニアフィールドパターン及び第２の発光点１３ｂにおける第２の光線８３ｂのニアフィールドパターンは、第３の方向より第２の方向の方が長い形状を有する。
【００９２】
また、第１の発光点１３ａと第２の発光点１３ｂとの距離ＬＹ１２を１５０μｍとし、非球面レンズからなる第２の集光光学素子３０の焦点距離を４ｍｍとし、非球面レンズからなる第１の集光光学素子７０の焦点距離を４ｍｍとした。距離ＬＹ１２は、第１の発光点１３ａのピーク強度位置と第２の発光点１３ｂのピーク強度位置間の距離である。また、偏向素子５０の屈折率を１．５とした場合、偏向素子５０の第１の入射面５１ａの第１の傾斜角β１及び第２の入射面５１ｂの第２の傾斜角β２は、それぞれ＋２°及び－２°である。
【００９３】
集光対象物９０は光ファイバであり、集光面９１はコア径が１０５μｍである光ファイバの端面である。
【００９４】
以上のような条件下において、偏向素子５０の角度θが０°、３°及び５°である場合の三通りのシミュレーションを行った。図４に示される集光面９１における光強度分布（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ、偏向素子５０の角度θが０°、３°及び５°であ

る場合の光強度分布を示す。偏向素子５０の角度θが０°である場合は、図３Ｂに示される偏向素子５０ａの交線１５１ａｂのＺＹ平面の法線となる場合であり、本実施の形態に係る光源ユニット１００の比較例に相当する。偏向素子５０の角度θが０°より大きい場合が、本実施の形態に係る光源ユニット１００に相当する。

【００９５】

偏向素子５０の角度θが０°である場合、偏向素子５０の第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂはＺＹ平面に垂直となる。したがって、図１Ｃに示される第１の偏向角ψ１及び第２の偏向角ψ２が０°となる。このため、図４の光強度分布（ａ）に示されるように、集光面９１において、第１の集光スポット８９ａと第２の集光スポット８９ｂとの第３の方向における位置が重なる。この場合、集光面９１において、第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂの光強度のピーク位置がほぼ一点に集中するため、光ファイバの端面からなる集光面９１がダメージを受ける可能性が高くなる。

【００９６】

一方、偏向素子５０の角度θが３°又は５°である場合、偏向素子５０は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂの少なくとも一方を、第３の方向に偏向する。本実施の形態では、上述したように、第１の光線８６ａの第６の方向Ｄ６は、第２の方向から見て、第１の光線８５ａの第４の方向Ｄ４から第１の偏向角ψ１だけ偏向する。また、第２の光線８６ｂの第７の方向Ｄ７は、第２の方向から見て、第２の光線８５ｂの第５の方向Ｄ５から第２の偏向角ψ２だけ偏向する。このため、第１の発光点１３ａにおける第１の光線８３ａと、第２の発光点１３ｂにおける第２の光線８３ｂとは、第３の方向において重なっているが、集光面９１においては、図４の光強度分布（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂとが、第３の方向において離れている。また、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂとが、第２の方向においては重なっている。これにより、光ファイバの端面のコア９５のような小さい領域に二つの光線が重ならないように集光できる。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット１００によれば、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面９１に集光できる。また、光源ユニット１００では、偏向素子５０を用いることによって簡素化された構成で、このような効果を得られる。

【００９７】

また、本実施の形態では、図４の光強度分布（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂのビーム幅は、第３の方向より第２の方向の方が長い。これにより、上述のように、第３の方向に第１の光線８７ａ及び第２の光線８７ｂが離れる場合にも、第３の方向における光強度分布の拡大を抑制できる。

【００９８】

さらに、図４の光強度分布（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、偏向素子５０の角度θを調整することで、集光面９１における二つの光線の集光スポット位置を調整できるため、集光面９１における光強度分布（言い換えると、光密度分布）を容易に調整できる。

【００９９】

なお、集光面９１における二つの集光スポットは、第３の方向において一部が重なっていてもよいし、第２の方向において、完全に重なっていなくてもよい。本明細書における「重なる」及び「離れている」との記載の定義については後述する。

【０１００】

［１－３．変形例２］

次に、本実施の形態の変形例２に係る偏向素子について説明する。本実施の形態に係る偏向素子５０においては、第１の入射面５１ａ及び第２の入射面５１ｂによって、それぞれ第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂが偏向されたが、変形例２に係る偏向素子は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂが出射面において偏向される。以下、本変形例に係る偏向素子について、偏向素子５０との相違点を中心に図５Ａ～図５Ｃを用いて説明する。

【０１０１】

図５Ａ～図５Ｃは、それぞれ本変形例に係る偏向素子５０ｂの構成の概要を示す平面図

、側面図及び正面図である。

【０１０２】

偏向素子５０ｂは、透光性の光学部材であり、図５Ａ～図５Ｃに示されるように、入射面５１と、第１の出射面５５ａと、第２の出射面５５ｂと、底面５４と、側面５３ａ及び５３ｂと、上面５２とを有する。入射面５１は、第１の光線８５ａ及び第２の光線８５ｂが入射する面であり、第１の出射面５５ａ及び第２の出射面５５ｂは、それぞれ第１の光線８６ａ及び第２の光線８６ｂが出射する面である。第１の出射面５５ａと第２の出射面５５ｂとは交線１５５ａｂで交わる。

【０１０３】

図５Ａに示されるように、第１の出射面５５ａと第３の方向に垂直な面との交線は、第２の方向（図５Ａの一点鎖線参照）から第５の傾斜角β５だけ傾斜し、第２の出射面５５ｂと第３の方向に垂直な面との交線は、第２の方向から第６の傾斜角β６だけ傾斜する。

【０１０４】

また、図５Ｂに示されるように、第１の出射面５５ａと第２の方向に垂直な面との交線は、第３の方向（図５Ｂの一点鎖線参照）から第７の傾斜角γ７だけ傾斜し、第２の出射面５５ｂと第２の方向に垂直な面との交線は、第３の方向から第８の傾斜角γ８だけ傾斜する。ここで、第５の傾斜角β５と第６の傾斜角β６とは異なり、第７の傾斜角γ７と第８の傾斜角γ８とは異なり、第５の傾斜角β５の絶対値より第７の傾斜角γ７の絶対値の方が小さく、第６の傾斜角β６の絶対値より第８の傾斜角γ８の絶対値の方が小さい。

【０１０５】

以上のような構成を有する偏向素子５０ｂによっても、偏向素子５０と同様の効果を奏する。つまり、偏向素子５０ｂによれば、第１の光線及び第２の光線の少なくとも一方を、第３の方向に偏向できる。このため、光源ユニット１００において、偏向素子５０に代えて、本変形例に係る偏向素子５０ｂを用いることで、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面９１に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットを実現できる。

【０１０６】

また、本変形例に係る偏向素子５０ｂも、偏向素子５０と同様に、第３の方向に垂直な底面５４と、第３の方向に平行な側面５３ａ、５３ｂを有する。これにより、偏向素子５０ｂを、筐体６０などに容易に設置できる。

【０１０７】

なお、本変形例に係る偏向素子５０ｂの第１の出射面５５ａ及び第２の出射面５５ｂを、本実施の形態に係る偏向素子５０に組み合わせてもよい。つまり、入射面及び出射面の両方において、第１の光線及び第２の光線を偏向してもよい。

【０１０８】

（実施の形態２）

実施の形態２に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、発光点及び光線の個数において、実施の形態１に係る光源ユニット１００と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態１に係る光源ユニット１００との相違点を中心に、図６～図１０Ｃを用いて説明する。

【０１０９】

［２－１．全体構成］

まず、本実施の形態に係る光源ユニットの全体構成について説明する。図６は、本実施の形態に係る光源ユニット２００の構成の概要を示す斜視図である。図６に示されるように、光源ユニット２００は、複数の発光点を含む半導体発光装置２１０と、第２の集光光学素子３０と、偏向素子２５０と、第１の集光光学素子７０と、集光対象物９０とを備える。

【０１１０】

［２－１－１．半導体発光装置］

本実施の形態に係る半導体発光装置２１０について、図７Ａを用いて説明する。図７Ａ

は、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０の構成の概要を示す斜視図である。

【０１１１】

図７Ａに示されるように、半導体発光装置２１０は、第１の半導体発光素子チップ１１ａと、第２の半導体発光素子チップ１１ｂと、第３の半導体発光素子チップ１１ｃと、サブマウント１９とを有する。半導体発光装置２１０は、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂを含む複数の発光点を含む。複数の発光点のうち、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂは隣り合う二つの発光点である。第１の発光点１３ａは、第１の半導体発光素子チップ１１ａに含まれ、第２の発光点１３ｂは、第２の半導体発光素子チップ１１ｂに含まれ、第３の発光点１３ｃは、第３の半導体発光素子チップ１１ｃに含まれる。第１の発光点１３ａと第２の発光点１３ｂとは、第２の方向に距離ＬＹ１２だけ離れており、第２の発光点１３ｂと第３の発光点１３ｃとは、第２の方向に距離ＬＹ２３だけ離れている。ここで、第３の半導体発光素子チップ１１ｃは、第１の半導体発光素子チップ１１ａ及び第２の半導体発光素子チップ１１ｂと同様の構成を有してもよい。

【０１１２】

また、第１の発光点１３ａにおける第１の光線８３ａと、第２の発光点１３ｂにおける第２の光線８３ｂと、第３の発光点１３ｃにおける第３の光線８３ｃとは、第３の方向において重なっている。

【０１１３】

第１の半導体発光素子チップ１１ａ、第２の半導体発光素子チップ１１ｂ及び第３の半導体発光素子チップ１１ｃは、図７Ａに示されるように、サブマウント１９上の電極１９ａと金属ワイヤーにより直列に接続される。

【０１１４】

なお、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０では、各発光点がそれぞれ個別の半導体発光素子チップに含まれるが、半導体発光装置の構成はこれに限定されない。ここで、本実施の形態の変形例１に係る半導体発光装置について、図７Ｂを用いて説明する。図７Ｂは、本実施の形態の変形例１に係る半導体発光装置２１０Ａの構成の概要を示す斜視図である。

【０１１５】

図７Ｂに示されるように、本変形例に係る半導体発光装置２１０Ａは、半導体レーザアレイ１１とサブマウント１９とを有する。半導体レーザアレイ１１は、同一の半導体基板上に形成された三つの光導波路を有する半導体発光素子チップである。第１の発光点１３ａ、第２の発光点１３ｂ及び第３の発光点１３ｃは、半導体レーザアレイ１１に含まれる。第１の発光点１３ａ、第２の発光点１３ｂ及び第３の発光点１３ｃは、三つの光導波路の出射端面に位置する。本変形例に係る半導体発光装置２１０Ａでは、同一の電極１９ａから各光導波路に並列に電流が流れる。

【０１１６】

半導体レーザアレイ１１は、半導体基板上に結晶成長により半導体多層構造を形成した後、フォトリソグラフィーで、光導波路を形成することによって製造される。このとき光導波路の間隔は精度良く形成されるため、発光点間隔も精度良く形成することができる。このような構成を有する半導体発光装置２１０Ａを、半導体発光装置２１０に代えて光源ユニット２００に用いてもよい。

【０１１７】

一方、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０を採用する場合には、使用する半導体基板の面積を変形例１に係る半導体発光装置２１０Ａより削減できる。例えば、図７Ａに示されるように、第１の半導体発光素子チップ１１ａなどの第２の方向における幅をＷ１とすると、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０では、変形例１に係る半導体発光装置２１０Ａより、半導体基板の面積をＷ１／ＬＹ１２倍に削減できる。例えば、幅Ｗ１が１６０μｍ、距離ＬＹ１２が４００μｍの場合には、本実施の形態に係る半導体基板の面積を、変形例１の半導体基板の面積の４０％に削減できる。また、実施の形態１に係る半導体発光装置１０について述べたように、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０によ

れば、各半導体発光素子チップが直列接続されているため、各半導体発光素子チップに同一の電流を供給できる。これにより、各半導体発光素子チップからの出力光強度を揃えることができる。

【０１１８】

続いて、本実施の形態に係る半導体発光装置２１０における各発光点について図７Ｃ～図７Ｆを用いて説明する。図７Ｃは、本実施の形態に係る各発光点の相対位置を示す模式図である。図７Ｄ及び図７Ｅは、それぞれ本実施の形態に係る各発光点の相対位置の例を示す模式図である。図７Ｃ～図７Ｅにおいては、各発光点における発光スポット形状がハッチングで示されている。なお、発光スポット形状は、ニアフィールドパターン形状と同様である。図７Ｆは、本実施の形態に係る各発光点における発光スポット形状のシミュレーション結果を示す図である。

【０１１９】

図７Ｄ～図７Ｆの発光スポット形状で示されるように、各発光点は、実際には、有限の発光サイズを有する。本実施の形態では、各発光スポットは、第２の方向にδｙ、第３の方向にδｘのビーム幅を有する。また、これらの発光スポット全体の第２の方向及び第３の方向におけるビーム幅は、それぞれΔｙ及びΔｘで示される。

【０１２０】

半導体発光装置２１０は、図７Ｄに示されるように、第３の方向において、発光スポット形状が完全に重なっており、各発光スポットの第３の方向のビーム幅δｘと発光スポット全体の第３の方向のビーム幅Δｘが等しい場合もあれば、図７Ｅに示されるように、第３の方向において、発光スポット形状の一部が重なっており、各発光スポットの第３の方向のビーム幅δｘよりも発光スポット全体の第３の方向のビーム幅Δｘが大きい場合もある。

【０１２１】

第３の方向におけるビーム幅δｘは、各光線の波長程度の寸法を有し、第２の方向におけるビーム幅δｙは、第３の方向におけるビーム幅δｘより長い。例えば、ビーム幅δｙは、ビーム幅δｘの２倍以上である。本実施の形態では、δｙは、約３０μｍであり、δｘは、約１μｍである。また、距離ＬＹ１２及びＬＹ２３は、１５０μｍである。

【０１２２】

これらの発光点の各発光スポット形状は、光源ユニット２００が備える光学系により拡大又は縮小された後、集光面９１に投影される。

【０１２３】

各光線はｙ方向において、横シングルモードでも、横マルチモードでもよい。なお、横マルチモードの方が、半導体発光素子チップの高出力化に適している。また、各光線はｘ方向において、シングルモード状の光強度分布を有している。

【０１２４】

［２－１－２．第２の集光光学素子］

第２の集光光学素子３０は、実施の形態１に係る第２の集光光学素子３０と同様の構成を有する。第２の集光光学素子３０は、第１の光線８３ａ、第２の光線８３ｂ及び第３の光線８３ｃの発散を低減して、それぞれ第１の光線８５ａ、第２の光線８５ｂ及び第３の光線８５ｃとして出射する。

【０１２５】

［２－１－３．偏向素子］

偏向素子２５０は、透光性の光学部材であり、実施の形態１の変形例２に係る偏向素子５０ｂと同様に、出射面において、各光線を偏向する。図６に示されるように、偏向素子２５０は、第１の出射面２５６ａと、第２の出射面２５６ｂと、第３の出射面２５６ｃとを有する。第２の出射面２５６ｂの第３の方向に垂直な面と第２の出射面２５６ｂとの交線の、第２の方向からの傾斜角、及び、第２の方向に垂直な面と第２の出射面２５６ｂとの交線の、第３の方向からの傾斜角はともに０°である。

【０１２６】

本実施の形態では、第１の出射面２５６ａ及び第３の出射面２５６ｃが、それぞれ実施の形態１の変形例２に係る第１の出射面５５ａ及び第２の出射面５５ｂと同様に、第１の光線８５ａ及び第３の光線８５ｃを偏向する。これにより、偏向素子２５０は、第１の光線８５ａ及び第３の光線８５ｃを偏向して、それぞれ第１の光線８６ａ及び第３の光線８６ｃとして出射する。また、偏向素子２５０は、第２の光線８５ｂを偏向せずに、すなわち０°偏向して、第２の光線８６ｂとして出射する。このような偏向素子とすることで、第１の出射面２５６ａ、第２の出射面２５６ｂ及び第３の出射面２５６ｃのそれぞれを通過する第１の光線８５ａ、第２の光線８５ｂ及び第３の光線８５ｃを、第２の方向において重なり、第３の方向において離れるように出射することができる。

【０１２７】

なお、本実施形態では、偏向素子２５０が、第１の出射面２５６ａと、第２の出射面２５６ｂと、第３の出射面２５６ｃとを有するように配置したが、偏向素子２５０をＸ軸を中心に１８０°回転させることによって、第１の出射面２５６ａ、第２の出射面２５６ｂ及び第３の出射面２５６ｃを、第２の集光光学素子３０の方に向けて、第１の出射面２５６ａ、第２の出射面２５６ｂ及び第３の出射面２５６ｃを入射面として用いても、同様の効果が得られる。

【０１２８】

［２－１－４．第１の集光光学素子］

第１の集光光学素子７０は、実施の形態１に係る第１の集光光学素子７０と同様の構成を有する。第１の集光光学素子７０は、第１の光線８６ａ、第２の光線８６ｂ及び第３の光線８６ｃを集光して、それぞれ第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃとして出射する。

【０１２９】

光源ユニット２００が以上のような構成を備えることにより、図６に示されるように、集光対象物９０の集光面９１には、第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃの照射領域にそれぞれ対応する第１の集光スポット８９ａ、第２の集光スポット８９ｂ及び第３の集光スポット８９ｃが第１の方向（Ｘ軸方向）に並ぶ。

【０１３０】

［２－２．作用及び効果］

続いて、本実施の形態に係る光源ユニット２００の作用及び効果について、シミュレーション結果を用いて説明する。図８は、本実施の形態に係る光源ユニット２００のシミュレーション結果の例を示す図である。図８には、三つのシミュレーション結果から得られた集光面９１における光強度分布が示されている。なお、図８には、光ファイバのコア９５の輪郭が破線で示されている。

【０１３１】

シミュレーションにおいては、各発光点から出射された各光線のニアフィールドパターンにおける第３の方向及び第２の方向におけるビーム幅δｘ及びδｙをそれぞれ１μｍ及び３０μｍとした。また、距離ＬＹ１２及びＬＹ２３を１５０μｍとし、非球面レンズからなる第２の集光光学素子３０の焦点距離を４ｍｍとし、非球面レンズからなる第１の集光光学素子７０の焦点距離を４ｍｍとした。また、偏向素子２５０の屈折率を１．５として、偏向素子２５０の第１の出射面２５６ａ、第２の出射面２５６ｂ及び第３の出射面２５６ｃの基準線に対する傾斜角α１、α２及びα３は、それぞれ４°、０°及び－４°である。なおここで、基準線とは、基準面とＸＹ平面との交線であり、基準面は、ＺＸ平面に対してＺ軸を中心に角度θだけ傾斜した面である。なお、ここで、角度θは、実施の形態１に係る角度θと同様に、第１の出射面２５６ａと第２の出射面２５６ｂとの交線（及び第２の出射面２５６ｂと第３の出射面２５６ｃとの交線）と第３の方向とがなす角である。

【０１３２】

集光対象物９０は光ファイバであり、集光面９１はコア径が１０５μｍである光ファイバの端面である。

【０１３３】
以上のような条件下において、偏向素子２５０の角度θが０°、３°及び５°である場合の三通りのシミュレーションを行った。図８に示される集光面９１における光強度分布（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ、偏向素子２５０の角度θが０°、３°及び５°である場合の光強度分布を示す。偏向素子２５０の角度θが０°である場合は、本実施の形態に係る光源ユニット２００の比較例に相当する。偏向素子２５０の角度θが０°より大きい場合が、本実施の形態に係る光源ユニット２００に相当する。
【０１３４】
偏向素子２５０の角度θが０°である場合、偏向素子２５０の第１の出射面２５６ａ及び第３の出射面２５６ｃはＺＹ平面に垂直となる。したがって、第１の光線８６ａ及び第３の光線８６ｃの偏向素子２５０における第３の方向への偏向角が０°となる。このため、図８の光強度分布（ａ）に示されるように、集光面９１において、第１の集光スポット８９ａと第２の集光スポット８９ｂと第３の集光スポット８９ｃとの第３の方向における位置が重なる。この場合、集光面９１において、各光線の光強度のピーク位置がほぼ一点に集中するため、光ファイバの端面からなる集光面９１がダメージを受け得る。
【０１３５】
一方、偏向素子２５０の角度θが３°又は５°である場合、偏向素子２５０は、第１の光線８５ａ及び第３の光線８５ｃを、第３の方向に偏向する。このため、各発光点における各光線は、第３の方向において重なっているが、集光面９１においては、図８の光強度分布（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂと第３の光線８７ｃとが、第３の方向において離れている。また、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂと第３の光線８７ｃとが、第２の方向においては重なっている。これにより、光ファイバの端面のコア９５のような小さい領域に三つの光線が重ならないように集光できる。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット２００によれば、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面９１に集光できる。また、光源ユニット２００では、偏向素子２５０を用いることによって簡素化された構成で、このような効果を得られる。
【０１３６】
さらに、図８の光強度分布（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、偏向素子２５０の角度θを調整することで、集光面９１における二つの光線の集光スポット位置を調整できるため、集光面９１における光強度分布（言い換えると、光密度分布）を容易に調整できる。
【０１３７】
ここで、本実施の形態に係る光源ユニット２００の効果を説明するために、比較例の光源ユニットのシミュレーション結果について図９Ａ及び図９Ｂを用いて説明する。図９Ａは、比較例の光源ユニット９００の構成の概要を示す斜視図である。図９Ｂは、比較例の光源ユニット９００のシミュレーション結果の例を示す図である。図９Ｂには、三つのシミュレーション結果から得られた集光面９１及びその周辺における光強度分布が示されている。なお、図９Ｂには、光ファイバのコア９５の輪郭が破線で示されている。
【０１３８】
比較例の光源ユニット９００は、図９Ａに示されるように、偏向素子９５０の構成において、実施の形態２に係る光源ユニット２００と相違し、その他の構成において一致する。偏向素子９５０は、実施の形態２に係る偏向素子２５０の角度θをゼロとした素子である。このため、偏向素子９５０の第１の出射面９５６ａ、第２の出射面９５６ｂ及び第３の出射面９５６ｃによって、各光線は、第３の方向に偏向されない。
【０１３９】
このような構成を有する光源ユニット９００のシミュレーション結果について説明する。図９Ｂに示される光強度分布（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ傾斜角α１（及びα３）の絶対値を５°、４°及び３°とした場合の光強度分布を示す（偏向素子２５０の屈折率を１．５とした場合）。なお、傾斜角α１及びα３は、それぞれ、第１の出射面９５６ａ及び第３の出射面９５６ｃと第２の方向とのなす角を表す。
【０１４０】

図９Ｂに示されるように、偏向素子９５０の傾斜角α１及びα３を調整することで、第２の方向における光強度分布を調整することはできるが、第３の方向における光強度分布を調整できない。このため、三つの光線を集光面９１のコア９５に集光する場合、三つの光線が第３の方向に重なり、光強度分布のピーク強度を抑制できない。

【０１４１】

一方、本実施の形態に係る光源ユニット２００によれば、三つの光線が第３の方向において離れているため、光強度分布のピーク強度を抑制できる。これにより、集光対象物９０の集光面９１におけるダメージを抑制できる。

【０１４２】

［２－３．各光線の相対位置］

続いて、本実施の形態に係る各光線の相対位置について図１０Ａ～図１０Ｄを用いて説明する。図１０Ａは、本実施の形態に係る光源ユニット２００の集光面９１における各光線の集光スポットを説明する図である。図１０Ａの模式図（ａ）は、集光面９１における各光線の集光スポット及びその寸法などを示す。図１０Ａのグラフ（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ第３の方向及び第２の方向における各光線の光強度分布の模式的な図を示す。図１０Ｂは、各光線の集光スポットの分布を比較するため、１６種類の分布例を示した図である。図１０Ｂにおいて三つの光線で集光スポットを形成する場合を示している。図１０Ｂにおいて、横軸は第２の方向のビーム間隔を示し、右側に進むにしたがってビーム間隔は広くなる。また、縦軸は第３の方向のビーム間隔を示し、上側に進むにしたがってビーム間隔は広くなる。図１０Ｃ及び図１０Ｄは、それぞれ、互いに重なる複数の集光スポットの第２の方向及び第３の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。

【０１４３】

図１０Ａの模式図（ａ）並びにグラフ（ｂ）及び（ｃ）に示されるように、第１の光線８７ａの集光面９１における第１の集光スポット８９ａの第２の方向及び第３の方向におけるビーム幅をそれぞれｄｙ（ａ）及びｄｘ（ａ）とする。ここで、第２の光線８７ｂの集光面９１における第２の集光スポット８９ｂの第２の方向及び第３の方向におけるビーム幅をそれぞれｄｙ（ｂ）及びｄｘ（ｂ）とする。三つの光線全体の集光スポットの第２の方向及び第３の方向におけるビーム幅をそれぞれ、Ｄｙ及びＤｘとする。ここで、三つの光線全体の集光スポットのビーム幅とは、各集光スポットのビーム幅に含まれる範囲のうち各方向における最も外側に位置する２点の間の最も遠い外周間の距離で定義される（図１０Ａの模式図（ａ）参照）。また、第１の集光スポット８９ａと第２の集光スポット８９ｂとの距離（ピーク強度位置間距離、「ビーム間隔」ともいう。）をＭＹ１２とし、第２の集光スポット８９ｂと第３の集光スポット８９ｃとの距離（ピーク強度位置間距離）をＭＹ２３とする。

【０１４４】

本実施の形態に係る光源ユニット２００では、集光面９１において、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂとは、第２の方向において重なり、かつ、第３の方向において離れている。また、集光面９１において、第２の光線８７ｂと第３の光線８７ｃとは、第２の方向において重なり、かつ、第３の方向において離れている。例えば、図１０Ｂの分布例（ａ）～（ｄ）では、第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃは第３の方向において完全に重なっている。すなわち第３の方向においてピーク強度位置が完全に一致している。分布例（ｅ）～（ｈ）では、第３の方向において、第１の光線８７ａ及び第３の光線８７ｃの光分布の一部は重なっているものの、ピーク強度位置は離れている。さらに、分布例（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）の順に、徐々に第２の方向における光分布の重なりが小さくなっていく。言い換えると、分布例（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）の順に、第２の方向において、第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃのピーク強度位置が徐々に離れる。分布例（ｈ）では、第２の方向において、光分布の重なりが完全になくなる。分布例（ｉ）～（ｌ）では、第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃの光分布は、第３の方向において部分的に重なってはいるもののピーク強度位置の離れはさらに大きくなる。分布例（ｌ）では、第１の光線８７ａ及び

第３の光線８７ｃの光分布の重なりは完全になくなる。分布例（ｍ）～（ｐ）では、第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃは、第３の方向において、完全に離れる。上記において、分布例（ｐ）、（ｌ）及び（ｈ）では、第２の方向において、光分布の重なりが完全になくなっている。本実施の形態に係る各光線の集光スポットの光強度は、例えば、図１０Ｂの分布例（ｅ）～（ｇ）、（ｉ）～（ｋ）、（ｍ）～（ｏ）のように分布する。一方、図１０Ｂの分布例（ａ）～（ｄ）、（ｈ）、（ｌ）、（ｐ）は、比較例であり、第３の方向においてピーク強度位置が完全に一致している点、又は、第２の方向において第１の光線８７ａ、第２の光線８７ｂ及び第３の光線８７ｃが完全に分離している点で、本実施の形態に係る各光線の集光スポットの分布例には含まれない。以下、本実施の形態に係る各光線の集光スポットの相対位置の定義について説明する。

【０１４５】

本実施の形態に係る光源ユニット２００においては、複数の光線を例えば光ファイバの直径の小さいコア内に入射させるためには、複数の光線を第２の方向に密集させる方がよい。ここで、複数の光線を第２の方向に密集させる場合の光強度分布への影響について図１０Ｃを用いて説明する。図１０Ｃのグラフ（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ光線の個数が２個、３個及び４個の場合における第２の方向における合成光強度分布を示すグラフである。これらのグラフは、複数の光線の重なりの影響を示すために、各光線の第３の方向における位置が一致していると仮定して計算されている（このような計算方法によれば、例えば、図１０Ｂの分布例（ａ）、（ｅ）、（ｉ）及び（ｍ）に対して計算した場合は、すべて同じ分布が得られる）。なお、各光線は、第２の方向においてマルチモードの光分布を有するため、本計算において、各光線の光分布としてスーパーガウス分布を用いた。また、図１０Ｃのグラフ（ａ）～（ｃ）において、縦軸の値は、各光線の光強度ピーク値Ｉｏで規格化した光強度を示す。図１０Ｃ及び図１０Ｄの他のグラフについても同様である。

【０１４６】

図１０Ｃのグラフ（ａ）～（ｃ）に示されるように、各光線の光強度ピーク値Ｉｏと、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍとを定めると、本実施の形態に係る光源ユニット２００の集光面９１において、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂとの第２の方向における間隔（ビーム間隔ＭＹ１２）は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第２の方向におけるビーム幅の０．８倍以下である。また、第２の光線８７ｂと第３の光線８７ｃとの第２の方向における間隔（ビーム間隔ＭＹ２３）は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第２の方向におけるビーム幅の０．８倍以下である。言い換えると、隣り合う二つの光線の第２の方向における間隔は、当該二つの光線の一方の第２の方向におけるビーム幅の０．８倍以下である。このような状態を、本明細書では、二つの光線が「重なっている」状態であると定義する。このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを各光線の光強度ピーク値Ｉｏの１１５％以上とすることができる。つまり、第２の方向において複数の光線を密集させることができる。

【０１４７】

なお、複数の光線をより一層密集させてもよい。例えば、集光面９１において、ビーム間隔ＭＹ１２は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第２の方向におけるビーム幅の０．５倍以下であってもよい。また、ビーム間隔ＭＹ２３は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第２の方向におけるビーム幅の０．５倍以下であってもよい。図１０Ｃのグラフ（ｄ）～（ｆ）に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを各光線の光強度ピーク値Ｉｏの１９０％以上とすることができる。

【０１４８】

また、集光面９１において、ビーム間隔ＭＹ１２は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第２の方向におけるビーム幅の０．４倍以下であってもよい。また、ビーム間隔ＭＹ２３は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第２の方向におけるビーム幅の０．４倍以下であってもよい。図１０Ｃのグラフ（ｇ）～（ｉ）に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを各光線の光強度ピーク値Ｉｏの

１９５％以上とすることができる。
【０１４９】
また、集光面９１において、ビーム間隔ＭＹ１２は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第２の方向におけるビーム幅の０．２７５倍以下であってもよい。また、ビーム間隔ＭＹ２３は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第２の方向におけるビーム幅の０．２７５倍以下であってもよい。図１０Ｃのグラフ（ｊ）～（ｌ）に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを各光線の光強度ピーク値Ｉｏの１９５％以上とすることができる。
【０１５０】
一方、集光面９１において、光強度（光密度）が高すぎると集光対象物９０の集光面９１が劣化する可能性がある。そこで、第３の方向に関しては、複数の光線は互いに一定の距離だけ離れている方がよい。ここで、複数の光線が第３の方向において重なる場合の光強度分布への影響について図１０Ｄを用いて説明する。図１０Ｄのグラフ（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ光線の個数が２個、３個及び４個の場合における第３の方向における合成光強度分布を示すグラフである。これらのグラフは、複数の光線の重なりの影響を示すために、各光線の第２の方向における位置が一致していると仮定して計算されている（このような計算方法によれば、例えば、図１０Ｂの分布例（ｅ）～（ｈ）に対して計算した場合は、すべて同じ分布が得られる。）。なお、各光線は、第３の方向においてシングルモードの光分布を有するため、本計算において、各光線の光分布としてガウス分布を用いた。
【０１５１】
図１０Ｄのグラフ（ａ）～（ｃ）に示されるように、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍと、すべての光線の強度のピーク位置を一致させた場合の合成光強度分布の最大値Ｉｍａｘを定めると、本実施の形態に係る光源ユニット２００の集光面９１において、第１の光線８７ａと第２の光線８７ｂとの第３の方向における間隔（ビーム間隔ＭＸ１２）は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第３の方向におけるビーム幅の０．７５倍を発光点の個数で割った値以上である。また、第２の光線８７ｂと第３の光線８７ｃとの第３の方向における間隔（ビーム間隔ＭＸ２３）は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第３の方向におけるビーム幅の０．７５倍を発光点の個数で割った値以上である。本実施の形態では、発光点の個数は３である。言い換えると、隣り合う二つの光線の第３の方向における間隔は、当該二つの光線の一方の第３の方向におけるビーム幅の０．７５倍を発光点の個数３で割った値以上である。このような状態を、本明細書では、二つの光線が「離れている」状態であると定義する。このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを最大値Ｉｍａｘの７５％以下とすることができる。つまり、第３の方向において複数の光線の合成光強度を抑制できる。
【０１５２】
なお、複数の光線の合成光強度をより一層抑制してもよい。例えば、集光面９１において、ビーム間隔ＭＸ１２は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第３の方向におけるビーム幅の１．０倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。またビーム間隔ＭＸ２３は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第３の方向におけるビーム幅の１．０倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。図１０Ｄのグラフ（ｄ）～（ｆ）に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを最大値Ｉｍａｘの６１％以下とすることができる。
【０１５３】
また、集光面９１において、ビーム間隔ＭＸ１２は、第１の光線８７ａ又は第２の光線８７ｂの第３の方向におけるビーム幅の１．２５倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。またビーム間隔ＭＸ２３は、第２の光線８７ｂ又は第３の光線８７ｃの第３の方向におけるビーム幅の１．２５倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。図１０Ｄのグラフ（ｇ）～（ｉ）に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Ｉｓｕｍを最大値Ｉｍａｘの５３％以下とすることができる。

【０１５４】
（実施の形態３）
実施の形態３に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、第２の集光光学素子の構成において実施の形態２に係る光源ユニット２００と相違する。以下の本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態２係る光源ユニット２００との相違点を中心に説明する。
【０１５５】
まず、本実施の形態に係る光源ユニットが備える半導体発光装置、第２の集光光学素子について、図１１Ａを用いて説明する。図１１Ａは、本実施の形態に係る光源ユニットが備える半導体発光装置３１０及び第２の集光光学素子３３０の構成の概要を示す斜視図である。
【０１５６】
半導体発光装置３１０は、第１の半導体発光素子チップ１１ａ～第６の半導体発光素子チップ１１ｆと、サブマウント１９とを備える。第１の半導体発光素子チップ１１ａ～第６の半導体発光素子チップ１１ｆは、それぞれ第１の光線～第６の光線を出射する。
【０１５７】
第２の集光光学素子３３０は、第１の光線～第６の光線の各々の第３の方向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズ３３１と、第１の光線～第６の光線の各々の第２の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズ３３２とを含む。スロー軸コリメータレンズ３３２は、ファスト軸コリメータレンズ３３１と後述する偏向素子との間に配置される。
【０１５８】
このような第２の集光光学素子３３０の作用について、図１１Ｂを用いて説明する。図１１Ｂは、本実施の形態に係る第２の集光光学素子３３０の作用を説明する模式図である。図１１Ｂには、本実施の形態に係る光源ユニットの集光面における集光スポットの概要が示されている。なお、図１１Ａの半導体発光装置３１０では、第１の光線～第６の光線の６個の光線を出射するが、図１１Ｂでは、３個の光線に対応する集光スポットだけが示されている。ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２のレンズ倍率を調整することで、Ｘ軸方向の光学倍率／Ｙ軸方向の光学倍率を調整できる。つまり、半導体発光素子チップのニアフィールドパターンを変化させずに、集光スポットの第２の方向と第３の方向のビーム幅を変化させることができる。図１１Ｂにおいて、分布例（ａ）、（ｂ）及び（ｃ）は、それぞれ、図１０Ｂの分布例（ｍ）、（ｎ）及び（ｏ）に相当する分布を示している。図１１Ｂの縦軸はＸ軸方向の光学倍率／Ｙ軸方向の光学倍率を示し、大きくなる（つまり縦軸の上向きに進む）にしたがい、第２の方向のビーム幅に対して第３の方向のビーム幅が大きくなる。このように、Ｘ軸方向の光学倍率／Ｙ軸方向の光学倍率を調整することによって、第３の方向の各光線のピーク強度位置の離れ量と、ビーム周辺部分の重なりとを調整することができる。したがって、ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２のレンズ倍率を各々調整することにより、図１０Ｂの分布例（ｉ）、（ｊ）、（ｋ）、（ｅ）、（ｆ）及び（ｇ）のような分布を実現できる。つまり、偏向素子に加えてファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２を用いることで、より自由に各光線の集光スポット分布を調整することができる。
【０１５９】
このように、本実施の形態では、特許文献２に開示された光源ユニット１００１のように、複数の光線の各々に複数のレンズを備える必要がない。したがって、本実施の形態に係る光源ユニットでは、特許文献２に開示された光源ユニット１００１より構成を簡素化できる。
【０１６０】
続いて、上述した半導体発光装置３１０及び第２の集光光学素子３３０を備える光源ユニットについて、図１２を用いて説明する。図１２は、本実施の形態に係る光源ユニット

３００の構成の概要を示す斜視図であり、右下側の挿入図は半導体発光装置３１０付近を部分拡大した図である。

【０１６１】

図１２に示されるように、本実施の形態に係る光源ユニット３００は、半導体発光装置３１０と、第２の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２）と、偏向素子３５０と、第１の集光光学素子７０と、集光対象物９０とを備える。光源ユニット３００においては、半導体発光装置３１０と、ファスト軸コリメータレンズ３３１と、スロー軸コリメータレンズ３３２とがパッケージ２０に収納されている。そして、パッケージ２０と偏向素子３５０と第１の集光光学素子７０とが図示しない筐体に収納される。また、パッケージ２０は、例えば銅で構成されるベース２１と、半導体発光装置３１０を囲う四面を備える枠体２２（例えばコバールで構成される）とを有する。枠体２２の一方の面には二つの開口部が形成され、半導体発光装置３１０に電力を供給するための第１端子２３及び第２端子２４がそれぞれリング状のガラスで構成される絶縁部材２３ａ及び２４ａを介して当該二つの開口部に固定される。枠体２２の当該二つの開口部が形成された面に対向する面には、半導体発光装置３１０から出射される光線を取り出すための一つの開口部が形成され、例えばコバールで構成される固定部材２６が配置される。パッケージ２０は、ベース２１上に固定されるキャリア２５を有する。キャリア２５は例えば銅製ブロックであり、実装面２５ａを備える。半導体発光装置３１０は実装面２５ａに実装される。さらに、パッケージ２０は、ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２を支持する支持部材３３９及びホルダ３５とを備える。支持部材３３９は、キャリア２５に固定される。支持部材３３９は、半導体発光装置３１０の出射部付近に配置されるファスト軸コリメータレンズ３３１を支持する。ホルダ３５は、固定部材２６に半田等で固定され、パッケージ２０の光線の出射部にスロー軸コリメータレンズ３３２が配置される。パッケージ２０に各部品が収納された後、リッド２９がパッケージ２０の上部から配置され、枠体２２にシーム溶接される。このような構成によりパッケージ２０は、半導体発光装置３１０に電力を供給し、出射される光線を外部に取り出す機能を有するとともに、半導体発光装置３１０を密閉封止することができる。

【０１６２】

このようなパッケージ２０を用いることで、半導体発光装置３１０の各半導体発光素子チップが外気と接触することを抑制できる。このため、各発光点に異物が付着するなどの原因により、半導体発光装置３１０の信頼性が低下するのを抑制することができる。

【０１６３】

偏向素子３５０は、第１の出射面３５６ａ～第６の出射面３５６ｆを有する。第１の出射面３５６ａ～第６の出射面３５６ｆにより、それぞれ第１の光線～第６の光線が第３の方向においてそれぞれ異なる偏向角で偏向される。これにより、集光対象物９０の集光面９１において、第１の光線～第６の光線が互いに離れた状態を実現できる。

【０１６４】

（実施の形態４）

実施の形態４に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、複数の発光点から集光対象物９０の集光面９１までの光学系がパッケージ２０に収納される点において、実施の形態３に係る光源ユニット３００と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態３に係る光源ユニット３００との相違点を中心に図１３を用いて説明する。

【０１６５】

図１３は、本実施の形態に係る光源ユニット４００の構成の概要を示す斜視図である。図１３に示されるように、光源ユニット４００は、半導体発光装置３１０と、第２の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２）と、反射ミラー４０と、偏向素子３５０ａと、第１の集光光学素子７０と、集光対象物９０と、パッケージ２０とを備える。

【０１６６】
反射ミラー４０は、スロー軸コリメータレンズ３３２から出射された第１の光線～第６の光線を偏向素子３５０ａに向けて反射するミラーである。反射ミラー４０として、例えば平面ミラーを用いることができる。
【０１６７】
偏向素子３５０ａは、実施の形態３に係る偏向素子３５０と同等の機能を有する素子であり、偏向素子３５０の第１の出射面３５６ａ～第６の出射面３５６ｆと同等の機能を有する第１の入射面～第６の入射面を有する。
【０１６８】
本実施の形態において、パッケージ２０は、半導体発光装置３１０と、第２の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ３３１及びスロー軸コリメータレンズ３３２）と、反射ミラー４０と、偏向素子３５０ａと、第１の集光光学素子７０と、集光対象物９０の少なくとも一部とを収納する筐体である。つまり、実施の形態１及び３におけるパッケージ２０と筐体６０とが一体になった実施の形態を示す。パッケージ２０は、ベース２１と、枠体２２と、半導体発光装置３１０に電力を供給するための第１端子２３及び第２端子２４とを有する。ベース２１は例えば銅で構成され、平坦な実装面２０ａを有する。実装面２０ａには、反射ミラー４０、偏向素子３５０ａ、第１の集光光学素子７０が同一面に固定される。このとき偏向素子３５０ａは、第３の方向に垂直な底面を有するため、反射ミラー４０とともに実装面２０ａに容易に固定することができる。また、パッケージ２０の実装面２０ａには、キャリア２５を介して半導体発光装置３１０が実装されている。
【０１６９】
本実施の形態において集光対象物９０は光ファイバである。集光対象物９０の一方の端面は集光面９１で、他方の端面は、集光面９１から入射した光線を出射する出射面９８となる。集光対象物９０は、例えばフェルールである保持部材９７で保持される。そして保持部材９７は枠体２２の開口部に半田等で固定される。したがって、集光対象物９０の集光面９１は枠体２２の内部に固定され、出射面９８がパッケージ２０の外部に保持される。パッケージ２０の上部には図示しないリッドが配置される。これによりパッケージ２０は、半導体発光装置３１０及び光学素子を密閉封止する。
【０１７０】
上記の構成において、半導体発光装置３１０は図示しない配線により第１端子２３及び第２端子２４に接続され電力を入力される。半導体発光装置３１０から出射された光は、ファスト軸コリメータレンズ３３１、スロー軸コリメータレンズ３３２、反射ミラー４０、偏向素子３５０ａ及び第１の集光光学素子７０を透過又は反射して集光対象物９０の集光面９１に入射する。集光面９１に入射した光は、集光対象物９０の内部を伝搬しパッケージ２０の外部に出射される。
【０１７１】
光源ユニット４００は、以上のような構成を有することにより、光学系が外気と接触することを防止できる。このため、光学系を構成する各光学素子に異物が付着するなどの原因により、光源ユニット４００の信頼性が低下するのを抑制することができる。
【０１７２】
また、上述のとおり、本実施の形態に係る光源ユニット４００は、光ファイバである集光対象物９０を備え、第１の光線～第６の光線は、光ファイバの端面である集光面９１に集光される。光ファイバである集光対象物９０のコア９５には、図１３に示されるように、第１の光線～第６の光線に対応する第１の集光スポット８９ａ～第６の集光スポット８９ｆが形成される。このように、第１の光線～第６の光線を光ファイバに入射できる。光ファイバを伝搬した光は、光ファイバの他方の端面である出射面９８から出射光１８１として出射する。出射光１８１は図示しない集光光学系により、図示しない加工対象物に照射され、変質等により加工、溶接などに使用され得る。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット４００を備え、光ファイバからの出射光を加工に用いる加工装置を実現できる。
【０１７３】

（実施の形態５）

実施の形態５に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、複数の半導体発光装置を備える点において、実施の形態４に係る光源ユニット４００と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態４に係る光源ユニット４００との相違点を中心に図１４Ａ及び図１４Ｂを用いて説明する。

【０１７４】

図１４Ａは本実施の形態に係る光源ユニット５００の構成の概要を示す斜視図である。図１４Ｂは、本実施の形態に係る光源ユニット５００の光学素子の構成を示す平面図である。

【０１７５】

図１４Ａに示されるように、光源ユニット５００は、半導体発光装置５０１～５０３と、第２の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３及びスロー軸コリメータレンズ５２１～５２３）と、反射ミラー５４０～５４２と、偏向素子５０と、第１の集光光学素子７０と、光ファイバである集光対象物９０と、パッケージ２０とを備える。

【０１７６】

半導体発光装置５０１～５０３の各々は、図２Ａに示される半導体発光装置１０と同様の装置である。半導体発光装置５０１は、第１の発光点及び第２の発光点を有し、半導体発光装置５０２は、第３の発光点及び第４の発光点を有し、半導体発光装置５０３は、第５の発光点及び第６の発光点を有する。第１の発光点～第６の発光点からは、それぞれ第１の光線～第６の光線が出射される。

【０１７７】

ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３は、それぞれ、半導体発光装置５０１～５０３の各発光点に対向する位置に配置され、各光線の第３の方向における発散を低減するコリメータレンズである。

【０１７８】

スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３は、それぞれ、ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３と反射ミラー５４０～５４２との間に配置され、各光線の第３の方向に垂直な方向における発散を低減する。本実施の形態では、スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３は、各光線の第１の方向における発散を低減する。

【０１７９】

パッケージ２０は、半導体発光装置５０１～５０３と、ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３と、スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３と、反射ミラー５４０～５４２と、偏向素子５０と、第１の集光光学素子７０と、集光対象物９０の少なくとも一部とを収納する筐体である。本実施の形態では、パッケージ２０には、キャリア５６１～５６３が形成されている。キャリア５６１～５６３は、それぞれ半導体発光装置５０１～５０３を支持する台状部材である。

【０１８０】

そして、複数のキャリアの高さは各々調整され、キャリア５６３、キャリア５６２、キャリア５６１の順に、半導体発光装置５０１～５０３が接合される第３の方向の位置が上昇するように構成される。これにより、半導体発光装置５０３からの光線、半導体発光装置５０２からの光線、半導体発光装置５０１からの光線の第３の方向における位置を順に上昇させることができる。また、反射ミラー５４２、反射ミラー５４１、反射ミラー５４０の順に反射ミラーの上面の位置が高くなっており、半導体発光装置５０１からの光線が、反射ミラー５４１及び５４２に遮られることなく偏向素子５０に到達でき、半導体発光装置５０２からの光線が、反射ミラー５４２に遮られることなく偏向素子５０に到達できる。

【０１８１】

本実施の形態では、半導体発光装置５０１～５０３からの光線のうち、偏向素子５０の第１の入射面５１ａ（図１４Ｂ参照）に入射する第１の光線、第３の光線及び第５の光線は、集光面９１において重なってもよい。また、偏向素子５０の第２の入射面５１ｂ（図

１４Ｂ参照）に入射する第２の光線、第４の光線及び第６の光線は、集光面９１において重なってもよい。ただし、半導体発光装置５０１～５０３の各々の隣り合う二つの発光点から出射される二つの光線は、第３の方向において異なる位置に集光スポットを形成する。この場合、図１４Ａに示されるように、集光面９１において、二つの集光スポット（第１の集光スポット８９ａ及び第２の集光スポット８９ｂ）が形成される。本実施の形態のように三つの光線が集光面９１において重なる場合でも、６個の光線がすべて一か所に重なる場合より集光面９１のダメージを抑制できる。

【０１８２】

続いて本実施の形態の光源ユニット５００における半導体発光装置５０１～５０３、光学素子などの部品を位置調整し固定するための構造と製造方法とについてより詳細に説明する。

【０１８３】

パッケージ２０は、半導体発光装置５０１～５０３から熱を外部に放熱させるベース２１と、枠体２２とを備え、箱型の形状を有する。パッケージ２０は、さらに、半導体発光装置５０１～５０３に電力を供給するための第１端子２３及び第２端子２４を備える。本実施の形態において、ベース２１と枠体２２とはいずれも銅で形成され、枠体２２の上部に、例えばコバールなどで構成されるシーリング部材２２ａがロウ付けされる。枠体２２は、第１端子２３、第２端子２４、及び、光ファイバである集光対象物９０を貫通させて固定するための開口部を備える。枠体２２の第１端子２３及び第２端子２４を固定する開口部には、それぞれ、例えばリング状の鉄、鉄合金又はセラミックである緩衝部材２３ｂ及び２４ｂが、例えば銀ロウなどの接着部材２３ｃ及び２４ｃなどによって固定される。枠体２２の集光対象物９０を固定する開口部には、例えば、リング状の鉄、鉄合金やセラミックである固定部材２６が銀ロウなどにより固定される。第１端子２３及び第２端子２４は、例えば鉄ニッケル合金で形成され、例えば低融点ガラスなどの絶縁部材２３ａ及び２４ａなどにより、枠体２２の緩衝部材２３ｂ及び２４ｂに固定される。パッケージ２０の上部には図示しない、例えばコバールで構成されるリッドが配置され、シーム溶接などにより枠体２２に固定される。これによりパッケージ２０は、密閉封止される。

【０１８４】

第１端子２３及び第２端子２４は、図示しない金線などの導電部材により、半導体発光装置５０１～５０３に電気的に接続され、半導体発光装置５０１～５０３に電流を供給する。本実施の形態では半導体発光装置５０１～５０３は直列に接続される。

【０１８５】

半導体発光装置５０１～５０３において、半導体発光素子チップとサブマウント１９とは、例えばＡｕＳｎ、ＳｎＡｇＣｕなどの半田材である図示しない放熱部材で固定される。そして半導体発光装置５０１～５０３のサブマウント１９とキャリア５６１～５６３とは、Ｃｕ、Ａｇ、Ｓｂ、Ｓｎ、Ｂｉ、Ｉｎ、Ｚｎ、Ｇｅ、Ｓｉ、Ａｌなどの金属のいずれか一つを含む半田材又は金属シートで構成される図示しない放熱部材で固定される。放熱部材を用いた放熱層は、具体的には半導体発光素子チップとサブマウント１９との間の放熱部材より融点の低いＳｎＡｇＣｕ、ＳｎＳｂ、ＳｎＢｉなどの半田材を用いた半田接合層、又は、Ｉｎ、Ａｌなどの金属シートがネジなどで加圧固定される密着層である。

【０１８６】

本実施の形態においてキャリア５６１～５６３は、ベース２１又は枠体２２と同一の材料から加工形成された階段構造を有する。

【０１８７】

ただし、キャリア５６１～５６３の一部又は全部は別部品としてベース２１に固定してもよい。この場合、キャリア５６１～５６３は、サブマウント１９とキャリア５６１～５６３とを固定する放熱部材も同様に、半導体発光素子チップとサブマウント１９との間の放熱部材より融点の低い半田材又は金属シートで構成される図示しない放熱部材で固定される。

【０１８８】

スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３と、反射ミラー５４０～５４２と、偏向素子５０と、第１の集光光学素子７０は、各々の固定面で、パッケージ２０の実装面２０ａに固定されている。

【０１８９】

パッケージ２０は、さらに三つの支持部材５３９を備え、ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３は、各々の固定面で、支持部材５３９に固定される。支持部材５３９は、側面に形成された各々の固定面で、半導体発光素子チップ、サブマウント１９又はキャリア５６１～５６３の側面に固定される。

【０１９０】

続いて光源ユニット５００の製造方法について一例を説明する。

【０１９１】

（ａ）まず、融点が約２８０℃のＡｕＳｎ半田を用いて、半導体発光素子チップをサブマウント１９に固定することによって半導体発光装置５０１～５０３を製造する。

【０１９２】

（ｂ）続いて、キャリア５６１～５６３を有するパッケージ２０を準備する。そして、キャリア５６１上に、例えば融点が２２０℃程度のＳｎＡｇＣｕである半田材シートを搭載し、さらにその上に半導体発光装置５０１を配置する。そして、窒素雰囲気中でＡｕＳｎの融点より低い温度に加熱し、半導体発光装置５０１を位置調整して冷却し固定する。このとき、半導体発光素子チップの電極に悪影響が発生しないように、２００℃以上の加熱時間は１分以内としてもよい。

【０１９３】

（ｃ）続いて半導体発光装置５０２及び５０３についても同様の工程を順に行う。ただし、半導体発光装置５０１～５０３を配置後に同時に加熱・冷却してそれらを固定してもよい。

【０１９４】

（ｄ）次に、第１端子２３及び第２端子２４を、図示しない金線などにより、半導体発光装置５０１～５０３と電気的に接続する。

【０１９５】

（ｅ）続いて、反射ミラー５４０～５４２と、偏向素子５０と、第１の集光光学素子７０と集光対象物９０とを、その位置を調整しながら接着部材を用いて実装面２０ａに固定する。このとき集光対象物９０は保持部材９７に保持された状態で、固定部材２６の開口部からパッケージ２０内に挿入される。保持部材９７は固定部材２６に半田等で固定される。

【０１９６】

（ｆ）続いて、ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３とスロー軸コリメータレンズ５２１～５２３とをパッケージ２０内の所定の位置に保持する。

【０１９７】

（ｇ）続いて、半導体発光装置５０１～５０３から所定の光量の光を発光させ、集光対象物９０の出射面９８から出射する出射光１８１をモニタする。

【０１９８】

（ｈ）続いて、ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３と支持部材５３９とを第２の方向及び第３の方向に微動させ、出射光量が最大になるように位置を調整し、接着部材を用いて固定する。

【０１９９】

（ｉ）続いて、スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３を第１の方向及び第２の方向に微動させ、出射光量が最大になるように位置を調整し、接着部材を用いて固定する。

【０２００】

（ｊ）光源ユニット５００内の全部品に対して、酸素を含む雰囲気で紫外線を照射してオゾンを発生させ、部品に付着した有機物などを除去する。

【０２０１】

（ｋ）最後に、光源ユニット５００内を所定の雰囲気下に配置し、図示しないリッドを枠体２２にシーム溶接することで光源ユニット５００を密閉封止する。

【０２０２】

上記の製造方法の詳細において、半導体発光素子チップから出射される光線の波長に応じて形態を異ならせてもよい。

【０２０３】

例えば、半導体発光素子チップが、光線の波長が３５０ｎｍ以上、５５０ｎｍ以下であり、構成材料が例えば窒素をＶ族元素として含む半導体レーザの場合は、工程（ｅ）、（ｈ）及び（ｉ）において、接着部材として半田材などの無機材料を用いてもよい。これは、光源ユニット５００の内部に、シロキサンを発生しやすい材料を配置しないためである。

【０２０４】

この範囲の波長の場合、光学部品（ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３、スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３、反射ミラー５４０～５４２、偏向素子５０及び第１の集光光学素子７０）と、支持部材５３９との固定面には、あらかじめ例えば、Ｃｒ、Ｔｉ、Ｎｉ、Ｐｔ、Ａｕなどのいずれか一つを含む金属膜が形成される。そして、所定の位置に半田材とともに保持され、加熱することで固定される。

【０２０５】

この範囲の波長の場合、上記構成において、半田材としては、サブマウント１９とキャリア５６１～５６３とを固定する放熱部材より融点の低い半田材を用いてもよい。半田材として、例えば融点１４０℃であるＳｎＢｉを用いることができる。そして、半田材を、放熱部材の融点以下の温度、例えば１６０℃に加熱し、光学部品及び支持部材を固定する。このときレーザ光を用いた部分加熱法を用いてもよい。この範囲の波長の場合、上記の構成及び製造方法とすることで、パッケージ２０の内部に配置される部品及び接着部材は樹脂以外の無機材料で構成することができる。このため光線の波長が５５０ｎｍ以下の短波長の半導体発光素子チップを用いた場合においても、各発光点に異物が付着するなどの原因により、半導体発光装置５０１～５０３の信頼性が低下するのを抑制することができる。そして、工程（ｋ）において雰囲気として乾燥空気を用い、光源ユニット５００にそれらが封入されるようにする。

【０２０６】

また、この範囲の波長の場合、光源ユニット内に配置する光学部品（ファスト軸コリメータレンズ５１１～５１３、スロー軸コリメータレンズ５２１～５２３、反射ミラー５４０～５４２、偏向素子５０及び第１の集光光学素子７０）は、例えば、石英、ＢＫ７、Ｎ－ＢＫ７、白板ガラスなどの無機ガラス系材料で形成される。なお、光源ユニット５００内に樹脂を配置しなければならない場合は、ポリイミドなどの耐紫外線樹脂、又は、シリコーン含有量の少ない樹脂を用いることで、発光点に異物が付着することを抑制することができる。

【０２０７】

一方で、半導体発光素子チップが、光線の波長が５５０ｎｍ以上、２０００ｎｍ以下であり、構成材料が例えば砒素又はリンをＶ族元素として含む半導体レーザチップの場合、工程（ｅ）、（ｈ）及び（ｉ）において、接着部材として紫外線硬化樹脂を用いることができる。そして、工程（ｋ）において雰囲気として乾燥空気又は乾燥窒素を用い、光源ユニット５００にそれらが封入されるようにする。また、この範囲の波長の場合、工程（ｊ）は行わなくてもよい。

【０２０８】

（実施の形態６）

実施の形態６に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、集光対象物が蛍光体を含む点において、実施の形態１に係る光源ユニット１００と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態１に係る光源ユニット１００との相違点を中心に図１５Ａ～１５Ｃ及び図１６を用いて説明する。

【０２０９】

図１５Ａは、本実施の形態に係る光源ユニット６００の外観を示す斜視図である。図１５Ｂは、本実施の形態に係る光源ユニット６００の内部に配置される光学部品の構成の概要を示す斜視図である。図１５Ｃは、本実施の形態に係る光源ユニット６００の模式的な断面図である。

【０２１０】

図１５Ｂに示されるように、光源ユニット６００は、半導体発光装置１０と、第２の集光光学素子３０と、偏向素子５０ｂと、第１の集光光学素子６７０と、集光対象物６９０とを備える。光源ユニット６００は、パッケージ２０と、反射ミラー６４０と、可動ミラー６４５とをさらに備える。図１５Ｃに示されるように、光源ユニット６００は、放熱フィン６３０と、第１のホルダ６１０と、第２のホルダ６２０と、第３のホルダ６１５と、配線基板６３５とをさらに備える。

【０２１１】

半導体発光装置１０は、実施の形態１に係る半導体発光装置１０と同様の装置であり、図１５Ｃに示されるように第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂを含む。実施の形態１と同様に、第１の発光点１３ａ及び第２の発光点１３ｂは、それぞれ、第１の光線及び第２の光線を出射する。半導体発光装置１０は、パッケージ２０に収納される。パッケージ２０は、図１５Ｃに示されるように、第１端子２３と、第２端子２４と、キャップホルダ６３７と、透光板３６とを有する。透光板３６は、半導体発光装置１０からの光線を透過させる透光性の光学部材である。キャップホルダ６３７は、半導体発光装置１０を覆い、かつ、透光板３６を支持する部材である。パッケージ２０においては、キャップホルダ６３７、透光板３６などによって、半導体発光装置１０を密閉封止できる。これにより、半導体発光装置１０が外気に接触することを抑制できる。

【０２１２】

偏向素子５０ｂは、実施の形態１の変形例２に係る偏向素子５０ｂと同様の素子である。

【０２１３】

第３のホルダ６１５は、第２の集光光学素子３０と、偏向素子５０ｂとを支持する部材である。第２の集光光学素子３０は、第３のホルダ６１５内において第１の方向に可動であり、偏向素子５０ｂから出射される第１の光線及び第２の光線が平行になるように調整された後、固定される。

【０２１４】

第１の集光光学素子６７０は、偏向素子５０ｂから出射された第１の光線及び第２の光線を集光対象物６９０の集光面６９１に集光する光学素子である。本実施の形態では、第１の集光光学素子６７０は、第１のシリンドリカルレンズ６７１と、第２のシリンドリカルレンズ６７２とを含む。第１のシリンドリカルレンズ６７１は、第１の光線及び第２の光線を第３の方向（図１５ＣのＸ軸方向）に集光するレンズである。第２のシリンドリカルレンズ６７２は、第１の光線及び第２の光線を第３の方向に垂直な方向に集光するレンズである。

【０２１５】

反射ミラー６４０は、第１のシリンドリカルレンズ６７１から出射した第１の光線及び第２の光線を反射するミラーである。

【０２１６】

可動ミラー６４５は、反射ミラー６４０で反射した第１の光線及び第２の光線を反射するミラーである。可動ミラー６４５は、反射面の角度が可変のミラーであり、可動ミラー６４５の反射面の角度を変えることで、集光面６９１における集光スポット位置を走査できる。

【０２１７】

集光対象物６９０は、第１の集光光学素子６７０から出射され、集光された第１の光線及び第２の光線が入射する部材である。図１５Ａ及び図１５Ｂに示されるように、集光対象物６９０は、蛍光体６６０と、蛍光体支持部材６６１とを含む。

【０２１８】

蛍光体６６０は、第１の光線及び第２の光線を波長変換する部材である。蛍光体６６０は、集光面６９１を含む。蛍光体６６０は、例えば、第１の光線及び第２の光線が青色光である場合、青色光の一部を黄色光に変換して出射し、かつ、青色光の他の一部を散乱させて出射する。このように、青色光と黄色光とを混合させて、白色光である出射光１８０を出射することができる。

【０２１９】

蛍光体支持部材６６１は、蛍光体６６０を支持する部材である。

【０２２０】

第１のホルダ６１０は、パッケージ２０を支持する部材であり、光源ユニット６００の筐体の一部としても機能する。

【０２２１】

第２のホルダ６２０は、第３のホルダ６１５と、第１の集光光学素子６７０と、反射ミラー６４０と、集光対象物６９０とを支持する部材であり、第１のホルダ６１０とともに、光源ユニット６００の筐体の一部としても機能する。

【０２２２】

放熱フィン６３０は、半導体発光装置１０などにおいて発生した熱を放散する部材である。放熱フィン６３０は、第１のホルダ６１０に取り付けられる。光源ユニット６００の筐体の一部として機能してもよい。

【０２２３】

配線基板６３５は、半導体発光装置１０及び可動ミラー６４５に電力を供給する配線が形成された基板である。配線基板６３５には、パッケージ２０及び可動ミラー６４５が実装される。

【０２２４】

以上のように、本実施の形態に係る光源ユニット６００は、第１の光線及び第２の光線が入射する蛍光体６６０を備える。これにより、光源ユニット６００を照明装置として使用できる。言い換えると、光源ユニット６００を備え、蛍光体６６０からの出射光１８０を照明光として用いる照明装置を実現できる。

【０２２５】

続いて、本実施の形態に係る光源ユニット６００の集光面６９１上の集光スポットについて図１６を用いて説明する。図１６は、本実施の形態に係る光源ユニット６００の集光面６９１における光強度分布を示す図である。図１６は、シミュレーションによって計算された光強度分布を示す。

【０２２６】

図１６に示されるように、第１の光線及び第２の光線にそれぞれ対応する第１の集光スポット８９ａ及び第２の集光スポット８９ｂが蛍光体６６０上の集光面６９１に形成される。また、これらの集光スポットが、第２の方向（図１６の縦軸方向）において重なっており、第３の方向（図１６の横軸方向）において離れて配置される。これにより、高い輝度で白色光を出射するとともに、集光スポットにおける光強度（光密度）が高くなりすぎて、蛍光体６６０が劣化するのを抑制することができる。

【０２２７】

また、本実施の形態では、可動ミラー６４５の反射面の角度を変えることで、図１６に矢印で示される方向に、集光スポット位置を走査できる。これにより、出射光１８０の出射方向を走査できる。

【０２２８】

（変形例など）

以上、本開示に係る光源ユニットなどについて、各実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、上記各実施の形態に限定されるものではない。

【０２２９】

例えば、偏向素子の側面の形状は、特に限定されない。実施の形態１及びその変形例２に係る偏向素子は、ＺＹ平面に垂直な（つまり、第３の方向に沿った）側面を有したが、

第３の方向に対して傾斜していてもよい。例えば、各側面は、第３の方向に対して角度θだけ傾斜してもよい。

【０２３０】

また、上記各実施の形態及びそれらの変形例においては、偏向素子によって、第１の光線及び第２の光線の両方が第３の方向に偏向される構成が示されたが、第１の光線及び第２の光線のうち一方だけが第３の方向に偏向されてもよい。このような構成においても、第１の光線と第２の光線の集光面における位置を離れさせることができる。

【０２３１】

また、上記各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で上記各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【０２３２】

本開示に係る光源ユニットなどは、レーザディスプレイやプロジェクターなどの画像表示装置や、レーザ加工やレーザーアニールなどの産業用のレーザ機器などの比較的高い出力の光が必要な装置において有用である。

【符号の説明】

【０２３３】

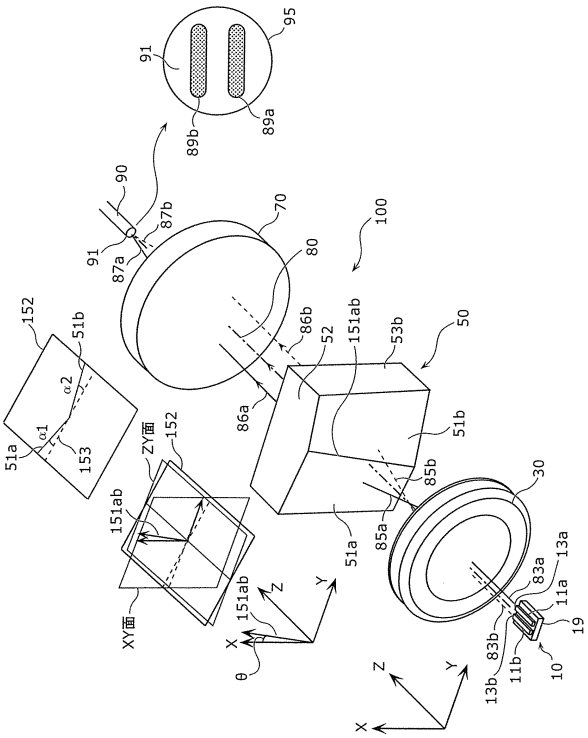
１０、２１０、２１０Ａ、３１０、５０１、５０２、５０３　半導体発光装置
１１　半導体レーザアレイ
１１ａ　第１の半導体発光素子チップ
１１ｂ　第２の半導体発光素子チップ
１１ｃ　第３の半導体発光素子チップ
１１ｄ　第４の半導体発光素子チップ
１１ｅ　第５の半導体発光素子チップ
１１ｆ　第６の半導体発光素子チップ
１３ａ　第１の発光点
１３ｂ　第２の発光点
１３ｃ　第３の発光点
１５ａ、１５ｂ、１５ｃ、１５ｄ　金属ワイヤー
１９　サブマウント
１９ａ　電極
２０　パッケージ
２０ａ、２５ａ　実装面
２１　ベース
２２　枠体
２２ａ　シーリング部材
２３　第１端子
２３ａ、２４ａ　絶縁部材
２３ｂ、２４ｂ　緩衝部材
２３ｃ、２４ｃ　接着部材
２４　第２端子
２５、５６１、５６２、５６３　キャリア
２６　固定部材
２９　リッド
３０、３３０　第２の集光光学素子
３５　ホルダ
３６　透光板
４０、５４０、５４１、５４２、６４０　反射ミラー
５０、５０ａ、５０ｂ、２５０、３５０、３５０ａ、９５０　偏向素子

５０ｐ　凸部
５１　入射面
５１ａ　第１の入射面
５１ｂ　第２の入射面
５２　上面
５３ａ、５３ｂ　側面
５４　底面
５５　出射面
５５ａ、２５６ａ、３５６ａ、９５６ａ　第１の出射面
５５ｂ、２５６ｂ、３５６ｂ、９５６ｂ　第２の出射面
６０　筐体
６０ｓ　スペーサー
７０、６７０　第１の集光光学素子
８０　光軸
８３ａ、８５ａ、８６ａ、８７ａ　第１の光線
８３ｂ、８５ｂ、８６ｂ、８７ｂ　第２の光線
８３ｃ、８５ｃ、８６ｃ、８７ｃ　第３の光線
８９ａ　第１の集光スポット
８９ｂ　第２の集光スポット
８９ｃ　第３の集光スポット
８９ｄ　第４の集光スポット
８９ｅ　第５の集光スポット
８９ｆ　第６の集光スポット
９０、６９０　集光対象物
９１、６９１　集光面
９５　コア
９７　保持部材
９８　出射面
１００、２００、３００、４００、５００、６００、９００　光源ユニット
１５１ａｂ、１５５ａｂ　交線
１５２　基準面
１５３　基準線
１８０、１８１　出射光
２５６ｃ、３５６ｃ、９５６ｃ　第３の出射面
３３１、５１１、５１２、５１３　ファスト軸コリメータレンズ
３３２、５２１、５２２、５２３　スロー軸コリメータレンズ
３３９、５３９　支持部材
３５６ｄ　第４の出射面
３５６ｅ　第５の出射面
３５６ｆ　第６の出射面
６１０　第１のホルダ
６１５　第３のホルダ
６２０　第２のホルダ
６３０　放熱フィン
６３５　配線基板
６３７　キャップホルダ
６４５　可動ミラー
６６０　蛍光体
６６１　蛍光体支持部材
６７１　第１のシリンドリカルレンズ

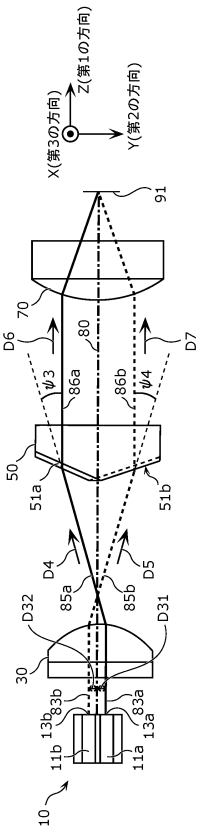
６７２　第２のシリンドリカルレンズ

【図面】

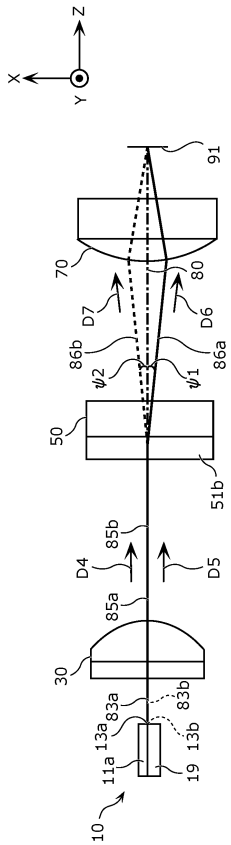
【図１Ａ】



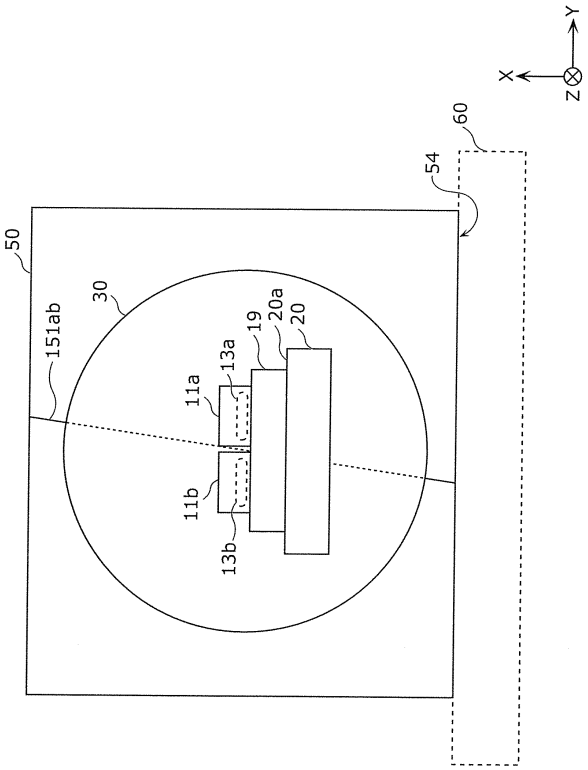
【図１Ｂ】



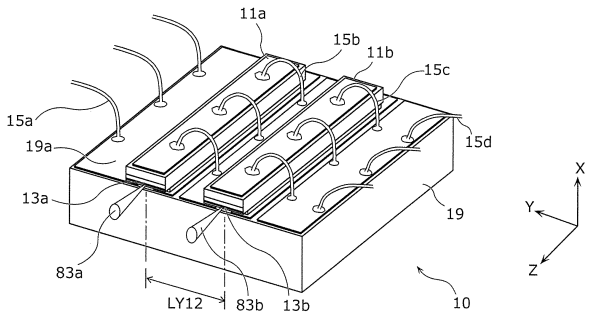
【図１Ｃ】



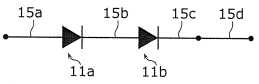
【図１Ｄ】



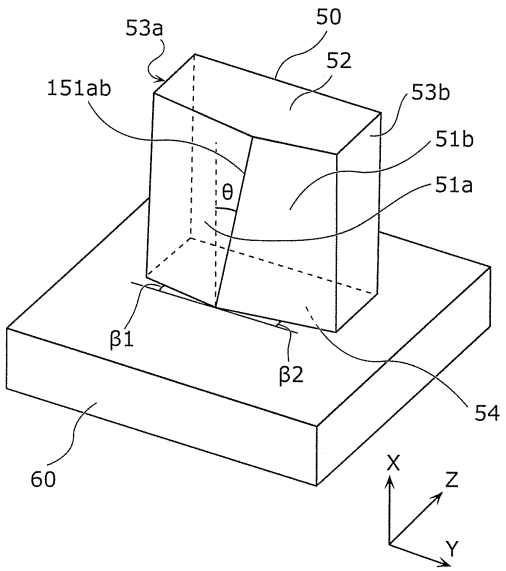
【図２Ａ】



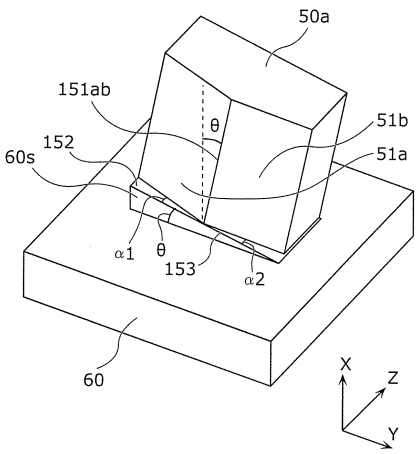
【図２Ｂ】



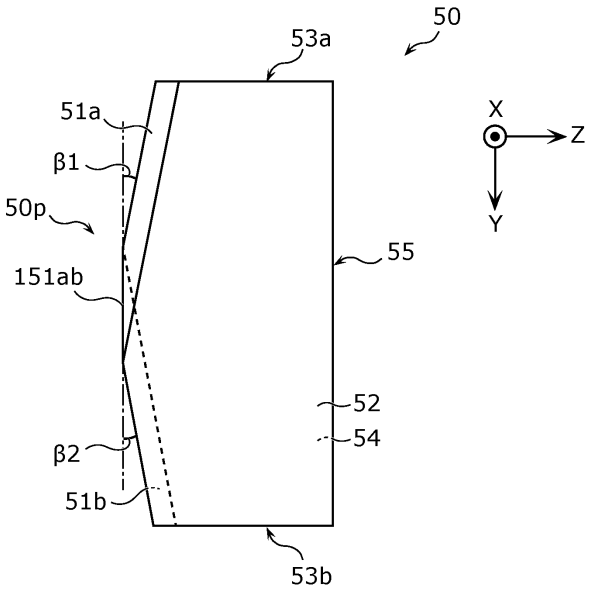
【図３Ａ】



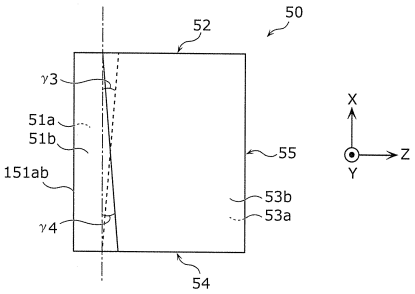
【図３Ｂ】



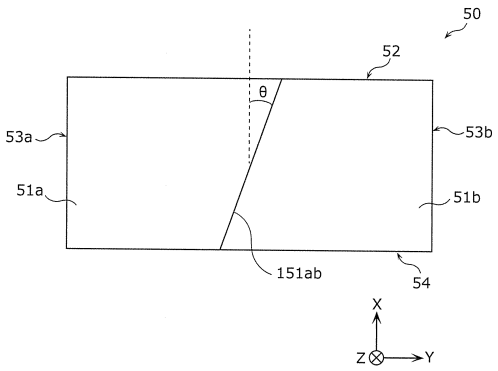
【図３Ｃ】



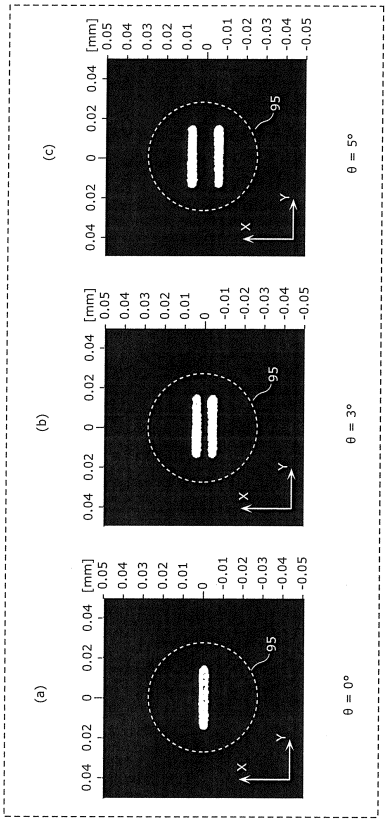
【図３Ｄ】



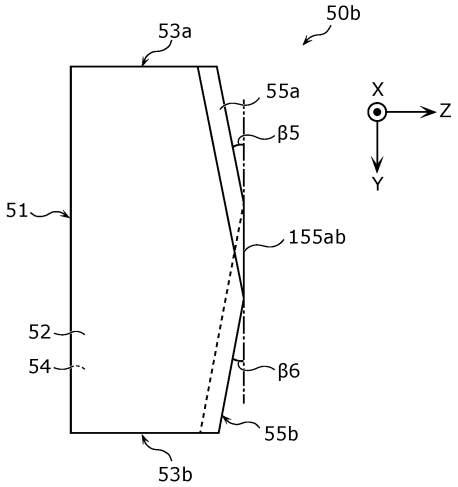
【図３Ｅ】



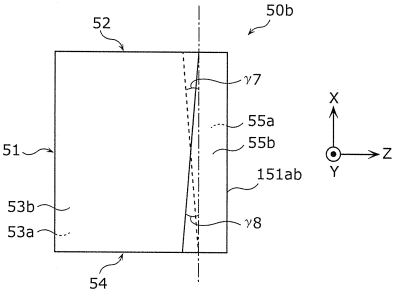
【図４】



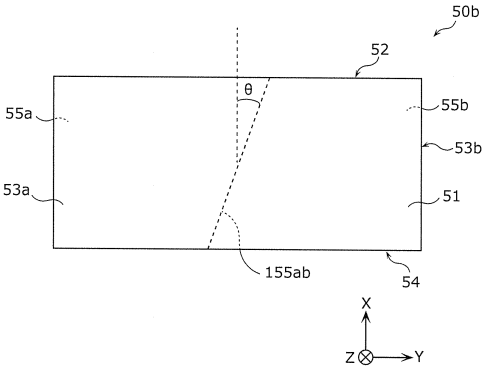
【図５Ａ】



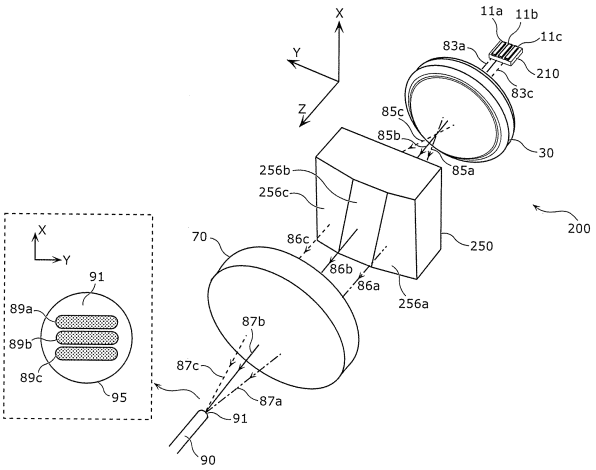
【図５Ｂ】



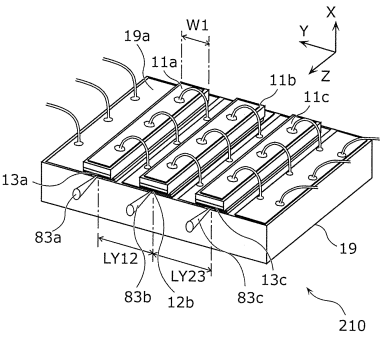
【図５Ｃ】



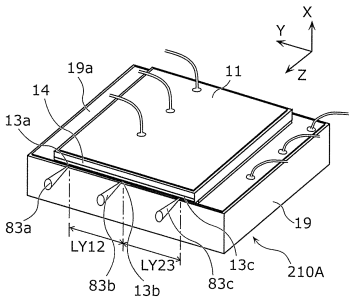
【図６】



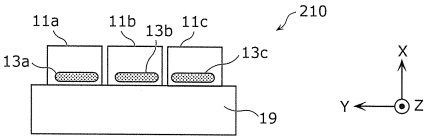
【図７Ａ】



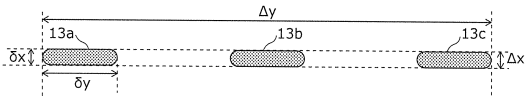
【図７Ｂ】



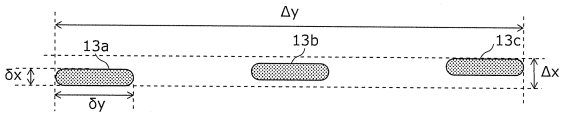
【図７Ｃ】



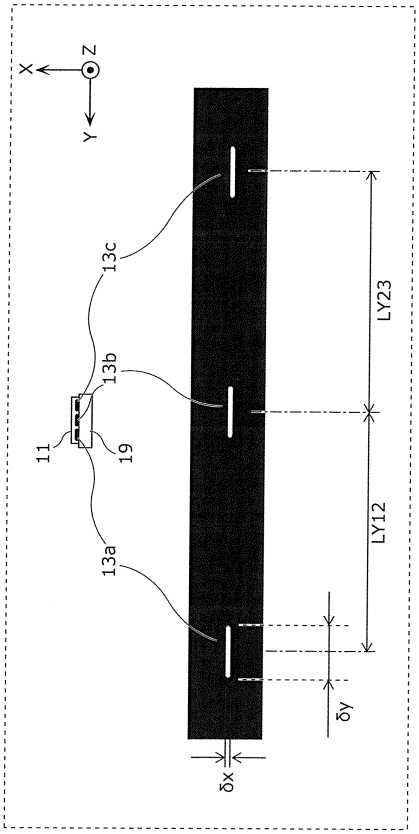
【図７Ｄ】



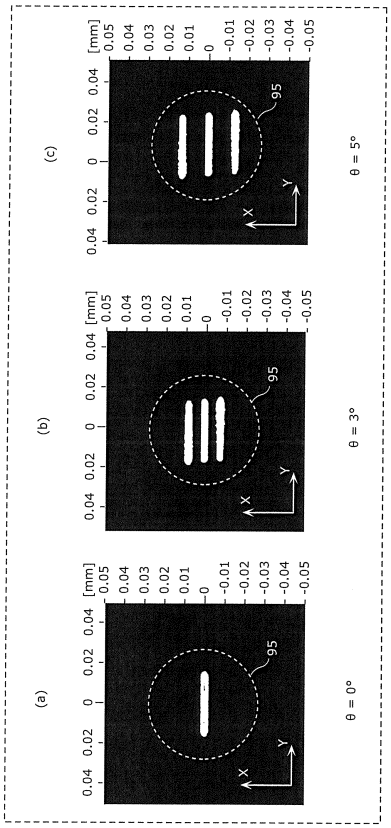
【図７Ｅ】



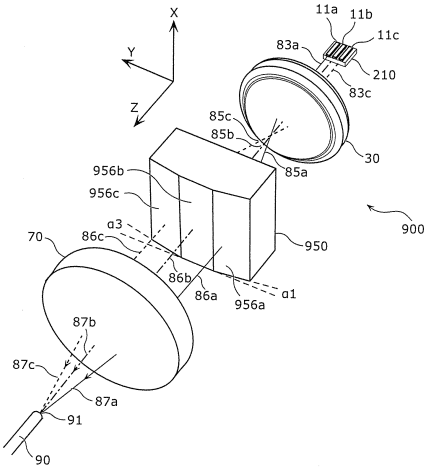
【図７Ｆ】



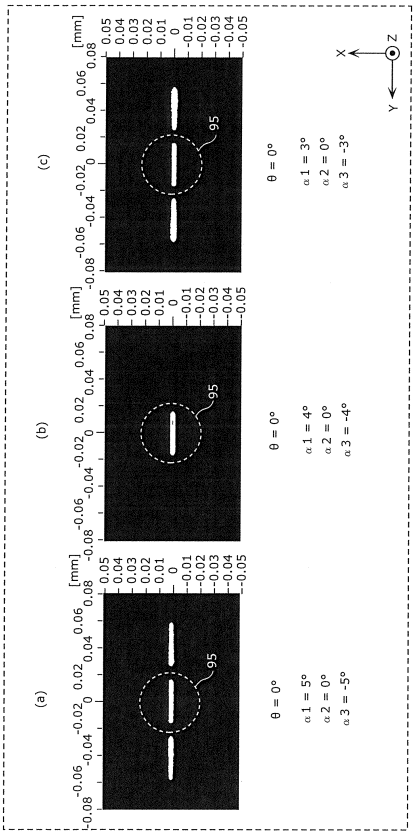
【図８】



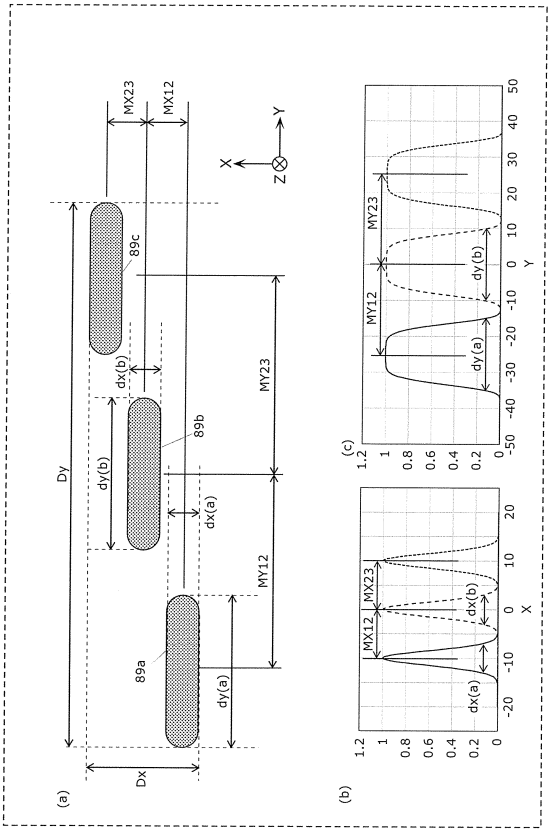
【図９Ａ】



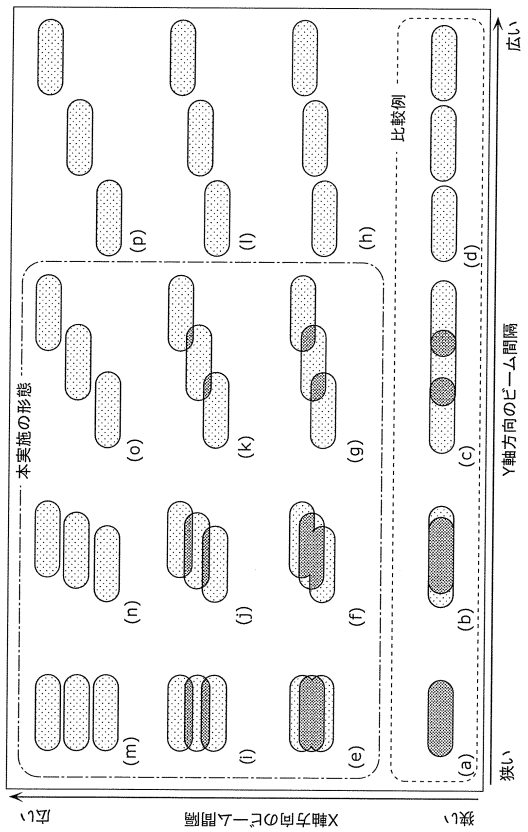
【図９Ｂ】



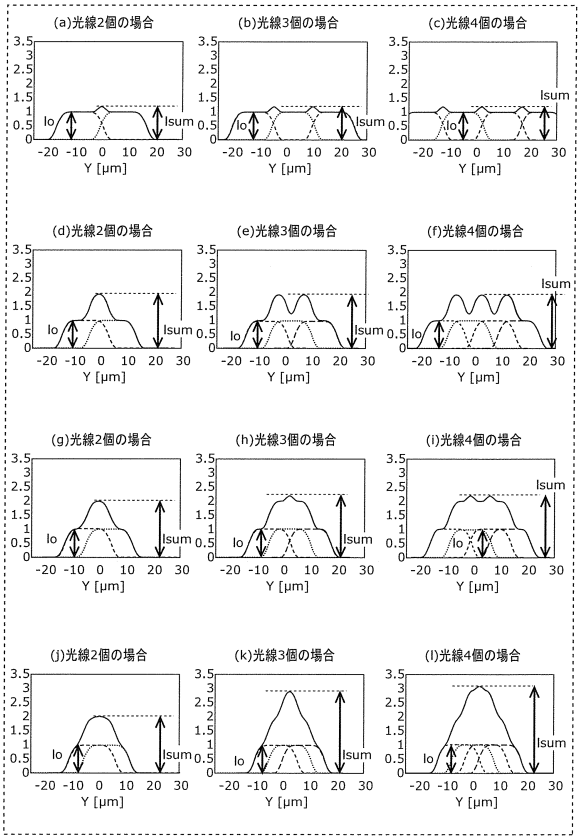
【図１０Ａ】



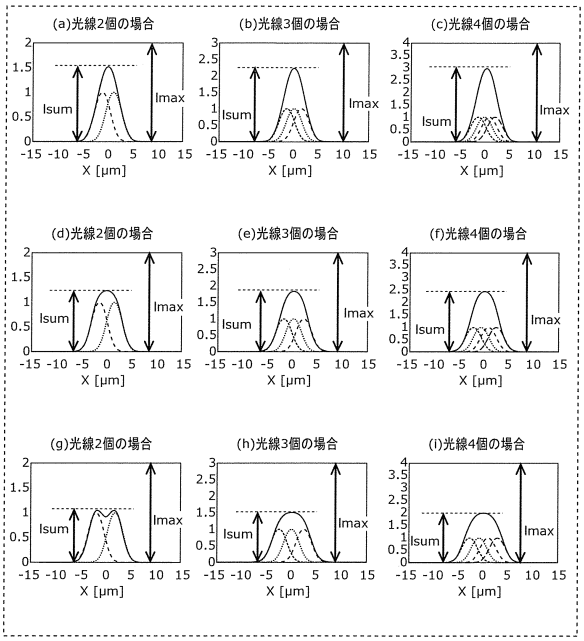
【図１０Ｂ】



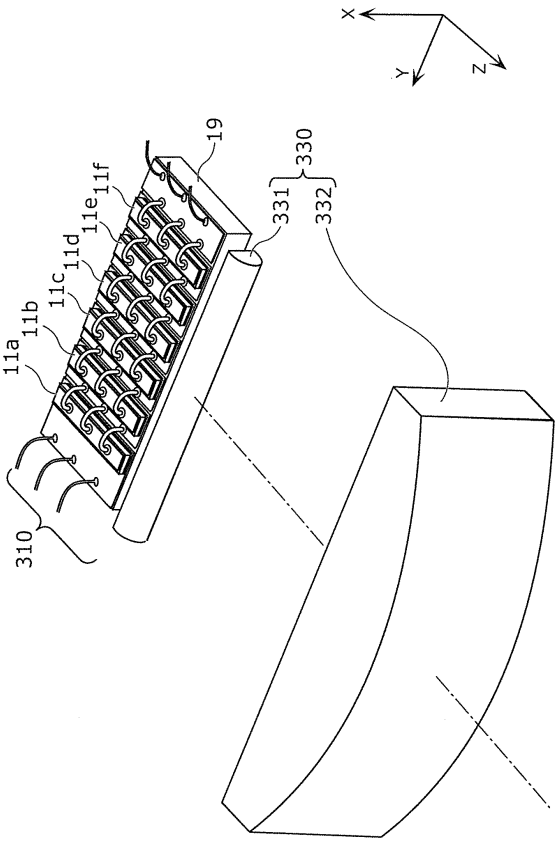
【図１０Ｃ】



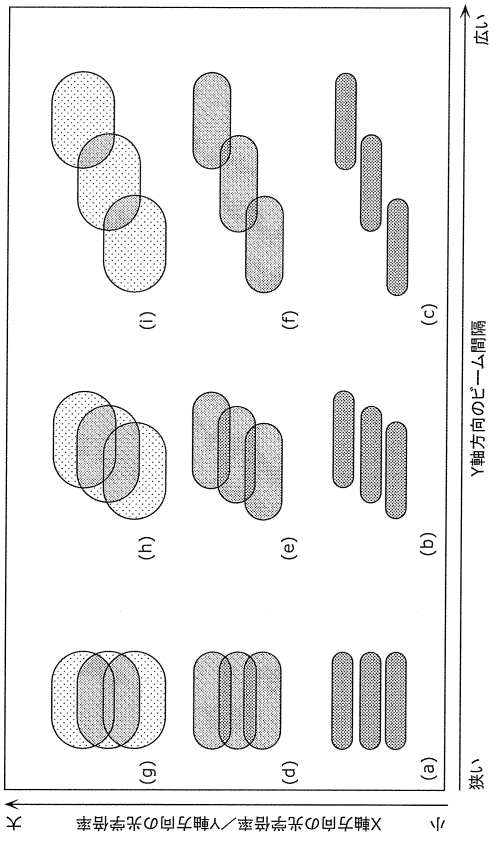
【図１０Ｄ】



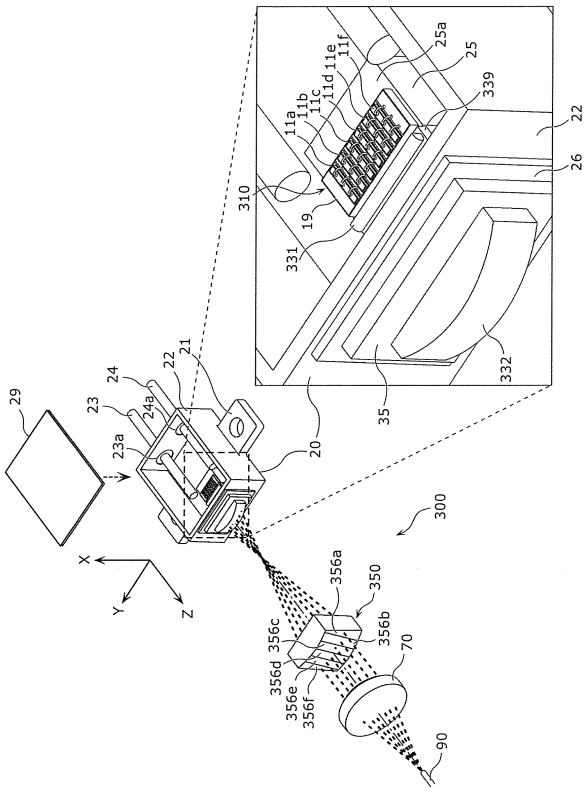
【図１１Ａ】



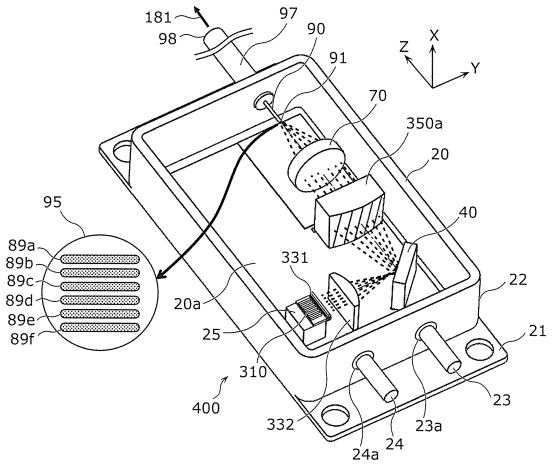
【図１１Ｂ】



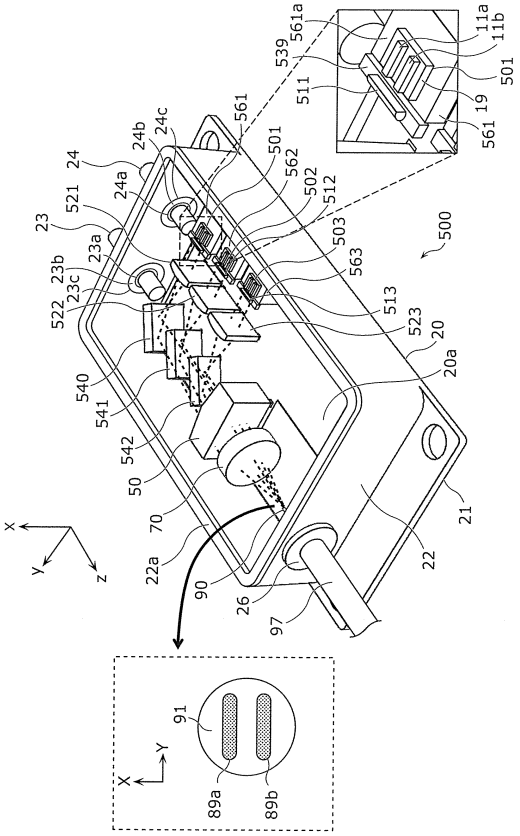
【図１２】



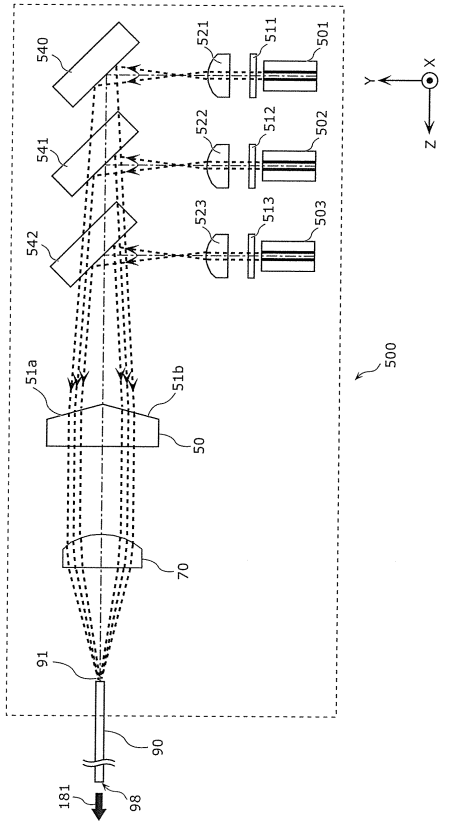
【図１３】



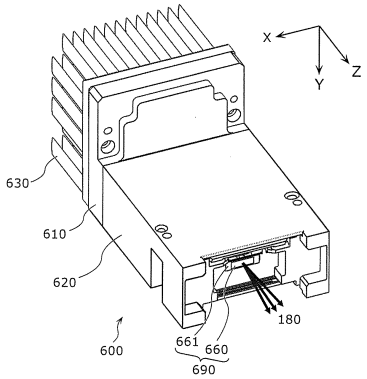
【図１４Ａ】



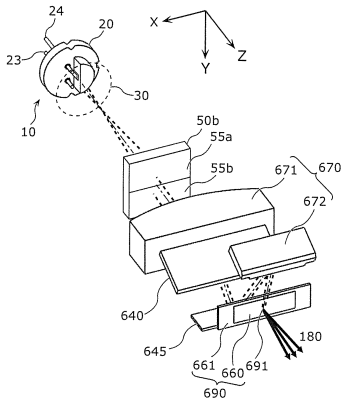
【図１４Ｂ】



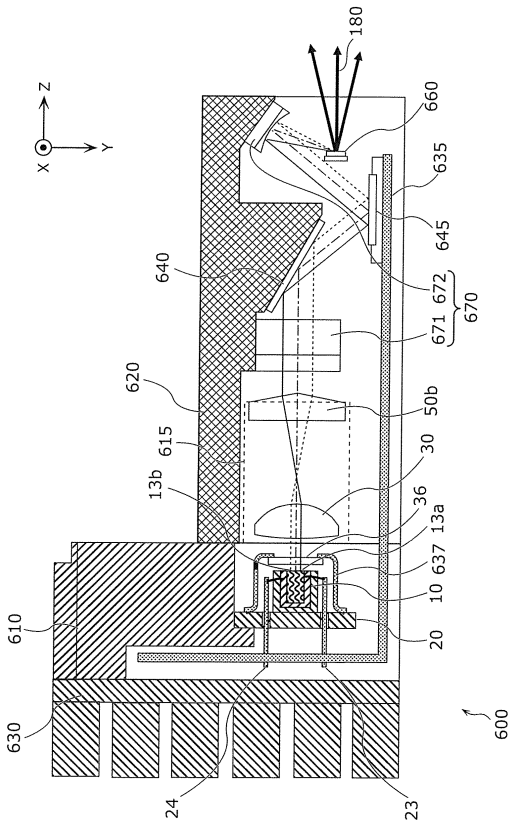
【図１５Ａ】



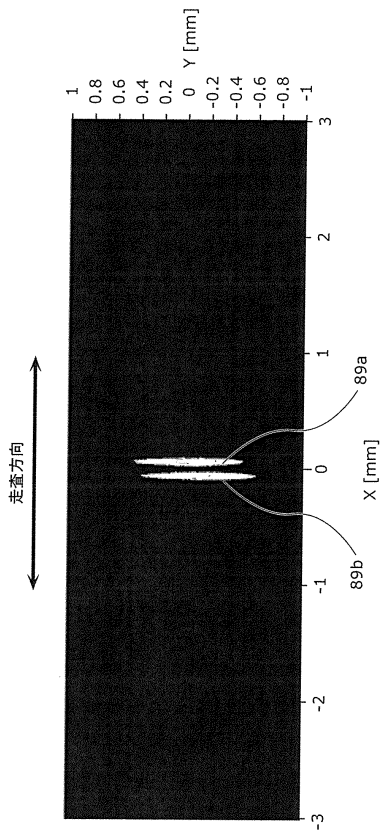
【図１５Ｂ】



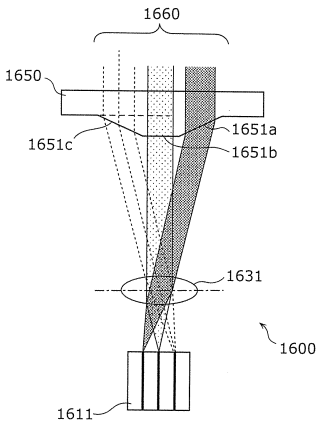
【図１５Ｃ】



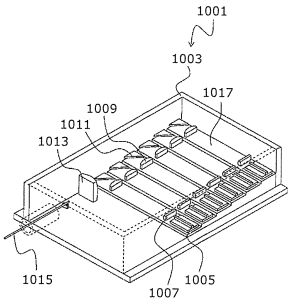
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(51)国際特許分類　　F I
F 2 1 Y 115/30 (2016.01)　　F 2 1 Y 115:30

日本国京都府長岡京市神足焼町１番地 ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社内
(72)発明者　畑 雅幸
日本国京都府長岡京市神足焼町１番地 ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社内

審査官　大西 孝宣

(56)参考文献
特開２０１５－０１５３０５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１７１３４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０５７５８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０３２８３１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－００８９９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０９８４０２（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第０３０９８０１７（ＥＰ，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２０１６１２４６１２（ＤＥ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１７／０２３５０５７（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｓ　５／００ － ５／５０
Ｂ２３Ｋ　２６／００ － ２６／７０
Ｆ２１Ｋ　９／００ － ９／９０
Ｆ２１Ｓ　２／００ － ４５／７０
Ｇ０２Ｂ　５／００ － ５／１３６
Ｇ０２Ｂ　６／２６ － ６／２７
Ｇ０２Ｂ　６／３０ － ６／３４
Ｇ０２Ｂ　６／４２ － ６／４３