

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5900934号
(P5900934)

(45) 発行日 平成28年4月6日 (2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 S 5/022 (2006.01) H O 1 S 5/022

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-157757 (P2014-157757)	(73) 特許権者	514328539
(22) 出願日	平成26年8月1日 (2014.8.1)		ツーシックス レーザー エンターブラ
(62) 分割の表示	特願2011-508676 (P2011-508676)		イズ ゲーエムペーハー
原出願日	平成21年5月7日 (2009.5.7)		スイス チューリッヒ ツェーハー 80
(65) 公開番号	特開2014-241430 (P2014-241430A)	(74) 代理人	110001302
(43) 公開日	平成26年12月25日 (2014.12.25)		特許業務法人北青山インターナショナル
審査請求日	平成26年8月22日 (2014.8.22)	(72) 発明者	ウォラク, エドモンド, エル.
(31) 優先権主張番号	61/051, 628		アメリカ合衆国 アリゾナ州 85718
(32) 優先日	平成20年5月8日 (2008.5.8)		, ツーソン, エヌ. ドナベアトリックスサ
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ークル 6621
			ロメロ, オスカー, ディー.
			アメリカ合衆国 アリゾナ州 85746
			, ツーソン, ウェストアヴェニダオブレゴ
			ン 2930

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高輝度ダイオード出力の方法及びデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学システムであって、

第1の出力軸を伴う第1の出力を有する第1のレーザエミッタバーと；

前記第1の出力軸に対し実質的に垂直方向の第2の出力軸を伴う第2の出力を有する第2のレーザエミッタバーと；

前記第1の出力及び前記第2の出力に動作可能に結合され、前記第1の出力の伝播方向と実質的に平行な伝播方向に、前記第2の出力の向きを変え、前記第1の出力と前記第2の出力とを交互配置するように構成される輝度増強光学素子と；

前記第1のレーザエミッタバーと前記輝度増強光学素子との間に配置され、かつ前記第1のレーザエミッタバーの前記第1の出力に動作可能に結合される第1の速軸コリメータと；

前記第2のレーザエミッタバーと前記輝度増強光学素子との間に配置され、かつ前記第2のレーザエミッタバーの前記第2の出力に動作可能に結合される第2の速軸コリメータと；

前記第1のレーザエミッタバーと前記輝度増強光学素子との間に配置され、かつ前記第1のレーザエミッタバーの前記第1の出力に動作可能に結合される第1のビーム再構成光学部品と；

前記第2のレーザエミッタバーと前記輝度増強光学素子との間に配置され、かつ前記第2のレーザエミッタバーの前記第2の出力に動作可能に結合される第2のビーム再構成

10

20

光学部品と；
を具備、

前記輝度増強光学素子は、光学的透過部分が光学的反射部分と交互になる出力面を有する周期的な交互配置部を具備、前記第1のレーザエミッタバーの前記第1の出力の各ビームが光学的透過部分に向けられ、前記第2のレーザエミッタバーの前記第2の出力の各ビームが、反射部分によって前記第1の出力の方向と実質的に平行な方向に反射され、

前記光学的透過部分及び前記光学的反射部分が、実質的には、レーザエミッタバーのエミッタの高さに1.40ないし1.42、あるいは2の平方根の値を乗じた高さを有する、実質的に等しい幅の平行な縞部として構成されることを特徴とするシステム。

【請求項2】

10

請求項1に記載のシステムが、前記第1のレーザエミッタバー及び前記第2のレーザエミッタバーの前記第1の出力及び前記第2の出力に、それぞれ動作可能に結合される遅軸コリメータを更に具備することを特徴とするシステム。

【請求項3】

請求項1に記載のシステムが、前記輝度増強光学素子の出力に動作可能に結合される集束光学部品を更に具備することを特徴とするシステム。

【請求項4】

請求項1に記載のシステムにおいて、前記光学的透過部分及び前記光学的反射部分の幅が、前記部分の幅の約半分であることを特徴とするシステム。

【請求項5】

20

請求項1に記載のシステムにおいて、前記周期的な交互配置部が、前記第1のレーザエミッタバー及び前記第2のレーザエミッタバーの各々の前記第1の出力及び前記第2の出力に対し、約45度の角度で配置される実質的に平行な面を有するプレートを具備することを特徴とするシステム。

【請求項6】

請求項5に記載のシステムにおいて、前記第1の出力が前記プレートの厚さを介した屈折によって横方向に配置されることを特徴とするシステム。

【請求項7】

請求項1に記載のシステムにおいて、前記周期的な交互配置部が一对のプリズムを具備、前記周期的な交互配置部が前記プリズムのうちの少なくとも1つの表面上に形成されることを特徴とするシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

レーザエミッタバーの出力ビームの輝度を維持するのに用いられうる光学システム及びその部品。いくつかの実施形態は、レーザエミッタバーの出力ビームの高効率の結合又は他の好適な用途に有用となりうる。

【背景技術】

【0002】

光エネルギー、いくつかの実施形態においてはレーザエネルギーを要求するアプリケーションは、レーザエネルギー源として一般に利用可能で、動作に信頼性があり、かつ比較的経済的な、レーザダイオードといった固体光源の使用により有益になる。このようなデバイスは単一バーの中に、共通の方向に同時にレーザ光を放出する複数のレーザエミッタを含みうる。更に、複数の固体又はレーザエミッタバーは、均一の高出力レベルを生成するように積層型の構成で配置されうる。

40

【0003】

レーザダイオードバーは多くの場合、通信技術用デバイス、医療用アプリケーション、及び単一の固体エミッタバー又は積層型構成の複数のバーの総てのエミッタの出力を単一の光ファイバ又は他の光導管に結合することが所望される、軍事用アプリケーションといった他のアプリケーションで用いられる。一般的にはこのような固体エミッタバーのエミ

50

ッタは、動作中に顕著な熱量を生成し、精密かつ高価な冷却システムを必要とせずには十分な冷却を可能にするように互いに間隔を置いて配置される。このような間隔はバーの冷却を改善するが、複数のエミッタからの出力ビームの結合を困難にしうる。このような出力ビームの結合は大多数の高価な光学部品、ならびにこのような光学素子を取付けるための大きな領域を要求しうる。

【0004】

更に、いくつかのアプリケーションに対して、ビーム再構成光学部品は、エミッタ出力の所望のデバイスへの結合を更に増加させるために用いられる。しかしながら、このようなビーム構成素子は更に、結合プロセスを複雑にし、レーザエミッタバー又はバーの出力ビーム間でギャップを生成することによって、バーの出力全体の輝度を低減しうる。この1の理由は、一部のビーム再構成光学部品について、ビーム再構成光学部品を通過するビーム片の大きさが、光源のレーザエミッタバー等の中心間隔よりも有意に小さくしなければならぬからである。このようにして、輝度は下流の光学素子で失われうる。

【0005】

必要とされているものは、出力が再構成された後に、レーザエミッタバーの複数のエミッタの出力の輝度及び倍率を維持するための方法及びデバイスである。更に必要とされているものは、わずかな光学素子又は部品を用いるレーザエミッタバーの再構成された出力ビームを結合するためのデバイス及び方法である。

【発明の概要】

【0006】

光学システムのいくつかの実施形態は、出力軸を伴う出力を有するレーザエミッタバーと；レーザエミッタバーの出力に動作可能に結合される輝度増強光学素子と；レーザエミッタバーと、輝度増強光学素子との間に配置され、レーザエミッタバーの出力に動作可能に結合される速軸コリメータと；を具える。光学システムは、更にレーザエミッタバーのエミッタの出力ビームを、別個に回転するように構成され、輝度増強光学素子と、レーザエミッタバーとの間に配置され、レーザエミッタバーの出力に結合されるビーム再構成光学部品を具えてもよい。

【0007】

輝度増強光学素子のいくつかの実施形態においては、複数の隣接する入力ファセットを伴う入力面と；それぞれの各入力ファセットに対応する複数の隣接する出力ファセットを伴う出力面と；を有するファセット型の望遠鏡構造を具える。入力及び出力面は相互に実質的に平行であってもよく、光学素子を通る実質的に平行な入力ビームを、互いに平行であり、平行な入力ビームの間隔よりも相互に近接する間隔を有する出力ファセットから射出すべく、屈折するように構成してもよい。

【0008】

光学システムのいくつかの実施形態は、第1の出力軸を伴う第1の出力を有する第1のレーザエミッタバーと；第1の出力軸に対し実質的に垂直方向の第2の出力軸を伴う第2の出力を有する第2のレーザエミッタバーと；第1の出力及び第2の出力に動作可能に結合され、第1の出力の伝播方向と実質的に平行な伝播方向に、第2の出力の向きを変え、第1及び第2の出力を交互配置するように構成される輝度増強光学素子と；を具える。光学システムは更に、第1のレーザエミッタバーと輝度増強光学素子との間に配置され、かつ第1のレーザエミッタバーの第1の出力に動作可能に結合される第1の速軸コリメータと；第2のレーザエミッタバーと輝度増強光学素子との間に配置され、かつ第2のレーザエミッタバーの第2の出力に動作可能に結合される第2の速軸コリメータと；を具えてもよい。システムは更に、第1のレーザエミッタバーと輝度増強光学素子との間に配置され、かつ第1のレーザエミッタバーの第1の出力に動作可能に結合される第1のビーム再構成光学部品と；第1のレーザエミッタバーと輝度増強光学素子との間に配置され、かつ第2のレーザエミッタバーの第2の出力に動作可能に結合される第2のビーム再構成光学部品と；を具えてもよい。これらの実施形態の一部については、輝度増強光学素子は、光学的透過部分が光学的反射部分と交互になる出力面を有する周期的な交互配置部を具える。

このような実施形態については、第1のレーザエミッタバーの第1の出力の各ビームは光学的透過部分に向けられてもよく、第2のレーザエミッタバーの前記第2の出力の各ビームは、反射部分によって第1の出力の方向と実質的に平行な方向に反射される。

【0009】

一体型光学レンズのいくつかの実施形態は、第1の表面と第2の表面とを有し、双方共にレーザエミッタバーの出力を集束し、かつ、遅軸方向においてレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成されるレンズ本体を具える。これらの実施形態の一部については、第1の表面はレーザエミッタバーの出力を集束するように構成される非球面レンズを具え、第2の表面は、遅軸方向においてレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成される非シリンドリカルなレンズを具える。

10

【0010】

光学システムのいくつかの実施形態は、出力軸を伴う出力を有するレーザエミッタバーと；レーザエミッタバーの出力に動作可能に結合される速軸コリメータと；第1の表面と第2の表面とを有し、双方共にレーザエミッタバーの出力を集束し、かつ、遅軸方向においてレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成されるレンズ本体を具える一体型光学レンズと；を具える。これらの実施形態の一部については、一体型光学レンズの第1の表面は、レーザエミッタバーの出力を集束するように構成される非球面レンズを具え、一体型光学レンズの第2の表面が、遅軸方向におけるレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成される非シリンドリカルなレンズを具える。

20

【0011】

少なくとも1のレーザエミッタバーの出力を処理する方法のいくつかの実施形態は、複数の実質的に平行なビーム片を複数のレーザエミッタから放射するステップと；速軸方向においてビーム片を実質的にコリメートするステップと；各々のビーム片の回転によってビーム片を再構成するステップと；ビーム片を輝度増強光学素子に通過させることによって、ビーム片の輝度を増加させるステップと；を具える。これらの実施形態の一部は更に、遅軸方向においてビーム片を実質的にコリメートするステップを具えてもよい。

【0012】

これらの実施形態の特徴は、添付の例示的な図面と併用された場合に、以下の詳細な説明から更に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

30

【0013】

【図1】図1は、ある実施形態のレーザエミッタバーの透視図である。

【図2】図2は、ある実施形態のレーザエミッタバーの積層型アレイの透視図である。

【図3】図3は、図2の実施形態の積層型アレイのレーザエミッタバーの放射アレイを示す。

【図4A】図4Aは、ある実施形態の光学システムの正面図を示す。

【図4B】図4Bは、図4Aの光学システムの上面図を示す。

【図4C】図4Cは、速軸コリメータとビーム再構成光学部品との間の、図4A及び4Bのレーザエミッタバーのエミッタのビームの断面図である。

【図4D】図4Dは、ビーム再構成光学部品と輝度増強光学素子との間の、図4A及び4Bのエミッタのビームの断面図である。

40

【図4E】図4Eは、図4A及び4Bにおける輝度増強光学素子のビーム出力の断面図である。

【図5】図5は、ある実施形態の再構成光学素子を示す。

【図6】図6は、ある実施形態のビーム再構成光学部品を示す。

【図7A】図7Aは、ある実施形態の輝度増強光学素子の上面図を示す。

【図7B】図7Bは、図7Aの輝度増強光学素子の側面図を示す。

【図8A】図8Aは、ある実施形態の輝度増強光学素子の上面図を示す。

【図8B】図8Bは、図8Aの輝度増強光学素子の側面図を示す。

【図9A】図9Aは、ある実施形態の一体型輝度増強光学素子及び遅軸コリメータの上面

50

図を示す。

【図 9 B】図 9 B は、図 9 A の実施形態の一体型輝度増強光学素子及び遅軸コリメータの側面図を示す。

【図 10 A】図 10 A は、ある実施形態の輝度増強光学素子の上面図を示す。

【図 10 B】図 10 B は、図 10 A の実施形態の輝度増強光学素子の側面図を示す。

【図 11 A】図 11 A は、ある実施形態の輝度増強光学素子の上面図を示す。

【図 11 B】図 11 B は、図 11 A の実施形態の輝度増強光学素子の側面図を示す。

【図 12】図 12 は、2 のレーザエミッタバーと輝度増強光学素子とを有する実施形態の、ある実施形態の光学システムの上面図である。

【図 13 A】図 13 A は、ある実施形態の交互配置型の輝度増強光学素子の側面図である。 10

【図 13 B】図 13 B は、図 13 A の実施形態の交互配置型の輝度増強光学素子の上面図である。

【図 13 C】図 13 C は、交互配置型の輝度増強光学素子を通る第 1 及び第 2 のエミッタバーのエミッタ出力の光路を示す、図 13 A の実施形態の交互配置型の輝度増強光学素子の上面図である。

【図 13 D】図 13 D は、図 13 C の交互配置型の輝度増強光学素子を通る単一エミッタ出力の光路と、得られる変位する光路を示す。

【図 14 A】図 14 A は、ある実施形態の交互配置型の輝度増強光学素子の上面図である。 20

【図 14 B】図 14 B は、一方のプリズム素子がない、他方のプリズム素子の、ある実施形態の交互配置面を示した、図 14 A の交互配置型の輝度増強光学素子の透視図である。

【図 14 C】図 14 C は、第 1 及び第 2 のエミッタバーのエミッタ出力の光路を示す、図 14 A の交互配置型の輝度増強光学素子の上面図である。

【図 15 A】図 15 A は、ある実施形態の一体型光学レンズの上面図である。

【図 15 B】図 15 B は、図 15 A の実施形態の一体型光学レンズの側面図である。

【図 16 A】図 16 A は、ある実施形態の一体型光学レンズの上面図である。

【図 16 B】図 16 B は、図 16 A の実施形態の一体型光学レンズの側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】 30

本明細書中で述べられる実施形態は、レーザエミッタバー又はレーザエミッタチップが 1 以上の内部配置されるエミッタを有するよう、エミッタの出力を処理する方法及びデバイスに関する。本明細書中で述べられる実施形態は更に、レーザエミッタバーの出力を、光ファイバといった光導管に結合する方法及びデバイスに関する。このようなバー又はチップは、多様な方法によって複数の実施形態の光学システムに取付けられ、そうでない場合は組み込まれうる。このような光学パッケージについては、チップの出力アレイが適切に配列されるべきであり、このような配列は都合良くかつ正確に行うことができ、最終的な構成がチップによって生成される熱を効率良く放散すべきことは重要である。いくつかの実施形態については、光学システムのスペース及びコストを節約するために、光学システムで用いられる光学部品を最小化することが所望される。 40

【0015】

図 1 は、互いに対して実質的に平行な光軸を有する全部で 5 のエミッタ 16 を具える、出力面 14 を有するレーザエミッタバー 12 を示す。本明細書中に記載の実施形態は一般的には、単一のエミッタバーで用いることを対象にするが、図 2 及び 3 は、いくつかの実施形態で用いられうる、4 のレーザエミッタバー 12 の積層型アレイ 10 を示す。各々のレーザエミッタバー 12 は、互いに隣接して配置される全部で 5 のエミッタ 16 を含む出力面 14 を有する。各々のバー 12 のエミッタ 16 は、矢印 18 によって示されるように、エミッタ 16 の遅軸方向に沿って実質的には直線状の列に配置される。エミッタ 16 の速軸方向は遅軸方向 18 に対し垂直であり、矢印 20 で示される。エミッタ 16 は、遅軸方向 18 及び速軸方向 20 の双方に垂直な放射軸 22 に沿って伝播する出力ビームで光エ 50

エネルギーを放射するように配置されるか、そうでない場合は構成される。積層型アレイのエミッタ16の放射軸22は互いに実質的に平行であってもよい。

【0016】

レーザエミッタバー12はエミッタ16の速軸方向20に沿って積層され、周期的かつ規則的な分布で積層してもよい。図2の実施形態においては、底部のレーザエミッタバー12のエミッタは、隣接するレーザエミッタバー12のエミッタから、積層型アレイ10の高さと称される、矢印24によって示される距離だけ垂直方向に分離される。いくつかの実施形態の積層型アレイ10については、矢印24によって示される高さは約1mmないし約3mm、特に約1.5mmないし約2.0mmであってもよい。このように、積層型アレイ10のレーザエミッタバー12及びエミッタ16によって、多量の光エネルギー又は出力が、いくつかの実施形態については小型デバイスで生成できる。

10

【0017】

実施形態のレーザエミッタバー12は、約1のエミッタないし約100のエミッタ、特に約3のエミッタないし約12のエミッタといった好適な数のエミッタ16を有してもよい。いくつかの実施形態については、約5のエミッタ16を有する各々のレーザエミッタバー12は、約5ワット(W)ないし約90W、特に約15Wないし約70W、更には、特に約20Wないし約30Wの出力電力を有してもよい。エミッタ16はエッジ型発光レーザダイオード、垂直共振器表面発光ダイオードレーザ(VCSEL)等といったレーザダイオードを含んでもよい。レーザエミッタバー12のエミッタ16用の材料はGaAs、InP、又はその他の好適なレーザ利得媒質等の半導体材料を含んでもよい。

20

【0018】

通常、エミッタ16の実施形態のレーザダイオードの放射開口部は、エミッタ16の長辺が一般的には数十ないし数百ミクロンの大きさであるが、その短辺は一般的には1ないし数ミクロンの大きさである形状の矩形である。エミッタ16から出る放射線は発散し、発散角はエミッタ16の短手方向に沿って大きくなる。発散角はエミッタ16の長手方向の方向では小さい。エミッタ16のいくつかの実施形態は、約30ミクロンないし約300ミクロン、特に約50ミクロンないし約200ミクロンの物理的な幅を有してもよく、エミッタは約1ミクロンないし約3ミクロンの高さを有してもよい。いくつかの実施形態のエミッタは、約0.5mmないし約10mm、特に約1mmないし約7mm、更には特に約3mmないし約6mmの共振器長を有してもよい。このような実施形態のエミッタ16は、遅軸方向18での約2度ないし約14度、特に約4度ないし約12度の光エネルギー出力の発散と、速軸方向20での約30度ないし約75度の光エネルギー出力の発散を有してもよい。

30

【0019】

レーザダイオードバー12のいくつかの実施形態は、約700nmないし約1500nm、特に約800nmないし約1000nmの波長を有する光エネルギーを放射するエミッタ16を有してもよい。エミッタ16は約300nmないし約2000nm、特に約600nmないし約1000nmの中心又はピーク波長を有する光を放射し、近赤外スペクトルにわたる波長を含んでもよい。有用なエミッタのいくつかの特定の実施形態は、約350nmないし約550nm、600nmないし約1350nm、又は約1450nmないし約2000nmのピーク波長で光を放射してもよい。このようなレーザダイオードバーはパルスモード又は連続波モードのいずれで動作させてもよい。頻繁に、波長制御され(例えば、体積回折格子(volume index grating)等からの波長依存性のフィードバックを提供することによって波長制御され)ない別個のエミッタ16の出力スペクトル帯は、約0.5nmないし約2.0nm以上であってもよい。別個の各エミッタでのスペクトル帯に加えて、ピーク放射波長の変化によって、レーザエミッタバー12の全体の帯域幅はいくつかの実施形態については約2nmないし約5nmであってもよい。積層型アレイ10は4のレーザエミッタバー12を含むが、積層型アレイ10の他の実施形態は、任意の好適な数のレーザエミッタバー12を有してもよい。いくつかの実施形態の積層型アレイ10は約2のレーザエミッタバー12ないし約30のレーザエミッタ

40

50

バー 12、特に約 2 のレーザエミッタバー 12 ないし約 10 のレーザエミッタバー 12 を有してもよい。

【0020】

図 3 によると、積層型アレイ 10 は、積層型アレイ 10 のエミッタ 16 上に配置され、速軸方向 20 に各レーザエミッタバー 12 のエミッタ 16 の出力ビームを実質的にコリメートするように構成される、シリンドリカルレンズアレイの形態での速軸コリメータ 26 とともに示される。図 3 で示される実施形態はバー 12 に直接的に固定される速軸コリメータを示すが、以下に詳細に述べるように、同一のコリメートの効果が 1 以上のバー 12 から離れて固定され、不動の関係にある速軸コリメータ 26 で得られうる。速軸コリメータ 26 は各レーザエミッタバー 12 用の 1 のシリンドリカルレンズ又は 1 以上の一体型レンズアレイ、ならびにその他の好適な構成を含んでもよい。このエミッタ出力の速軸コリメーションは示されたような出力アレイ 28 を生成し、各レーザエミッタバー 12 の各エミッタ 16 の光エネルギー出力 30 は、エミッタ 16 の速軸 20 に沿って実質的にコリメートされるが、エミッタ 16 の遅軸 18 に沿って発散し続ける。各レーザエミッタバー 12 の光エネルギー出力 30 は、伝播方向に対して横方向の矩形の断面を実質的に有することができ、示したように出力アレイ 28 を生成するよう相互に平行である。図 3 に示した積層型アレイの速軸コリメータ 26 に対する上述の構成は更に、単一のエミッタバー 12 に対して用いてもよい。

【0021】

上述のように、出力が再構成された後で、レーザエミッタバーの複数のエミッタの出力の輝度及び倍率を維持するのに好適な方法及びデバイスに対するニーズが残っている。更に、わずかな光学素子又は部品を用いるレーザエミッタバーの、再構成された出力ビームを結合するのに好適なデバイス及び方法に対するニーズが残っている。図 4 A 及び 4 B は励起時に出力を放射しうる、5 のエミッタ 16 を有するレーザエミッタバー 12 を具え、上述の図 2 に示すような出力軸を有する光学システム 30 を示す。輝度増強光学素子 32 は、レーザエミッタバー 12 の出力軸と実質的に整列し、エミッタ出力がエミッタバー 12 に隣接配置される速軸コリメータ 34 を通過した後にレーザエミッタバーに動作可能に結合され、かつ、その出力ビームに動作可能に結合されるように配置及び配向される。速軸コリメータ 34 は更に、レーザエミッタバー 12 と輝度増強光学素子 32 との間に配置してもよい。速軸コリメータは実質的に速軸方向において、エミッタ 16 のエミッタ出力ビームをコリメートするように供する。各エミッタビームの長軸の周りで、レーザエミッタバー 12 のエミッタの出力ビームを別個に回転させるように構成されるビーム再構成光学部品 36 は、輝度増強光学素子 32 とレーザエミッタバーとの間に配置される。いくつかの実施形態については、ビーム再構成光学部品 36 は、図 4 A 及び 4 B に示されるように、速軸コリメータ 34 と輝度増強光学素子 32 との間に配置してもよい。ビーム再構成光学部品 36 は更に、速軸コリメータ 34 を通過したレーザエミッタバー 12 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。

【0022】

輝度増強光学素子 32 は一般的には、光学システムの輝度を維持又は減少を最小化するように構成される。このように、本明細書で用いられるように、輝度増強という用語又は他の同様の用語は一般的に、本明細書中の光学システム及び方法における、輝度の維持又は輝度減少の最小化に関連づけられる。本明細書中に記載の実施形態のデバイス及び方法は輝度のレベルを増加させないことは理解されよう。

【0023】

光学システム 30 は更に、輝度増強光学素子 32 から放射されるレーザエミッタバー 12 の出力に動作可能に結合されるように、配置及び配向される遅軸コリメータ 38 を具える。遅軸コリメータ 38 は、遅軸方向におけるレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成してもよい。遅軸コリメータ 38 は、輝度増強光学素子 32 と集束光学部品 40 との間に配置してもよい。選択的な集束光学部品 40 は遅軸コリメータ 38 の後ろに配置してもよく、遅軸コリメータ 38 から放射されるレーザエミッタバーの出力

に動作可能に結合されるように、配置及び配向してもよい。集束光学部品40は、遅軸コリメータ38からの出力を、光ファイバ等のような光導管41に集束させるように構成してもよい。

【0024】

複数の実施形態の遅軸コリメータ38、集束光学部品40、及び速軸コリメータ34は、ガラス、石英、及びシリカ等といった1以上の好適な光学材料から生成されるシリンダリカルレンズ、球面レンズ、又は非球面レンズ等としての標準的な構造を有してもよい。いくつかの実施形態については、速軸コリメータ34は実質的にレーザエミッタバー12の幅以上の幅を有してもよい。

【0025】

動作中に、バー12の各エミッタ16が、バー12の他のエミッタ16の出力ビームと実質的に平行な光軸を有する出力ビームを放射するように、レーザエミッタバー12は励起される。出力ビームは次いで、速軸方向において、出力ビームの各々を実質的にコリメートする速軸コリメータ34を通過する。速軸コリメータ34から放射される出力ビームのある実施形態の断面図は図4Cに示され、矢印20に示されるように速軸方向においてコリメートされる実質的な水平方向を有し、かつ、更には矢印18に示されるように遅軸方向において発散する、5の出力ビームの各々を示している。速軸コリメータ34を通過した後に、出力ビームは次いで、各出力ビームの長軸周りで約85ないし約95度、出力ビームの各々を回転させる一方、相互に実質的に平行な出力ビームを維持できるビーム再構成光学部品36を通過する。ビーム再構成光学部品36と輝度増強光学素子32との間の出力ビームの断面図がいくつかの実施形態については図4Dにおけるビーム断面に見えるように、このプロセスは有効に出力ビームの速軸方向及び遅軸方向を切り換える。

【0026】

図4Dにおけるビーム断面は、速軸コリメータ34と輝度増強光学素子32との間の遅軸方向における出力ビームの発散のために、伸長型の遅軸成分を有する。速軸方向におけるビーム断面は、速軸コリメータ34によるその方向におけるコリメーションによって図4Cのビーム断面に対して完全に一定に維持された。出力ビームの断面図に見られるように、ビームの狭小な特性のために、ならびにビーム再構成光学部品自体に固有のビーム片の断面図及び事実上の開口部の組合せのために、速軸方向における隣接するビーム間には有意なギャップがある。特に、速軸コリメータ34の後ろのビーム片の断面図は一般的には全体的な形状において矩形であるが、ビーム再構成光学部品36の多くは、矩形形状の原理平面に対して約45度の方向に事実上の開口部を多くの場合に具える、反射又は屈折手段によって機能する。いくつかの再構成光学素子36は他の手段（例えば、Southamptonマルチミラー）によって機能し、更に製造の問題（コーティング遷移、屈折式光学素子についての形状遷移等）によるギャップが生じる。これらのギャップはその後、複数の実施形態の多様な輝度増強光学素子32によって処理されうる。

【0027】

図4Dに示される断面特性を有する出力ビームは次いで、速軸方向20において別個に出力ビームの各々を拡張するが、相互に平行にビームを維持し、かつ任意の所望されない発散の導入を防ぐ輝度増強光学素子32を通過する。いくつかの好適な輝度増強光学素子は、以下に述べる望遠鏡の光学素子のレンズアレイを具える。いくつかの実施形態については、このようなアレイの望遠鏡のレンズ素子は、レーザエミッタバー12の高さと同一又は同様の高さを有してもよい。このような望遠鏡のレンズアレイならびに他の光学素子は、輝度増強光学素子の後ろの出力ビームの断面が図4Eの断面図のように見えるように、速軸方向20において出力ビームを拡張してもよい。図4Eにおいては出力ビームの各々は、出力ビームが速軸方向において相互に隣接又は重畳するように、速軸方向における輝度増強光学素子32の動作によって拡張させた。単一の大きな出力ビームとして更に現れる出力ビームのアレイは次いで、遅軸コリメータ38のような遅軸コリメート素子を通過し、次いで任意の好適な寸法及び構成の光ファイバである光導管41に集束させてもよい。

10

20

30

40

50

【0028】

いくつかの実施形態については、ビーム再構成光学部品36は、上述のようにレーザエミッタバー12のエミッタ16の出力の別個の各ビーム片を回転させるのに供する光学素子を具えてもよい。図5は、対角線上に配向されたシリンドリカルレンズ44の対向する対のアレイを具える、ある実施形態の屈折式のビーム再構成光学部品42を示す。ビーム再構成光学部品42のレンズの対向する各対は、システムのレーザエミッタバー12の別個のエミッタ16の横方向の離隔距離又は高さを実質的に同一の横方向の離隔距離又は高さを有してもよい。シリンドリカルレンズの対向する対の各レンズは更に、図5に示されるように相互に対して約90度の角度に設定してもよい。屈折式のビーム再構成光学部品42は、ガラス、石英、又はシリカ等といった任意の好適な光学材料から生成してもよい。いくつかの実施形態については、ビーム再構成光学部品36は、エミッタバー12の各エミッタ素子16からの各出力の90度のビーム回転用の屈折オフセット式のシリンドリカルレンズアレイを具える。

10

【0029】

このような屈折オフセット式のシリンドリカルレンズのいくつかの実施形態は、透過ブロックの対向する平行な表面に対称的に配置される、対角線上に配向されたシリンドリカルレンズ素子か、あるいはガラス又はシリカといった屈折性固体で生成されうる物質を具えてもよい。透過ブロックは、任意の対向するシリンドリカルレンズの対称的な対が透過ブロックの本体内の同一の点又は線で集束するようにサイズ調整してもよい。このような構成は、出力ビームの速軸及び遅軸が反転するように、入射する出力ビームを約90度回転させうる。別個の出力ビーム16の回転は速軸と遅軸との間のビーム生成及びビームプロファイルを対称的にするのに有用となり、出力ビームの後の集束又は密度を促進する一方、輝度を維持する。ビーム再構成光学部品のシリンドリカルレンズ素子の傾斜又は角度方向は、図5における矢印43によって示されるように約40度ないし約50度の角度に設定してもよい。ビーム再構成光学部品42といった、90度のビーム回転用の複数の実施形態の屈折オフセット式のシリンドリカルレンズアレイは、ドイツ国ドルトムンドのボッケンブルグヴェーグ4-8のLIMO社で作成されたような、製品を含んでもよい。

20

【0030】

図6は、各ビーム片の長軸周りでレーザエミッタバー12のエミッタ16の別個の各ビーム片を回転させるように更に供する、ある実施形態の反射式又はミラー型のビーム再構成光学部品50を示す。反射式のビーム再構成光学部品50は、出力ビームの長軸周りで、かつ、矢印56に示されるような隣接する平行に伝播するビーム片に対して、別個に各ビーム片を回転させる2の連続的な反射を生成する、入射ビーム片の光路54に対し45度に設定される複数の対となるミラー52を具える。ミラー52は高強度性の安定材料から生成してもよく、表面の反射を増加させるべく任意の非常に好適なミラーコーティング又は材料を含んでもよい。ビーム片の軸周りの回転量は変化するが、いくつかの実施形態は、同一方向で、かつ、例えば、約80度ないし約100度、特に約85度ないし約95度の回転といった実質的に同一量で各ビーム片を回転させてもよい。

30

【0031】

図4A及び4Bのシステム用の輝度増強光学素子32は、レーザエミッタバーのエミッタの出力の輝度を維持するのに供する多様な構成を含んでもよい。いくつかの実施形態の輝度増強光学素子32は、特に上述のように出力がビーム再構成光学部品によって再構成された後に、レーザエミッタバーのエミッタの出力の別個のビーム片間のギャップを充填するのに供してもよい。いくつかの実施形態の輝度増強光学素子32は、隣接するビーム片間のギャップを充填するように、エミッタのビーム片を閣僚するのに供し、更にコリメーションを改善するか、あるいは各ビーム片の発散を低減するのに供してもよい。いくつかの実施形態の輝度増強光学素子32は望遠鏡の実施形態又は光学素子を具えてもよい。いくつかの輝度増強光学素子の実施形態の望遠鏡の光学素子は、少なくともレーザエミッタバー12の各エミッタ16が輝度増強光学素子32とともに用いられるように、平行に対向配置された一対のシリンドリカルレンズを有する円柱状の望遠鏡アレイを具えてもよ

40

50

い。いくつかの実施形態の輝度増強光学素子 32 は、対となる表面を有するファセット型の望遠鏡構造を具えてもよく、複数の連続するファセットを有する入力面と、第 1 の表面のファセットよりも相互に近接配置された、複数の対応する連続するファセットを有する出力面とを具える。

【0032】

図 7 A 及び 7 B は、複数の平行に対向配置された一対のシリンドリカルレンズ 62 を、各々に隣接する、平行に対向配置された一対のシリンドリカルレンズに平行かつ隣接して配置させる、ケプラー式の円柱状の望遠鏡アレイを具える輝度増強光学素子 60 を示す。示された実施形態の平行に対向配置された一対のシリンドリカルレンズの各シリンドリカルレンズは、凸面シリンドリカルレンズである。シリンドリカルレンズは、光学素子の外面を形成する光学素子本体 64 から離れて配置される凸面部分を有して配向される。各々の対向する一対のレンズの入力レンズ及び出力レンズの集束距離及び相対間隔は、所望の量の拡張又は倍率を生成するように構成できる一方、相互に実質的に平行に、かつビームの発散を導入することなく出力ビームの各々を維持できる。

【0033】

図 7 A において矢印 66 で示されるように、レーザエミッター 12 からの入射ビーム片は、入力面の凸面入力レンズのレンズ効果 (lensing) のために焦点を通過して収束することによって、速軸方向 20 においては油庫向きに拡張される。入力ビームはその後、ビームが更に凸面となる対応する出力レンズによって再コリメートされるまで、焦点の後ろの光学素子内で再拡張される。この拡張は更に、輝度の維持を増加させるようにビームの発散を低減し、コリメーションを改善しうる。光学素子 60 による遅軸方向における発散の測定可能な正味の影響はない。光学素子の各側面のレンズは実質的には相互に平行であり、そこに結合される実施形態のレーザエミッター 12 の別個のエミッタ 16 の高さを実質的に同一の間隔又は高さを有してもよい。いくつかの実施形態については、レンズ 62 の高さは約 0.3 mm ないし約 1.5 mm、特に約 0.4 mm ないし約 1.2 mm であってもよい。光学素子 60 はガラス、石英、又はシリカ等を含む任意の好適な光学材料から生成してもよい。光学素子 60 のレンズ 62 の外面は、光学素子を通る光エネルギーの透過を増加させるために、任意の好適な抗ミラーコーティング又は材料を含んでもよい。いくつかの実施形態については、光学素子 60 の望遠鏡の素子の倍率は、約 1.2 の倍率ないし約 2.4 の倍率、特に約 1.4 の倍率ないし約 1.7 の倍率であってもよい。

【0034】

図 8 A 及び 8 B は、図 7 A 及び 7 B に示し、かつ上述した実施形態のケプラー式のアレイといくつかの点で類似するガリレイ式の円柱状の望遠鏡アレイを具えるある実施形態の輝度増強光学素子 70 を示す。図 8 A 及び 8 B に示されるように、光学素子 70 の入力側のシリンドリカルレンズ 72 は、図 7 A 及び 7 B に示した光学素子 60 上のレンズの入力アレイにおける凸面レンズではなく、凹面である。前と同じく、各々の対向する一対のレンズの入力レンズ及び出力レンズの集束距離及び相対間隔は、所望の量の拡張又は倍率を生成するように構成できる一方、相互に実質的に平行に、かつビームの発散を導入することなく出力ビームの各々を維持できる。いくつかの場合においては、増強光学素子 70 の材料、寸法及び特徴は更に、図 7 A 及び 7 B の実施形態の光学素子 60 と同一であってもよい。図 8 A に示されるように、平行な矢印によって示される入射ビームは、入力面の入力凹面レンズによって屈折される。入力レンズの屈折によって、ビームは光学素子 70 内の矢印によって示されるように光学素子 70 内で発散される。ビームはその後、側軸方向においてビームが拡張するように出力面に対応する出力レンズによって再コリメートされる一方で、各出力ビームの発散を維持する。光学素子 70 による遅軸方向における発散の測定可能な正味の影響はない。

【0035】

図 9 A 及び 9 B は、図 8 A 及び 8 B の実施形態の光学素子 70 と同一の特徴、寸法、及び材料の一部を有しうるある実施形態の輝度増強光学素子 80 を示す。しかしながら、図 9 A 及び 9 B の輝度増強光学素子 80 は、遅軸コリメータとして機能するように構成され

、その出力面に重ねられるレンズ構造を具える。出力面の遅軸コリメータのレンズは、図 4 A 及び 4 B に示した別個の遅軸コリメータの光学素子 3 8 を変位するように用いてもよい。このような実施形態においては、輝度増強光学素子 8 0 は輝度増強光学素子 3 2 及び遅軸コリメータ 3 8 の代わりとなる。図 8 A 及び 8 B に示されるように、光学素子 8 0 の出力面 8 2 は、対向配置された一对のシリンドリカルレンズの出力レンズ 8 4 上に重ねられた円柱状のレンズ構造を具える。この構造においては、整列された対となるレンズの出力レンズの各々は、遅軸方向において収束を生成するようにレンズ構造において湾曲する。出力面 8 2 のレンズの焦点距離は、システムの出力ビームを所望のレベルに有効にコリメートするように選択してもよい。出力面 8 2 の円柱状レンズは遅軸方向において、レーザエミッター 1 2 の出力を実質的にコリメートするように供する一方、平行に対向配置された一对のシリンドリカルレンズは、実施形態の光学素子 7 0 について上述したように、速軸方向においてビームを拡張することによってビーム出力の輝度を増加又は維持するように供する。いくつかの実施形態については、遅軸コリメーション用の出力面のレンズの焦点距離は、約 5 mm ないし約 5 0 mm、特に約 1 0 mm ないし約 2 0 mm であってもよい。

【0036】

図 1 0 A 及び 1 0 B は、ファセット型の望遠鏡構造又は平面平行プレート型構造を有する輝度増強光学素子 9 0 を示す。光学素子 9 0 のファセット型構造は、複数の隣接する入力ファセット 9 4 を伴う入力面 9 2 と、それぞれの各入力ファセット 9 6 に対応する複数の隣接する出力ファセット 9 8 を伴う出力面 9 6 とを有する。対となる入力及び出力ファセット 9 4 及び 9 8 は、相互に平行であってもよく、ビームが入力ビームの発散を維持すべく相互に平行な出力ファセットから射出するように、光学素子を通る実質的に平行な入力ビーム 9 0 を屈折するように構成してもよい。出力ビームは、図 1 0 A の矢印 1 0 0 によって示されるように平行な入力ビームの間隔よりも相互に近接する。エミッター 1 6 の隣接する出力ビームのより近接した間隔は、より効果的な結合及び他の用途でシステムの輝度を維持するように用いてもよい。いくつかの実施形態については、入力ファセット 9 4 が有する半径及び出力ファセットが有する半径は、光学素子 9 0 の材料及び対となるファセットの間隔と併せて、所望の圧縮量の隣接する出力ビームを生成するように選択してもよい。いくつかの実施形態については、光学素子 9 0 は、約 4 0 % ないし約 8 0 % の充填率を有する入射ビームが横方向に配置されてもよく、そうでない場合は約 8 0 % ないし約 1 0 0 % の充填率に圧縮されるように構成してもよい。本明細書中に記載の充填率の測定値は、総ての出力ビームのビームプロファイル全体中の照射領域の量のことである。例えば、図 4 D に示したビームプロファイルの充填率は約 3 0 % にできる一方、図 4 E に示したビームプロファイル又は断面における充填率は約 9 0 % にできる。光学素子 9 0 による遅軸方向における発散の測定可能な正味の影響はない。

【0037】

いくつかの実施形態の光学素子 9 0 については、各々の対応するファセット対は、図 1 1 A 及び 1 1 B の実施形態 1 1 0 に示されるように、光学素子の入力及び出力ファセット面に一对の対応するシリンドリカルレンズを具えてもよい。対向し対となるシリンドリカルレンズ 1 1 6 及び 1 1 8 の入力面 1 1 2 及び出力面 1 1 4 は相互に実質的に整列してもよく、図 1 1 A の矢印 1 2 0 によって示されるように、ビームが互いに平行であり、平行な入力ビームの間隔よりも相互に近接する間隔を有する出力ファセットから射出するように、光学素子を通る実質的に平行な入力ビームを屈折するように構成してもよい。示された実施形態 1 1 0 については、出力ビームは、光学素子 1 1 0 のレンズ対を通過するビームによって示されるように、速軸方向 2 0 においては拡張も圧縮もされず、約 1 の倍率で構成される。ビームは更に、対となるシリンドリカルレンズ 1 1 6 及び 1 1 8 の望遠鏡の効果により、コリメートするか、あるいは入力ビームに対する発散を低減しうる。いくつかの実施形態については、入力面のレンズ又はファセットの高さ又は間隔は約 0 . 3 mm ないし約 1 . 5 mm、特に約 0 . 4 mm ないし約 1 . 2 mm であってもよい。光学素子 1 1 0 はガラス、石英、又はシリカ等を含む任意の好適な光学材料から生成してもよい。光

光学素子のレンズの外表面は、光学素子を通る光エネルギーの透過を増加させるために、任意の好適な抗ミラーコーティング又は材料を含んでもよい。示した光学素子 110 のレンズ対は約 1 の倍率を有するが、光学素子 110 の各ファセットの望遠鏡のレンズ対の倍率は、約 0.5 の倍率ないし約 1.5 の倍率を有してもよい。更にいくつかの実施形態については、入力レンズ 116 が有する半径及び出力レンズ 118 が有する半径は、光学素子 90 の材料及び対となるレンズ 116 及び 118 の間隔と併せて、所望の圧縮量の隣接する出力ビームを、光学素子 110 のレンズ対による拡張及び圧縮と連動して生成するように選択してもよい。いくつかの実施形態については、光学素子 110 は、約 40% ないし約 80% の充填率を有する入射ビームが約 80% ないし約 100% の充填率に横方向に変位、圧縮及び／又は拡張されるように構成してもよい。光学素子 110 による遅軸方向における発散の測定可能な正味の影響はない。

10

【0038】

いくつかの実施形態については、本明細書中に記載の複数の実施形態の光学素子の一部を用いて、少なくとも 1 のレーザエミッター 12 の出力を制御する方法は、レーザエミッターの複数のレーザエミッター 16 から複数の実質的に平行なビーム片を放射するステップを具えてもよい。ビーム片は、レーザエミッター 12 の出力に動作可能に結合される速軸コリメータによって、速軸方向に実質的にコリメートしてもよい。出力ビーム片は次いで、その長軸で各ビーム片を回転させるように構成されうるビーム再構成光学部品 36 によって再構成してもよい。各ビーム片は隣接するビーム片に対して回転してもよく、一方、隣接するビーム片の中心又は長軸に対する、ビーム片の中心又は長軸の位置を維持してもよい。総てのビーム片の輝度は、本明細書中に記載の輝度増強光学素子のうちのいずれかといった、輝度増強光学素子 32 にビーム片を通過させることによって増加、あるいはそうでない場合は、実質的に維持されうる。いくつかの実施形態については、出力ビームは遅軸コリメータ 38 にビーム片を通過させることによって、遅軸方向に実質的にコリメートしてもよい。いくつかの実施形態については、出力ビームは、集束光学部品 40 にビーム片を通過させることによって、光導管 41 の透過コア部等に結合するのに好適な焦点又はパターンに集束してもよい。レーザエミッターの集束された出力ビームの結合に好適な光導管は、光ファイバ、中空反射器、又は整列型ミラーアレイ等を含んでもよい。

20

【0039】

レーザエミッター 12 の出力を管理するための別の実施形態の光学システムが、図 12 に示される。その実施形態の光学システム 130 は、第 1 の出力軸 134 を伴う第 1 の出力を有する第 1 のレーザエミッター 132 を具える。第 2 の出力軸 138 を伴う第 2 の出力を有する第 2 のレーザエミッター 136 は、第 2 の出力軸が第 1 の出力軸 134 と実質的に垂直になるように配置される。輝度増強光学素子 140 は、第 1 の出力及び第 2 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。輝度増強光学素子 140 は、第 1 の出力及び第 2 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。輝度増強光学素子 140 は第 2 の出力を、第 1 の出力の伝播方向と実質的に平行な伝播方向に向きを変え、かつ、矢印 142 に示されるように各々の第 1 及び第 2 のレーザエミッターからの第 1 及び第 2 の出力を交互配置するように構成される。第 1 の速軸コリメータ 144 は、第 1 のレーザエミッター 132 と輝度増強光学素子 140 との間に配置され、第 1 のレーザエミッター 132 の第 1 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。第 2 の速軸コリメータ 146 は、第 2 のレーザエミッター 136 と輝度増強光学素子 140 との間に配置され、第 2 のレーザエミッター 136 の第 2 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。第 1 のビーム再構成光学部品 148 は、第 1 のレーザエミッター 132 と輝度増強光学素子 140 との間に配置してもよく、第 1 のレーザエミッター 132 の第 1 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される。第 2 のビーム再構成光学部品 150 は、第 2 のレーザエミッター 136 と、輝度増強光学素子 140 との間に配置される。第 2 のビーム再構成光学部品 150 は、第 2 のレーザエミッター 136 の第 2 の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向される

30

40

50

。

【0040】

いくつかの実施形態については、システム130は、第1及び第2のレーザエミッタバー132及び136の第1及び第2の出力にそれぞれ動作可能に結合されるように配置及び配向される遅軸コリメータ152を具える。いくつかの実施形態については、システムは、輝度増強光学素子の出力に動作可能に結合されるように配置及び配向され、かつ光ファイバ等といった光導管156に出力を集束するように構成される集束光学部品154又は光学素子を具える。いくつかの実施形態については、輝度増強光学素子140は、図13Aないし13Dに更に詳細に示すように、周期的な交互配置部を具える。周期的な交互配置部140は、抗ミラーコーティングを含みうる入力面157と、光学的透過部分160が光学的反射部分162と交互になる出力面158とを有する。使用時に、第1のレーザエミッタバー132の第1の出力の各ビームは交互配置部の光学的透過部分に向けられ、第2のレーザエミッタバー136の第2の出力の各ビームは反射部分によって、図12における矢印142によって示されるように第1の出力の方向と実質的に平行な方向に反射される。

10

【0041】

いくつかの実施形態については、周期的な交互配置部140の光学的透過部分160及び光学的反射部分162は、交互配置部140の表面に対する入射ビームの角度方向を補償するために、レーザエミッタバーのエミッタの高さと実質的に同一の高さに、約1.40ないし約1.42の比率、あるいは2の平方根の値で乗算した高さを有する、実質的に等しい幅の平行な縞部として構成される。いくつかの実施形態については、光学的反射部分162及び光学的透過部分160の幅は、交互部分の高さの半分に等しい長さに実質的に等しくてもよい。いくつかの実施形態については、周期的な交互配置部140は、第1及び第2のレーザエミッタバー132及び136の各々の第1及び第2の出力134及び138に対し約45度の角度で配置される実質的に平行な表面を有するプレート164を具える。このような実施形態については、出力ビームの経路は、図13Cに示されるような光学素子140によって交互配置してもよい。示したように、第2のエミッタバー136からの反射ビームは、第1のエミッタバー132からの透過ビームの間に、及び／又は隣接して配置される位置から反射される。

20

【0042】

更には、このようなプレートの厚さによって、図13Cに示され、矢印141及び記号 Δ （デルタ）によって示されるように、第1のレーザエミッタバーからプレートを通過するビームの横方向の変位が生じうる。いくつかの実施形態については、第1の出力は所定の式でプレートの厚さを通る屈折によって横方向に変位される。いくつかの実施形態については、横方向の変位用の式は、 $\Delta = t \times (\sin(\theta - \Phi) / \cos \Phi)$ であり、 $\sin \theta = n \times \sin \Phi$ であり、 t は厚さであり、 n は交互配置部140の屈折率である。この関係性については、 θ 及び Φ は図13Dに示したような、交互配置部140の表面に対する角度である。

30

【0043】

プレートの実施形態の周期的な交互配置部に加えて、いくつかの実施形態の周期的な交互配置部は三角プリズムといった一对のプリズムを具え、周期的な交互配置部170は図14Aないし14Cの実施形態176に示されるように、プリズム172及び174の表面間の結合部の表面で形成される。いくつかの実施形態については、光学的透過部分160及び光学的反射部分162は、2のプリズム間の結合部の表面のうちの1つに形成してもよい。プリズム172及び174の表面のうちの1以上に形成される部分160及び162は、上述の周期的な交互配置部140の部分160及び162と同一又は同様の特徴、寸法、及び材料を有してもよい。プリズムの実施形態の交互配置部170が符号140の平行プレートのビームの通過を防止するため、上述の屈折変位 Δ を説明する必要がない。第1及び第2のバー132及び136からの、及び光学素子170を通るビームの光路は、図14Cに示されうる。このような実施形態については、出力ビームの経路は光学素

40

50

子170によって交互配置してもよい。示したように、第2のエミッタバー136からの反射ビームは、第1のエミッタバー132からの透過ビームの間に、及び／又は隣接して配置される位置から反射される。光学素子140又は170のいずれかが、図12に示すシステム130で用いられうる。

【0044】

上述のように、いくつかの実施形態の光学システムは、システムの光学素子の数を最小化するか、光学素子によって取られるスペースを最小化するか、あるいはその双方が所望されうる。図15A及び15Bは、第1の表面184と第2の表面186とを有し、双方共にレーザエミッタバーの出力を集束し、かつ、遅軸方向においてレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成されるレンズ本体182を具える一体型光学レンズ180を示す。いくつかの実施形態については、第1の表面184が、レーザエミッタバー12の出力を集束するように構成される非球面レンズ188を具えてもよく、第2の表面186が、遅軸方向におけるレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成される非シリンドリカルなレンズ190を具えてもよい。いくつかの実施形態については、第2の表面186の非シリンドリカルなレンズ190は実質的に双曲線形状を具えてもよい。いくつかの実施形態については、前記第1の表面184はレンズ本体182の入力面を具えてもよく、第2の表面186はレンズ本体182の出力面を具えてもよい。このような構成は更に、一体型光学レンズの入力面184及び出力面186のレンズ機能について変形又は反転してもよい。

【0045】

図16A及び16Bによると、一体型レンズ192は、レンズ本体194を有し、第1の表面184がレンズ本体の出力面を具え、第2の表面186がレンズ本体の入力面を具えることを除いては図15A及び15Bの実施形態と同一又は同様の特徴、寸法及び材料を有するように示される。示される一体型光学素子180及び192は、上述の光学システムのいずれかの集束光学部品及び遅軸コリメータと置換してもよい。一体型光学素子のいずれかについては、レンズ本体は、成形プロセス、研削プロセス、リソグラフィのエッチングプロセス、又はその他の好適なプロセスによって形成してもよい。更には、複数の実施形態の一体型レンズはガラス、石英、又はシリカ等といった任意の好適な光学材料から生成してもよい。

【0046】

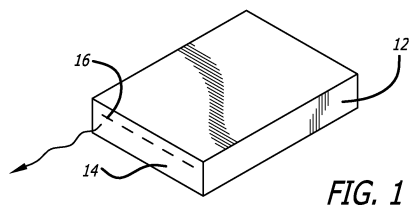
このような一体型光学素子は、本明細書中に記載の複数の実施形態の光学システムのいずれかに組み込んでもよい。例えば、光学システム（図示せず）は、出力軸を伴う出力を有するレーザエミッタバー12と；レーザエミッタバー12の出力に動作可能に結合される速軸コリメータ34と；第1の表面と第2の表面とを有し、双方共にレーザエミッタバーの出力を集束し、かつ、遅軸方向においてレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成されるレンズ本体182を具える一体型光学レンズ180と；を具えてもよい。いくつかの実施形態については、一体型光学レンズの第1の表面は、レーザエミッタバーの出力を集束するように構成される非球面レンズを具えてもよく、一体型光学レンズの第2の表面は、遅軸方向におけるレーザエミッタバーの出力を実質的にコリメートするように構成される非シリンドリカルなレンズを具えてもよい。いくつかの実施形態については、システムは更に、レーザエミッタバー12の出力に動作可能に結合され、かつ速軸コリメータ34と一体型光学レンズ180との間に配置される輝度増強光学素子32を具えてもよい。いくつかの実施形態については、システムは更に、レーザエミッタバー12のエミッタの出力ビームを別個に回転させるように構成され、輝度増強光学素子32とレーザエミッタバー12との間に配置され、かつレーザエミッタバーの出力に結合されるビーム再構成光学部品36を具えてもよい。

【0047】

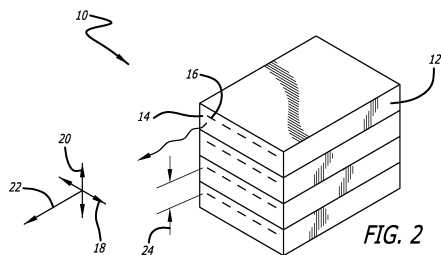
上の詳細な記載について、本明細書中で用いられる同様の引用番号は、同一又は同様の寸法、材料及び構成を有しうる同様の要素である。特定の形態の実施形態が例示及び記載されてきたが、様々な変更が本発明の実施形態の精神及び範囲から逸脱することなく、な

されうることは明らかであろう。従って、本発明は前述の詳細な説明によって限定すべきことを意図していない。

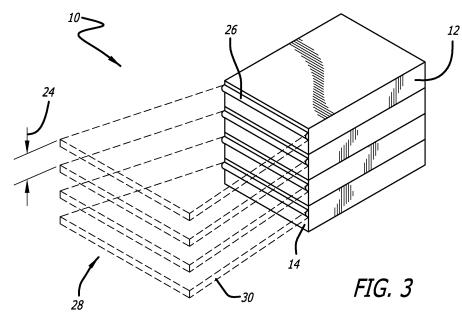
【図 1】



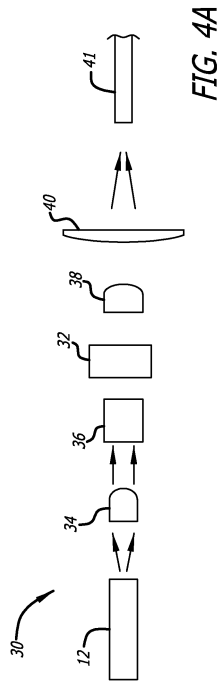
【図 2】



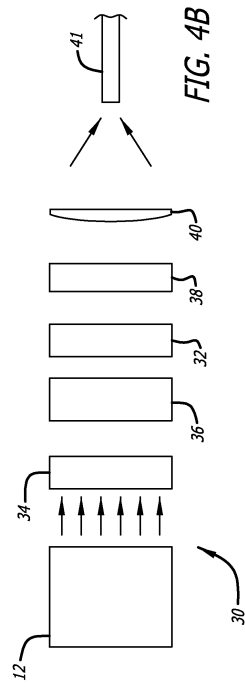
【図 3】



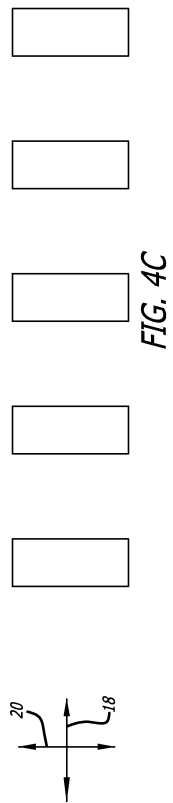
【図 4 A】



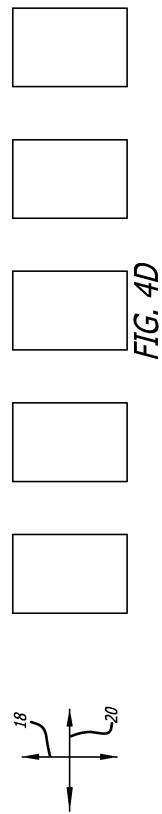
【図 4 B】



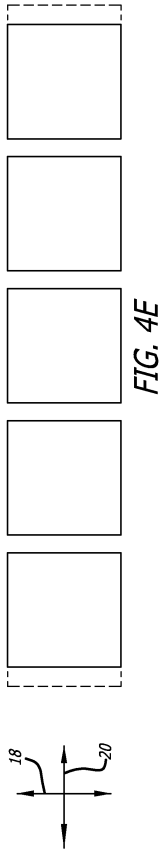
【図 4 C】



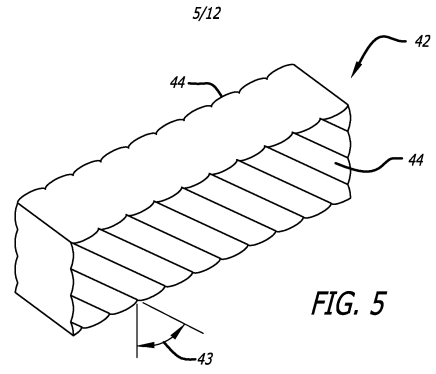
【図 4 D】



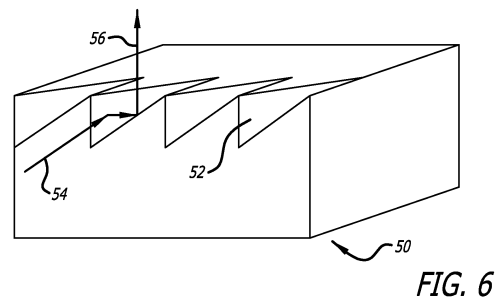
【図 4 E】



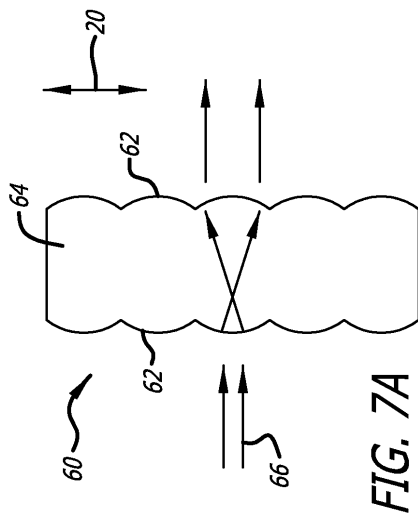
【図 5】



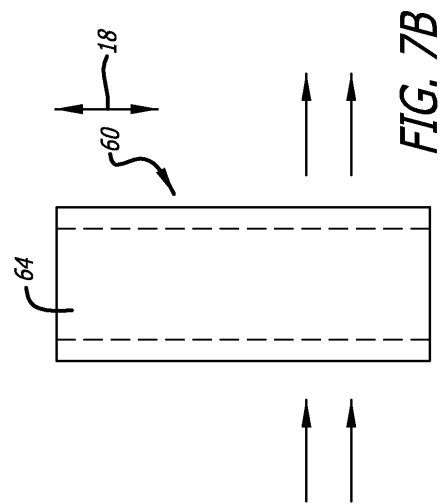
【図 6】



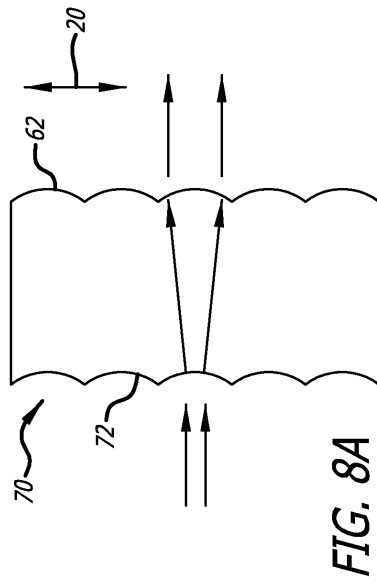
【図 7 A】



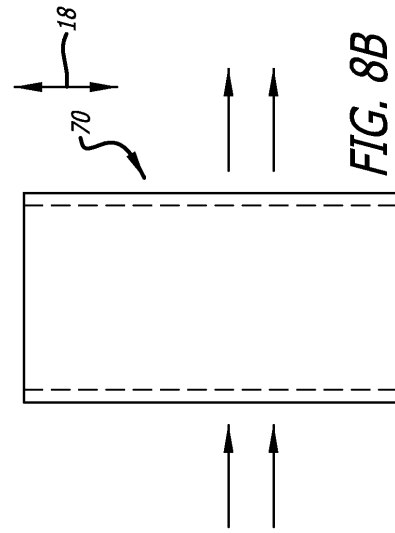
【図 7 B】



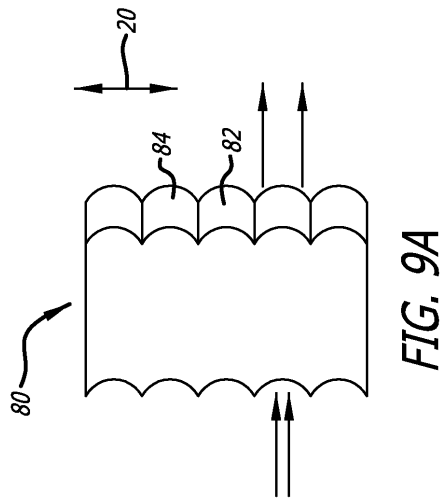
【図 8 A】



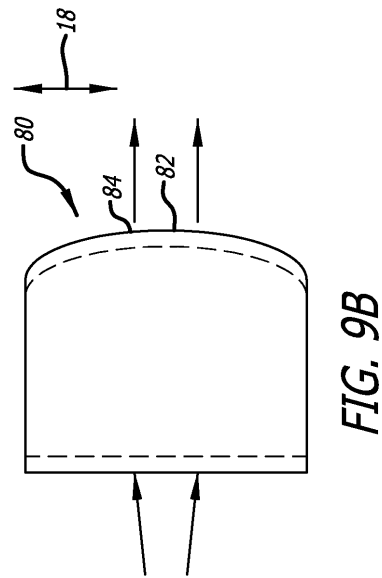
【図 8 B】



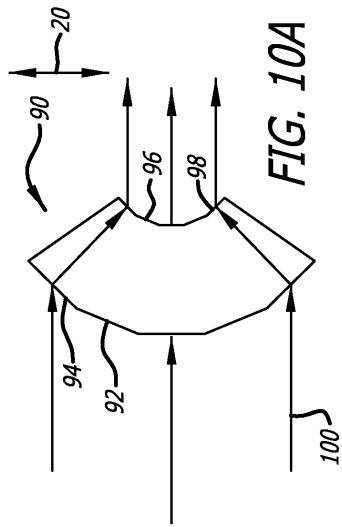
【図 9 A】



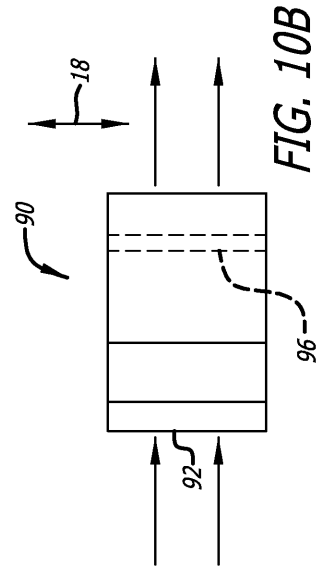
【図 9 B】



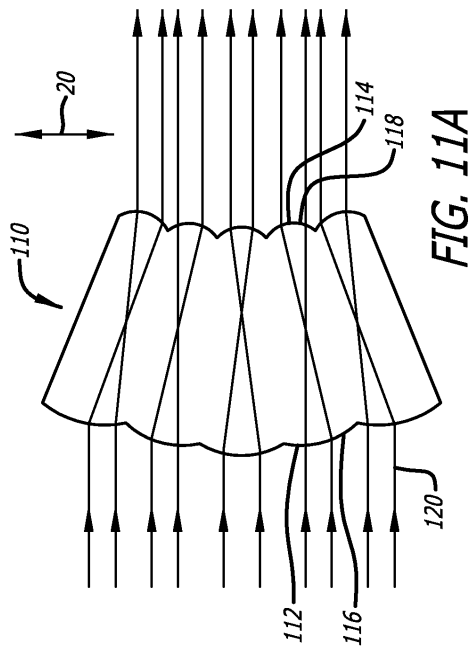
【図 10 A】



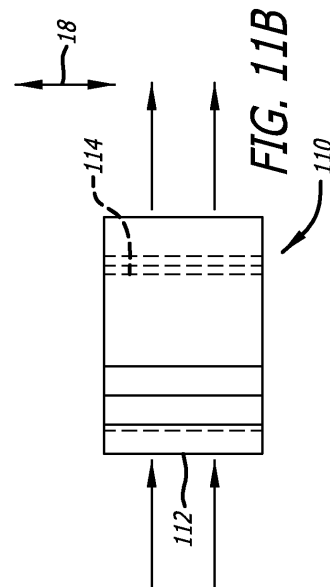
【図 10 B】



【図 11 A】



【図 11 B】



【図 1 2】

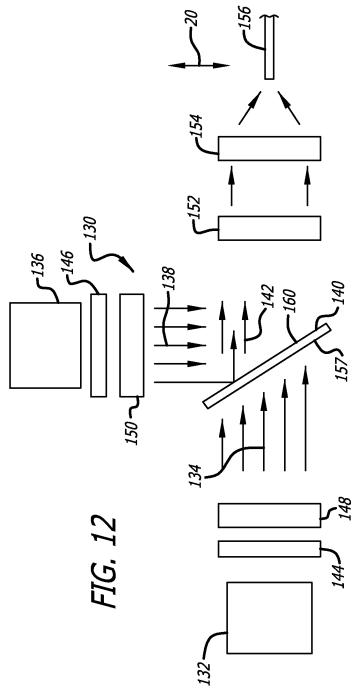


FIG. 12

【図 1 3 A】

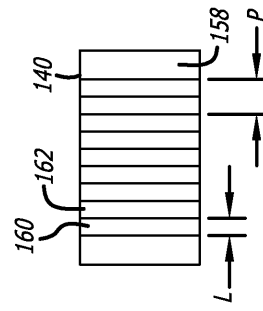


FIG. 13A

【図 1 3 B】

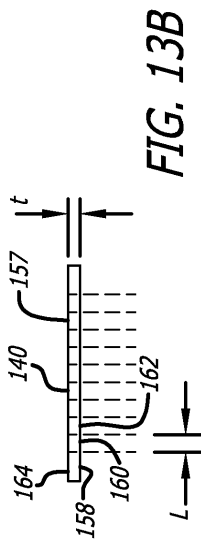


FIG. 13B

【図 1 3 C】

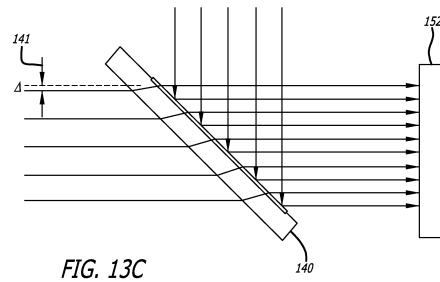


FIG. 13C

【図 1 3 D】

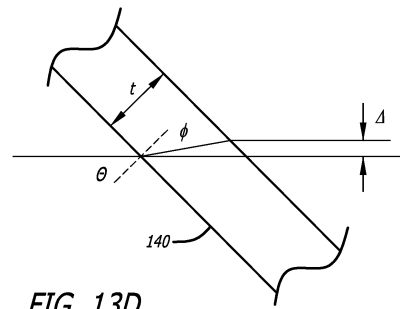
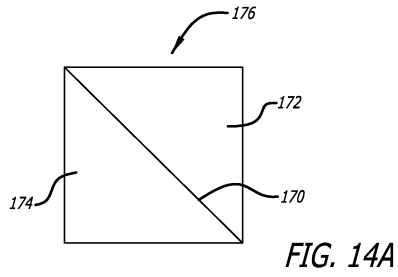
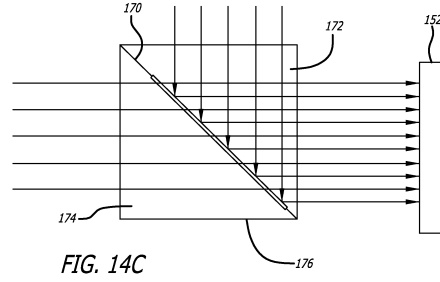


FIG. 13D

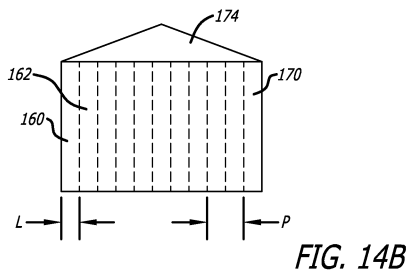
【図 14 A】



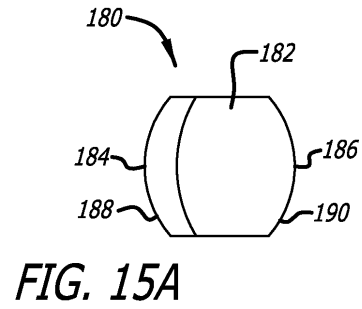
【図 14 C】



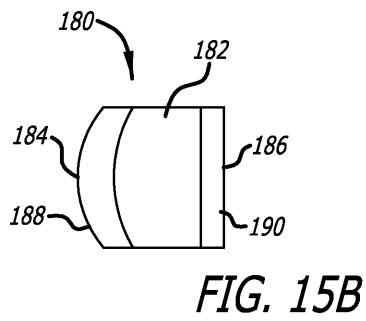
【図 14 B】



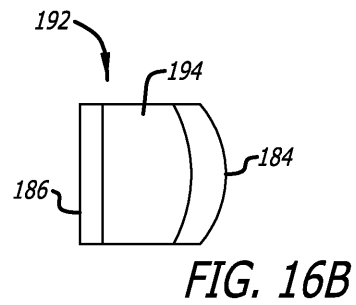
【図 15 A】



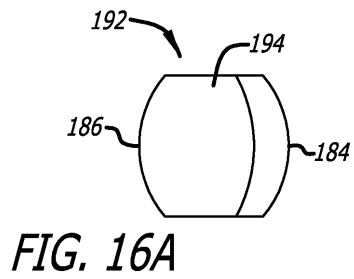
【図 15 B】



【図 16 B】



【図 16 A】



フロントページの続き

(72)発明者 ハリソン, ジェイムズ

アメリカ合衆国 アリゾナ州 85737, オロバレー, サンダーヒルプレイス 10648

(72)発明者 パク, サンーギ

アメリカ合衆国 アリゾナ州 85747, ツーソン, サウスエジプシャンドライブ 8333

審査官 百瀬 正之

(56)参考文献 特開2004-070072 (JP, A)

特開2004-096092 (JP, A)

米国特許出願公開第2004/0252743 (US, A1)

特開2002-148562 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00-5/50