

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-199085

(P2009-199085A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

G 0 2 B 27/10 (2006.01)

G 0 2 B 27/10

G 0 2 B 3/00 (2006.01)

G 0 2 B 3/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-40026 (P2009-40026)
 (22) 出願日 平成21年2月23日 (2009.2.23)
 (31) 優先権主張番号 102008010382.9
 (32) 優先日 平成20年2月21日 (2008.2.21)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 502383340
 リモ パテントフェルヴァルトゥング ゲ
 ーエムペーハー ウント コー. カーゲー
 L I M O P a t e n t v e r w a l t u
 n g G m b H & C o. K G
 ドイツ国 ゲルステングルント ドルフシ
 ュトラーセ 12
 Dorfstrasse 12 Gers
 tengrund Germany
 (74) 代理人 100075557
 弁理士 西教 圭一郎
 (72) 発明者 ミトラ, トーマス
 ドイツ国 デュッセルドルフ グラフェン
 ベルガー アレー 186ベー

最終頁に続く

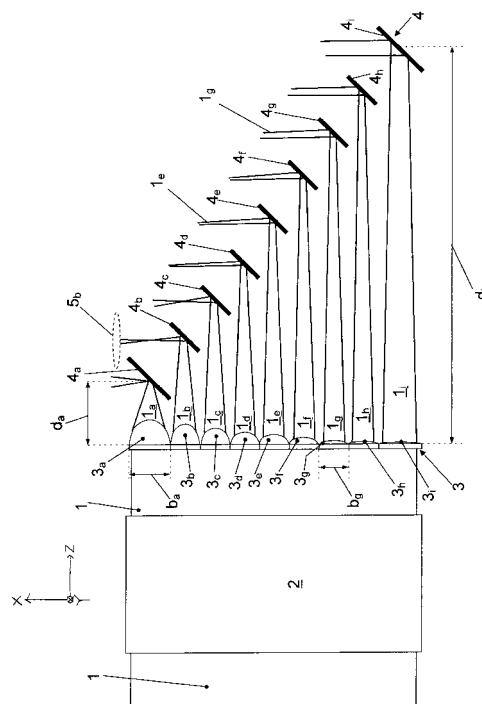
(54) 【発明の名称】 光ビームを分割する装置

(57) 【要約】

【課題】 光ビームを分割するための装置を提供する。

【解決手段】 光ビーム1を分割する装置は、少なくとも2つが互いに異なる正の焦点距離を有する複数のレンズ3a~3iを備える少なくとも1つのレンズアレイ3であって、分割されるべき光ビーム1は少なくとも1つの前記レンズアレイ3を通過することができ、複数の前記レンズ3a~3iを通過した後で少なくともいくつかの互いに分離された少なくとも部分的に収束する部分ビーム1a~1iを形成することができる少なくとも1つのレンズアレイ3と、少なくとも1つの前記レンズアレイ3の後ろに配置され、部分ビーム1a~1iの少なくともいくつかを方向転換させることができる複数の方向転換部材を備える方向転換手段4であって、前記方向転換部材のうち少なくとも2つは少なくとも1つの前記レンズアレイ3に対して異なる間隔da~diを有する方向転換手段4とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ビーム（1）を分割する装置において、

少なくとも2つが互いに異なる正の焦点距離を有する複数のレンズ（3 a～3 i）を備える少なくとも1つのレンズアレイ（3）であって、分割されるべき光ビーム（1）は少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）を通過することができ、複数の前記レンズ（3 a～3 i）を通過した後で少なくともいくつかの互いに分離された少なくとも部分的に収束する部分ビーム（1 a～1 i）を形成することができる少なくとも1つのレンズアレイ（3）と、

少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の後ろに配置され、部分ビーム（1 a～1 i）の少なくともいくつかを方向転換させることができる複数の方向転換部材を備える方向転換手段（4）であって、前記方向転換部材のうち少なくとも2つは少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）に対して異なる間隔（d a～d i）を有している方向転換手段（4）と、

を有していることを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記方向転換部材のそれぞれ1つに前記レンズ（3 a～3 i）の1つが付属していることを特徴とする、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

第1の焦点距離をもつ第1のレンズ（3 a）に付属する第1の方向転換部材は、前記第1の焦点距離よりも長い第2の焦点距離をもつ第2のレンズ（3 i）に付属する第2の方向転換部材よりも短い、少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）に対する間隔（d a）を有していることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記方向転換部材はミラー（4 a～4 i）であることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 5】

前記レンズ（3 a～3 i）はシリンダリカルレンズであることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 6】

前記装置は複数のシリンダリカルレンズをそれぞれ有する2つのレンズアレイ（3）を含んでおり、前記第1のレンズアレイ（3）のシリンダリカルレンズのシリンダ軸は前記第2のレンズアレイ（3）のシリンダリカルレンズのシリンダ軸に対して垂直に向いていることを特徴とする、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記少なくとも1つのレンズアレイ（3）の前記レンズ（3 a～3 i）の少なくともいくつかの開口は等しいことを特徴とする、請求項 1～6 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 8】

少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の両方の外側のレンズ（3 a, 3 i）は少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の少なくともいくつかの他のレンズ（3 b～3 h）よりも大きい開口を有していることを特徴とする、請求項 1～7 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 9】

前記装置は、分割されるべき光ビーム（1）の伝搬方向で見て前記方向転換部材のうちの1つの後ろに配置された、フーリエレンズとしての役目をする少なくとも1つのレンズ（5 b）を含んでおり、前記方向転換部材によって偏向された部分ビーム（1 i）を前記レンズ（5 b）を通過させて、そのビームパラメータに関して影響を与えることができることを特徴とする、請求項 1～8 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 10】

前記装置は、分割されるべき光ビーム（1）の伝搬方向（Z）で見て少なくとも1つの

10

20

30

40

50

前記レンズアレイ（３）の前に配置された均一化手段（２）を含んでいることを特徴とする、請求項１～９のいずれか１項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、光ビームを分割する装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

定義：光ビームまたはレーザ放射の伝搬方向とは、特にこれらが平面波ではないとき、または少なくとも部分的に発散もしくは収束しているとき、光ビームまたはレーザ放射の平均的な伝搬方向を意味している。光ビーム、部分ビーム、またはビームとは、明文をもって別段の記載がなされていない限り、幾何学的な光学系の理想化されたビームを意味するのではなく、現実の光ビームを意味しており、たとえば無限小に小さいビーム断面ではなく、広げられたビーム断面を有するガウス・プロファイルまたは修正ガウス・プロファイルをもつ光ビームを意味している。

【０００３】

複数の部分ビームへの光ビームの分割、たとえば高エネルギーレーザのレーザビームの分割は、従来技術においては、しばしば偏光ビームスプリッタによって行われている。偏光ビームスプリッタは、特に、定義された偏光を有する入射光ビームの場合にしか有意義に利用できないという欠点を有している。偏光していない光ビームを強度の等しい複数の部分ビームに分割したいときには、分割の前に、偏光フィルタによって光ビームを偏光させなくてはならず、このことは相当な出力損失を引き起す。

【０００４】

ミラーのような複数の幾何学的ビームスプリッタによる光ビームの分割は、望ましくない回折現象を引き起す可能性がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本発明の根底にある問題は、いっそう効率的に構成されており、特に偏光していない光ビームの分割にも利用することができる、冒頭に述べた種類の装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

このことは、本発明に従う請求項１の特徴を備える装置によって実現される。従属請求項は、本発明の好ましい実施形態に関するものである。

【０００７】

本発明は、光ビーム（１）を分割する装置において、

少なくとも２つが互いに異なる正の焦点距離を有する複数のレンズ（３ a～３ i）を備える少なくとも１つのレンズアレイ（３）であって、分割されるべき光ビーム（１）は少なくとも１つの前記レンズアレイ（３）を通過することができ、複数の前記レンズ（３ a～３ i）を通過した後で少なくともいくつかの互いに分離された少なくとも部分的に収束する部分ビーム（１ a～１ i）を形成することができる少なくとも１つのレンズアレイ（３）と、

少なくとも１つの前記レンズアレイ（３）の後ろに配置され、部分ビーム（１ a～１ i）の少なくともいくつかを方向転換させることができる複数の方向転換部材を備える方向転換手段（４）であって、前記方向転換部材のうち少なくとも２つは少なくとも１つの前記レンズアレイ（３）に対して異なる間隔（d a～d i）を有している方向転換手段（４）と、

を有していることを特徴とする装置である。

【０００８】

10

20

30

40

50

また本発明は、前記方向転換部材のそれぞれ1つに前記レンズ（3 a～3 i）の1つが付属していることを特徴とする。

【0009】

また本発明は、第1の焦点距離をもつ第1のレンズ（3 a）に付属する第1の方向転換部材は、前記第1の焦点距離よりも長い第2の焦点距離をもつ第2のレンズ（3 i）に付属する第2の方向転換部材よりも短い、少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）に対する間隔（d a）を有していることを特徴とする。

【0010】

また本発明は、前記方向転換部材はミラー（4 a～4 i）であることを特徴とする。

また本発明は、前記レンズ（3 a～3 i）はシリンドリカルレンズであることを特徴とする。

【0011】

また本発明は、前記装置は複数のシリンドリカルレンズをそれぞれ有する2つのレンズアレイ（3）を含んでおり、前記第1のレンズアレイ（3）のシリンドリカルレンズのシリンドラ軸は前記第2のレンズアレイ（3）のシリンドリカルレンズのシリンドラ軸に対して垂直に向いていることを特徴とする。

【0012】

また本発明は、前記少なくとも1つのレンズアレイ（3）の前記レンズ（3 a～3 i）の少なくともいくつかの開口は等しいことを特徴とする。

【0013】

また本発明は、少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の両方の外側のレンズ（3 a, 3 i）は少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の少なくともいくつかの他のレンズ（3 b～3 h）よりも大きい開口を有していることを特徴とする。

【0014】

また本発明は、前記装置は、分割されるべき光ビーム（1）の伝搬方向で見て前記方向転換部材のうちの1つの後ろに配置された、フーリエレンズとしての役目をする少なくとも1つのレンズ（5 b）を含んでおり、前記方向転換部材によって偏向された部分ビーム（1 i）を前記レンズ（5 b）を通過させて、そのビームパラメータに関して影響を与えることができることを特徴とする。

【0015】

また本発明は、前記装置は、分割されるべき光ビーム（1）の伝搬方向（Z）で見て少なくとも1つの前記レンズアレイ（3）の前に配置された均一化手段（2）を含んでいることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

請求項1によれば、この装置は、少なくとも2つが互いに異なる正の焦点距離を有する複数のレンズを備える少なくとも1つのレンズアレイを含んでおり、分割されるべき光ビームは少なくとも1つのレンズアレイを通過することができ、複数のレンズを通過した後で少なくともいくつかの互いに分離された少なくとも部分的に収束する部分ビームを形成することができ、さらにこの装置は、少なくとも1つのレンズアレイの後ろに配置され、部分ビームの少なくともいくつかを方向転換させることができる複数の方向転換部材を備える方向転換手段を含んでおり、方向転換部材のうち少なくとも2つは少なくとも1つのレンズアレイに対して異なる間隔を有している。

【0017】

このとき特に、方向転換部材のそれぞれ1つにレンズの1つが付属していてもよい。このとき、たとえば第1の焦点距離をもつ第1のレンズに付属する第1の方向転換部材は、第1の焦点距離よりも長い第2の焦点距離をもつ第2のレンズに付属する第2の方向転換部材よりも短い、少なくとも1つのレンズアレイに対する間隔を有することができる。

【0018】

本発明に従うレンズアレイの構成は、レンズアレイに対する異なる距離で方向転換部材

10

20

30

40

50

を配置することを可能にし、それにより、一方では方向転換部材が互いに妨げあうことがなく、他方では、方向転換部材により偏向された部分ビームが互いに別々に進行することになる。各レンズの異なる焦点距離は、部分ビームの異なる強さの収束を引き起す。部分ビームの異なる強さの収束に基づき、部分ビームの伝搬方向で方向転換部材が相互にオフセットされているにもかかわらず、方向転換部材に当たるときの部分ビームの断面は、それぞれ全面的な部分ビームの方向転換を保証するのに十分な小ささである。

【0019】

たとえば方向転換部材はミラーであってもよい。

さらに、レンズはシリンдриカルレンズであってもよい。

【0020】

このとき、この装置は複数のシリンдриカルレンズをそれぞれ有する2つのレンズアレイを含んでいることが可能であり、第1のレンズアレイのシリンдриカルレンズのシリンダ軸は第2のレンズアレイのシリンダ軸に対して垂直に向いている。

【0021】

さらに、少なくとも1つのレンズアレイのレンズの少なくともいくつかの開口は等しいことが可能である。

【0022】

これに加えて、少なくとも1つのレンズアレイの両方の外側のレンズは、少なくとも1つのレンズアレイの少なくともいくつかの他のレンズよりも大きい開口を有することができる。このような種類の構成により、すべての部分ビームの強度が同じ大きさであることを保証することができる。

【0023】

これに代えて、個々の部分ビームまたは全部の部分ビームが互いに異なる強度を有するように、個々のレンズの開口を異なる大きさに選択することが可能である。このようにレンズアレイの構成によって、各部分ビームの強度の比率を要求事項に応じて設定することができる。

【0024】

この装置は、分割されるべき光ビームの伝搬方向で見て方向転換部材のうちの1つの後ろに配置された、フーリエレンズとしての役目をする少なくとも1つのレンズを含んでいることが意図されていてよく、方向転換部材によって偏向された部分ビームをこのレンズを通過させて、そのビームパラメータに関して影響を与えることができる。少なくとも1つのこのレンズは、レンズアレイの各レンズの焦点距離が大きく異なっている場合に、各部分ビームのビームパラメータの調整を引き起して、これらの部分ビームがほぼ平行かつ等しい発散で進行するようにする。

【0025】

この装置は、分割されるべき光ビームの伝播方向で見て少なくとも1つのレンズアレイの前に配置された均一化手段を含んでいることが可能である。均一化手段は、部分ビームがそれぞれ等しい強度を有することに寄与することができる。さらに均一化手段は本来のビーム分割を、レーザ光源のビームパラメータの変化から影響を受けにくくすることができる。

【0026】

本発明の上記以外の構成要件や利点は、添付の図面を参照しながら行う、好ましい実施例についての以下の説明から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明に従う装置を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

より良い理解に資するため、図1にはデカルト座標系が図示されている。

図1に示す本発明の装置は、たとえば高出力レーザから射出されて、たとえば偏光され

10

20

30

40

50

ていない、正のZ方向、したがって左側から図1に入射する光ビーム1を、複数の部分ビーム1a~1iに分割するためのものである。そのためにこの装置は、図1では模式的にのみ図示する均一化手段2を含んでいる。均一化手段2は通常の仕方で、レンズアレイと、たとえば光ビームの伝搬方向Zに相前後して配置された2つのシリンドリカルレンズアレイと、シリンドリカルレンズアレイを通過する部分ビームを重ね合わせるためのフーリエレンズとを有することができる。

【0029】

光ビーム1を一方向でのみ、たとえば図1のX方向でのみ、部分ビームに分割しようとするときには、X方向に関する光ビーム1の均一化だけで足りる。しかし光ビーム1を2つの方向で、たとえばX方向および図1の奥側に延びるY方向で、部分ビームに分割しようとするとき、光ビーム1の均一化はX方向に関してもY方向に関しても行われるべきである。その場合、たとえば2つの追加のシリンドリカルレンズアレイを設けることができ、そのシリンダ軸はすでに述べた両方のシリンドリカルレンズアレイのシリンダ軸に対して垂直に向いている。

【0030】

さらにこの装置は、均一化手段2によって均一化された光ビーム1が通過するレンズアレイ3を含んでいる。レンズアレイ3は、図示した実施例ではシリンドリカルレンズとして構成され、そのシリンダ軸はY方向に延びる複数のレンズ3a~3iを有している。図示した実施例では、9つのレンズ3a~3iが設けられている。これ以上またはこれ以下の部分ビームを生成したいときは、これ以上またはこれ以下のレンズをレンズアレイ3に設けることも十分に可能である。

【0031】

光ビーム1を2つの方向で、たとえばX方向および図1の奥側に延びるY方向で、部分ビームに分割しようとするときは、シリンダ軸がX方向に延びる、図1には図示しない追加のシリンドリカルレンズアレイが設けられる。

【0032】

光ビーム1はレンズアレイ3によって、レンズ3a~3iの個数に呼応する個数の部分ビームレンズ1a~1iに分割される。レンズアレイ3のレンズ3a~3iの各々は、他のレンズ3a~3iの焦点距離とは異なる正の焦点距離を有している。このことは、図1を見ると明らかなように、部分ビームレンズ1a~1iが異なる強さで収束するという結果につながる。図示した実施例では、図1で見て一番上のレンズ3aはもっとも短い焦点距離を有しており、焦点距離は図1の上から下へと長くなっていき、一番下の3iはもっとも長い焦点距離を有している。

【0033】

Y方向では、すべてのレンズ3a~3iが等しい長さである。レンズ3b~3hは、すべて等しい幅およびこれに伴う等しい開口を有しており、それにより、部分ビーム1b~1hの各々に、入力側の光ビーム1の同等の割合が割り当てられる。レンズ3gの幅bgが一例として図示されている。このように、レンズアレイ3に当たる光ビーム1が均一であれば、部分ビーム1b~1hは等しい強度を有している。両方の外側のレンズ3aおよび3iは、X方向で、他のレンズ3b~3hよりも若干広い幅を有している。レンズ3aの幅baが一例として図示されている。レンズ3aおよび3iの若干広い幅ba、したがって開口は、光ビーム1の縁部に向かう放射電磁界の立下りエッジ、したがって光ビーム1に付属する放射電磁界の縁部に向かって低下していく強度を考慮したものである。このように縁部側のレンズ3aおよび3iの若干広い幅baにより、縁部側の部分ビーム1aおよび1iも他の部分ビーム1b~1hと等しい強度を有することができることを保証することができる。

【0034】

個々のレンズ3a~3iの開口を異なる大きさに選択して、個々の部分ビームまたはすべての部分ビームが互いに異なる強度を有するようにすることも十分に可能である。このようにレンズアレイ3の構成によって、各部分ビーム1a~1iの強度の比率を、要求事

10

20

30

40

50

項に応じて設定することができる。

【0035】

伝搬方向Zで見てレンズアレイ3の後ろには、方向転換部材としての役目をする複数のミラー4a～4iを含む方向転換手段4が設けられている。このとき、レンズ3a～3iの各々に、ミラー4a～4iのうちの1つが付属しており、それによりミラー4a～4iの各々が、部分ビーム1a～1iのうちの1つを図1で見て上方へ反射し、したがってZ方向から正のX方向へ反射する。ミラー4a～4iは、すべてレンズアレイ3に対して異なる間隔を有している。一番上のミラー4aとレンズアレイ3の間隔da、および一番下のミラー4iとレンズアレイ3の間隔diが、一例として図示されている。部分ビーム1a～1iの異なる強さの収束に基づき、Z方向におけるミラー4a～4iの相互のオフセットにもかかわらず、ミラー4a～4iに当たるときの部分ビーム1a～1iの断面は、全面的な部分ビーム1a～1iの反射をそれぞれ保証するのに十分な小ささになっている。

10

【0036】

部分ビーム1a～1iが反射された後で互いに平行に進むのではなく、たとえば互いに離反したがって広がるように、ミラー4a～4iを向けることも十分に可能である。

【0037】

レンズ3a～3iの焦点距離の差異が大きいとき、状況によっては、反射される部分ビーム1a～1iのビームパラメータを互いに調整するために、少なくとも個々の部分ビーム1a～1iのビームパラメータに、追加のレンズによって影響を与えるのが有意義な場合がある。部分ビーム1iの光路には、たとえばフーリエ構造で光路に配置される、このような種類の任意選択のレンズ5bが破線で図示されている。複数または全部の部分ビーム1a～1iの光路に同等のレンズを配置することも十分に可能である。

20

【0038】

ここで付言しておく、均一化手段2は、レンズアレイ3の手前での光ビーム1の開口数が、各々のレンズ3a～3iのうちの1つの開口数よりも小さくなるように構成されているのがよい。

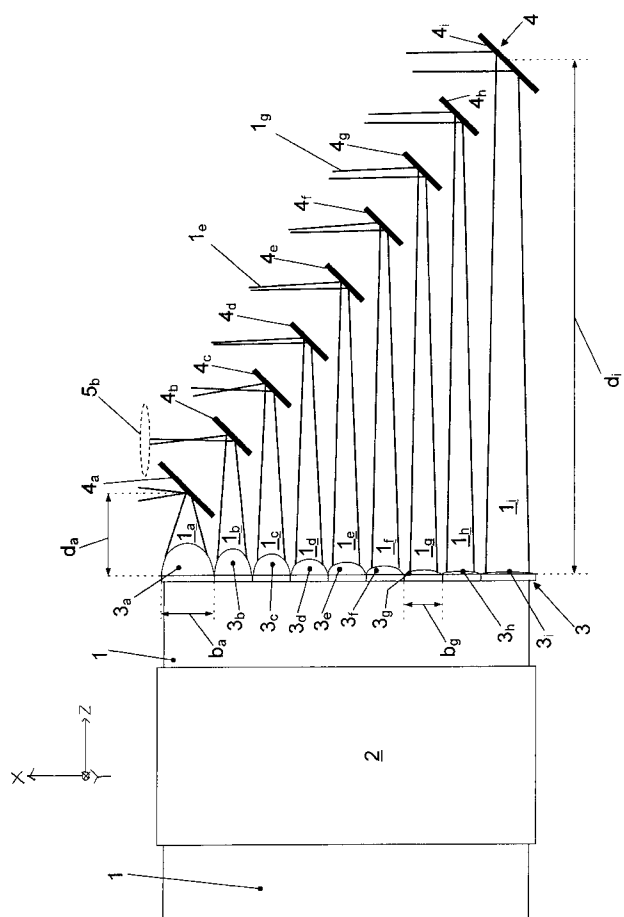
【符号の説明】

【0039】

- 1 光ビーム
- 1a～1i 部分ビーム
- 2 均一化手段
- 3 レンズアレイ
- 3a～3i レンズ
- 4 方向転換手段
- 4a～4i ミラー
- 5b レンズ

30

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 フリュント, ヤナ
ドイツ国 ケルン アイゼンシュトラーセ 17