

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-517636
(P2016-517636A)

(43) 公表日 平成28年6月16日(2016.6.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1S 3/067 (2006.01)	HO1S 3/067	5F172
HO1S 3/0941 (2006.01)	HO1S 3/0941	5F173
HO1S 3/042 (2006.01)	HO1S 3/042	
HO1S 5/022 (2006.01)	HO1S 5/022	
HO1S 5/40 (2006.01)	HO1S 5/40	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-503547 (P2016-503547)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月21日 (2014.3.21)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年10月16日 (2015.10.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2014/100099
 (87) 国際公開番号 WO2014/146650
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014.9.25)
 (31) 優先権主張番号 102013102880.2
 (32) 優先日 平成25年3月21日 (2013.3.21)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 515263510
 レーザーライン ゲゼルシャフト フェア
 エントヴィックルング ウント フェア
 トリープ フォン ディオーデンラーザン
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 Laserline Gesellsch
 aft fuer Entwicklun
 g und Vertrieb von
 Diodenlasern mbH
 ドイツ連邦共和国 56218 ミュール
 ハイム-ケアリヒ フラウンホーファーシ
 ュトラーセ (番地なし)
 Fraunhoferstrasse,
 56218 Muelheim-Kaer
 lich, Germany

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

レーザ装置は、ファイバレーザとして形成されている、変換されたレーザ出力ビームを生成するための変換器と、ポンプビームを生成し、それぞれがレーザバーにおけるエミッタによって形成されている複数のレーザダイオードを有している、変換器に対してポンプビームを供給するポンプ源と、を備えている。ポンプ源は、エミッタから供給されるレーザビームをポンプビームへと成形するためのビーム成形光学系を有している。

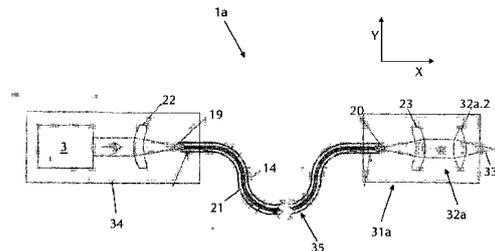


Fig. 10

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ファイバレーザとして形成されており、且つ、変換されたレーザ出力ビームを生成する変換器(2)と、

ポンプビームを生成する複数のレーザダイオードを有しており、且つ、前記ポンプビームを前記変換器(2)に対して供給するポンプ源と、

を備えている、レーザ装置であって、

前記ポンプ源は、エミッタから供給されたレーザビーム(7)を前記ポンプビームへと成形するビーム成形光学系(13)を有しており、

前記変換器(2)の前記変換された出力ビームは、フレキシブルな導光体(30, 35)を介して、出力ビーム又は処理ビームを供給する作業ヘッド及び/又は処理ヘッド(31, 31a)へと供給される、レーザ装置において、

前記フレキシブルな導光体は、前記変換器(2)の変換器ファイバ(14)であり、該変換器ファイバ(14)は、冷媒を流すことができる管状又はチューブ状の被覆部(21)の内部空間(21.3)に収容されていることを特徴とする、レーザ装置。

【請求項 2】

前記ポンプ源の前記レーザダイオードはそれぞれ、少なくとも二つのレーザバー(6)におけるエミッタによって形成されており、

前記少なくとも二つのレーザバー(6)のエミッタは、該エミッタのslow軸に対応する第1の軸(Y軸)の方向において連続的に設けられており、前記少なくとも二つのレーザバー(6)の各活性層は、前記第1の軸(Y軸)並びに該第1の軸(Y軸)に垂直な第2の軸(X軸)を含む平面(XY平面)に配置されており、

前記少なくとも二つのレーザバー(6)は、前記第1の軸及び前記第2の軸に垂直な方向に向けられており、且つ、fast軸に対応する第3の軸(Z軸)において、少なくとも一つのダイオードレーザスタック(5)に上下に重なって配置されており、

前記ビーム成形光学系(13)は、前記ダイオードレーザスタック(5)の下流側におけるビームパス内に、各レーザバー(6)の前記エミッタから供給された前記レーザビーム(7)を、前記第3の軸において扇状に拡開するための第1の光学装置と、該第1の光学装置に続く第2の光学装置(9)と、を有しており、

該第2の光学装置(9)は、全てのレーザバー(6)の扇状に拡開された前記レーザビーム(7.1)を、前記第1の軸(Y軸)の方向にずらして相互に重なるようにまとめられることによって、一つのレーザビーム束(7.2)を形成する、請求項1に記載のレーザ装置。

【請求項 3】

前記被覆部(21)は、フレキシブルなチューブによって形成されている、請求項1又は2に記載のレーザ装置。

【請求項 4】

前記作業ヘッド及び/又は処理ヘッド(31, 31a)には、

ビーム成形光学系(32, 32a)が設けられており、

有利には、コリメータレンズとして機能し、且つ、平行なビーム又は実質的に平行なビームを形成する光学素子(32.1, 23)と、

ビームパス内で該光学素子(32.1, 23)に続いて設けられており、集束レンズとして機能し、且つ、集束された出力ビーム及び/又は処理ビーム(33)を成形する第2の光学素子(32.2, 32a.2)と、

を備えている、ビーム成形光学系が設けられている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 5】

前記第1の光学装置(8)及び前記第2の光学装置(9)はそれぞれ、表面において相互に接して設けられている複数のプレート(10, 11)を有している、少なくとも一つのプレート型の扇状スプレッド(8.1, 9)から形成されており、

10

20

30

40

50

前記第1の光学装置(8)のプレート(10)の表面は、前記第1の軸(Y軸)に垂直に整列されており、且つ、前記第2の光学装置(9)のプレート(11)の表面は、前記第3の軸(Z軸)に垂直に整列されている、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のレーザー装置。

【請求項6】

前記第1の軸(Y軸)の方向において相互にずらされている、少なくとも二つの平行なダイオードレーザースタック(5)が設けられており、

一方のダイオードレーザースタックのレーザーバー(6)の活性層は、他方のスタックのレーザーバー(6)の活性層に平行に整列されている、請求項1乃至5のいずれか一項に記載のレーザー装置。

10

【請求項7】

前記変換器(2)は、周囲に冷媒が流れる変換器ファイバ(14)を有しており、該変換器ファイバ(14)は少なくとも、レーザー活性添加物がドーブされており、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成る内部ファイバ(15)と、ドーブされておらず、且つ、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成る、前記内部ファイバ(15)を包囲するポンクラッド(16)と、から形成されており、

前記変換器ファイバ(14)の両端部にはそれぞれ、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成る、前記ポンプビーム及び前記変換されたビームを入力結合及び/又は出力結合するための接続部(19, 20)が設けられている、請求項1乃至6のいずれか一項に記載のレーザー装置。

20

【請求項8】

前記変換器ファイバ(14)の各端部に、又は該各端部に対向して、共振器ミラーとして機能する光学素子(22, 23)がそれぞれ一つずつ設けられており、

前記ポンプ源(3)と前記変換器ファイバ(14)との間のビームパス内に配置されており、且つ、前記ポンプ源の前記ポンプビームが通過する一方の光学素子(22)は、前記ポンプ源から前記変換器ファイバ(14)へと入力結合されるレーザービーム又はポンプビームに対する反射防止ミラーとして機能し、且つ、前記変換器ファイバ(14)から到来するビームに対する高反射ミラーとして機能する、請求項1乃至7のいずれか一項に記載のレーザー装置。

30

【請求項9】

前記変換されたビームが、共振器ミラーとして機能する第2の光学素子(23)において出力結合する際に、該第2の光学素子(23)は、前記ポンプビームに対する高反射ミラーとして機能し、且つ、前記変換器ファイバ(14)から出力結合される変換されたビームに対する反射防止ミラーとして機能する、請求項8に記載のレーザー装置。

【請求項10】

前記光学素子は、それぞれ凹凸面共振器ミラー(22, 23)であり、該凹凸面共振器ミラーの、前記変換器ファイバ(14)の端部と対向する側の面はそれぞれ凹面鏡のように凹状に湾曲されており、且つ、前記変換器ファイバ(14)側とは反対側の面はそれぞれ凸面鏡のように凸状に湾曲されている、請求項8又は9に記載のレーザー装置。

【請求項11】

前記光学素子(22, 23)は、光透過性材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成り、

反射特性は例えば、材料特性及び/又は表面コーティングによって達成されている、請求項8乃至10のいずれか一項に記載のレーザー装置。

40

【請求項12】

前記ポンプビームの波長は、900nmから1050nmの間の範囲にある、及び/又は、前記変換されたビームの波長は、1050nm及び1100nmの範囲にある、及び/又は、内部活性ファイバは、10µmから200µmの間の範囲にある直径を有している、及び/又は、前記ポンクラッド(16)は、400µmから2000µmの間の範囲にある直径を有している、請求項1乃至11のいずれか一項に記載のレーザー装置。

50

【請求項 1 3】

前記変換されたレーザービームが、前記変換器(2)の前記ポンプ源(3)と対向する側において、前記導光体(30)へと出力結合される場合には、前記ポンプビームのビームパス内に、前記ポンプ源から前記変換器へのビームを、反対方向へのビームから分離するミラー(36)が配置されている、請求項1乃至12のいずれか一項に記載のレーザー装置。

【請求項 1 4】

前記処理ヘッド(31, 31a)は、移動可能及び/又は調整可能である、請求項1乃至13のいずれか一項に記載のレーザー装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、請求項1の上位概念に記載されているレーザー装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

少なくとも一種類の稀土類でドープされた、即ち、レーザー活性材料でドープされた活性ファイバがポンプビームで励起され、その結果、各ファイバ端部側に設けられており、且つ、共振器ミラーとして機能する二つの光学素子間に位置する、そのドープされた活性ファイバでは、一方のファイバ端部においてレーザービームのビーム放出が強制されるレーザー装置が一般的に公知である。また、活性ファイバを導光材料、即ちガラス又は石英ガラスから成る高濃度でドープされたクラッドによって包囲し、そのクラッドによってポンプビームが印加されるポンプクラッドを形成し、またそのクラッドを介して、活性ファイバにおいて、又は、活性ファイバ及びポンプクラッドによって形成されている変換器ファイバのドープされたコアにおいてビームを励起させることも公知である。更には、ファイバ端部、即ち、変換器ファイバの接続部又は入力部を液体の冷媒によって冷却すること(アメリカ合衆国特許第4732450号)、また、変換器ファイバをそのファイバに沿って流れる冷媒によって冷却すること(ロシア国特許第2031420号)が公知である。

【0003】

最後に、一般的に、少なくとも一つのレーザーダイオードスタックの形態のレーザー光送光源と、プレート型の扇状スプレッドを有するビーム成形光学系とから形成されているダイオードレーザー装置であって、レーザーダイオードスタックは、それぞれに一つの冷却部が設けられている複数のレーザーバーから形成されており、各レーザーバーが、slow軸において連続的に配置されており、且つ、レーザー光を送出する複数のエミッタを有している、ダイオードレーザー装置が公知である(独国特許第102011016253号)。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明の課題は、高品質のレーザービームを供給するレーザー装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

この課題を解決するために、レーザー装置が請求項1の記載に応じて形成されている。

【0006】

本発明によるレーザー装置は、数kWから10kWを上回るまでの出力の、変換されたレーザービームの出力範囲に対して実現されている。更に、本発明によるレーザー装置を種々の分野に利用することができる。即ち、例えば本発明によるレーザー装置を医療の分野に利用することができるが、しかしながらまた、ワークピースの加工及び/又は処理においても、例えば、ワークピース及び/又は金属薄板の高品質の切断、ワークピースの加熱、例えば硬化等にも利用することができる。ポンプ源として使用されるダイオードレーザー装置は例えば、ポンプレーザービームの波長が900nmから1050nmの間の範囲にあるように構成されており、その場合、ダイオードレーザーから、又はダイオードレーザーの変換器か

10

20

30

40

50

ら放出される、変換されたレーザービームの波長はより長い波長範囲にあり、例えば1050 nmから1100 nmの間の波長範囲にある。

【0007】

一つの有利な実施の形態においては、変換器ファイバのポンプクラッドは、例えば耐湿性及び/耐水性のプラスチックから成る、少なくとも一つの別のクラッドによって包囲されており、この別のクラッドは、特に有利な実施の形態においては、耐食性金属材料から成る別のアウトークラッドによって取り囲まれている。ポンプクラッドを包囲する別のクラッドによって、特に、ポンプビームを全反射によってポンプクラッド内に留め、それによってポンプビームが集中的に内部活性ファイバに作用することが達成される。

【0008】

有利には、変換器ファイバは更に、管状及び/又はチューブ状の被覆部内に收容されており、その被覆部に沿って、冷媒、有利には液体の冷媒が流される。変換器ファイバへのレーザービームの入力結合部及び変換器ファイバからのレーザービームの出力結合部、若しくは、光透過性の材料、有利にはガラス又は石英ガラスから作製された相応の接続部又は端部キャップも、有利には、それぞれ少なくとも一部の領域が、冷却ケーシングの内部にまで到達しており、従って同様に冷媒によって冷却される。

【0009】

ここでレーザーの「活性層」とは、レーザーのエミッタが配置されている層であって、fast軸に対して垂直の方向に位置し、且つ、エミッタのレーザービームの発散が比較的大きな平面を有している層である。

【0010】

本明細書において「実質的に」又は「約」という表現は、それぞれの正確な値から±10%、有利には±5%の偏差、及び/又は、機能に関して影響を及ぼすことのない変化の形の偏差を意味する。

【0011】

本発明の発展形態、利点及び実現可能な用途は、以下の複数の実施例の説明及び図面より明らかになる。ここで、説明する全ての特徴及び/又は図面に示した全ての特徴は、それ自体で、又は任意の組み合わせで、基本的に本発明の対象を表し、各請求項における本発明の組み合わせ又は各請求項の引用関係に依存するものではない。各請求項の内容も、本明細書の一部をなす。

【0012】

以下では、添付の図面に基づき、本発明の実施例を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明による、能動的に冷却される変換器ファイバを備えているレーザー装置の略図を示す。

【図2】ダイオードレーザー装置によって形成されている、図1のレーザー装置のポンプ源の略図を示す。

【図3】ダイオードレーザー装置によって形成されている、図1のレーザー装置のポンプ源の略図を示す。

【図4】二つのレーザーのレーザービームの変形前の形状、扇状に拡開された後の形状及び統合後の形状の略図を示す。

【図5】変換器ファイバの断面に関する一つの実施の形態を示す。

【図6】変換器ファイバの断面に関する一つの実施の形態を示す。

【図7】図1のレーザー装置の、冷却される変換器ファイバの拡大された略断面図を示す。

【図8】図7の線I-Iに沿った断面を示す。

【図9】ポンプ源及び変換器を備えている図1と同様の本発明によるレーザー装置、処理ヘッド及び作業ヘッド、変換されたレーザービームを処理ヘッド又は作業ヘッドに伝送するための導光ケーブルの形態のフレキシブルな導光体を示す。

【図10】導光体の変換器ファイバによって形成されている、図9に類似する別の実施の

10

20

30

40

50

形態を示す。

【図 1 1】本発明によるレーザ装置の部分図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

より良い理解のために、図 2 及び図 3 には、X、Y 及び Z によって相互に直交する三つの空間軸がそれぞれ示されている。

【0015】

図 1 から図 9 においては、共通して参照番号 1 でもって本発明によるレーザ装置が表されており、このレーザ装置は、実質的に、ファイバレーザの形態の変換器 2 と、この変換器 2 のためのポンプ源として使用されるダイオードレーザ装置 3 と、変換器 2 から出力結合された、変換されたレーザビームのための集束光学系とから形成されている。上述のコンポーネントは、図示されている実施の形態において、以下において説明する構造を有している。

10

【0016】

ダイオードレーザ装置 3

図示されている実施の形態において、ダイオードレーザ装置 3 は、Y 軸の方向において相互にずらされている、平行な二つのレーザダイオードスタック 5 を有している。各レーザスタック 5 は、Z 軸の方向においてスタック状に上下に重ねて配置されている複数のレーザバー 6 を有している。各レーザバー 6 には冷却エレメントが設けられており、また、各レーザバー 6 はレーザ光を送出する複数のエミッタを有している。それらのエミッタは、自身の slow 軸 (Y 軸) の方向において、従って、スタック軸又は Z 軸に対して垂直の方向において、各レーザバー 6 に連続的に設けられており、レーザ光を、エミッタの slow 軸及び fast 軸に対して垂直に整列されており、且つ、図示されている実施の形態においてはダイオードレーザ装置 3 の光軸である X 軸の方向に送出する。更に、一方のスタック 5 の各レーザバー 6 が他方のスタック 5 のレーザバー 6 と同じレベルに位置するように装置は設計されている。

20

【0017】

レーザバー 6 から送出された、複数の個別ビーム 7 から成るビーム束の形態のレーザビームのビームパスには、図 2 及び図 3 には図示していない fast 軸コリメータが設けられており、この fast 軸コリメータは例えば、自身の軸が Y 軸に位置する円柱レンズによって形成されており、fast 軸における、即ち、レーザバー 6 の活性層に対して垂直な方向で当て、各レーザバー 6 のエミッタのビームが最大の発散を有している Z 方向における、レーザビーム又は個別ビーム 7 の視準を行う。fast 軸コリメータを通過すると、レーザビームは実質的に、複数の個別ビーム 7 から成る狭帯域のビーム束として存在する。そのようなビーム束が図 4 の a に示されている。fast 軸コリメータの下流側のビームパス内には光学装置 8 が設けられており、この光学装置 8 は、プレート型の扇状スプレッドとして形成されており、レーザビーム束を更に成形し、しかも、レーザビーム束を差し当たり、XY 平面に平行な異なる平面における複数のビーム 7 . 1 に分割するか、又は扇形に拡開し、各ビーム 7 . 1 が平面毎に Y 軸においても相互にずれるように、レーザビーム束を更に成形する。そのようなビーム束が図 4 の b に示されている。続いて、同様にプレート型の扇状スプレッドとして形成されている別の光学装置 9 において、複数のレーザバー 6 に由来する複数の個別ビーム 7 . 1 が、図 4 の c に示されているように、斜めにずらされて上下に重なりまとめられることによって一つのビーム束 7 . 2 が生じる。図 4 においては、一つのスタック 5 の二つのレーザバー 6 に由来するレーザビーム 7 , 7 . 1 及び 7 . 2 が表されている。区別が容易となるように、一方のレーザバー 6 のレーザビームには斜線を付しており、他方のレーザバー 6 のレーザビームには斜線を付していない。

30

40

【0018】

詳細には、光学装置 8 は平行に配置された二つのプレート型の扇状スプレッド 8 . 1 から形成されている。それらのプレート型の扇状スプレッド 8 . 1 は、図示されている実施の形態において、基本的には同一の構造を有しており、且つ、それぞれが複数の薄いプレ

50

ート10から形成されている。それらのプレート10は導光材料、例えばガラス（光学ガラス）又は石英ガラスから作製されており、また、例えば方形の型を有している。その表面がXZ平面に配置されている各プレートは、レーザビームが入射及び出射するための、相互に対向している二つのプレート幅狭面を有している。それらの端面は、光軸乃至X軸に対してプレート毎に異なる傾斜を有しているため、それによって扇状の構造が生じ、また個別ビーム7がZ軸の方向において扇形に拡開され、その結果、個別ビーム7.1が得られる。

【0019】

光学装置9も同様に、スタック状に相互に接して設けられており、且つ、導光材料乃至ガラス又は石英ガラスから成る複数のプレート11から形成されている。プレート11の表面はXY平面に配置されており、また同様に、レーザビームのビームパス内に、レーザビームが入射及び出射するための、平行で平坦な二つの端面を有している。それらの端面は、光軸（X軸）に対してプレート毎に異なる傾斜を有しているため、それによって扇状の構造が生じ、また個別ビーム7.1が相互に重なってまとまるようにずらされ、その結果、ビーム束7.2が得られる。そのようなビーム束が図4のcに示されている。

10

【0020】

光学装置9の下流側には、slow軸コリメータ12が設けられており、このslow軸コリメータ12は、レーザビームがslow軸（Y軸）において示す発散を補正するものであり、また図示されている実施の形態においては、Y軸に平行な軸についてのみ湾曲している円柱レンズによって形成されている。

20

【0021】

図示されている実施の形態においては、図示していないfast軸コリメータと、光学装置8及び9と、slow軸コリメータ12とによって、ダイオードレーザ装置3のビーム成形光学系13が形成されている。

【0022】

変換器2

ファイバレーザとして形成されている変換器2は、特に、変換器ファイバ14を有している。図示されている実施の形態において、この変換器ファイバ14は多層に形成されている。つまり、変換器ファイバ14は、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成る内部活性ファイバ15（活性コア）を有している。ファイバ15は、少なくとも、レーザ活性媒質又はレーザ活性物質、例えばエルビウム及び/又はイッテルビウム及び/又はネオジウムをもってドーブされており、また、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成るクラッド16によって取り囲まれている。クラッド16は、変換器ファイバ14のポンプクラッドを形成し、ドーブされていない導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから形成されている。クラッド16は、適切なプラスチック、例えば耐水性プラスチックから成る別のクラッド17によって取り囲まれている。変換器ファイバ14の外側の終端部として、例えば耐食性金属材料から成るアウタークラッド18が使用される。

30

【0023】

図5及び図6には、その種の変換器ファイバ14の構造が図示されている。それらの図からも見て取れるように、ポンプクラッドとして使用されるクラッド16は、円形とは異なる横断面を有しており、それによって、ポンプ源又はダイオードレーザ3から供給されたレーザビーム又はポンプビームの内部活性ファイバ15への入力結合が最適化される。図5においては、クラッド16が角張った八角形の横断面を有しており、また図6においては、クラッド16が角の丸まった八角形の横断面を有している。内部ファイバ15は、例えば10 μ mから20 μ mの間の範囲の直径を有しており、またクラッド16は約400 μ mから2000 μ mまでの直径を有している。これに適した変換器ファイバ14の別の横断面、例えばクラッド16内で活性ファイバ15が偏心して配置されている横断面も考えられるが、クラッド16はそのような場合においても、有利には円形とは異なる断面を有している。

40

【0024】

50

変換器ファイバ14の両端部には、変換器ファイバ14へのレーザビームの入射、又は変換器ファイバ14からのレーザビームの出射を実現する、導光材料、有利にはガラス又は石英ガラスから成る端部キャップ19及び20の形態の光学的な接続部がそれぞれ設けられている。更に、変換器ファイバ14は、その変換器ファイバ14の全長にわたり延在しており、且つ、冷媒、例えば液体の冷媒又は冷却水を流すことができる被覆部21の内部空間21.3に収容されている。被覆部21の端部にも端部キャップ19及び20が設けられており、各端部キャップ19及び20は部分的に、自身の冷却のために、被覆部21内又は被覆部21の内部空間21.3内にまで延在している。図示されている実施の形態において、被覆部21は管状又はチューブ状に形成されており、しかも、ダイオードレーザ3からのレーザビームが印加される端部キャップ19の領域に冷媒入口21.1が設けられ、且つ、特に変換器2によって変換されたレーザビームを導出するためにも使用される端部キャップ20の領域に冷媒出口21.2が設けられるように形成されている。二つの端部キャップ19及び20には、ポンプビーム及び変換されたレーザビームに対する反射防止層がコーティングされており、また二つの端部キャップ19及び20は、例えば接合によって、活性ファイバ15にも結合されている。更に、端部キャップ19及び20は、例えば10mmから40mmの長さ、及び、約5mmから20mmの間の範囲の直径を有している。

10

【0025】

変換器2は更に、二つの共振器ミラー22及び23を有しており、それらの共振器ミラー22, 23のうち、共振器ミラー22は特に、ダイオードレーザ装置3から供給されるレーザビームのビームパス内に設けられており、また、そのビームを端部キャップ19又は変換器ファイバ14へと収束させるものであり、その集束のために、端部キャップ19側とは反対側の面が凸レンズ状に湾曲されている。また共振器ミラー22は、共振器ミラーとして機能するために、端部キャップ19に対向する面が凹面鏡のように凹状に湾曲されている。更に、共振器ミラー22は、端部キャップ19側とは反対側の入力結合面が反射特性を有していないように、又は実質的に反射特性を有していないように形成されており、且つ、端部キャップ19と対向する面が高反射率を有するように形成されている。つまり、端部キャップ19側とは反対側の入力結合面は、ポンプビームに対する反射防止ミラーとして形成されており、且つ、端部キャップ19と対向する面は、変換器ファイバ14から出射されたビームに対する高反射ミラーとして形成されている。共振器ミラー22及び23は有利には調整可能に形成されている。

20

30

【0026】

ビームパスにおいて端部キャップ20の下流側には別の共振器ミラー23が設けられている。この共振器ミラー23もまた、平行な出力レーザビーム又は実質的に平行な出力レーザビームを形成するために、端部キャップ20側とは反対側の面が凸状又は凸レンズ状に湾曲されており、且つ、端部キャップ20と対向する面が凹面鏡のように凹状に湾曲されている。更に共振器ミラー23は、凹状の面が、ポンプビームに対する高反射ミラーとして、また変換器の変換された出力ビームに対する反射防止ミラーとして機能するように、即ち、変換された出力ビーム又はレーザビームが反射することなく、又は実質的に反射することなく通過することができるように形成されている。

40

【0027】

図7及び図8には、被覆部21と、この被覆部21によって形成されている、変換器ファイバ14の全周を包囲するリング状の冷却チャンネル21.3とが設けられている、変換器ファイバ14が改めて拡大図で示されている。変換器ファイバ14がその全長にわたり常に被覆部21の内面から距離を置いており、従って冷却チャンネル21.3が変換器ファイバ14の全長にわたって最適に形成されていることを保証するために、変換器ファイバ14はその都度一つの支持エレメント24によって繰り返し保持されている。この支持エレメント24は実質的に、以下のようなケーシング25から形成されている。つまり、ケーシング25は外側に向かって閉じられているケーシング内部空間26を形成しており、そのケーシング内部空間26においては、ケーシング内部空間26を貫通して案内されて

50

いる変換器ファイバ14が上部ファイバホルダ27と下部ファイバホルダ27との間に保持されている。ケーシング25の相互に対向する二つの面には、それぞれ一つのフランジ状の接続部28が設けられており、この接続部28を通して変換器ファイバ14が案内されており、またこの接続部28は、被覆部21の一部であるチューブ状部材又は管状部材29に接続するために使用される。従って、図示されている実施の形態において、接続部28は、保持エレメント24及びチューブ状部材又は管状部材29から形成されている。

【0028】

図9に示されているように、レーザ装置1においては、変換されて、集束光学系4によって集束されたレーザビームが導光ケーブル30に入力結合され、この導光ケーブル30を介して処理ヘッド又は作業ヘッド31に伝送される。処理ヘッド又は作業ヘッド31においては、レーザビームがビーム成形光学系32によって、処理点又は焦点に集束された出力ビーム及び/又は処理ビーム33に変換される。ビーム成形光学系32は、例えばコリメータレンズ32.1と、ビームパスにおいてそのコリメータレンズ32.1の下流側に設けられている集束レンズ32.2とから構成されている。処理ヘッド31は、例えば処理中に又は処理のために、例えばマニピュレータを用いて、特に例えば相互に直交する3本の空間軸において、空間内を移動する及び/又は空間内で調整されるが、その一方で、ダイオードレーザ装置3によって形成されているポンプ源並びに変換器又はファイバレーザ2及び集束光学系4は処理の際に位置固定されている。つまり、それらの構成要素は処理の際に位置固定されているユニット34を形成する。しかしながら、処理の際に処理ヘッド31を位置固定して配置することもできる。

10

20

【0029】

図10には、別の実施の形態としてのレーザ装置1aが示されており、このレーザ装置1aは、被覆部21内に收容されている変換器ファイバ14が、例えばここでもまた処理時又は処理のために空間内を移動することができる及び/又は空間内で調整することができる作業ヘッド31aにまで達している点において、レーザ装置1とは異なっている。即ち、この実施の形態においては、被覆部21内に收容されている変換器ファイバ14が、処理時に位置固定されている、レーザ装置1aのユニット34と、処理ヘッド31aとの間の接続部又は導光体として形成されている。更に、変換器ファイバ及び被覆部21は、フレキシブルな変換器ファイバ・冷却チューブ組合せ35を形成する。この実施の形態においては、位置固定されたユニット34に、ダイオードレーザ装置3によって形成されているポンプ源と、光学素子22と、端部キャップ19を有している、変換器ファイバ・冷却チューブ組合せ35の端部とが設けられている。処理ヘッド31aには、光学素子23と、端部キャップ20を有している、変換器ファイバ・冷却チューブ組合せ35の端部とが設けられている。光学素子23は、処理ヘッド31aのビーム成形光学系32aの一部であり、また特に、収束された出力ビーム及び/又は処理ビーム33の成形に用いられる。図示されている実施の形態において、ビーム成形光学系32aは、光学素子23の他に、ビームパスにおいてその光学素子23の下流側に、集束レンズ32.2に相当する集束レンズ32a.2を有している。処理の際に、処理ヘッド31aを位置固定して配置することもできる。

30

40

【0030】

図11には、別の実施の形態としてのレーザ装置1bが示されており、このレーザ装置1bは、以下の点においてレーザ装置1とは異なっている。つまり、このレーザ装置1bにおいては、変換されたレーザビームが共振器ミラー23へと出力結合されるのではなく、ポンプ源又はダイオードレーザ装置3と共振器ミラー22との間において、即ちこの共振器ミラー側で導光ケーブル30へと出力結合され、しかもダイクロイックミラー36を介して出力結合される点において、レーザ装置1とは異なっている。ダイクロイックミラー36は、ダイオードレーザ装置3のポンプビームの軸方向に対して、即ち、X軸に対して傾斜されており、その表面はYZ平面に対して90°よりも小さい角度、例えば45°、又は実質的に45°を成している。ミラー36は、ダイオードレーザ装置3のレーザビームを、変換器ファイバ14の変換されたレーザビームから分離する。ミラー36の特性

50

の考えられる組み合わせとして以下の二つが挙げられる：

- ミラー 36 は、ポンプビームに対して透過性であるが、しかしながら変換されたビームに対しては高反射性である、又は、
- ミラー 36 は、ポンプビームに対して高反射性であるが、しかしながら変換されたビームに対して透過性である。

【0031】

上記の各構成に依存することなく、ダイオードレーザ装置 3 から供給されるレーザビームの波長は、例えば 900 nm から 1500 nm の間の範囲にある。変換されたレーザビームの波長は、ポンプビームの波長を上回り、例えば 1500 nm から 1100 nm までの範囲にある。ダイオードレーザ装置 3 から供給されるポンプビームは、例えば、数 kW から 10 kW を上回るまでの出力範囲にある。またこれに起因して、特にポンプビームが内側のファイバ 15 に入力結合する際に生じる出力損失を低減するために変換器ファイバ 14 の最適な冷却が必要になる。

10

【0032】

ポンプ出力を高めるために、従って出力パワー及び/又は出力密度も高めるために、ポンプビームの波長領域、例えば 900 nm から 1060 nm の間の波長領域の複数の波長が多重されることにより、ポンプビームが波長多重化されるように、ダイオードレーザ装置 3 を運転させることが好適である。

【0033】

上記においては本発明を複数の実施例に基づき説明した。本発明が基礎とする発明の思想から逸脱することなく、多数の変更並びに修正が可能であると解される。

20

【符号の説明】

【0034】

- 1, 1a, 1b レーザ装置
- 2 変換器
- 3 ダイオードレーザ装置 (ポンプ源)
- 4 集束光学系
- 5 スタック
- 6 レーザパー
- 7, 7.1, 7.2 個別ビーム
- 8, 9 光学素子
- 8.1 プレート型の扇状スプレッダ
- 10, 11 プレート
- 12 slow軸コリメータ
- 13 ビーム成形光学系
- 14 変換器ファイバ
- 15 内部活性ファイバ又は活性コア
- 16, 17, 18 クラッド
- 19, 20 端部キャップ
- 21 被覆部
- 21.1, 21.2 接続部
- 21.3 冷却チャンネル
- 22, 23 共振器ミラー
- 24 保持装置
- 25 ケーシング
- 26 ケーシング内部空間
- 27 ファイバホルダ
- 28 接続部
- 29 管状又はチューブ状の部材
- 30 導光ケーブル

30

40

50

- 3 1 , 3 1 a 処理ヘッド
- 3 2 , 3 2 a ビーム成形光学系
- 3 2 . 1 コリメータレンズ
- 3 2 . 2 , 3 2 a . 2 集束レンズ
- 3 3 集束された出力ビーム及び / 又は処理ビーム
- 3 4 位置固定された部分
- 3 5 変換器ファイバ・冷却チューブ組合せ
- 3 6 ミラー
- X , Y , Z 空間軸

【 図 1 】

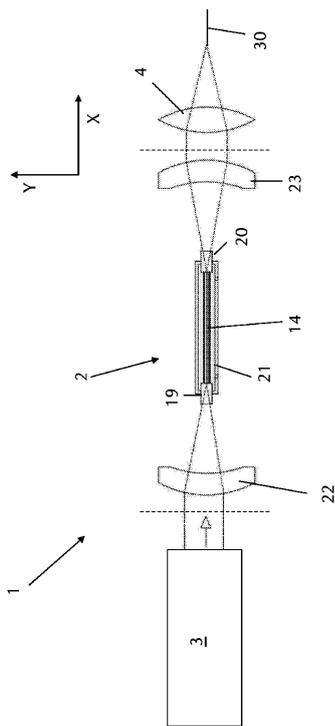


Fig. 1

【 図 2 】

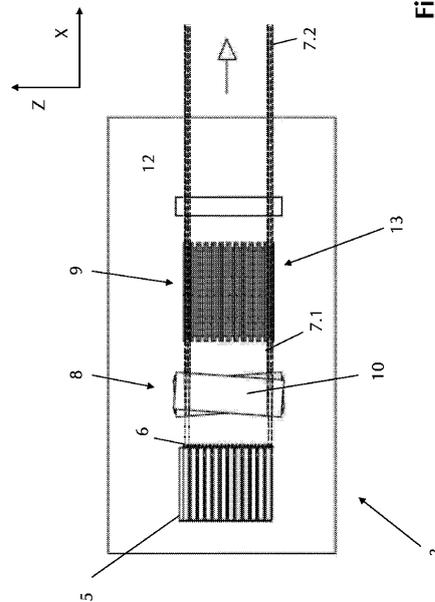


Fig. 2

【 図 3 】

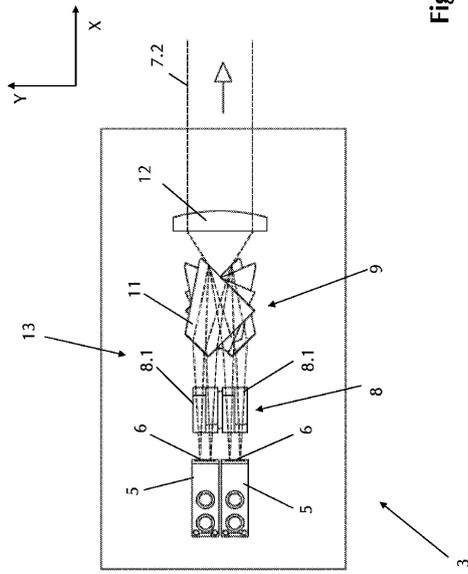


Fig. 3

【 図 4 】

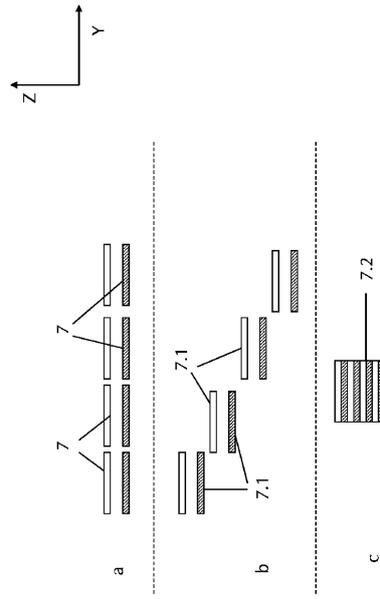


Fig. 4

【 図 5 】

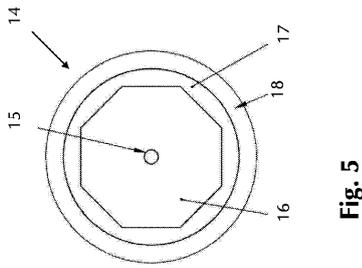


Fig. 5

【 図 6 】

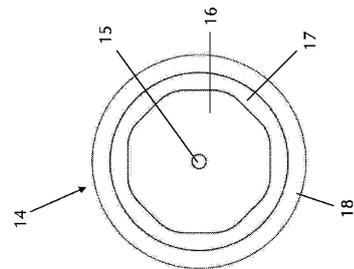


Fig. 6

【 図 7 】

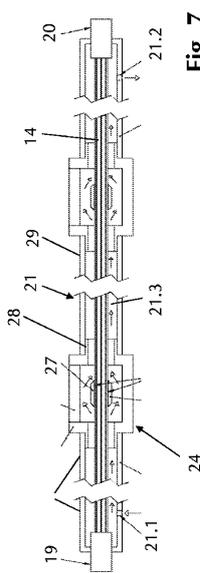


Fig. 7

【 図 8 】

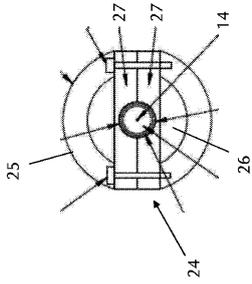


Fig. 8

【 図 9 】

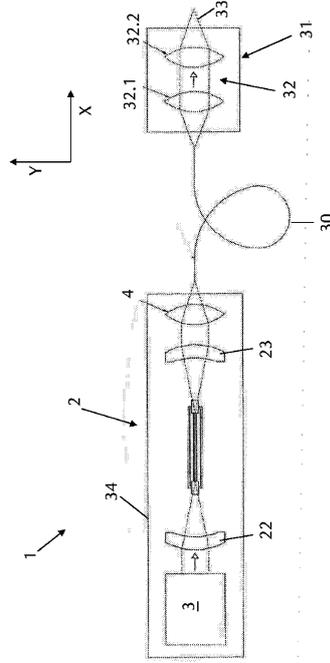


Fig. 9

【 図 10 】

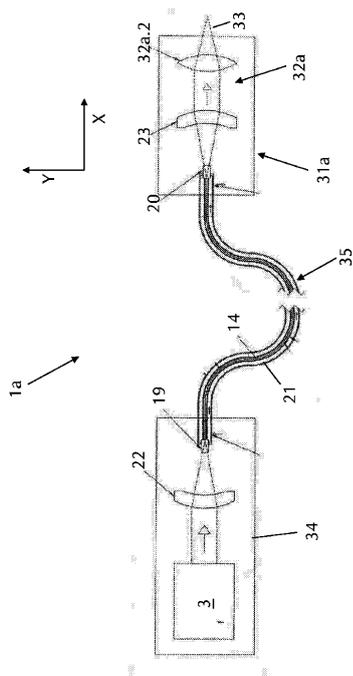


Fig. 10

【 図 11 】

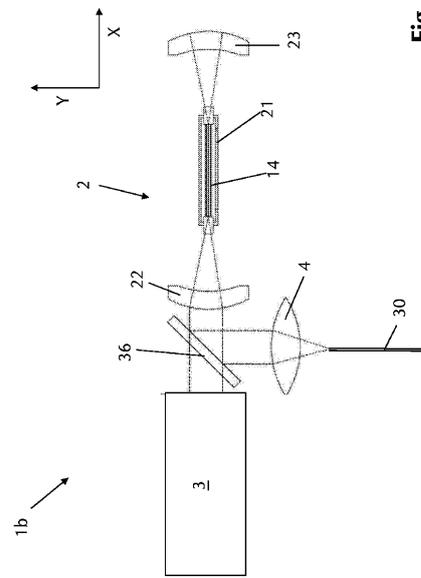


Fig. 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/100099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01S3/067 H01S3/094 H01S3/0941 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/268808 A1 (CLOWES JOHN REDVERS [GB] ET AL) 25 October 2012 (2012-10-25) abstract paragraph [0062] - paragraph [0064] paragraph [0100] figure 4	1,3,4,7, 12,14
Y	----- WO 98/53949 A1 (SDL INC [US]) 3 December 1998 (1998-12-03) abstract page 7, line 26 - page 8, line 14 page 11, line 12 - page 13, line 20 figures 1-3 ----- -/--	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 July 2014		23/07/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schenke, Cordt

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2014/100099

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/220429 A1 (DAVIS JAMES A [US] DAVIS JAMES ALBERT [US]) 6 October 2005 (2005-10-06) abstract paragraph [0027] - paragraph [0031] paragraph [0036] - paragraph [0040] paragraph [0046] figures 4-6, 8 -----	1-14
Y	DE 10 2011 016253 A1 (LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG UND VERTRIEB VON DIODENLASERN MBH [DE]) 11 October 2012 (2012-10-11) cited in the application paragraph [0009] paragraph [0033] - paragraph [0049] figures 1-5 -----	2,5,6
Y	WO 2010/007938 A1 (CENTRAL GLASS CO LTD [JP]; KUBOTA YOSHINORI; OKAMOTO HIDEYUKI; KASUGA) 21 January 2010 (2010-01-21) abstract figure 2 paragraph [0058] - paragraph [0059] -----	10
Y	US 2013/028276 A1 (MINELLY JOHN D [US] ET AL) 31 January 2013 (2013-01-31) abstract paragraph [0105] figure 19 -----	10
Y	WO 2005/122345 A1 (TRUMPF LASER GMBH & CO KG [DE]; KUMKAR MALTE [DE]; VOSS ANDREAS [DE]) 22 December 2005 (2005-12-22) abstract page 10, line 22 - line 33 figure 1 -----	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/100099

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012268808 A1	25-10-2012	EP 1979997 A1	15-10-2008
		GB 2434483 A	25-07-2007
		JP 2009524232 A	25-06-2009
		JP 2014090196 A	15-05-2014
		US 2010157419 A1	24-06-2010
		US 2012268808 A1	25-10-2012
		US 2013271824 A1	17-10-2013
		US 2014092925 A1	03-04-2014
		US 2014104677 A1	17-04-2014
		WO 2007083110 A1	26-07-2007
		WO 9853949 A1	03-12-1998
DE 69809413 T2	08-05-2003		
EP 0984844 A1	15-03-2000		
JP 4500374 B2	14-07-2010		
JP 4628455 B2	09-02-2011		
JP 2002501436 A	15-01-2002		
JP 2009050916 A	12-03-2009		
US 6160568 A	12-12-2000		
US 6489985 B1	03-12-2002		
WO 9853949 A1	03-12-1998		
US 2005220429 A1	06-10-2005		
DE 102011016253 A1	11-10-2012	CN 102738705 A	17-10-2012
		DE 102011016253 A1	11-10-2012
		EP 2508934 A2	10-10-2012
		US 2012307853 A1	06-12-2012
WO 2010007938 A1	21-01-2010	JP 2010026027 A	04-02-2010
		WO 2010007938 A1	21-01-2010
US 2013028276 A1	31-01-2013	NONE	
WO 2005122345 A1	22-12-2005	AT 402505 T	15-08-2008
		DE 102004027625 A1	05-01-2006
		EP 1761978 A1	14-03-2007
		US 2007147442 A1	28-06-2007
		WO 2005122345 A1	22-12-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100099

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01S3/067 H01S3/094 H01S3/0941 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01S		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/268808 A1 (CLOWES JOHN REDVERS [GB] ET AL) 25. Oktober 2012 (2012-10-25) Zusammenfassung Absatz [0062] - Absatz [0064] Absatz [0100] Abbildung 4	1,3,4,7, 12,14
Y	----- WO 98/53949 A1 (SDL INC [US]) 3. Dezember 1998 (1998-12-03) Zusammenfassung Seite 7, Zeile 26 - Seite 8, Zeile 14 Seite 11, Zeile 12 - Seite 13, Zeile 20 Abbildungen 1-3 ----- -/--	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 14. Juli 2014		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 23/07/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schenke, Cordt

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE2014/100099

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2005/220429 A1 (DAVIS JAMES A [US] DAVIS JAMES ALBERT [US]) 6. Oktober 2005 (2005-10-06) Zusammenfassung Absatz [0027] - Absatz [0031] Absatz [0036] - Absatz [0040] Absatz [0046] Abbildungen 4-6, 8 -----	1-14
Y	DE 10 2011 016253 A1 (LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG UND VERTRIEB VON DIODENLASERN MBH [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0009] Absatz [0033] - Absatz [0049] Abbildungen 1-5 -----	2,5,6
Y	WO 2010/007938 A1 (CENTRAL GLASS CO LTD [JP]; KUBOTA YOSHINORI; OKAMOTO HIDEYUKI; KASUGA) 21. Januar 2010 (2010-01-21) Zusammenfassung Abbildung 2 Absatz [0058] - Absatz [0059] -----	10
Y	US 2013/028276 A1 (MINELLY JOHN D [US] ET AL) 31. Januar 2013 (2013-01-31) Zusammenfassung Absatz [0105] Abbildung 19 -----	10
Y	WO 2005/122345 A1 (TRUMPF LASER GMBH & CO KG [DE]; KUMKAR MALTE [DE]; VOSS ANDREAS [DE]) 22. Dezember 2005 (2005-12-22) Zusammenfassung Seite 10, Zeile 22 - Zeile 33 Abbildung 1 -----	13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100099

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012268808 A1	25-10-2012	EP 1979997 A1	15-10-2008
		GB 2434483 A	25-07-2007
		JP 2009524232 A	25-06-2009
		JP 2014090196 A	15-05-2014
		US 2010157419 A1	24-06-2010
		US 2012268808 A1	25-10-2012
		US 2013271824 A1	17-10-2013
		US 2014092925 A1	03-04-2014
		US 2014104677 A1	17-04-2014
		WO 2007083110 A1	26-07-2007
		WO 9853949 A1	03-12-1998
DE 69809413 T2	08-05-2003		
EP 0984844 A1	15-03-2000		
JP 4500374 B2	14-07-2010		
JP 4628455 B2	09-02-2011		
JP 2002501436 A	15-01-2002		
JP 2009050916 A	12-03-2009		
US 6160568 A	12-12-2000		
US 6489985 B1	03-12-2002		
WO 9853949 A1	03-12-1998		
US 2005220429 A1	06-10-2005	KEINE	
DE 102011016253 A1	11-10-2012	CN 102738705 A	17-10-2012
		DE 102011016253 A1	11-10-2012
		EP 2508934 A2	10-10-2012
		US 2012307853 A1	06-12-2012
WO 2010007938 A1	21-01-2010	JP 2010026027 A	04-02-2010
		WO 2010007938 A1	21-01-2010
US 2013028276 A1	31-01-2013	KEINE	
WO 2005122345 A1	22-12-2005	AT 402505 T	15-08-2008
		DE 102004027625 A1	05-01-2006
		EP 1761978 A1	14-03-2007
		US 2007147442 A1	28-06-2007
		WO 2005122345 A1	22-12-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

(74)代理人 100114890
弁理士 アイゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

(72)発明者 フォルカー クラウゼ
ドイツ連邦共和国 ロニヒ アウフ パナイト 4

(72)発明者 ゲオアク レーマン
ドイツ連邦共和国 コブレンツ ブルーメンシュトラッセ 8

(72)発明者 チャーリー パッハート
ドイツ連邦共和国 コブレンツ メールガッセ 1 5

Fターム(参考) 5F172 AE12 AE13 AF02 AF03 AF06 AM01 AM04 AM06 AM08 EE13
EE16 NS01 NS18
5F173 MA07 MB03 MD64 MF03 MF22 MF39