

(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2008-203598
(P2008-203598A)

(43) 公開日 平成20年9月4日(2008.9.4)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 2 B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/42 2 H 1 3 7
G O 2 B 27/10 (2006.01) G O 2 B 27/10

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-40435 (P2007-40435)
 (22) 出願日 平成19年2月21日 (2007.2.21)

(71) 出願人 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1
 (71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (72) 発明者 市川 正
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

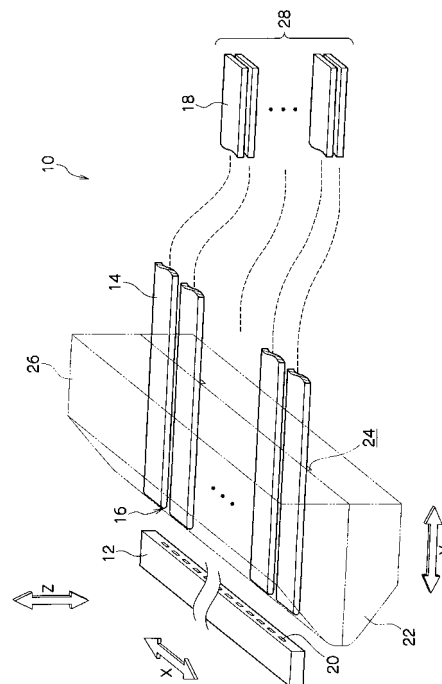
(54) 【発明の名称】 レーザー集光装置

(57) 【要約】

【課題】 部品点数を削減できて製造コストを低減できるとともに、ビーム品質の悪化を防止できるレーザー集光装置の提供を課題とする。

【解決手段】 アレイ状に配列された複数の発光点 20 を有するレーザーバー 12 と、レーザーバー 12 の発光点 20 と対向するようにアレイ状に配列され、レーザーバー 12 から射出されたレーザー光が入射される入射部 16 がシリンドリカルレンズ状に形成されている光ファイバー 14 と、を備えたレーザー集光装置 10 とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アレイ状に配列された複数の発光点を有するレーザーバーと、
前記レーザーバーの発光点と対向するようにアレイ状に配列され、該レーザーバーから出射されたレーザー光が入射される入射部がシリンドリカルレンズ状に形成されている光ファイバーと、
を備えたことを特徴とするレーザー集光装置。

【請求項 2】

前記光ファイバーの数量が前記発光点と同数以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザー集光装置。

10

【請求項 3】

前記光ファイバーの断面形状が矩形状であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のレーザー集光装置。

【請求項 4】

レーザー光を出射する前記光ファイバーの出射部は、全数もしくはその一部が積層されてバンドル化されていることを特徴とする請求項 3 に記載のレーザー集光装置。

【請求項 5】

前記出射部の所定領域におけるクラッドの厚さが、他の領域におけるクラッドの厚さよりも薄く形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載のレーザー集光装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーバーと光ファイバーを備えたレーザー集光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザーダイオードアレイ（レーザーバー）から出射されたレーザー光が、ビームコリメーターレンズで一旦集光され、その集光されたレーザー光が、ビームコリメーターレンズと対向配置された複数の各導波路（光ファイバー）に入射されるようにしたレーザー集光装置が従来から知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

30

しかしながら、この特許文献 1 に記載のレーザー集光装置では、レーザーダイオードアレイ（レーザーバー）とビームコリメーターレンズと導波路（光ファイバー）の 3 つの光学部品を使用しているため、部品点数が多くなり、光軸調整の困難さから、製造コストが高価になるという問題点があった。

【0004】

また、図 8（A）の側面図で示すように、ビームコリメーターレンズ 84 は、速軸方向（矢印 Z 方向）の発散されたレーザー光を集光させることはできても、図 8（B）の平面図で示すように、遅軸方向（矢印 X 方向）に対するレンズ効果は無いため、レーザー光は、ビームコリメーターレンズ 84 を通過後も一定の開口数（NA）で拡がり続ける。

【0005】

40

そのため、拡がったレーザー光を導波路（光ファイバー）86 に全て入射させようとすると、レーザーダイオードアレイ 82 の発光点 80 から導波路（光ファイバー）86 の入射端 86A までの距離 D と開口数（NA）で決まるビームサイズ（幅）よりも大きい幅（コアの幅）の導波路（光ファイバー）86 が必要になり、その結果、ビーム品質の悪化を招いてしまう。

【0006】

この問題を具体的な寸法（数値）を用いて説明すると、図 8 で示すように、レーザーダイオードアレイ 82 の一般的な発光点 80 の寸法は、幅 100 μm 、高さ 1 μm であり、開口数（NA）は、速軸方向 0.3、遅軸方向 0.1 である。ビームコリメーターレンズ 84 は、比較的特性の良好なものとして、ここでは、先端の曲率半径が 40 μm に相当す

50

る 94 μm の非球面ロッドレンズを使用する。また、導波路 86 の開口数 (NA) は速軸方向・遅軸方向共に 0.1 である。

【0007】

まず、速軸方向について説明すると、速軸方向の開口数 (NA) 0.3 のレーザー光を、ビームコリメーターレンズ (ロッドレンズ) 84 により、開口数 (NA) 0.1 に変換して導波路 86 に入射させるためには、ビームコリメーターレンズ (ロッドレンズ) 84 の中心から、70 μm 離れた位置にレーザーダイオードアレイ 82 の発光点 80 を配置し、280 μm 離れた位置に導波路 86 の入射端 86A を配置する必要がある。このとき、導波路 86 の入射端 86A でのレーザー光の速軸方向のビームサイズ (高さ) は 5.5 μm となる。したがって、導波路 86 の高さとしては 5.5 μm 以上のものが必要となる。

10

【0008】

次に、遅軸方向について説明すると、レーザーダイオードアレイ 82 の発光点 80 から 350 μm 離れた導波路 86 の入射端 86A まで、開口数 (NA) 0.1 で拡がって行くと、導波路 86 の入射端 86A でのレーザー光の遅軸方向のビームサイズ (幅) は 170 μm となり、導波路 86 の幅 (コアの幅) としては 170 μm 以上のものが必要になる。つまり、ビームコリメーターレンズ (ロッドレンズ) 84 を使用すると、100 μm であったビームサイズ (幅) が 170 μm 以上に大きくなるため、ビーム品質が悪化してしまう。

【特許文献 1】特表平 10 - 503885 号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

そこで、本発明は、上記事情に鑑み、部品点数を削減できて製造コストを低減できるとともに、ビーム品質の悪化を防止できるレーザー集光装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明に係る請求項 1 に記載のレーザー集光装置は、アレイ状に配列された複数の発光点を有するレーザーバーと、前記レーザーバーの発光点と対向するようにアレイ状に配列され、該レーザーバーから出射されたレーザー光が入射される入射部がシリンダリカルレンズ状に形成されている光ファイバーと、を備えたことを特徴としている。

30

【0011】

請求項 1 に記載の発明によれば、光ファイバーの入射部をシリンダリカルレンズ状に形成し、レンズと光ファイバーを一体にしたので、従来 3 点必要だった光学部品点数を 2 点に削減できる。したがって、光軸調整も容易になり、製造コストを低減できる。また、光ファイバーの入射部がシリンダリカルレンズ状に形成されているため、光ファイバーをレーザーバーに近接して対向配置できる。したがって、レーザーバーから光ファイバーの入射部までの間で、光の損失を少なくすることができる。よって、ビーム品質の悪化を防止できる。

【0012】

40

また、請求項 2 に記載のレーザー集光装置は、請求項 1 に記載のレーザー集光装置において、前記光ファイバーの数量が前記発光点と同数以下であることを特徴としている。

【0013】

請求項 2 に記載の発明によれば、発光点に対して、光ファイバーの本数を減らすことができる。つまり、部品点数を減らすことができるので、光軸調整も容易になり、製造コストを低減できる。

【0014】

また、請求項 3 に記載のレーザー集光装置は、請求項 1 又は請求項 2 に記載のレーザー集光装置において、前記光ファイバーの断面形状が矩形状であることを特徴としている。

【0015】

50

請求項 3 に記載の発明によれば、光ファイバーの出射部の配列を任意かつ容易に変更することができる。したがって、任意の出射パターンが形成できる。

【0016】

また、請求項 4 に記載のレーザー集光装置は、請求項 3 に記載のレーザー集光装置において、レーザー光を出射する前記光ファイバーの出射部が、全数もしくはその一部が積層されてバンドル化されていることを特徴としている。

【0017】

請求項 4 に記載の発明によれば、レーザーバーからアレイ状に出射された複数のレーザー光を、光ファイバーの出射部では積層状に出射することができるので、光密度を高めることができる。つまり、ビーム品質の高い光源とすることができる。

【0018】

また、請求項 5 に記載のレーザー集光装置は、請求項 4 に記載のレーザー集光装置において、前記出射部の所定領域におけるクラッドの厚さが、他の領域におけるクラッドの厚さよりも薄く形成されていることを特徴としている。

【0019】

請求項 5 に記載の発明によれば、光ファイバーの出射部の所定領域におけるクラッドの厚さが、他の領域におけるクラッドの厚さよりも薄く形成されているため、その出射部において、コアの充填率を一層高くできる。したがって、ビーム品質を更に高められる。

【発明の効果】

【0020】

以上のように、本発明によれば、部品点数を削減できて製造コストを低減できるとともに、ビーム品質の悪化を防止できるレーザー集光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の最良な実施の形態について、図面に示す実施例を基に詳細に説明する。図 1 は本実施形態に係るレーザー集光装置の構成を示す概略斜視図であり、図 2 は光ファイバーの入射部の形状を示す概略側面図と概略平面図、図 3 は光ファイバーの出射部の構成を示す概略正面図である。なお、説明の便宜上、矢印 X 方向を幅方向（遅軸方向）、矢印 Y 方向を前後方向、矢印 Z 方向を高さ方向（速軸方向）とする。

【0022】

図 1 で示すように、このレーザー集光装置 10 は、幅方向（矢印 X 方向）に一直線上に配列された複数の発光点 20 を有し、それぞれ同一方向に向けてレーザー光を出射する半導体レーザーバー 12 と、半導体レーザーバー 12 から出射されたレーザー光が入射され、その入射されたレーザー光を所定の方向に導く（伝送する）複数の光ファイバー 14 とを備えている。

【0023】

半導体レーザーバー 12 は、フォトリソプロセスによって製造され、発光点 20 の位置を正確に規定できるようになっている。なお、半導体レーザーバー 12 としては、発光点 20 の幅方向（矢印 X 方向）の断面寸法や数量によって数種類のものがあるが、本実施例では、その中でも最も一般的な、幅 100 μm 、高さ 1 μm とされた（高さ方向よりも幅方向が長い）矩形形状の発光点 20 を、200 μm ピッチ（図 6 参照）で 48 個、アレイ状に配置して構成している。

【0024】

また、光ファイバー 14 は、半導体レーザーバー 12 の発光点 20 に対向して同数（48 本）配置され、その幅方向（矢印 X 方向）の断面形状が、発光点 20 の幅方向（矢印 X 方向）の断面形状に相応した（高さ方向よりも幅方向が長い）矩形形状とされており、発光点 20 から出射されたレーザー光が入射されるレーザー光入射部 16 が、発光点 20 と同間隔でアレイ状に（一直線状に）配置されている。そして、このレーザー光入射部 16 のアレイ状に配列された入射端 16A の前後方向（矢印 Y 方向）における断面形状が、図 2 で示すように、シリンダリカルレンズ状とされている。

10

20

30

40

50

【0025】

また、光ファイバー14のレーザー光出射部18は、図3で示すように、幅方向（矢印X方向）の断面形状が、高さ方向よりも幅方向が長い矩形形状になるため、全数もしくはその一部を、高さ方向（矢印Z方向）に密に積層して束ねることが容易にできる。したがって、このレーザー光出射部18は、任意の形状にバンドル化することができる。

【0026】

また、このような矩形形状光ファイバー14は、一般的な製造方法である光ファイバー母材を紡糸するという方法において、通常、円形状の光ファイバー母材を用いるところを、矩形形状の光ファイバー母材を用いて紡糸することで、容易に製造することができる。なお、光ファイバー14の材料としては、一般的なSiO₂やプラスチック等が使用できる。

10

【0027】

また、光ファイバー14は、図1で示すように、側面視略台形状とされた保持部材22とカバー26で保持することができる。すなわち、保持部材22の表面（上面）には、光ファイバー14の寸法よりも僅かに大きい寸法とされた収納溝24が、半導体レーザー12の発光点20と同間隔に複数（光ファイバー14の本数分）形成されており、その収納溝24内に光ファイバー14を挿入して、カバー26で固定することにより、容易に保持することができる。なお、保持部材22及びカバー26の材料としては、ガラス、金属、セラミックス、プラスチック等が使用できる。

【0028】

また、収納溝24の形成方法としては、使用する材料に応じて機械加工やエッチング等、一般的な方法が使用できる。本実施例においては、半導体レーザー12から出射されるレーザー光の強度が非常に高いことから、レーザー光の吸収による加熱を考慮して、レーザー光に対して透過率が高いガラスを用い、機械加工により収納溝24を形成している。また、レーザー光入射部16の入射端16Aにおけるシリンドリカルレンズ状の加工方法としては、保持部材22及びカバー26ごと、シリンドリカルレンズ状に研磨することで形成することができる。

20

【0029】

以上のような構成のレーザー集光装置10において、次にその作用について説明する。半導体レーザー12の発光点20から出射されたレーザー光は、光ファイバー14のレーザー光入射部16に入射される。このとき、このレーザー光入射部16における入射端16Aは、シリンドリカルレンズ状に形成されているので、従来、光ファイバー14にレーザー光を入射させるために必要とされたレンズが不要になり、部品点数を削減することができる。したがって、光軸調整も容易になり、部品コスト、光軸調整コスト等の製造コストを低減することができる。

30

【0030】

また、レーザー光入射部16の入射端16Aをシリンドリカルレンズ状に形成することにより、半導体レーザー12の発光点20と、レーザー光入射部16の入射端16Aを従来よりも近接して対向配置することができる。したがって、光ファイバー14の幅方向（矢印X方向）における断面寸法（幅及び高さ）を、発光点20のビームサイズ（幅及び高さ）と、ほぼ同等にすることができる（同等か、それよりも若干大きくするだけで済む）。よって、発光点20から出射されたレーザー光のビームサイズを保持したまま、言い換えればビーム品質を悪化させることなく、光ファイバー14のレーザー光出射部18から、レーザー光を出射させることが可能となる。

40

【0031】

これを具体的な寸法（数値）を用いて説明すると、図2で示すように、本実施形態に係るレーザー集光装置10において、一般的な半導体レーザー12の発光点20の寸法は、幅100μm、高さ1μmであり、その発光点20から出射されるレーザー光の開口数（NA）は、速軸方向0.3、遅軸方向0.1である。また、ここで使用される光ファイバー14の開口数（NA）は、速軸方向・遅軸方向共に0.1である。

【0032】

50

そして、光ファイバー 14 のレーザー光入射部 16 における入射端 16 A のシリンダリカルレンズ形状は、先端の曲率半径が $7.2 \mu\text{m}$ の非球面形状とされている。つまり、その入射端 16 A は、曲率半径 $7.2 \mu\text{m}$ 相当の非球面レンズ形状とされている。そして、その焦点位置は、そこから $15 \mu\text{m}$ 離れた位置とされている。

【0033】

したがって、まず図 2 (A) の側面図で示す速軸方向 (矢印 Z 方向) について説明すると、レーザー光を開口数 (NA) 0.3 から、開口数 (NA) 0.1 へ変換して光ファイバー 14 のレーザー光入射部 16 に入射させるためには、半導体レーザー 12 の発光点 20 とレーザー光入射部 16 の入射端 16 A との距離 D を $15 \mu\text{m}$ とすればよく、これによって、速軸方向のレーザー光を光ファイバー 14 に全て入射させることができる。

10

【0034】

つまり、そのシリンダリカルレンズ (非球面レンズ) 形状とされた入射端 16 A の焦点位置 (距離 $D = 15 \mu\text{m}$ とされた位置) に半導体レーザー 12 の発光点 20 を置くと、速軸方向のレーザー光は、開口数 (NA) 0.1 に変換されて、光ファイバー 14 に入射できることになる。なお、そのときの速軸方向のレーザー光のビームサイズ (高さ) は $4 \mu\text{m}$ となり、光ファイバー 14 の高さとしては $4 \mu\text{m}$ 以上のものが必要となる。この高さは、従来技術とほぼ同じになっている。

【0035】

次に、図 2 (B) の平面図で示す遅軸方向 (矢印 X 方向) について説明すると、レーザー光は、開口数 (NA) 0.1 で拡がりながら、 $15 \mu\text{m}$ 離れた光ファイバー 14 のレーザー光入射部 16 における入射端 16 A に到達するが、そのときの遅軸方向のレーザー光のビームサイズ (幅) は $103 \mu\text{m}$ である。これは、半導体レーザー 12 の発光点 20 の幅 ($100 \mu\text{m}$) とほぼ同じである。

20

【0036】

したがって、この場合、光ファイバー 14 の幅 (コア 30 の幅) を $103 \mu\text{m}$ 以上にすれば、遅軸方向に拡がったレーザー光を全て入射させることができることになり、ビーム品質の悪化を防止することができる。つまり、半導体レーザー 12 の発光点 20 から、光ファイバー 14 の出射部 18 (出射端 18 A) までのビーム品質は、殆ど変わることがなく、これによって、従来よりもビーム品質を向上させることができる。

【0037】

なお、本実施形態に係るレーザー集光装置 10 においては、光軸ずれの誤差を考慮して、光ファイバー 14 のコア 30 の幅方向 (矢印 X 方向) における断面寸法を幅 $110 \mu\text{m}$ 、高さ $20 \mu\text{m}$ とし、クラッド 32 を含めた光ファイバー 14 全体の断面寸法を幅 $130 \mu\text{m}$ 、高さ $40 \mu\text{m}$ としている。

30

【0038】

こうして、光ファイバー 14 に入射されたレーザー光は、レーザー光出射部 18 の出射端 18 A から出射される。この出射端 18 A は、光ファイバー 14 の幅方向 (矢印 X 方向) の断面形状が矩形型形状であることから、高さ方向に複数本 (この場合は 48 本)、隙間無く密に積層して束ねることが容易にでき、全体で光密度の高いバンドル部 28 を構成することができる。

40

【0039】

これを具体的な寸法 (数値) を用いて説明すると、図 3 で示すように、幅 $130 \mu\text{m}$ 、高さ $40 \mu\text{m}$ の断面寸法を有する光ファイバー 14 のレーザー光出射部 18 を、高さ方向に密に 48 本積み重ねると、そのレーザー光出射部 18 における出射端 18 A のコア 30 の断面寸法は、幅 $110 \mu\text{m}$ 、高さ 1.88mm ($1880 \mu\text{m}$) となる。

【0040】

もし、同じ効果を、一般的に用いられる円形状の光ファイバー (図示省略) で得ようとすると、コア径 $300 \mu\text{m}$ の断面寸法が必要となり、クラッドも含めると、円形状光ファイバーの断面寸法は更に大きいものになる。この円形状光ファイバーを、矩形形状光ファイバー 14 と同数 (48 本) 密に束ねてバンドル部 28 とすることを想定すると、矩形形状

50

光ファイバー 14の方が、光密度が高いことは明白である。

【0041】

なお、バンドル部 28の光密度を更に高める他の方法としては、図4で示すように、バンドル部 28とされている出射端 18A付近における光ファイバー 14のクラッド 32を、エッチング等により、数 μm を残して除去し、その出射端 18A付近のクラッド 32の厚さを、他の部分(他の領域)のクラッド 32の厚さよりも薄くする方法がある。これにより、コア 30の充填率が一層高くなり、光密度を更に高めることができる。

【0042】

具体的には、図4で示すように、光ファイバー 14のバンドル化される出射端 18A付近において、片側 10 μm とされているクラッド 32を、エッチング等により、約 8 μm 除去する。つまり、出射端 18A付近のクラッド 32の厚さを約 2 μm にする。すると、出射端 18A付近での光ファイバー 14の断面寸法は、幅 114 μm 、高さ 24 μm となる。

10

【0043】

このような構成の出射端 18Aを備えた光ファイバー 14のレーザー光出射部 18を、図3で示したものと同様に、高さ方向に 48本密に束ねてバンドル部 28とすると、レーザー光出射部 18の出射端 18Aにおけるコア 30の断面寸法は、幅 110 μm 、高さ 1.148mm(1148 μm)となり、光密度は明らかに高くなる。

【0044】

一般に、光の長距離伝送を目的とする光ファイバー 14のクラッド 32は、全長に亘って透過率を維持するため、相応の厚さを必要とする。例えば本実施例では、クラッド 32の厚さを 10 μm としている。しかしながら、図5で示すように、例えば全長 1mの矩形状光ファイバー 14において、その出射端 18Aから 20mmまでの領域をエッチングして、その領域だけクラッド 32の厚さを 2 μm としても、光ファイバー 14の透過率は 98%を維持し、殆ど影響が出ない。

20

【0045】

これに対し、例えば全長 1mの矩形状光ファイバー 14の全長に亘ってクラッド 32の厚さを 2 μm とした場合には、光ファイバー 14の透過率は 35%となり、光の損失が格段に増加する(透過率が悪化してしまう)ことが確認されている。したがって、クラッド 32を除去する部位は、光ファイバー 14のレーザー光出射部 18における出射端 18A 付近のみという限られた領域であることが重要で、その領域内(本実施例の場合は出射端 18Aから 20mm以内)であれば、透過率が悪化するおそれはない。

30

【0046】

また、上記実施例では、1つの発光点 20に対して1本の光ファイバー 14で受光する例を示したが、光ファイバー 14の幅寸法のみを大きくすることで、1本の光ファイバー 14で複数の発光点 20を同時に受光することも可能である。これにより、光ファイバー 14の数量を減らすことができるので、部品点数を削減することができ、光軸調整も更に容易に実行できるようになる。

【0047】

図6はその実施例を示したもので、同時に2つの発光点 20からのレーザー光を1本の光ファイバー 14で受光するようにした例である。具体的には、光ファイバー 14のコア 30の幅寸法を 310 μm とすれば、100 μm 間隔で置かれた幅 100 μm の2つの発光点 20を1本の光ファイバー 14で同時に受光することができる。これによれば、半導体レーザー 12の全ての発光点 20を、24本の光ファイバー 14で受光できることになる。

40

【0048】

また、バンドル部 28は、図7で示すように、光ファイバー 14の配置によって、様々な形状とすることができる。例えば、階段状に積層された複数のバンドル部 28に分割することも可能であるし、逆に複数のレーザー集光装置 10からの光ファイバー 14を全て束ねて、1つのバンドル部 28とすることもできる。このように、レーザー光出射部 18

50

は、その配列を任意かつ容易に変更することができ、出射パターンを任意に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本実施形態に係るレーザー集光装置の構成を示す概略斜視図

【図2】(A)光ファイバーの入射部の形状を示す概略側面図、(B)光ファイバーの入射部の形状を示す概略平面図

【図3】光ファイバーの出射部の構成を示す概略正面図

【図4】(A)光ファイバーの出射部の別構成を示す概略側面図、(B)光ファイバーの出射部の別構成を示す概略正面図

10

【図5】クラッドの厚さと透過率との関係を示すグラフ

【図6】発光点に対する光ファイバーの入射部の構成を示す概略正面図

【図7】光ファイバーの出射部の別構成を示す概略斜視図

【図8】(A)従来の光ファイバーの入射部側の構成を示す概略側面図、(B)従来の光ファイバーの入射部側の構成を示す概略平面図

【符号の説明】

【0050】

10 レーザー集光装置

12 半導体レーザーバー

14 光ファイバー

20

16 レーザー光入射部

16A 入射端

18 レーザー光出射部

18A 出射端

20 発光点

22 保持部材

24 収納溝

26 カバー

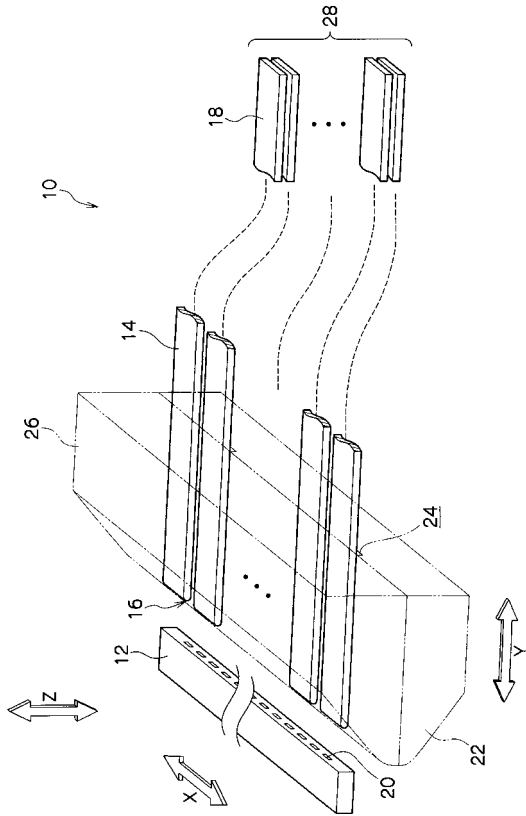
28 バンドル部

30 コア

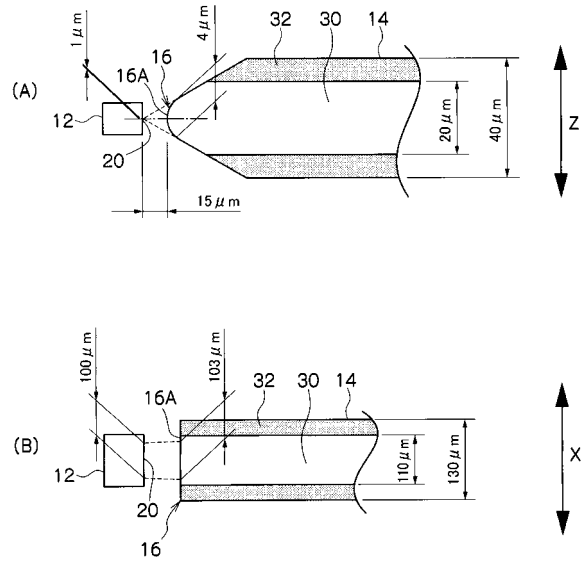
30

32 クラッド

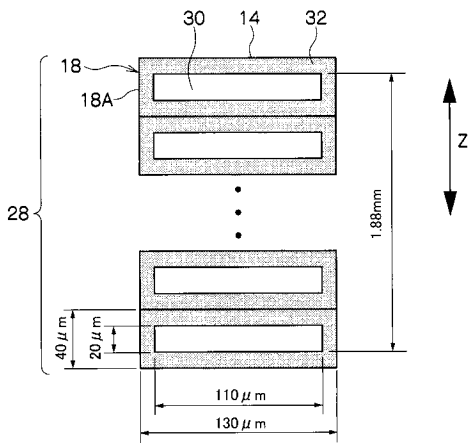
【 図 1 】



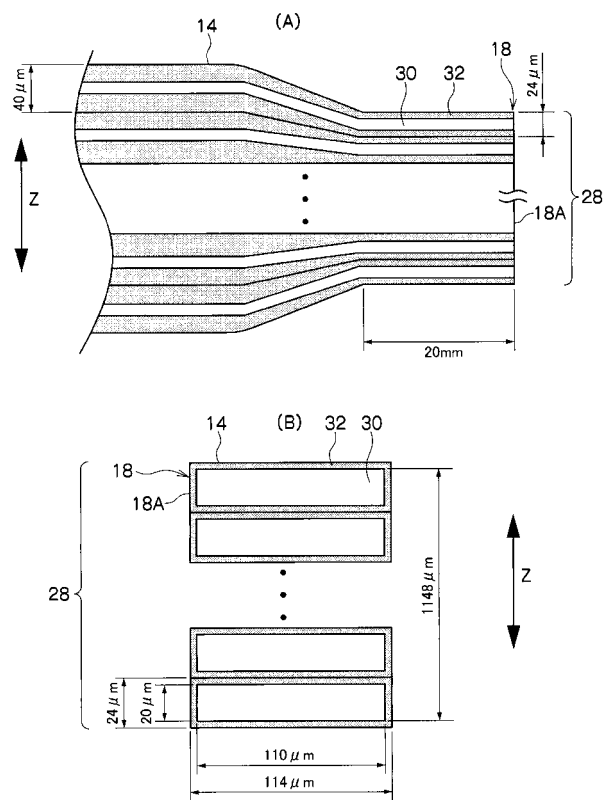
【 図 2 】



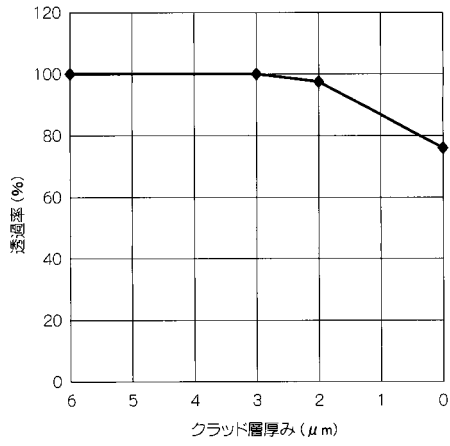
【 図 3 】



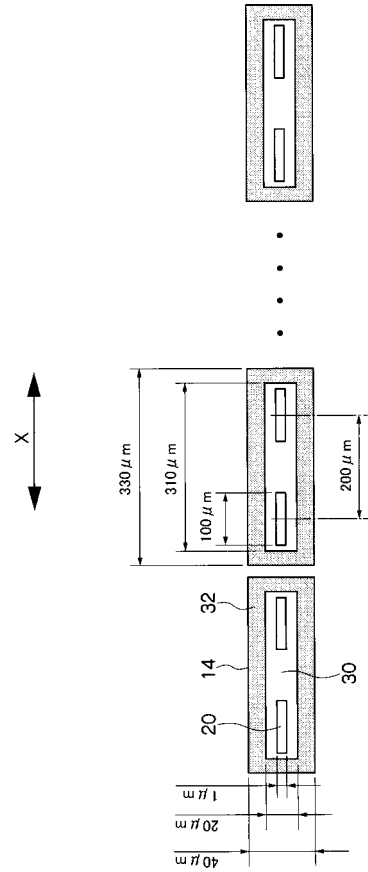
【 図 4 】



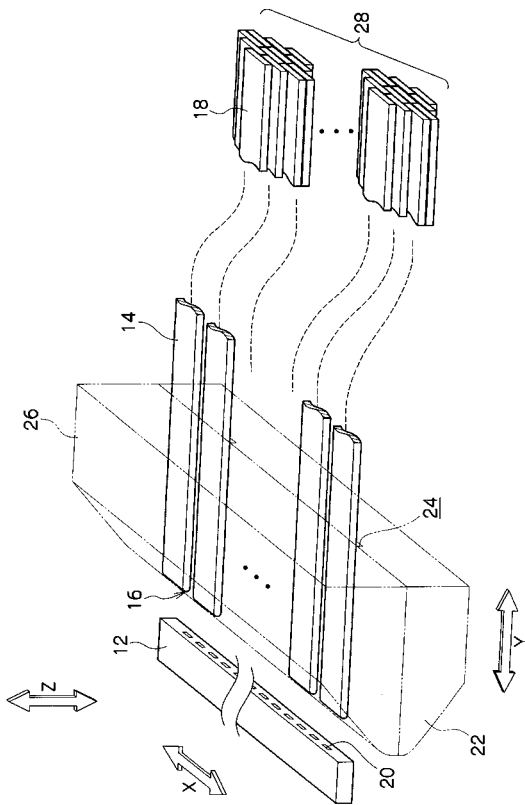
【 図 5 】



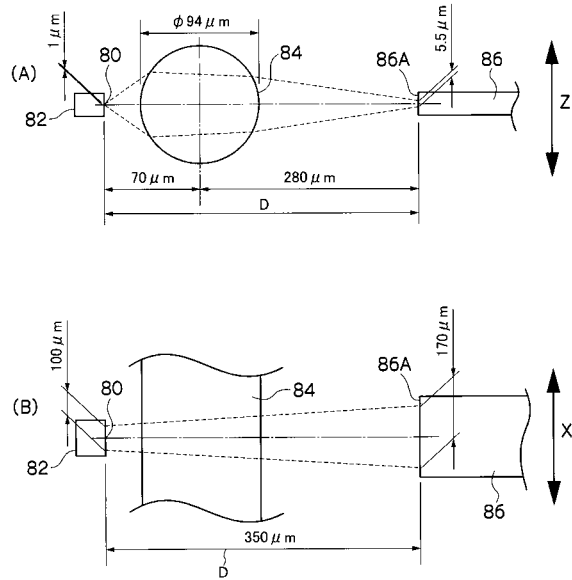
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 和男

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 伊藤 博

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 佐藤 彰生

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB06 BA15 BA17 BA21 BA22 BB02 BB17 HA12