

(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2017-135146

(P2017-135146A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 1 S	5/022 (2006.01)	HO 1 S 5/022	2 H O 5 2
HO 1 S	5/40 (2006.01)	HO 1 S 5/40	5 F 1 7 3
GO 2 B	3/00 (2006.01)	GO 2 B 3/00	A
GO 2 B	19/00 (2006.01)	GO 2 B 19/00	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-11425 (P2016-11425)
 (22) 出願日 平成28年1月25日 (2016.1.25)

(71) 出願人 000236436
 浜松ホトニクス株式会社
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100113435
 弁理士 黒木 義樹
 (74) 代理人 100140442
 弁理士 柴山 健一
 (72) 発明者 渡邊 正樹
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
 浜松ホトニクス株式会社内
 (72) 発明者 伊東 勝久
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
 浜松ホトニクス株式会社内
 最終頁に続く

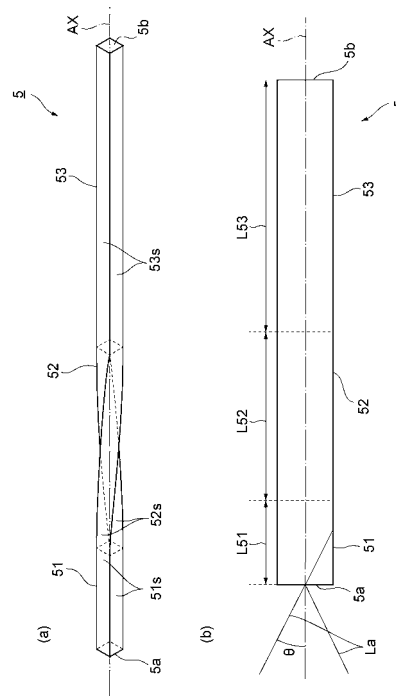
(54) 【発明の名称】 レーザヘッド、及び、レーザ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】レーザ光の強度を均一化可能なレーザヘッド、及びレーザ装置を提供する。

【解決手段】レーザヘッドは、2次元的に配列された複数の光出力部を有し、光出力部のそれぞれからレーザ光Laを出力する光源と、軸線AX上に配列された入射端面5a及び出射端面5bを有し、レーザ光Laを導光する柱状の導光部材5と、光源からのレーザ光Laを入射端面5aに集光する集光素子と、を備える。導光部材5は、入射端面5aを含む第1部分51と、第1部分51よりも出射端面5b側に位置する第2部分52と、を有する。第2部分52は、軸線AX周りの捻れを有する。出射端面5bは、レーザ光の出射方向からみて四角形状である。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに交差する第 1 方向及び第 2 方向に沿って 2 次元的に配列された複数の光出力部を有し、前記第 1 方向及び前記第 2 方向に交差する第 3 方向に沿って前記光出力部のそれぞれからレーザ光を出力する光源と、

所定軸線上に配列された入射端面及び出射端面を有し、前記レーザ光を導光する柱状の導光部材と、

前記光源からの前記レーザ光を前記入射端面に向けて集光する集光素子と、を備え、

前記導光部材は、前記入射端面を含む第 1 部分と、前記第 1 部分よりも前記出射端面側に位置する第 2 部分と、を有し、

前記第 2 部分は、前記所定軸線周りの捻れを有し、

前記出射端面は、前記レーザ光の出射方向からみて四角形状である、レーザヘッド。

【請求項 2】

前記導光部材は、前記出射端面を含む四角柱状の第 3 部分を有する、請求項 1 に記載のレーザヘッド。

【請求項 3】

前記第 3 部分は、前記第 3 部分の一の外側面と前記一の外側面に交差する別の外側面とを平面により接続する面取り部を有している、

請求項 2 に記載のレーザヘッド。

【請求項 4】

前記第 3 部分は、前記第 3 部分の一の外側面と前記一の外側面に交差する別の外側面とを曲面により接続する面取り部を有している、

請求項 2 に記載のレーザヘッド。

【請求項 5】

前記光出力部は、前記第 1 方向及び前記第 2 方向を含む四角形状の領域に配列され、

前記第 1 部分は、四角柱状であり、

前記入射端面は、前記レーザ光の入射方向からみて四角形状である、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のレーザヘッド。

【請求項 6】

前記第 1 部分は、前記第 1 部分の一の外側面と前記一の外側面に交差する別の外側面とを平面により接続する面取り部を有している、

請求項 5 に記載のレーザヘッド。

【請求項 7】

前記第 1 部分は、前記第 1 部分の一の外側面と前記一の外側面に交差する別の外側面とを曲面により接続する面取り部を有している、

請求項 5 に記載のレーザヘッド。

【請求項 8】

前記光源は、

前記第 1 方向に沿って 1 次元に配列された複数の発光部を含み、前記第 2 方向にスタックされた複数の半導体レーザアレイと、

前記複数の半導体レーザアレイのそれぞれに設けられ、前記第 3 方向に沿って前記複数の発光部から出射されたレーザ光をコリメートする複数のコリメートレンズと、を有し、

前記光出力部は、少なくとも前記発光部及び前記コリメートレンズによって構成されている、

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のレーザヘッド。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のレーザヘッドと、

前記レーザヘッドを保持する保持部と、

加工対象物を支持する支持部と、

10

20

30

40

50

前記保持部及び前記支持部の少なくとも1つを動作させる制御部と、
を備える、
レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザヘッド、及び、レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のレーザ装置として、1次元に配列された複数の発光部を含む半導体レーザアレイを、その発光部の配列方向に垂直な方向にスタックして構成される光源と、光源から出射された複数のレーザ光を集光する集光光学系と、を備えるものが知られている。特許文献1には、このようなレーザ装置を用いたレーザ加工方法が記載されている。このレーザ加工方法では、複数の半導体レーザアレイをスタック方向において中央及び両側のグループに分け、中央のグループの半導体レーザアレイから出射されるレーザ光の強度を、両側のグループの半導体レーザアレイから出射されるレーザ光の強度よりも小さくすることで、複数のレーザ光による入熱分布（加工対象物の加工部位に対する入熱分布）の均一化を図るレーザ加工方法である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2002/009904号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載のレーザ加工方法では、肉盛加工を行う際に、その加工部位の幅方向に沿ってレーザ光の強度分布を設けることによって、入熱分布の均一化を図っている。一方で、上記のレーザ装置は、種々の状況で利用され得る。一例として、上記のレーザ装置は、レーザ光の照射領域を金属材料上で相対移動させることにより、金属材料の焼き入れ加工を行う際に用いられる。また、上記のレーザ装置は、レーザ媒質の励起光源としても用いられる。これらの状況では、レーザ光の照射領域においてレーザ光の強度を均一化する要求がある。

【0005】

本発明は、レーザ光の強度を均一化可能なレーザヘッド、及びレーザ装置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】

【0006】

本発明に係るレーザヘッドは、互いに交差する第1方向及び第2方向に沿って2次的に配列された複数の光出力部を有し、第1方向及び第2方向に交差する第3方向に沿って光出力部のそれぞれからレーザ光を出力する光源と、所定軸線上に配列された入射端面及び出射端面を有し、レーザ光を導光する柱状の導光部材と、光源からのレーザ光を入射端面に向けて集光する集光素子と、を備え、導光部材は、入射端面を含む第1部分と、第1部分よりも出射端面側に位置する第2部分と、を有し、第2部分は、所定軸線周りの捻れを有し、出射端面は、レーザ光の出射方向からみて四角形状である。

【0007】

このレーザヘッドにおいては、光源から出力された複数のレーザ光が集光素子により導光部材の入射端面に向けて集光される。入射端面に向けて集光された複数のレーザ光は、導光部材により導光されて出射端面から出射される。導光部材の第2部分は、入射端面及び出射端面が配列される所定軸線の周りの捻れを有している。したがって、複数のレーザ光は、入射端面から出射端面に至る間に、第2部分の捻れにより形成された曲面で反射さ

れることにより、導光部材内で拡散される。したがって、レーザ光の強度が均一化される。なお、ここでは、出射端面が、レーザ光の出射方向からみて四角形状である。したがって、四角形状の照射領域内において、レーザ光の強度が均一化される。このため、特に、照射領域を相対移動させて金属材料の焼き入れ加工を行う場合に、均一な加工が可能となる。

【0008】

本発明に係るレーザヘッドにおいては、導光部材は、出射端面を含む四角柱状の第3部分を有してもよい。この場合、導光部材の第2部分において拡散されたレーザ光を、出射端面を含む第3部分においてさらに反射させることにより、レーザ光の強度のさらなる均一化が可能である。特に、第3部分が四角柱状であるので、平面である外側面でレーザ光が反射される。このため、レーザ光の品質の劣化を抑制可能である。

10

【0009】

本発明に係るレーザヘッドにおいては、第3部分は、第3部分の一の外側面と一の外側面に交差する別の外側面とを平面により接続する面取り部を有していてもよい。或いは、本発明に係るレーザヘッドにおいては、第3部分は、第3部分の一の外側面と一の外側面に交差する別の外側面とを曲面により接続する面取り部を有していてもよい。

【0010】

本発明に係るレーザヘッドにおいては、光出力部は、第1方向及び第2方向を含む四角形状の領域に配列され、第1部分は、四角柱状であり、入射端面は、レーザ光の入射方向からみて四角形状であってもよい。このように、光出力部が四角形状の領域に配列される場合には、集光素子により集光されるレーザ光のスポットが四角形状の領域内に集約される。したがって、入射端面の形状を、レーザ光のスポットに合わせて四角形状とすることによって、必要最小限の面積で複数のレーザ光をもれなく導光部材に入射させることができる。

20

【0011】

本発明に係るレーザヘッドにおいては、第1部分は、第1部分の一の外側面と一の外側面に交差する別の外側面とを平面により接続する面取り部を有していてもよい。或いは、本発明に係るレーザヘッドにおいては、第1部分は、第1部分の一の外側面と一の外側面に交差する別の外側面とを曲面により接続する面取り部を有していてもよい。

【0012】

本発明に係るレーザヘッドにおいては、光源は、第1方向に沿って1次元に配列された複数の発光部を含み、第2方向にスタックされた複数の半導体レーザアレイと、複数の半導体レーザアレイのそれぞれに設けられ、第3方向に沿って複数の発光部から出射されたレーザ光をコリメートする複数のコリメートレンズと、を有し、光出力部は、少なくとも発光部及びコリメートレンズによって構成されていてもよい。このように、光源から出力されるレーザ光がコリメート光である場合には、第2部分においてレーザ光を曲面で反射させて強度を均一化することが特に有効となる。

30

【0013】

本発明に係るレーザ装置は、上記のレーザヘッドと、レーザヘッドを保持する保持部と、加工対象物を支持する支持部と、保持部及び支持部の少なくとも1つを動作させる制御部と、を備えてもよい。このレーザ装置は、上記のレーザヘッドを備える。したがって、加工対象物の均一な加工が可能となる。

40

【発明の効果】**【0014】**

本発明によれば、レーザ光の強度を均一化可能なレーザヘッド、及びレーザ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0015】**

【図1】本実施形態に係るレーザ装置を示す図である。

【図2】図1に示されたレーザヘッドを示す図である。

50

【図 3】図 2 に示された光源及び照射領域を示す図である。

【図 4】図 2 に示された導光部材を示す図である。

【図 5】図 4 に示された導光部材の入射端面及び出射端面を示す図である。

【図 6】出射端面におけるレーザ光の強度分布を示す図である。

【図 7】導光部材の断面形状の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において、同一又は相当する部分には互いに同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合がある。また、以下の図面には、X 軸、Y 軸、及び Z 軸からなる直交座標系を示す場合がある。

10

【0017】

図 1 は、本実施形態に係るレーザ装置を示す図である。図 1 に示されるように、レーザ装置 100 は、レーザヘッド 1 と、保持口ポット（保持部）101 と、支持ステージ（支持部）102 と、電源 103 と、冷却機 104 と、制御部 105 と、を備えている。レーザヘッド 1 は、ワーク（加工対象物）W を加工するために、ワーク W にレーザ光 L を照射する。保持口ポット 101 は、レーザヘッド 1 を保持する。支持ステージ 102 は、ワーク W を支持する。電源 103 は、レーザヘッド 1 が備える複数の半導体レーザアレイに電流を供給する。冷却機 104 は、レーザヘッド 1 が備える複数の半導体レーザアレイを冷却するために、冷却水を循環させる。

20

【0018】

制御部 105 は、保持口ポット 101 を動作させる。例えば、金属材料からなるワーク W に対して焼き入れ加工を施す場合、制御部 105 は、レーザ光 L の照射領域がワーク W の表面 Ws に沿って移動するように（すなわち、ワーク W に対して相対移動するように）、保持口ポット 101 を動作させる。このような保持口ポット 101 の制御は、例えば、レーザヘッド 1 に取り付けられた距離センサからの出力に基づいて実施される。なお、制御部 105 は、保持口ポット 101 だけでなく、レーザ装置 100 の各部を制御する。

【0019】

図 2 は、図 1 に示されたレーザヘッドを示す図である。図 3 は、図 2 に示された光源及び照射領域を示す図である。図 3 の（b）は、ワーク W の拡大図である。図 2、3 に示されるように、レーザヘッド 1 は、光源 2 と、集光素子 3 と、集光素子 4 と、導光部材 5 と、筐体 6 と、を有する。光源 2、集光素子 3、導光部材 5、及び、集光素子 4 は、筐体 6 に収容され、X 軸方向（第 3 方向）に沿ってこの順に配列されている。これにより、レーザヘッドは、直接集光型半導体レーザ（DDL）として構成されている。

30

【0020】

光源 2 は、複数（例えば 30 個）の半導体レーザアレイ 21 と、複数のコリメートレンズ 22 と、複数のヒートシンク 23 と、を有している。複数の半導体レーザアレイは、例えば数 mm の等間隔で、Z 軸方向（第 2 方向）にスタック（積層）されている。1 つの半導体レーザアレイ 21 には、複数（例えば、30 個）の発光部 21a が形成されている。1 つの半導体レーザアレイ 21 においては、複数の発光部 21a は、例えば数百 μm の等間隔で、Y 軸方向（第 1 方向）に沿って 1 次元的に配列されている。発光部 21a は、Y 方向をスロー方向とすると共に Z 軸方向をファースト方向とする半導体レーザ素子である。発光部 21a は、X 軸方向に沿ってレーザ光 La を出射する。なお、上述したレーザ光 L は、光源 2 から出射された複数のレーザ光 La の集合である。

40

【0021】

各コリメートレンズ 22 は、各半導体レーザアレイ 21 の光出射側に配置されている。コリメートレンズ 22 は、半導体レーザアレイ 21 の複数の発光部 21a から X 軸方向に沿って出射された複数のレーザ光 La をコリメートする。より具体的には、コリメートレンズ 22 は、Z 軸方向（すなわち、ファースト方向）へのレーザ光 La の広がりコリメートする。各ヒートシンク 23 は、各半導体レーザアレイ 21 と熱的に接続されている。

50

ヒートシンク 23 には、冷却機 104 によって冷却水が循環させられる。これにより、ヒートシンク 23 は、半導体レーザアレイ 21 を冷却する。

【0022】

光源 2 においては、1つの発光部 21a、及びその光出射側に配置されたコリメートレンズ 22 によって、1つの光出力部 24 が構成されている。つまり、光源 2 には、互いに交差（直交）する Y 軸方向及び Z 軸方向に沿って 2 次元的に（すなわち、マトリックス状に）配列された複数の光出力部 24 を有する。特に、ここでは、光出力部 24 は、Y 軸方向及び Z 軸方向を含む四角形状の領域 R1 に配列されている。領域 R1 は、一例として正方形形状であるが、長方形形状であってもよい。

【0023】

光源 2 は、Y 軸方向及び Z 軸方向に垂直な X 軸方向に沿って複数の光出力部 24 から複数のレーザ光 La を出射する。これにより、集光素子 3 に入射する複数のレーザ光 La の光軸の位置は、Y 軸方向及び Z 軸方向に沿って 2 次元に（すなわち、マトリックス状に）配列された状態となる。

【0024】

集光素子 3 は、Y 軸方向及び Z 軸方向の両方について、光源 2 からのレーザ光 La のそれぞれを、導光部材 5 の入射端面 5a に向けて集光する。入射端面 5a におけるレーザ光のスポット（レーザ光 La のスポットの集合）は、四角形状である。ここでは、入射端面 5a におけるレーザ光のスポットは、正方形形状であるが、長方形形状であってもよい。集光素子 3 は、例えばレンズである。

【0025】

集光素子 4 は、導光部材 5 の出射端面 5b から出射されたレーザ光 L の照射領域 R2 がワーク W の表面 Ws 上に位置するようにレーザ光 L を集光する。そのために、集光素子 4 は、第 1 素子 41 と第 2 素子 42 とを含む。第 1 素子 41 及び第 2 素子 42 は、X 軸方向に沿って順に配列されている。第 1 素子 41 は、Y 軸方向及び Z 軸方向の両方について、出射端面 5b から出射されたレーザ光 L をコリメートする。第 2 素子 42 は、第 1 素子 41 からのレーザ光 L を集光し、ワーク W の表面 Ws 上に照射領域 R2 を形成する。照射領域 R2 は、四角形状である。照射領域 R2 は、ここでは正方形形状であるが、長方形形状であってもよい。

【0026】

図 4 は、図 2 に示された導光部材を示す図である。図 4 の (a) は斜視図であり、図 4 の (b) は側面図である。図 5 は、図 4 に示された導光部材の入射端面及び出射端面を示す図である。図 2, 4, 5 に示されるように、導光部材 5 は、集光素子 3 と集光素子 4 との間に配置されている。導光部材 5 は、軸線（所定軸線）AX 上に配列された入射端面 5a 及び出射端面 5b を有する。換言すれば、導光部材 5 の入射端面 5a 及び出射端面 5b は、同軸上に位置している。特に、ここでは、入射端面 5a の中心と出射端面 5b の中心とが互いに一致している。

【0027】

ここでは、軸線 AX は、X 軸方向と実質的に一致している。導光部材 5 は、入射端面 5a から入射したレーザ光 La を導光し、出射端面 5b からレーザ光 L として出射する。入射端面 5a は、レーザ光 La の入射方向（ここでは X 軸方向）からみて四角形状である。出射端面 5b は、レーザ光 L の出射方向（ここでは X 軸方向）からみて四角形状である。入射端面 5a 及び出射端面 5b は、ここでは正方形形状であるが、長方形形状であってもよい。入射端面 5a の形状は、光出力部 24 が配列される領域 R1 の形状に対応した形状とすることができる。

【0028】

導光部材 5 は、軸線 AX に沿って直線状に延びる長尺の柱状（棒状）である。導光部材 5 は、第 1 部分 51、第 2 部分 52、及び、第 3 部分 53 からなる。第 1 部分 51 は、入射端面 5a を含む。第 3 部分 53 は、出射端面 5b を含む。第 2 部分 52 は、第 1 部分よりも出射端面 5b 側に位置する。すなわち、第 2 部分 52 は、第 1 部分 51 と第 3 部分 5

10

20

30

40

50

3との間に配置されている。第2部分52は、第1部分51と第3部分53とに接続されている。

【0029】

第1部分51は、軸線AXに沿って延びる四角柱状である。第1部分51の軸線AXに交差する断面形状は、ここでは、入射端面5aと同様に正形状である。第3部分53は、軸線AXに沿って延びる四角柱状である。第3部分53の軸線AXに交差する断面形状は、ここでは、出射端面5bと同様に正形状である。第1部分51及び第3部分53の断面形状は、ここでは、軸線AXに沿って一定である(太さが一定である)。第1部分51の4つの外側面51s、及び、第3部分53の4つの外側面53sは、それぞれ、長形状の平面である。

10

【0030】

第2部分52は、軸線AX周りの捻れを有する(すなわち、捻れ部である)。軸線AX周りの捻れを有するとは、第2部分52が角柱及び円柱を含む一般の柱状である場合には、軸線AX(光軸:光の進行方向)の一方から他方に向けて軸線AXに交差(直交)する複数(無数)の断面をとったときに、軸線AXの一方側の断面から他方側の断面に向かうにつれて、断面間において対応する任意の外縁上の1点(仮想的な点)の軌跡が螺旋を描くことをいう。一方、第1部分51及び第3部分53は、軸線AX周りの捻れを有さない(すなわち、非捻れ部である)。軸線AX周りの捻れを有さないとは、軸線AX(光軸:光の進行方向)の一方から他方に向けて軸線AXに交差(直交)する複数(無数)の断面をとったときに、軸線AXの一方側の断面から他方側の断面に向かうにつれて、断面間において対応する任意の外縁上の1点(仮想的な点)の軌跡が直線を描くことをいう。

20

【0031】

なお、第2部分52が角柱状である場合には、軸線AX周りの捻れを有するとは、軸線AXに交差(直交)する断面形状を、軸線AXの一方から他方に向かうにつれて軸線AXを中心として回転させることによって、当該断面形状の外形により描かれる外形を有することをいう。したがって、第2部分52の軸線AXに交差する各断面形状は、軸線AXに沿って実質的に一定であり、且つ、軸線AXを中心とした回転の角度が異なる。第2部分52の最も軸線AXの一方側(第1部分51との接続側)の断面形状S1と、最も軸線AXの他方側(第3部分53との接続側)の断面形状S2との間に与えられる回転角度(すなわち、第2部分52に与えられる捻れの角度)は、例えば、 45° 以上 360° 以下である(図5参照)。ただし、回転角度が大きすぎると光の拡散が大きくなりすぎるおそれがある。また、回転角度が小さすぎると光が十分に拡散されないおそれがある。これらの観点から、回転角度は、 60° 以上 180° 以下であることが好ましい。

30

【0032】

一例として、回転角度が 90° (又は 180°)の場合(図5の(a))、断面形状S1と断面形状S2とは互いに全体的に重複する。一方、一例として、回転角度が 45° (又は 135°)の場合(図5の(b))、断面形状S1と断面形状S2とが 45° ずれた状態で部分的に重複する。第1部分51~第3部分53は、互いに連続的に形成されている。したがって、断面形状S1と断面形状S2との間に与えられる回転角度が、第1部分51の軸線AXに交差する断面形状と第3部分53の軸線AXに交差する断面形状との間(すなわち、入射端面5aと出射端面5bとの間)の、軸線AXを中心とした回転角度のずれ量を規定する。

40

【0033】

第2部分52の軸線AXに交差する断面形状は、第1部分51及び第3部分53との接続部の断面形状に対応して四角形状である。したがって、ここでは、第2部分52の断面形状は正形状である。ただし、第2部分52は、製造上の理由から、実際には、第1部分51及び第3部分53の断面形状に対して若干の変形が加わる場合がある。特に、第2部分52の断面積は、第1部分51側の端部及び第3部分53側の端部(すなわち両端部)よりも、中央部において小さくなる場合がある。すなわち、第2部分52は、中央部において相対的に細い場合がある。以上のように、第2部分52は、軸線AX周りの捻れを

50

有するため、第 2 部分 5 2 の 4 つの外側面 5 2 s は、長方形を捻ることにより形成される曲面である。

【 0 0 3 4 】

ここで、集光素子 3 により入射端面 5 a に向けて集光された複数のレーザ光 L a は、まず、第 1 部分 5 1 内を伝播する。このとき、少なくとも一部のレーザ光 L a は、第 1 部分 5 1 と周囲の雰囲気との界面（すなわち平面である外側面 5 1 s ）において反射される。第 1 部分 5 1 内を伝播したレーザ光 L a は、第 2 部分 5 2 に入射する。第 2 部分 5 2 に入射したレーザ光 L a は、第 2 部分 5 2 内を伝播する。このとき、大部分のレーザ光 L a は、第 2 部分 5 2 と周囲の雰囲気との界面（すなわち曲面である外側面 5 2 s ）において反射される。

10

【 0 0 3 5 】

さらに、第 2 部分 5 2 内を伝播したレーザ光 L a は、第 3 部分 5 3 に入射する。第 3 部分 5 3 a に入射したレーザ光 L a は、第 3 部分 5 3 a 内を伝播する。このとき、大部分のレーザ光 L a は、第 3 部分 5 3 と周囲の雰囲気との界面（すなわち平面である外側面 5 3 s ）においてさらに反射される。第 3 部分 5 3 を伝播したレーザ光 L a は、レーザ光 L として出射端面 5 b から出射される。

【 0 0 3 6 】

引き続いて、導光部材 5 の各部の寸法の一例について説明する。ここでは、第 1 部分 5 1 ~ 第 3 部分 5 3 の軸線 A X に交差（直交）する断面形状は正形状であり、一辺の長さを W とする。また、入射端面 5 a に入射するレーザ光 L a の入射角を θ とする。このとき、軸線 A X に沿った第 1 部分 5 1 の長さ L 5 1 は、例えば $(W / 2) \times (1 / \tan \theta)$ 以上とすることができる。また、軸線 A X に沿った第 2 部分 5 2 の長さ L 5 2 は、例えば、長さ L 5 1 の 2 倍以上とすることができる。これは、第 1 部分 5 1 内で反射したレーザ光 L a を、少なくとも 1 回、第 2 部分 5 2 内で反射させるためである。

20

【 0 0 3 7 】

なお、上述した第 2 部分 5 2 に与えられる捻れ角度（回転角度 ϕ ）は、第 2 部分 5 2 の長さ L 5 2 と関連付けて設定することができる。すなわち、短い第 2 部分 5 2 に対して大きな回転角度 ϕ を設定すると、曲面である外側面 5 2 s へのレーザ光 L a の入射角が大きくなる。したがって、外側面 5 2 s へのレーザ光 L a の入射角がレーザ光 L a の全反射角度よりも小さくなるように（すなわち外側面 5 2 s でレーザ光 L a の全反射が生じるように）、長さ L 5 2 及び回転角度 ϕ を設定することが望ましい。

30

【 0 0 3 8 】

さらに、軸線 A X に沿った第 3 部分 5 3 の長さ L 5 3 は、第 3 部分 5 3 内でのレーザ光 L a の反射のため、設計上許される範囲の最大とすることが望ましいが、一例として、長さ L 5 1 と長さ L 5 2 との合計程度を目安とすることができる。

【 0 0 3 9 】

以上のような導光部材 5 は、例えば、四角柱状のガラス部材の両端を除いた一部分を捻じることにより製造され得る。これにより、捻れが形成された部分が第 2 部分 5 2 となる。したがって、第 2 部分 5 2 においては、例えば複数の直方体の部材を接合することにより断続的に捻れが形成されるのではなく、単一の部材により連続的な捻れが形成されている。導光部材 5 は、所謂ライトパイプやロッドプリズムであり、光ファイバとは区別される。

40

【 0 0 4 0 】

すなわち、典型的には、光ファイバは、コア、コアを囲むクラッド、及び、クラッドを覆う被覆等から構成される。光ファイバは、コアとクラッドとの屈折率差によりコアに光を閉じ込めて導光する。これに対して、導光部材 5 は、例えば実質的に単一の屈折率の領域からなる。導光部材 5 は、空気等の周囲の雰囲気との屈折率差により、光を閉じ込めて導光する。ただし、入射端面 5 a には反射防止膜が形成される場合があり、入射端面 5 a と出射端面 5 b との間の外側面には、反射膜が形成される場合がある。

【 0 0 4 1 】

50

また、光ファイバは、全体としての剛性が比較的小さく、可撓性を有する。このため、光ファイバは、例えば片持ち状態で姿勢及び形状を維持することが困難である（自重で変形する）。すなわち、光ファイバは、全体として一定の形状を有していない。これに対して、導光部材 5 は、全体としての剛性が比較的大きく、可撓性を有さない。このため、導光部材 5 は、例えば片持ち状態で姿勢及び形状を維持可能である。すなわち、導光部材 5 は、全体として一定の形状（柱状）を有する。この点でも、導光部材 5 は、光ファイバと区別され得る。

【 0 0 4 2 】

なお、導光部材 5 は、例えば、第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 において所定部材（不図示）により把持され、レーザヘッド 1 の筐体 6 内に保持されている。すなわち、第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 は、導光部材 5 をレーザヘッド 1 に固定する際に把持される把持部として機能する。さらに、第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 は、所定部材に把持されることにより、所定部材を介した導光部材 5 の放熱経路を提供する。つまり、第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 は、導光部材 5 の放熱部としても機能する。このように、第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 が所定部材に把持される場合には、所定部材との接触部分からの漏れ光を抑制するため、少なくとも第 1 部分 5 1 及び第 3 部分 5 3 の外側面 5 1 s , 5 3 s に反射膜を設けることができる。

10

【 0 0 4 3 】

以上説明したように、レーザ装置 1 0 0 は、レーザヘッド 1 を備えている。レーザヘッド 1 においては、光源 2 から出力された複数のレーザ光 L a が集光素子 3 により導光部材 5 の入射端面 5 a に向けて集光される。入射端面 5 a に向けて集光された複数のレーザ光 L a は、導光部材 5 により導光されて出射端面 5 b から出射される。導光部材 5 の第 2 部分 5 2 は、入射端面 5 a 及び出射端面 5 b が配列される軸線 A X の周りの捻れを有している。したがって、複数のレーザ光 L a は、入射端面 5 a から出射端面 5 b に至る間に、第 2 部分 5 2 の捻れにより形成された曲面（外側面 5 2 s ）で反射されることにより、導光部材 5 内で拡散される（拡がり角が増大される）。したがって、レーザ光 L （レーザ光 L a の集合）の強度が均一化される。

20

【 0 0 4 4 】

図 6 は、出射端面におけるレーザ光の強度分布を示す図である。図 6 の（ a ）は、導光部材 5 を用いた場合を示す図であり、図 6 の（ b ）は、全体が四角柱状で捻れを有さない導光部材を用いた場合を示す図である。図 6 においては、色の濃淡により強度の強弱が示されている。図 6 の（ a ）に示されるように、導光部材 5 を用いた場合には、レーザ光 L a のそれぞれが導光部材 5 内で拡散される結果、出射端面 5 b において強度分布が均一化されている。一方で、図 6 の（ b ）に示されるように、捻れを有さない導光部材を用いた場合には、出射端面 B においても、コリメート光であるレーザ光 L a の強度の偏在が残存しており、強度分布が不均一である。

30

【 0 0 4 5 】

ここで、導光部材 5 は、上記のように、単一のガラス部材を捻じることにより形成される。すなわち、第 2 部分 5 2 は、連続的な捻れを有している。このため、第 2 部分 5 2 の外側面 5 2 s が連続的な（滑らかな）曲面となる。その結果、外側面 5 2 s での反射によりレーザ光 L a の拡散が生じ、レーザ光 L の強度の均一化が実現される。これに対して、例えば複数の直方体状の部材を接合することによって断続的な捻れを形成した場合には、外側面に曲面が得られない。このため、レーザ光 L の強度の均一化が困難である。

40

【 0 0 4 6 】

なお、レーザヘッド 1 においては、出射端面 5 b が、レーザ光 L の出射方向からみて四角形状である。したがって、四角形状の照射領域 R 2 内において、レーザ光 L の強度が均一化される。このため、レーザ装置 1 0 0 においては、照射領域 R 2 の互いに平行な一対の辺部分に直交するように、照射領域 R 2 をワーク W の表面 W s に対して相対移動（スキャン）させれば、ワーク W の表面 W s の焼き入れを均一に行うことが可能である。

【 0 0 4 7 】

50

特に、焼き入れ加工を行う際には、照射領域 R 2 が四角形状であること、及び、照射領域 R 2 のスキャン方向とスキャン方向に直交する方向との両方について、レーザ光 L の強度が均一化されていることが重要である。スキャン方向及びスキャン方向に交差する方向のいずれの方向であっても、レーザ光 L の強度が不均一であると、焼き入れ加工の際にむらが発生するおそれがあるためである。

【 0 0 4 8 】

また、レーザヘッド 1 においては、導光部材 5 が、出射端面 5 b を含む第 3 部分 5 3 を有している。そして、第 3 部分 5 3 は、四角柱状である。上述したように、導光部材 5 内においてレーザ光 L a を拡散させる目的としては、曲面での反射回数を増加させるために第 2 部分 5 2 を長くすることが考えられる。しかしながら、曲面での反射回数が多くなり過ぎると、出射端面 5 b から出射されるレーザ光 L の拡がり角が増大し過ぎたりするなど、レーザ光 L の品質が劣化するおそれがある。これに対して、このように第 2 部分 5 2 よりも出射端面 5 b 側に四角柱状の第 3 部分 5 3 を設けることにより、第 2 部分 5 2 内で拡散された状態のレーザ光 L を第 3 部分 5 3 において平面（外側面 5 3 s）で反射させれば、品質の劣化を抑制しながらレーザ光 L の強度のさらなる均一化が可能となる。

【 0 0 4 9 】

また、レーザヘッド 1 においては、光出力部 2 4 は、Y 軸方向及び Z 軸方向を含む四角形状の領域 R 1 に配列されている。また、導光部材 5 の入射端面 5 a は、レーザ光 L a の入射方向からみて四角形状である。このように、光出力部 2 4 が四角形状の領域 R 1 に配列される場合には、集光素子 3 により集光されるレーザ光 L a のスポットが四角形状の領域内に集約される。したがって、入射端面 5 a の形状を、レーザ光 L a のスポットに合わせて四角形状とすることによって、必要最小限の面積で複数のレーザ光 L a をもれなく導光部材 5 に入射させることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、円形のビームスポットを有するレーザ光（以下、「円形のビーム」という）の強度を均一化することは、上記のように四角形状のビームスポットを有するレーザ光（以下、「四角形のビーム」という）の強度を均一化すること比べて容易である。すなわち、円形のビームであれば、捻れを有さない通常のプリズムロッドでも容易に均一化できる。しかしながら、四角形のビームに対して、通常のプリズムロッドを用いて均一化をしようとすると、プリズムロッドの長さを大きくしなければならない。これに対して、レーザヘッド 1 によれば、四角形のビームに対して、比較的短い導光部材 5 を用いて確実に均一化することが可能である。なお、光ファイバの光軸に交差する断面形状は、一般的に円形である。

【 0 0 5 1 】

また、上述したように、第 2 部分 5 2 における曲面でのレーザ光 L a の反射回数が多くなり過ぎると、レーザ光 L の品質の劣化が生じるおそれがある。これに対して、導光部材 5 は、第 2 部分 5 2 よりも入射端面 5 a 側に四角柱状の第 1 部分 5 1 を有している。このため、第 1 部分 5 1 の長さ L 5 1 の分だけ入射端面 5 a から離間して第 2 部分 5 2 の始端を配置することができる。つまり、レーザ光 L a の拡散に寄与しない四角柱状の第 1 部分 5 1 の長さ L 5 1 の調節によって、容易に、第 2 部分 5 2 における曲面でのレーザ光 L a の反射回数を制御することが可能となる。換言すれば、第 1 部分 5 1 は、上述した把持部及び放熱部としての機能に加えて、第 2 部分 5 2 におけるレーザ光 L a の反射回数を調整するための調整部としても機能する。

【 0 0 5 2 】

さらに、レーザヘッド 1 においては、光源 2 は、Y 軸方向に沿って 1 次元に配列された複数の発光部 2 1 a を含み、Z 軸方向にスタックされた複数の半導体レーザアレイ 2 1 と、複数の半導体レーザアレイ 2 1 のそれぞれに設けられ、複数の発光部 2 1 a から出射されたレーザ光 L a をコリメートする複数のコリメートレンズ 2 2 と、を有する。そして、光出力部 2 4 は、発光部 2 1 a 及びコリメートレンズ 2 2 によって構成されている。このように、レーザ光 L a がコリメート光である場合には、第 2 部分 5 2 においてレーザ光 L

aを曲面（外側面52s）で反射させて強度を均一化することが特に有効となる。

【0053】

なお、導光部材5の入射端面5aの面積と出射端面5bの面積とは、互いに同程度（例えば同一）であることが好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、入射端面5aの面積よりも出射端面5bの面積が小さいと、導光部材5の全体の形状が先細りになる。これに伴い、第2部分52も先細りの形状となるため、第2部分52での反射回数が多くなり過ぎるおそれがある。一方、入射端面5aの面積よりも出射端面5bの面積が大きいと、導光部材5及び第2部分52が上記の場合と逆の形状となる。したがって、第2部分52での反射回数が少なくなり過ぎる結果、レーザ光Lの強度の均一性が低下するおそれがある。

10

【0054】

以上の実施形態は、本発明の一実施形態について説明したものである。したがって、本発明は、上記のレーザヘッド1及びレーザ装置100に限定されない。本発明は、各請求項の要旨を変更しない範囲において、上記のレーザヘッド1及びレーザ装置100を任意に変更したものとすることができる。

【0055】

図7は、導光部材の断面形状の変形例を示す図である。図7に示されるように、導光部材5の第1部分51～第3部分53の軸線AXに交差（直交）する断面形状は、厳密な四角形に限定されず、四角形状であればよい。例えば、第1部分51及び第3部分53の断面形状は、四角形を面取りすることにより形成される形状であってもよい。換言すれば、第1部分51及び第3部分53は、一の外側面51s, 53sと別の外側面51s, 53sとを平面Fにより接続する面取り部Pを有していてもよい（図7の（a））。或いは、第1部分51及び第3部分53は、一の外側面51s, 53sと別の外側面51s, 53sとを曲面Cにより接続する面取り部Pを有していてもよい（図7の（b））。第2部分52についても同様である。さらには、導光部材5に対して第3部分53を設けなくてもよい。

20

【0056】

また、レーザ装置100において、制御部105は、保持口ポット101等の保持部に替えて、支持ステージ102等の支持部を動作させて照射領域R2を相対移動させてもよいし、保持口ポット101等の保持部及び支持ステージ102等の支持部の両方を動作させて照射領域R2を相対移動させてもよい。また、レーザ装置100において実施されるレーザ加工は、金属材料に対する焼き入れに限定されず、他のレーザ加工（例えば、溶接や半田の溶融）であってもよい。

30

【0057】

また、導光部材5の第1部分51を円柱状とし、第2部分52を四角柱状（捻れを含む）としてもよい。或いは、第1部分51を四角柱状とし、第2部分52を円柱状（捻れを含む）としてもよい。さらには、第1部分51及び第2部分52の両方を円柱状としてもよい。このように、導光部材5においては、第1部分51及び第2部分52の少なくとも一方を円柱状とすることができる。ただし、円柱状の第1部分51及び/又は第2部分52を用いた場合には、第1部分51及び第2部分52を四角柱状とする場合と比較して、軸線AXに沿った導光部材5の寸法を大きくする（長くする）必要がある。このため、導光部材5を短く構成する観点からは、第1部分51及び第2部分52を四角柱状とすることが有効である。ただし、出射端面5bを含む部分（上記の例では第3部分53）は、照射領域R2の形状を四角形状とする要求から、四角柱状とすることが必要である。

40

【0058】

さらに、レーザヘッド1は、上記のようなレーザ加工に用いられるレーザ装置に適用される場合に限らず、例えばレーザ媒質の励起光源としてのレーザ装置に適用されてもよい。

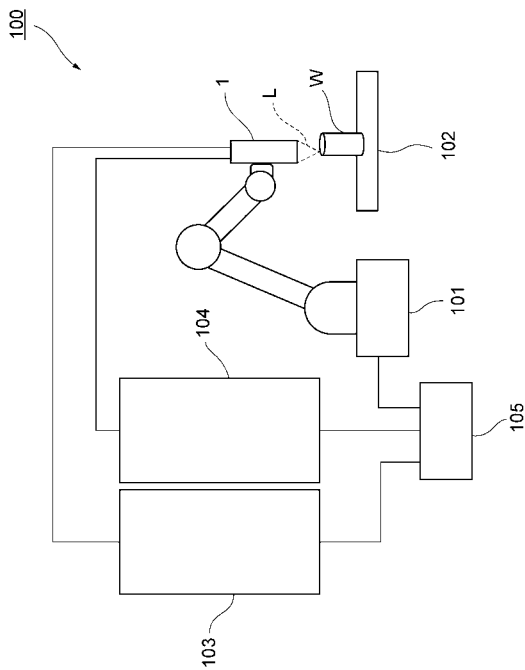
【符号の説明】

【0059】

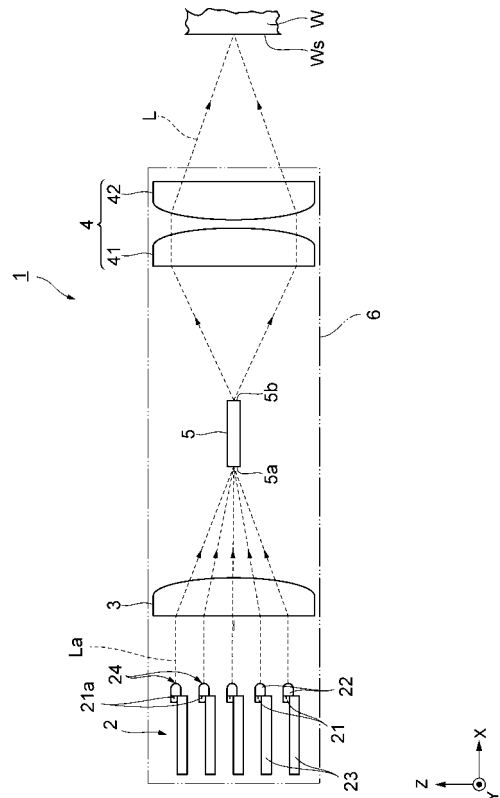
50

1 ... レーザヘッド、2 ... 光源、3 ... 集光素子、5 ... 導光部材、5 a ... 入射端面、5 b ... 出射端面、2 1 ... 半導体レーザーアレイ、2 1 a ... 発光部（光出力部）、2 2 ... コリメートレンズ、5 1 ... 第1部分、5 1 s ... 外側面（一の外側面、別の外側面）、5 2 ... 第2部分、5 3 ... 第3部分、5 3 s ... 外側面（一の外側面、別の外側面）、1 0 0 ... レーザ装置、1 0 1 ... 保持口ポット（保持部）、1 0 2 ... 支持ステージ（支持部）、1 0 5 ... 制御部、A X ... 軸線（所定軸線）、C ... 曲面、F ... 平面、L , L a ... レーザ光、P ... 面取り部、W ... ワーク（加工対象物）。

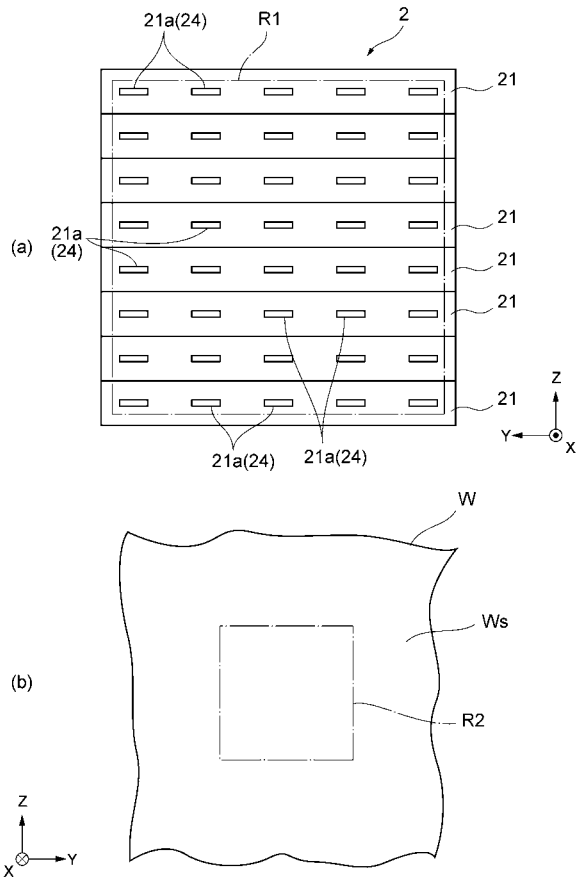
【 図 1 】



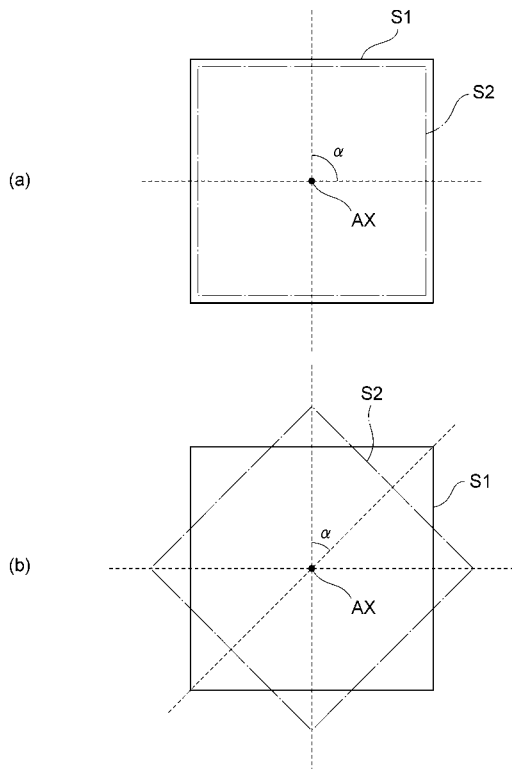
【 図 2 】



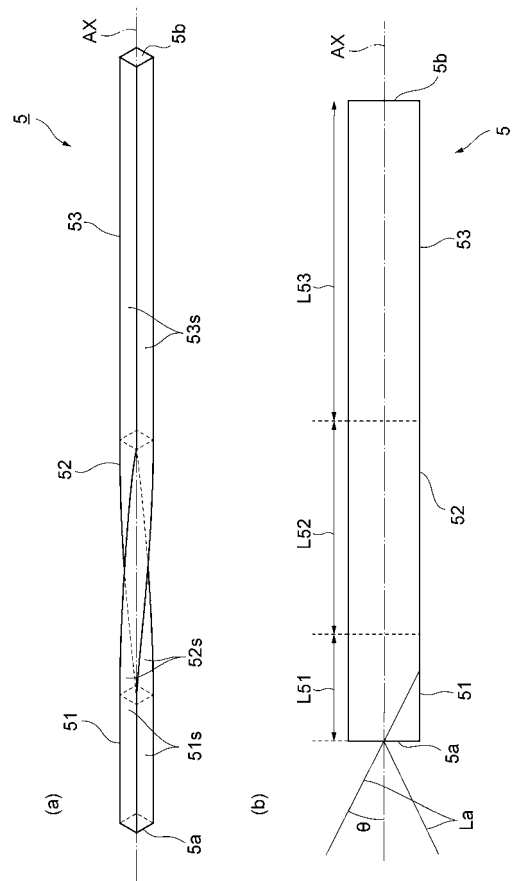
【 図 3 】



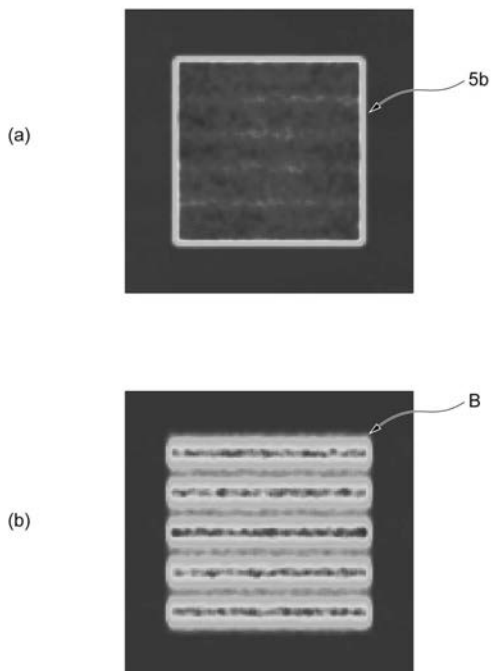
【 図 5 】



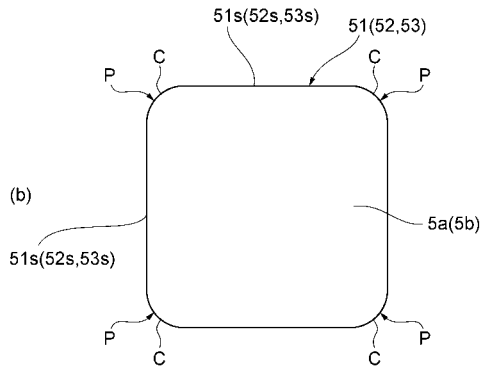
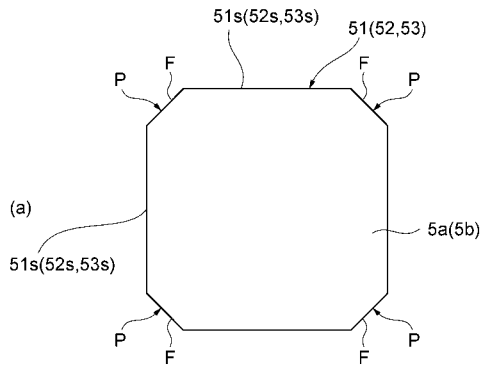
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 酒井 拓也

静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

(72)発明者 鈴木 寿宗

静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

Fターム(参考) 2H052 BA02 BA07 BA11

5F173 MA07 MA08 MB03 MC12 MC15 MD16 MD33 MD65 ME44 ME54

MF03 MF22 MF39