

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年2月8日(08.02.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/028972 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/064 (2014.01) *G02B 6/42* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/029624
- (22) 国際出願日: 2022年8月2日(02.08.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 京 藤 友 博 (KYOTO, Tomohiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 菊池 弘

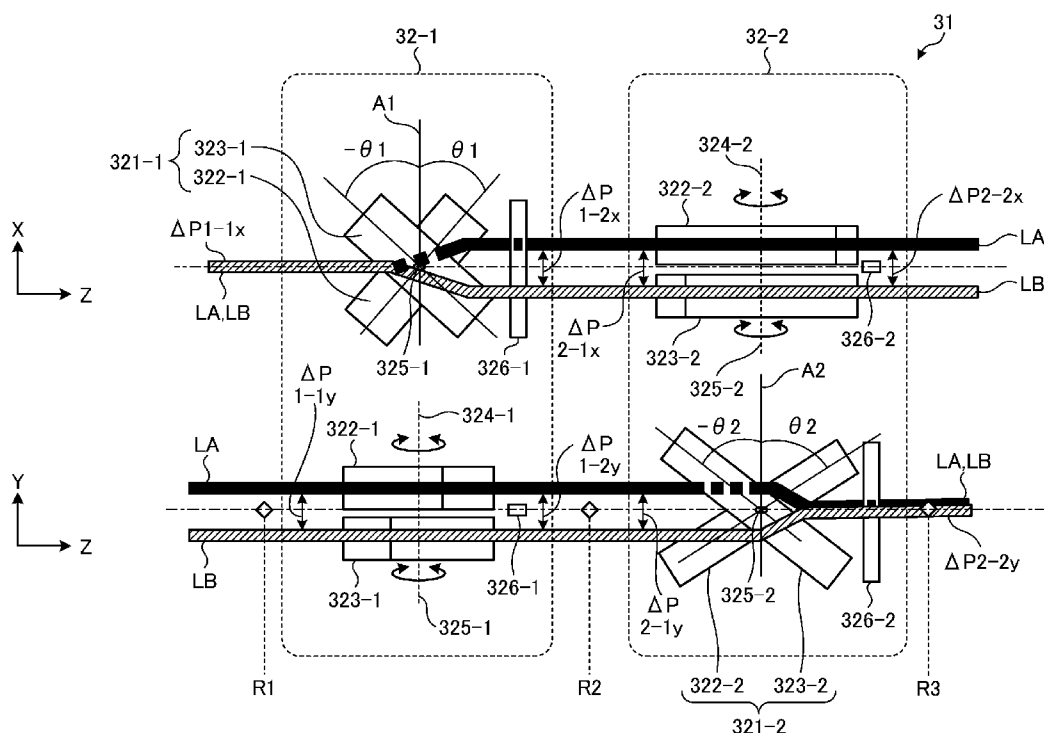
(KIKUCHI, Hiroshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石川 恭平(ISHIKAWA, Kyohei); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 河 ▲ 崎 ▼ 正 人 (KAWASAKI, Masato); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 弁理士法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: VARIABLE OPENING NUMBER DEVICE, LASER DEVICE, AND LASER PROCESSING MACHINE

(54) 発明の名称: 開口数可変装置、レーザ装置およびレーザ加工機



(57) Abstract: The present disclosure is a variable opening number device that re-disposes the spatial distribution or the spatial positions of a plurality of laser beams (LA, LB) input from a laser oscillator, and focuses the re-disposed plurality of laser beams (LA, LB) and inputs the same into a transmission fiber. The variable opening number device comprises light blocking members (326-1, 326-2) that are provided on an extension line of the optical axis of the transmission fiber and that block a reflected laser beam, which is a laser beam moving toward the laser oscillator from the transmission fiber.

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

(57) 要約: 本開示は、レーザ発振器から入射される複数のレーザ光 (L A, L B) の空間的な分布または空間的な位置を再配置し、再配置された複数のレーザ光 (L A, L B) を集光して伝送ファイバに入射させる開口数可変装置であって、伝送ファイバの光軸の延長線上に設けられ、伝送ファイバからレーザ発振器に向かうレーザ光である反射レーザ光を遮光する遮光部材 (3 2 6-1, 3 2 6-2) を備える。

明 細 書

発明の名称： 開口数可変装置、レーザ装置およびレーザ加工機
技術分野

[0001] 本開示は、伝送ファイバへの入射開口数を変化させる開口数可変装置、レーザ装置およびレーザ加工機に関する。

背景技術

[0002] レーザ加工機は、通常、レーザ発振器と、レーザ発振器から出射したレーザ光を集光する集光レンズと、集光レンズで集光されたレーザ光を伝搬する伝送ファイバと、伝送ファイバからのレーザ光を被加工物上の所望の位置に照射する加工ヘッドと、を有する。このようなレーザ加工機において、高出力化のために、複数のレーザ光を1本の伝送ファイバに入射させる構造のものが知られている。

[0003] 特許文献1には、偏光状態を有しかつ集合的に空間分布を有するビーム源からの複数のビームの空間分布を変更し、変更した空間分布を伴うビームを伝送ファイバの端面上に収束させるビームパラメータ調節システムが開示されている。特許文献1に記載の技術では、それぞれの偏光状態を変更することで伝送ファイバへの入射ビームの空間分布を変化させ、伝送ファイバからの出射ビームパラメータ積を調整している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2017-506769号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術をレーザ加工機に適用した場合に、伝送ファイバの入射軸と同軸に発光源側の入射レーザ光の軸があると、被加工物で反射したレーザ光が伝送ファイバの入射軸を中心とした分布で発光源であるレーザ発振器に戻ってしまう。そして、反射したレーザ光がレーザ

発振器にダメージを与えてしまうという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、伝送ファイバの入射軸を中心とした分布で戻ってくる反射したレーザ光によるレーザ発振器へのダメージを抑制することができる開口数可変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

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示は、レーザ発振器から入射される複数のレーザ光の空間的な分布または空間的な位置を再配置し、再配置された複数のレーザ光を集光して伝送ファイバに入射させる開口数可変装置であって、伝送ファイバの光軸の延長線上に設けられ、伝送ファイバからレーザ発振器に向かうレーザ光である反射レーザ光を遮光する遮光部材を備える。

発明の効果

[0008] 本開示に係る開口数可変装置は、伝送ファイバの入射軸を中心とした分布で戻ってくる反射したレーザ光によるレーザ発振器へのダメージを抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係るレーザ加工機の構成の一例を模式的に示す図
[図2]実施の形態1に係る開口数可変装置の構成の一例を模式的に示す図
[図3]実施の形態1に係る開口数可変装置におけるビーム間隔変更部の構成の一例を模式的に示す側面図
[図4]実施の形態1に係る開口数可変装置における開口数の変更方法の一例を模式的に示す図
[図5]図4のレーザ光のX Y面内における配置状態の変化の一例を示す図
[図6]実施の形態1に係るレーザ加工機の制御装置のハードウェア構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本開示の実施の形態に係る開口数可変装置、レーザ装置およびレ

ーザ加工機を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係るレーザ加工機の構成の一例を模式的に示す図である。レーザ加工機 1 は、レーザビームであるレーザ光 L を被加工物であるワーク 6 1 へ照射することによってワーク 6 1 を加工する工作機械である。

[0012] レーザ加工機 1 は、レーザ光 L を出力するレーザ装置 1 0 と、レーザ光 L を伝搬する伝送ファイバ 4 0 と、伝送ファイバ 4 0 からのレーザ光 L をワーク 6 1 に照射する加工ヘッド 5 0 と、ワーク 6 1 を支持する加工テーブル 6 0 と、レーザ加工機 1 の全体を制御する制御装置 7 0 と、を備える。

[0013] レーザ装置 1 0 は、光源であるレーザ発振器 2 0 と、伝送ファイバ 4 0 への入射開口数 (Numerical Aperture : NA) を変更する開口数可変装置 3 0 と、を有する。

[0014] レーザ発振器 2 0 は、固体レーザ、ガスレーザ、半導体レーザ等のレーザ光 L A, L B を出射する光源である。ここでは、レーザ発振器 2 0 は、複数のレーザ光 L A, L B を出射する。1 台のレーザ発振器 2 0 が複数のレーザ光 L A, L B を出射してもよいし、複数台のレーザ発振器 2 0 がそれぞれ 1 つのレーザ光 L A, L B を出射してもよい。伝送ファイバ 4 0 の光軸の延長線に対して複数のレーザ光 L A, L B の位置が対称となるように、レーザ発振器 2 0 が配置される。レーザ発振器 2 0 は、開口数可変装置 3 0 に複数のレーザ光 L A, L B を入射させる。

[0015] 開口数可変装置 3 0 は、レーザ発振器 2 0 から入射される複数のレーザ光 L A, L B の空間的な分布または空間的な位置を再配置し、再配置された複数のレーザ光 L A, L B を集光して伝送ファイバ 4 0 の入射端に入射させ、レーザ発振器 2 0 と伝送ファイバ 4 0 とを接続する。伝送ファイバ 4 0 を伝搬するレーザ光 L A, L B を集光したレーザ光は、レーザ光 L と称される。開口数は、伝送ファイバ 4 0 での受光角および出射角の大きさを表すものであり、開口数可変装置 3 0 は、伝送ファイバ 4 0 の入射開口数および出射開

開口数を変化させる装置ということもできる。

[0016] 伝送ファイバ40の受光角には、最大値が存在する。最大値は、伝送ファイバ40中をレーザ光Lが全反射によって伝搬することができる最大の受光角である。一方、入射開口数は前述した受光角の最大値に対応するものに加え、最小値が存在する。最小値は、レーザ発振器20から出力されるビーム品質、および後述する開口数可変装置30の構造によって定まる。開口数可変装置30は、入射開口数の最小値と最大値との間となるように、入射開口数を変化させる。入射開口数は、複数のレーザ光LA、LBの空間的な分布または空間的な位置の再配置によって行われる。複数のレーザ光LA、LBの再配置の一例は、複数のレーザ光LA、LBのビーム間隔の変更である。なお、図1では、開口数可変装置30を模式的に表している。図1において、レーザ発振器20と伝送ファイバ40の入射端との間に示す破線矢印は、開口数可変装置30をレーザ光LA、LBが通る様子を表している。

[0017] 伝送ファイバ40の入射端は、レーザ装置10、具体的には開口数可変装置30に接続され、出射端は、加工ヘッド50に接続されている。伝送ファイバ40を伝搬したレーザ光Lは、加工ヘッド50へ入射する。伝送ファイバ40は、レーザ光Lを伝搬する光導波路であり、コアと、コアよりも屈折率の低い材料でコアの周囲を覆うクラッドと、を有する。このような構造によって、伝送ファイバ40は、伝送ファイバ40の入射開口数の最大値以下の入射開口数を有するレーザ光Lを全反射によって伝搬する。

[0018] 加工ヘッド50は、伝送ファイバ40を介してレーザ装置10に接続されており、伝送ファイバ40を伝搬するレーザ光Lをワーク61に照射する。加工ヘッド50は、加工ヘッド50の出射口にレーザ光Lを導く伝送光学系51を有し、ワーク61上の定められた位置にレーザ光Lを照射する。伝送光学系51は、図示しないが、伝送ファイバ40からのレーザ光Lを集光する集光光学系を含む。加工ヘッド50から出射されたレーザ光Lは、ワーク61へ入射する。図1において、伝送ファイバ40の出射端とワーク61との間の破線矢印は、伝送ファイバ40の出射端から出射したレーザ光Lがワー

ク 6 1 へ到達する様子を表す。

- [0019] 加工テーブル 6 0 は、ワーク 6 1 を載置するテーブルである。加工テーブル 6 0 は、加工中にワーク 6 1 が動かないようにワーク 6 1 を固定する固定機構を有することが望ましい。
- [0020] レーザ加工機 1 は、加工ヘッド 5 0 に対して加工テーブル 6 0 を移動させることによって、レーザ光 L とワーク 6 1 とを相対移動させる。なお、レーザ加工機 1 は、加工テーブル 6 0 を移動させずに、レーザ光 L とワーク 6 1 とを相対移動させるものであってもよい。レーザ加工機 1 は、加工テーブル 6 0 の位置を固定するとともに、ワーク 6 1 におけるレーザ光 L の入射位置を制御するものであってもよい。
- [0021] 制御装置 7 0 は、レーザ発振器 2 0 と、開口数可変装置 3 0 と、加工ヘッド 5 0 と、加工テーブル 6 0 と、のそれぞれへ制御信号を送り、それぞれの動作を制御する。レーザ発振器 2 0 は、制御信号に従ってレーザ光 L A, L B を出力する。開口数可変装置 3 0 は、制御信号に従って動作し、レーザ光 L の伝送ファイバ 4 0 への入射開口数を変化させる。加工ヘッド 5 0 は、制御信号に従って動作する。加工テーブル 6 0 は、制御信号に従って動作する。このように、制御装置 7 0 は、レーザ発振器 2 0 と、開口数可変装置 3 0 と、加工ヘッド 5 0 と、加工テーブル 6 0 とのそれぞれを制御する。なお、制御装置 7 0 の開口数可変装置 3 0 の動作を制御する処理部は、開口数可変装置 3 0 を動作させる制御装置であり、開口数可変装置 3 0 の一部と考えることができる。
- [0022] 制御装置 7 0 は、開口数可変装置 3 0 の制御により伝送ファイバ 4 0 への入射開口数を変化させることによって、伝送ファイバ 4 0 の出射端での出射開口数を調整する。つまり、開口数可変装置 3 0 と制御装置 7 0 とは、伝送ファイバ 4 0 の入射開口数を制御することで、伝送ファイバ 4 0 の出射開口数を制御するものである。
- [0023] つぎに、開口数可変装置 3 0 の詳細について説明する。図 2 は、実施の形態 1 に係る開口数可変装置の構成の一例を模式的に示す図である。図 2 では

、開口数可変装置 30 だけではなく、レーザ発振器 20 および伝送ファイバ 40 も図示している。また、図 2 では、開口数可変装置 30 は、レーザ発振器 20 A からのレーザ光 L A と、レーザ発振器 20 B からのレーザ光 L B と、の 2 本のレーザ光 L A, L B の間隔を変更して、伝送ファイバ 40 への入射開口数を変更する場合を示している。レーザ発振器 20 A, 20 B におけるレーザ光 L A, L B の進行方向を Z 軸方向とし、Z 軸に垂直な互いに垂直な 2 つの軸を X 軸および Y 軸とすると、レーザ発振器 20 A, 20 B は、Y 軸方向に沿って並んで配置されるものとする。また、レーザ発振器 20 A, 20 B は、伝送ファイバ 40 の光軸を延長した線である延長線に対して対称となるように配置されている。

[0024] 開口数可変装置 30 は、複数のレーザ光 L A, L B の間隔であるビーム間隔を変更するビーム間隔変更部 31 と、ビーム間隔が変更されたレーザ光 L A, L B を伝送ファイバ 40 の入射端に集光する集光光学系 33 と、を備える。

[0025] ビーム間隔変更部 31 は、複数のレーザ光 L A, L B のビーム特性が X Y 面内において方向性を有する場合には、2 つ以上のビーム間隔変更ユニット 32-1, 32-2 を有する。図 2 の例では、ビーム間隔変更部 31 は、2 つのビーム間隔変更ユニット 32-1, 32-2 を有する。ビーム間隔変更ユニット 32-1 は、Z 軸に垂直な第 1 方向におけるビーム間隔を変更する。ビーム間隔変更ユニット 32-2 は、第 1 方向とは異なる第 2 方向におけるビーム間隔を変更する。ビーム間隔変更部 31 は、レーザ発振器 20 A, 20 B から出射されたレーザ光 L A, L B のビーム間隔 $\Delta P 1-1$ を、ビーム間隔 $\Delta P 2-2$ に変更する。この場合には、第 1 方向は X 軸方向であり、第 2 方向は Y 軸方向である。また、レーザ光 L A, L B の間隔の変更は、X Y 面内におけるレーザ光 L A, L B の位置を変更するものである。このため、ビーム間隔変更部 31 は、複数のレーザ光 L A, L B の X Y 面内における配置を変更する機器であるということもできる。

[0026] 集光光学系 33 は、ビーム間隔変更部 31 でビーム間隔が変更されたレー

ザ光 L_A , L_B を集光させ、伝送ファイバ40に入射させる。集光光学系33は、1枚以上のレンズを含む。図2の例では、集光光学系33は、1枚のレンズを有する場合を示したが、2枚以上のレンズを有していてもよい。なお、集光光学系33が2枚以上のレンズを有する場合には、集光光学系33でも伝送ファイバ40への入射開口数 NA_{in} を変更することが可能である。

[0027] 伝送ファイバ40は、図2に示されるように、コア41と、コア41の周囲を覆い、コア41よりも屈折率の低い材料からなるクラッド42と、を有する。伝送ファイバ40の入射端に集光されたレーザ光 L は、全反射によって点線で示される経路をたどり、出射端から入射開口数 NA_{in} に対応して定まる出射開口数 NA_{out} で出射される。

[0028] 図3は、実施の形態1に係る開口数可変装置におけるビーム間隔変更部の構成の一例を模式的に示す側面図である。ビーム間隔変更部31は、上記したように、ビーム間隔変更ユニット32-1と、ビーム間隔変更ユニット32-2と、を有する。

[0029] ビーム間隔変更ユニット32-1は、レーザ光 L_A , L_B を透過する2枚の平面状の透過板322-1, 323-1を組み合わせたビーム再配置部321-1と、遮光部材326-1と、を有する。ビーム再配置部321-1の2枚の透過板322-1, 323-1は、同じサイズを有する矩形の板状の平面基板である。2枚の透過板322-1, 323-1は、Y軸方向に定められた間隔をおいて配置される。透過板322-1のZX面内の中心には図示しない回転軸が設けられ、回転軸には図示しない回転機構が設けられる。これによって、透過板322-1は図示しない回転軸を中心に回転する。透過板323-1のZX面内の中心には回転軸325-1が設けられ、回転軸325-1には図示しない回転機構が設けられる。これによって、透過板323-1は回転軸325-1を中心に回転する。回転軸325-1を通るX軸に平行な直線A1を基準にして、2枚の透過板322-1, 323-1はそれぞれ逆方向に同じ大きさの角度 θ_1 だけ傾いて配置される。直線A1

から時計回りの回転方向を正とし、反時計回りの回転方向を負とすると、図 3 の例では、透過板 3 2 2 - 1 は角度 $\theta 1$ だけ傾いて配置され、透過板 3 2 3 - 1 は、角度 $-\theta 1$ だけ傾いて配置される。2 枚の透過板 3 2 2 - 1, 3 2 3 - 1 は、伝送ファイバ 4 0 の光軸に対して対称に配置される。回転機構は、制御装置 7 0 からの指示に従って、2 枚の透過板 3 2 2 - 1, 3 2 3 - 1 をそれぞれ回転させる。

[0030] 遮光部材 3 2 6 - 1 は、伝送ファイバ 4 0 の光軸の延長上に配置され、伝送ファイバ 4 0 からレーザ発振器 2 0 A, 2 0 B に向かうレーザ光である反射レーザ光を遮光する部材である。つまり、遮光部材 3 2 6 - 1 は、ワーク 6 1 で反射された反射レーザ光がレーザ発振器 2 0 へと戻ってしまうことを抑制するために配置される。図 3 の例では、遮光部材 3 2 6 - 1 は、2 枚の透過板 3 2 2 - 1, 3 2 3 - 1 の間に配置され、X 軸方向に延在した形状を有する。

[0031] ビーム間隔変更ユニット 3 2 - 2 は、レーザ光 L A, L B を透過する 2 枚の平面状の透過板 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 2 を組み合わせたビーム再配置部 3 2 1 - 2 と、遮光部材 3 2 6 - 2 と、を有する。ビーム再配置部 3 2 1 - 2 の 2 枚の透過板 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 2 は、同じサイズを有する矩形の板状の平面基板である。2 枚の透過板 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 2 は、X 軸方向に定められた間隔をおいて配置される。透過板 3 2 2 - 2 の Y Z 面内の中心には回転軸 3 2 4 - 2 が設けられ、回転軸 3 2 4 - 2 には図示しない回転機構が設けられる。これによって、透過板 3 2 2 - 2 は回転軸 3 2 4 - 2 を中心に回転する。透過板 3 2 3 - 2 の Y Z 面内の中心には回転軸 3 2 5 - 2 が設けられ、回転軸 3 2 5 - 2 には図示しない回転機構が設けられる。これによって、透過板 3 2 3 - 2 は回転軸 3 2 5 - 2 を中心に回転する。回転軸 3 2 4 - 2, 3 2 5 - 2 を通る Y 軸に平行な直線を基準にして、2 枚の透過板 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 2 はそれぞれ逆方向に同じ大きさの角度だけ傾いて配置される。2 枚の透過板 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 2 は、伝送ファイバ 4 0 の光軸に対して対称に配置される。回転機構は、制御装置 7 0 からの指示に従って、

2枚の透過板322-2, 323-2をそれぞれ回転させる。

[0032] 遮光部材326-2は、伝送ファイバ40の光軸の延長上に配置され、伝送ファイバ40からレーザ発振器20A, 20Bに向かう反射レーザ光を遮光する部材である。つまり、遮光部材326-2は、ワーク61で反射された反射レーザ光がレーザ発振器20へと戻ってしまうことを抑制するために配置される。一例では、遮光部材326-2は、2枚の透過板322-2, 323-2の間に配置され、Y軸方向に延在した形状とすることができる。

[0033] 透過板322-1, 322-2, 323-1, 323-2は、レーザ発振器20が発振するレーザ光LA, LBの波長に対して透明な、光学的に等方な材料であることが望ましい。レーザ発振器20A, 20Bが1070nm付近のレーザ光LA, LBを発振するファイバレーザである場合には、透過板322-1, 322-2, 323-1, 323-2の一例は合成石英等のガラス基板である。

[0034] 遮光部材326-1, 326-2は、複数のビーム間隔変更ユニット32-1, 32-2ごとに設けられるとともに、それぞれのビーム間隔変更ユニット32-1, 32-2の伝送ファイバ40側に位置する。遮光部材326-1, 326-2における遮光は、レーザ光を反射または吸収するものであればよい。遮光部材326-1, 326-2として使用される材料は、レーザ発振器20で出射されるレーザ光Lの波長に依存する。反射によって遮光を行う場合の遮光部材326-1, 326-2の一例は、表面処理された銅である。吸収によって遮光を行う場合の遮光部材326-1, 326-2の一例は、アルマイト処理されたアルミニウムである。また、遮光部材326-1, 326-2は、冷却機構を有していてもよい。冷却機構は、遮光部材326-1, 326-2の内部または遮光部材326-1, 326-2に接して設けられる配管と、配管に冷媒を流す冷媒供給部と、を有する。冷媒の一例は、水である。冷媒供給部から水を配管に流すことで、遮光部材326-1, 326-2の温度上昇が抑制される。

[0035] 遮光部材326-1は、2枚の透過板322-1, 323-1の間に配置

され、遮光部材 326-2 は、2 枚の透過板 322-2, 323-2 の間に配置される。このため、開口数可変装置 30 の内部で、入射される複数のレーザ光 L A, L B の空間的な分布または空間的な位置を最接近させたときに複数のレーザ光 L A, L B の遮光部材 326-1, 326-2 での蹴られによる出力損失が 10% 以下となるように、遮光部材 326-1, 326-2 の寸法および配置の少なくとも一方が決定される。このため、図 3 に示される遮光部材 326-1, 326-2 の形状は一例であり、他の形状であってもよい。

[0036] レーザ光 L A, L B は、山なりのビーム強度を有する。つまり、レーザ光 L A, L B は、中心でビーム強度が高く、周縁部に向かってビーム強度が低下していくガウス分布を有する。この場合、ビーム強度がピークの位置から $1/e^2$ だけ下げたところのビーム幅が、ガウシアンビーム径であると定義される。このガウシアンビーム径を用いた場合、レーザ光 L A, L B のガウシアンビーム径から外れた部分がレーザ光 L A, L B のビーム径の 10% 程度となる。レーザ光 L A, L B の内、ガウシアンビーム径の部分を通過させることを考慮すると、上記したように遮光部材 326-1, 326-2 での蹴られによる出力損失を 10% 以下とすることが望ましい。また、レーザ加工機 1 を構成する光学部品は、一般的にガウシアンビーム径で光学設計されることが多い。このことから、レーザ光 L A, L B の遮光部材 326-1, 326-2 での蹴られによる出力損失が 10% 以下となるように設計されることが望ましい。

[0037] ここで、開口数可変装置 30 でのビーム間隔の調整方法について説明する。図 4 は、実施の形態 1 に係る開口数可変装置における開口数の変更方法の一例を模式的に示す図である。図 4 では、図 2 の開口数可変装置 30 のビーム間隔変更ユニット 32-1, 32-2 の部分のみを示している。また、図 4 では、便宜上、Y 軸方向から見た側面図、すなわち Z X 面における図と、X 軸方向から見た側面図、すなわち Y Z 面における図と、を同時に示している。

[0038] 図4の開口径数可変装置30のビーム間隔変更部31において、ビーム間隔変更ユニット32-1は、レーザ発振器20側に配置され、ビーム間隔変更ユニット32-2は、伝送ファイバ40側に配置される。ビーム間隔変更ユニット32-1は、Y軸方向のビーム間隔を変更せずに、X軸方向のビーム間隔を変更し、ビーム間隔変更ユニット32-2は、X軸方向のビーム間隔を変更せずに、Y軸方向のビーム間隔を変更する。なお、これは一例であり、ビーム間隔変更ユニット32-1とビーム間隔変更ユニット32-2とは、互いに異なる任意の方向のビーム間隔を変更するものであればよい。

[0039] 図4の例では、ビーム間隔変更ユニット32-1の透過板322-1, 323-1を、直線A1を基準にしてそれぞれ θ_1 , $-\theta_1$ だけ回転させている。また、ビーム間隔変更ユニット32-2の透過板322-2, 323-2を、直線A2を基準にしてそれぞれ θ_2 , $-\theta_2$ だけ回転させている。直線A2は、回転軸324-2, 325-2を通るX軸に平行な直線である。 θ_1 および θ_2 は、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} が定められた値となるように、それぞれ任意に設定される。

[0040] レーザ発振器20A, 20BがY軸方向に間隔をおいて、伝送ファイバ40の光軸に対して対称に配置されているものとする。レーザ発振器20A, 20Bからそれぞれレーザ光L A, L Bが出力される。レーザ光L A, L BのX軸方向のビーム間隔は $\Delta P1-1_x$ であり、Y軸方向のビーム間隔は $\Delta P1-1_y$ であるとする。

[0041] 図5は、図4のレーザ光のXY面内における配置状態の変化の一例を示す図である。ここでは、図4のレーザ光L A, L Bの光路における位置R1, R2, R3でのレーザ光L A, L Bの進行方向に垂直な面内における配置状態が示されている。ビーム間隔変更ユニット32-1に入射する前では、位置R1での配置状態C1に示されるように、レーザ光L A, L BがY軸方向に間隔をおいて配置された状態にある。また、レーザ光L A, L Bは、X軸方向に潰れたビーム形状、すなわちX軸方向に比してY軸方向の径が長い楕円状のビーム形状を有している。そして、レーザ光L A, L Bは配置状態C

1の状態、ビーム間隔変更ユニット32-1に入射する。

[0042] 図4に戻り、ビーム間隔変更ユニット32-1において、2つの透過板322-1, 323-1はY軸方向に間隔をおいて配置され、回転軸324-1, 325-1はY軸と平行となる。ここでは、透過板322-1は、レーザ発振器20Aからのレーザ光L Aが透過するように配置され、透過板323-1は、レーザ発振器20Bからのレーザ光L Bが透過するように配置される。また、ビーム間隔変更ユニット32-1では、2つの透過板322-1, 323-1は、Y軸を中心に回転可能である。ここでは、上記したように、直線A1を基準にして、透過板322-1は角度 θ 1だけ傾いて配置され、透過板323-1は角度 $-\theta$ 1だけ傾いて配置されている。ビーム再配置部321-1をこのような配置とすることで、X軸方向のビーム間隔を変更することができる。

[0043] レーザ光L A, L Bがビーム間隔変更ユニット32-1に入射する。ここでは、レーザ光L Aは、透過板322-1に入射し、レーザ光L Bは、透過板323-1に入射する。レーザ光L A, L Bは、透過板322-1, 323-1に入射すると屈折する。入射角がついている方向、すなわちZX面内でレーザ光L A, L Bは屈折し、入射角がついていない方向、すなわちYZ面内ではレーザ光L A, L Bは直進するよう見える。また、2つの透過板322-1, 323-1は、直線A1に対して同じ角度 θ 1だけ逆向きに傾いている。これによって、ZX面内では、2つのレーザ光L A, L Bが離れる方向に屈折する。一方、YZ面内では、レーザ光L A, L Bは、屈折しない。レーザ光L A, L Bは、一部が遮光部材326-1に当たってしまうが、ZX面において、レーザ光L Aは遮光部材326-1のY軸方向の奥側を通り、レーザ光L Bは遮光部材326-1のY軸方向の手前側を通る。

[0044] ビーム間隔変更ユニット32-1から出力されたレーザ光L A, L Bの配置状態は、図5の位置R2での配置状態C2のようになる。配置状態C2で点線の楕円は、配置状態C1でのレーザ光L A, L Bの位置を示している。図5に示されるように、レーザ光L Aとレーザ光L Bとは、X軸方向に互い

に逆向きに同じ距離だけ移動することになる。

[0045] 図4に戻り、ビーム間隔変更ユニット32-1から出力されるレーザ光L A, L BのX軸方向のビーム間隔を $\Delta P 1-2 x$ とし、Y軸方向のビーム間隔を $\Delta P 1-2 y$ とする。図4の例では、ビーム間隔変更ユニット32-1から出力されるX軸方向のレーザ光L A, L Bのビーム間隔 $\Delta P 1-2 x$ は、入射前のビーム間隔 $\Delta P 1-1 x$ よりも大きくなる。一方、ビーム再配置部321-1から出力されるY軸方向のレーザ光L A, L Bのビーム間隔 $\Delta P 1-2 y$ は、入射前のビーム間隔 $\Delta P 1-1 y$ と等しい。

[0046] ここで、ビーム間隔変更ユニット32-2に入力される2つのレーザ光L A, L BのX軸方向のビーム間隔を $\Delta P 2-1 x$ とし、Y軸方向のビーム間隔を $\Delta P 2-1 y$ とする。なお、X軸方向のビーム間隔 $\Delta P 2-1 x$ は、 $\Delta P 1-2 x$ と等しく、Y軸方向のビーム間隔 $\Delta P 2-1 y$ は、 $\Delta P 1-2 y$ と等しい。

[0047] このような2つのレーザ光L A, L Bがビーム間隔変更ユニット32-2に入射する。ここでは、レーザ光L Aは、透過板322-2に入射し、レーザ光L Bは、透過板323-2に入射する。レーザ光L A, L Bは、透過板322-2, 323-2に入射すると屈折する。ビーム間隔変更ユニット32-1と同様に、入射角がついている方向であるYZ面内でレーザ光L A, L Bは屈折し、入射角がついていない方向であるZX面内ではレーザ光L A, L Bは直進するように見える。また、2つの透過板322-2, 323-2は、直線A2に対して同じ角度 $\theta 2$ だけ逆向きに傾いている。これによって、ZX面内では、レーザ光L A, L Bは、屈折しない。一方、YZ面内では、2つのレーザ光L A, L Bが近づく方向に屈折する。レーザ光L A, L Bは、一部が遮光部材326-2に当たってしまうが、YZ面において、レーザ光L Aは遮光部材326-2の奥側を通り、レーザ光L Bは遮光部材326-2の手前側を通る。これによって、ビーム間隔変更ユニット32-2から出力される2つのレーザ光L A, L BのX軸方向のビーム間隔は、 $\Delta P 2-2 x$ となり、Y軸方向のビーム間隔は、 $\Delta P 2-2 y$ となる。図4の例

では、ビーム間隔 ΔP_{2-2x} は、ビーム間隔変更ユニット32-2に入射する前の2つのレーザ光L A, L BのX軸方向のビーム間隔 ΔP_{2-1x} と等しい。一方、ビーム間隔 ΔP_{2-2y} は、ビーム間隔変更ユニット32-2に入射する前の2つのレーザ光L A, L BのY軸方向のビーム間隔 ΔP_{2-1y} よりも小さくなる。

[0048] ビーム間隔変更ユニット32-2から出力されたレーザ光L A, L Bの配置状態は、図5の位置R 3での配置状態C 3のようになる。配置状態C 3で点線の楕円は、配置状態C 2でのレーザ光L A, L Bの位置を示している。図5に示されるように、レーザ光L Aとレーザ光L Bとは、Y軸方向に互いに逆向きに同じ距離だけ移動し、X軸上に位置することになる。

[0049] 以上のように、配置状態C 1に示されるように、Y軸方向に間隔をおいて配置されたY軸方向に延在した楕円状の2つのレーザ光L A, L Bは、2つのビーム間隔変更ユニット32-1, 32-2を通過することによって、配置状態C 3に示されるように、X軸方向に間隔をおいて配置されることになる。つまり、2つのビーム間隔変更ユニット32-1, 32-2によって、レーザ光L A, L Bを再配置することが可能となる。

[0050] レーザ光L A, L BのX軸方向およびY軸方向におけるビーム品質が異なる場合には、上記のようなレーザ光L A, L Bの再配置によって、レーザ光Lを結合したときのビーム径と発散角とを変更することができる。

[0051] ビーム品質は、ビーム径と発散角との積で表されることが知られている。ビーム品質は、上記で求められる値が小さいほど、レーザ光L A, L Bの品質が良好であることを示している。

[0052] 1つのレーザ光の場合のビーム径については、上記したようにガウシアンビーム径で求めることができる。一方、複数のレーザ光L A, L Bを結合したときのビーム径については、複数のレーザ光L A, L Bでできるエネルギー分布から決まるビーム径を用いることができる。ビーム径には、種々の定義の仕方があるが、ここでは、レーザ光のエネルギーの内、定められた割合のエネルギーが収まっている径をビーム径であると考え、このように考えたとき

の複数のレーザ光 L_A 、 L_B を結合したときのビーム径は、複数のレーザ光 L_A 、 L_B の配置によって異なることになる。そして、結果としてビーム品質が変化する。

[0053] 図5の配置状態C1で複数のレーザ光 L_A 、 L_B が結合された場合、すなわちY軸方向に配置された2つのレーザ光 L_A 、 L_B が結合された場合と、配置状態C3で複数のレーザ光 L_A 、 L_B が結合された場合、すなわちX軸方向に配置された2つのレーザ光 L_A 、 L_B が結合された場合と、を比較する。X軸方向に潰れた楕円状の2つのレーザ光 L_A 、 L_B が、配置状態C1ではY軸方向に間隔をおいて配置され、配置状態C3ではX軸方向に間隔をおいて配置されている。レーザ光 L_A 、 L_B はY軸方向のビーム径がX軸方向のビーム径よりも大きいため、Y軸方向のビーム品質は、X軸方向のビーム品質よりも悪いと考えられる。また、全体のエネルギーの定められた割合のエネルギーが含まれるところがビーム径であると考えられる場合には、2つのレーザ光 L_A 、 L_B の間隔が狭ければ狭いほど、ビーム径が小さくなる。これらを合わせて考えると、レーザ光 L_A 、 L_B が間隔をあけてY軸方向に配置された配置状態C1よりも、X軸方向に配置された配置状態C3の方が良好なビーム品質であると考えられる。このため、図4では、2つのビーム間隔変更ユニット32-1、32-2を用いて、配置状態C1から配置状態C3となるように、2つのレーザ光 L_A 、 L_B が再配置される。

[0054] なお、ビーム間隔変更ユニット32-1とビーム間隔変更ユニット32-2とは、それぞれビーム間隔を変更する方向が異なり、傾きの角度も任意に設定することができる。上記したように、レーザ光 L_A 、 L_B のXY面における形状は、X軸とY軸とで方向性があるため、この形状を踏まえて、複数のレーザ光 L_A 、 L_B が結合されたレーザ光 L の開口数がX軸方向とY軸方向とでほぼ同等となるように、X軸方向およびY軸方向のビーム位置の変位量が設定される。レーザ光 L の開口数がX軸方向とY軸方向とでほぼ同等となるようにするのは、伝送ファイバ40の出射開口数 N_{A_out} は、入射開口数 N_{A_in} の大きい方に依存するためである。

[0055] 透過板 3 2 2 - 1, 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 1, 3 2 3 - 2 の傾き角度とビーム間隔との間の関係は、予め実験によって求めておく。このようにすることで、ビーム間隔変更ユニット 3 2 - 2 から出力される 2 つのレーザ光 L A, L B を結合したときのビーム品質が、所望の値となるように、透過板 3 2 2 - 1, 3 2 2 - 2, 3 2 3 - 1, 3 2 3 - 2 の傾き角度を求めることが可能となる。

[0056] 上記のビーム品質の考えより、複数のレーザ光 L A, L B が一致するように重ね合わせることで、最良のビーム品質を得ることができる。しかし、加工ヘッド 5 0 からのレーザ光 L がワーク 6 1 で反射された反射レーザ光が、伝送ファイバ 4 0 の光軸を中心とする分布でレーザ発振器 2 0 側に戻ってくる場合がある。このような場合を想定して、実施の形態 1 では、それぞれのビーム間隔変更ユニット 3 2 - 1, 3 2 - 2 のレーザ光 L A, L B の出力側の伝送ファイバ 4 0 の光軸に対応する位置には、遮光部材 3 2 6 - 1, 3 2 6 - 2 が配置されている。遮光部材 3 2 6 - 1, 3 2 6 - 2 が配置されていることによって、複数のレーザ光 L A, L B を一致するように重ね合わせることはできない。すなわち、2 つのレーザ光 L A, L B の間隔を小さくするには限界がある。遮光部材 3 2 6 - 1, 3 2 6 - 2 が存在する状況下で、2 つのレーザ光 L A, L B のビーム品質を最小化するビーム間隔を求める。ビーム品質を最小化したビーム間隔の 2 つのレーザ光 L A, L B を、集光光学系 3 3 を介して伝送ファイバ 4 0 の入射端に入射させると、伝送ファイバ 4 0 の受光角は最小値となる。すなわち、伝送ファイバ 4 0 の入射開口数 NA_{in} が最小となる。

[0057] なお、2 つのレーザ光 L A, L B のビーム品質を最小化するためには、伝送ファイバ 4 0 の光軸の延長線に対して、複数のレーザ光 L A, L B は対称に配置されなければならない。これは、2 つのレーザ光 L A, L B が伝送ファイバ 4 0 の光軸の延長線に対して対称となっていない場合には、2 つのレーザ光 L A, L B の内の一方のレーザ光は他方のレーザ光よりも入射角が大きくなってしまうからである。伝送ファイバ 4 0 の出射開口数 NA_{out}

は、大きい方の入射開口数 NA_{in} に依存するので、伝送ファイバ40の出射開口数 NA_{out} を小さくするためには、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} を小さくする必要がある。伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} を小さくするためには、できる限り、伝送ファイバ40の光軸の延長線上からレーザ光が入射することが必要となる。そして、レーザ光 L_A 、 L_B の遮光部材326-1、326-2での蹴られによる出力損失が10%以下となるように、かつ空間的な分布または空間的な位置を最接近させた2つのレーザ光 L_A 、 L_B が伝送ファイバ40の光軸の延長線上に対して対称となるように、2つのレーザ光 L_A 、 L_B を配置したときに、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} が最小となる。

[0058] 上記したように、伝送ファイバ40に入射したレーザ光 L のすべてが全反射によって伝搬する訳ではない。伝送ファイバ40を全反射によって伝搬するレーザ光 L は、伝送ファイバ40の受光角の最大値以下で入射するレーザ光 L に限られる。伝送ファイバ40の受光角の最大値よりも大きい角度で入射したレーザ光 L は伝送ファイバ40を伝搬できず、放射光となり、損失になってしまう。伝送ファイバ40の受光角の最大値のときに、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} が最大となる。

[0059] 以上のように、開口数可変装置30は、ビーム間隔変更ユニット32-1、32-2の透過板322-1、322-2、323-1、323-2の回転角度を調整することで、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} を最小値と最大値との間で可変とすることができる。つまり、入射開口数の最小値と最大値との間に収まる条件であれば、透過板322-1、322-2、323-1、323-2の回転角を調整することで、複数のレーザ光 L_A 、 L_B を結合したレーザ光 L のビーム品質、より具体的にはビーム径または発散角を変更することが可能となる。

[0060] このとき、入射開口数 NA_{in} が伝送ファイバ40の入射開口数の最大値よりも大きくならないように、ビーム間隔変更ユニット32-1、32-2の動作に制限を設けてもよい。

[0061] また、図2に示されるように、伝送ファイバ40の入射端における入射開口数 NA_{in} に応じて、伝送ファイバ40の出射端における出射開口数 NA_{out} が変化する。つまり、入射開口数 NA_{in} と同様に、伝送ファイバ40の出射開口数 NA_{out} を変化させることができる。このように、実施の形態1では、開口数可変装置30で入射開口数 NA_{in} を上記した最小値から最大値までの間で大きく変化させることができるので、出射開口数 NA_{out} の可変範囲も、入射開口数 NA_{in} に応じて大きく変化させることができる。

[0062] なお、上記した説明では、開口数可変装置30が2つのビーム間隔変更ユニット32-1, 32-2を有する場合を示したが、これは一例に過ぎない。レーザ発振器20A, 20Bから出射されるレーザ光L A, L Bのビーム特性がX軸方向およびY軸方向で異なる場合には、開口数可変装置30は、2つ以上のビーム間隔変更ユニットを有していればよい。ただし、レーザ発振器20A, 20Bから出射されるレーザ光L A, L Bのビーム特性がX軸方向およびY軸方向で方向性を持たない場合には、ビーム間隔変更ユニットは1つであってもよい。また、ビーム間隔変更ユニット32-1の回転軸324-1, 325-1とビーム間隔変更ユニット32-2の回転軸324-2, 325-2とは互いに垂直であったが、これも一例である。ビーム間隔変更ユニット32-1の回転軸324-1, 325-1およびビーム間隔変更ユニット32-2の回転軸324-2, 325-2は、伝送ファイバ40の光軸に垂直であり、互いの回転軸324-1, 324-2, 325-1, 325-2の方向が一致しなければどの方向であってもよい。

[0063] さらに、ビーム再配置部321-1, 321-2の回転位置、すなわち透過板322-1, 322-2, 323-1, 323-2の傾きは任意に制御できるものであってもよいし、予め設定角度を記憶しておき、制御装置70からの指令によって設定された角度に回転するように構成されたものであってもよい。

[0064] 実施の形態1の開口数可変装置30は、複数のレーザ光L A, L Bを再配

置し、再配置された複数のレーザ光 L_A 、 L_B を集光して伝送ファイバ40に入射させる際の伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} を変える複数のビーム間隔変更ユニット32-1、32-2を有する。複数のビーム間隔変更ユニット32-1、32-2のそれぞれは、伝送ファイバ40側に設けられ、伝送ファイバ40の光軸の延長線上を含む領域に設けられる遮光部材326-1、326-2を備える。これによって、ワーク61で反射し、伝送ファイバ40の光軸を中心とした分布でレーザ発振器20側に戻ってくる反射レーザ光を、レーザ発振器20側に通過させずに遮光することができる。つまり、レーザ発振器20が反射レーザ光によって故障してしまうことを抑制しながら、伝送ファイバ40の出射開口数 NA_{out} を制御することができる。また、ワーク61で反射された反射レーザ光が多いときでも、レーザ発振器20を故障させることなく、動作させることができる。

[0065] また、ビーム間隔変更ユニット32-1は、回転軸324-1、325-1を中心に回転可能な2つの透過板322-1、323-1と、それぞれの透過板322-1、323-1を回転軸324-1、325-1を中心に任意の傾きとなるように駆動させる回転機構と、を有する。ビーム間隔変更ユニット32-2は、回転軸324-2、325-2を中心に回転可能な2つの透過板322-2、323-2と、それぞれの透過板322-2、323-2を回転軸324-2、325-2を中心に任意の傾きとなるように駆動させる回転機構と、を有する。また、レーザ加工機1は、回転機構を介して透過板322-1、322-2、323-1、323-2の傾きを制御する制御装置70を備える。制御装置70が、ビーム間隔変更ユニット32-1の2つの透過板322-1、323-1の傾きと、ビーム間隔変更ユニット32-2の2つの透過板322-2、323-2の傾きと、を定められた角度に設定することで、レーザ光 L_A 、 L_B のビーム間隔を変更することができる。つまり、伝送ファイバ40の入射開口数 NA_{in} を、最小値と最大値との間で制御することができる。また、入射開口数 NA_{in} の可変範囲を大きく取ることができるので、伝送ファイバ40の出射開口数 NA_{ou}

t の可変範囲も大きく取ることができる。

[0066] さらに、複数のレーザ光L A, L Bが、伝送ファイバ40の光軸の延長線に対して対称となるように配置される。すなわち、レーザ発振器20 A, 20 Bと、ビーム間隔変更ユニット32-1の透過板322-1, 323-1と、ビーム間隔変更ユニット32-2の透過板322-2, 323-2と、を、それぞれ伝送ファイバ40の光軸の延長線に対して対称となるように配置した。これによって、複数のレーザ光L A, L Bを含むレーザ光Lのビーム品質を対称にすることができる。また、ビーム品質の良好でない複数のレーザ光L A, L Bであっても、ビーム品質がより良好となるようにレーザ光L A, L Bを再配置することが可能となる。

[0067] 上記した制御装置70は、一例では、プロセッサがソフトウェアを実行する回路である処理回路により実現される。ソフトウェアを実行する処理回路は、一例では、図6に示される制御回路である。図6は、実施の形態1に係るレーザ加工機の制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。制御回路100は、入力部101、プロセッサ102、メモリ103および出力部104を備える。

[0068] 入力部101は、制御回路100の外部から入力されたデータを受信してプロセッサ102に与えるインターフェース回路である。出力部104は、プロセッサ102またはメモリ103からのデータを制御回路100の外部に送るインターフェース回路である。処理回路が図6に示される制御回路100である場合、メモリ103に記憶された、レーザ発振器20、開口数可変装置30、加工ヘッド50および加工テーブル60を制御するプログラムをプロセッサ102が読み出して実行することにより上記各構成要素が実現される。メモリ103は、プロセッサ102が実施する各処理における一時メモリとしても使用される。プロセッサ102は、演算結果等のデータをメモリ103に出力して記憶させてもよいし、演算結果等のデータを、メモリ103の揮発性メモリを介して補助記憶装置に記憶させてもよい。

[0069] プロセッサ102は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置

、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、またはDSP (Digital Signal Processor) ともいう) である。メモリ103は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスクまたはDVD (Digital Versatile Disc) 等が該当する。

[0070] 図6は、汎用のプロセッサ102およびメモリ103により制御装置70を実現する場合のハードウェアの例であるが、専用のハードウェア回路により制御装置70を実現してもよい。専用のハードウェア回路である処理回路は、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせた回路である。制御回路100と専用のハードウェア回路との組み合わせによって、上記各構成要素を実現してもよい。

[0071] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0072] 1 レーザ加工機、10 レーザ装置、20, 20A, 20B レーザ発振器、30 開口数可変装置、31 ビーム間隔変更部、32-1, 32-2 ビーム間隔変更ユニット、33 集光光学系、40 伝送ファイバ、41 コア、42 クラッド、50 加工ヘッド、51 伝送光学系、60 加工テーブル、61 ワーク、70 制御装置、100 制御回路、101 入力部、102 プロセッサ、103 メモリ、104 出力部、321-1, 321-2 ビーム再配置部、322-1, 322-2, 323-1

， 3 2 3 - 2 透過板、 3 2 4 - 1， 3 2 4 - 2， 3 2 5 - 1， 3 2 5 - 2
回転軸、 3 2 6 - 1， 3 2 6 - 2 遮光部材、 A 1， A 2 直線、 L， L
A， L B レーザ光。

請求の範囲

- [請求項1] レーザ発振器から入射される複数のレーザ光の空間的な分布または空間的な位置を再配置し、再配置された前記複数のレーザ光を集光して伝送ファイバに入射させる開口数可変装置であって、
- 前記伝送ファイバの光軸の延長線上に設けられ、前記伝送ファイバから前記レーザ発振器に向かうレーザ光である反射レーザ光を遮光する遮光部材を備えることを特徴とする開口数可変装置。
- [請求項2] 前記遮光部材は、前記開口数可変装置の内部で、入射される前記複数のレーザ光の空間的な分布または空間的な位置を最接近させたときに、前記複数のレーザ光の出力損失が10%以下となる寸法を有することを特徴とする請求項1に記載の開口数可変装置。
- [請求項3] 前記遮光部材は、前記開口数可変装置の内部で、入射される前記複数のレーザ光の空間的な分布または空間的な位置を最接近させたときに、前記複数のレーザ光の出力損失が10%以下となるように配置されることを特徴とする請求項1または2に記載の開口数可変装置。
- [請求項4] 前記遮光部材は、前記反射レーザ光を吸収または反射する材料によって構成されることを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載の開口数可変装置。
- [請求項5] 前記遮光部材は、冷却機構を有することを特徴とする請求項4に記載の開口数可変装置。
- [請求項6] 入射される前記複数のレーザ光のビーム間隔を変更する複数のビーム間隔変更ユニットを備え、
- 前記遮光部材は、前記複数のビーム間隔変更ユニットごとに設けられるとともに前記ビーム間隔変更ユニットの前記伝送ファイバ側に位置することを特徴とする請求項1から5のいずれか1つに記載の開口数可変装置。
- [請求項7] 前記複数のビーム間隔変更ユニットの動作を制御する制御装置をさらに備え、

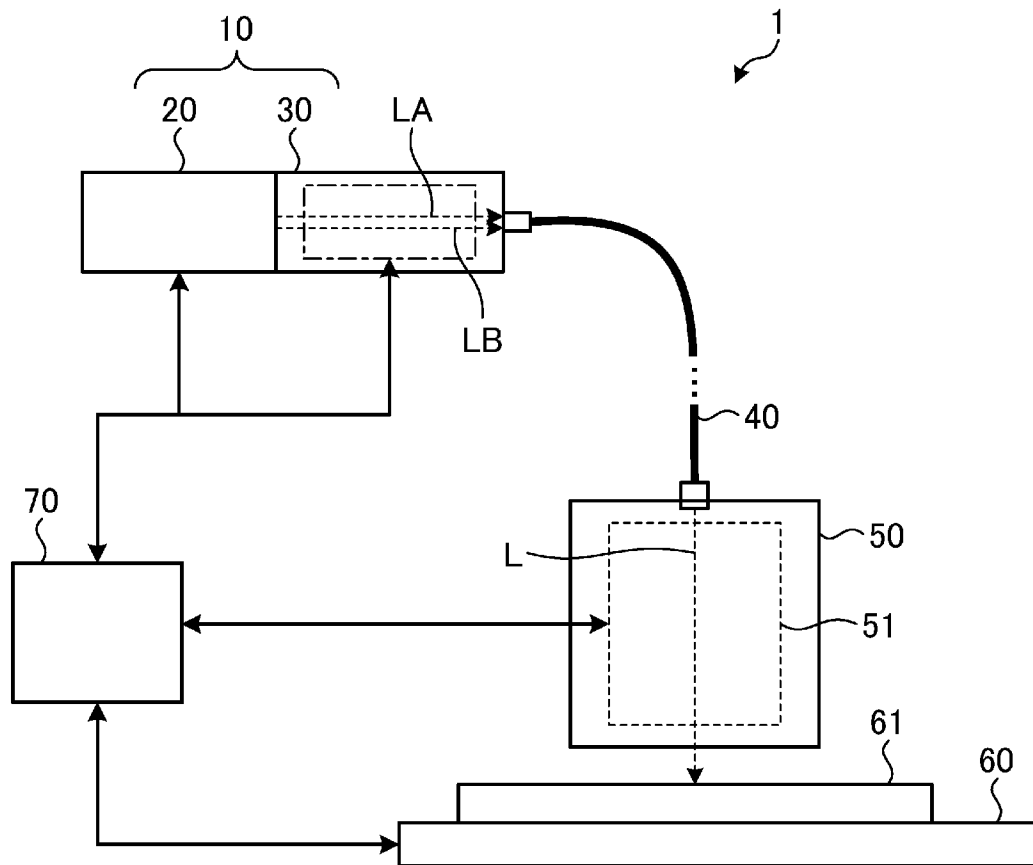
前記複数のビーム間隔変更ユニットのそれぞれは、
前記レーザ光を透過する複数の透過板を定められた間隔において配置したビーム再配置部と、
回転軸を中心に前記複数の透過板のそれぞれを回転させる回転機構と、
を有し、
前記制御装置は、前記複数のレーザ光の前記複数の透過板への入射角が定められた角度となるように前記回転機構を制御することを特徴とする請求項 6 に記載の開口数可変装置。

[請求項 8] 前記複数のレーザ光は、前記開口数可変装置において、前記伝送ファイバの光軸の延長線に対して対称に入射され、
前記複数の透過板は、前記伝送ファイバの光軸の延長線に対して対称に配置されることを特徴とする請求項 7 に記載の開口数可変装置。

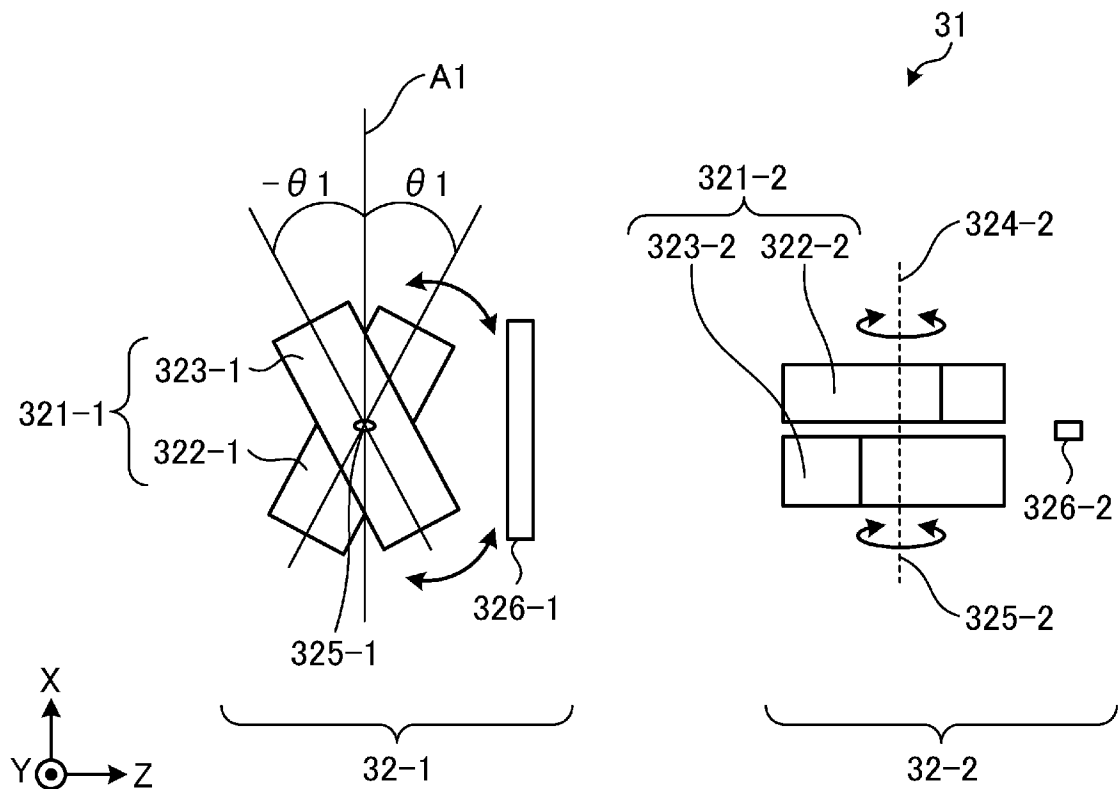
[請求項 9] 請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の開口数可変装置と、
前記開口数可変装置に前記複数のレーザ光を入射させる前記レーザ発振器と、
を備えることを特徴とするレーザ装置。

[請求項 10] 請求項 9 に記載のレーザ装置と、
前記レーザ装置からの前記複数のレーザ光を伝搬する伝送ファイバと、
前記伝送ファイバからの前記複数のレーザ光を被加工物に照射する加工ヘッドと、
を備えることを特徴とするレーザ加工機。

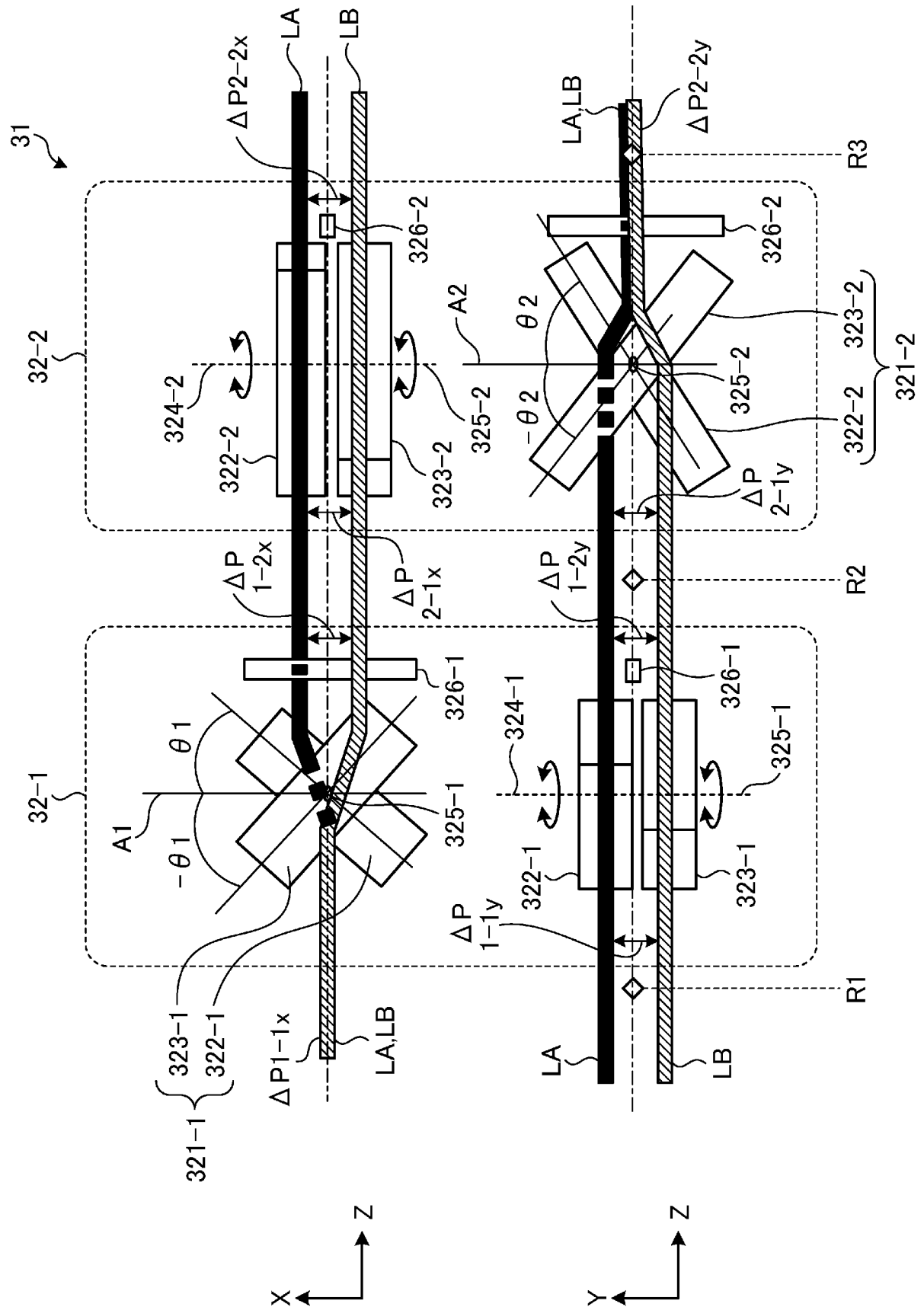
[図1]



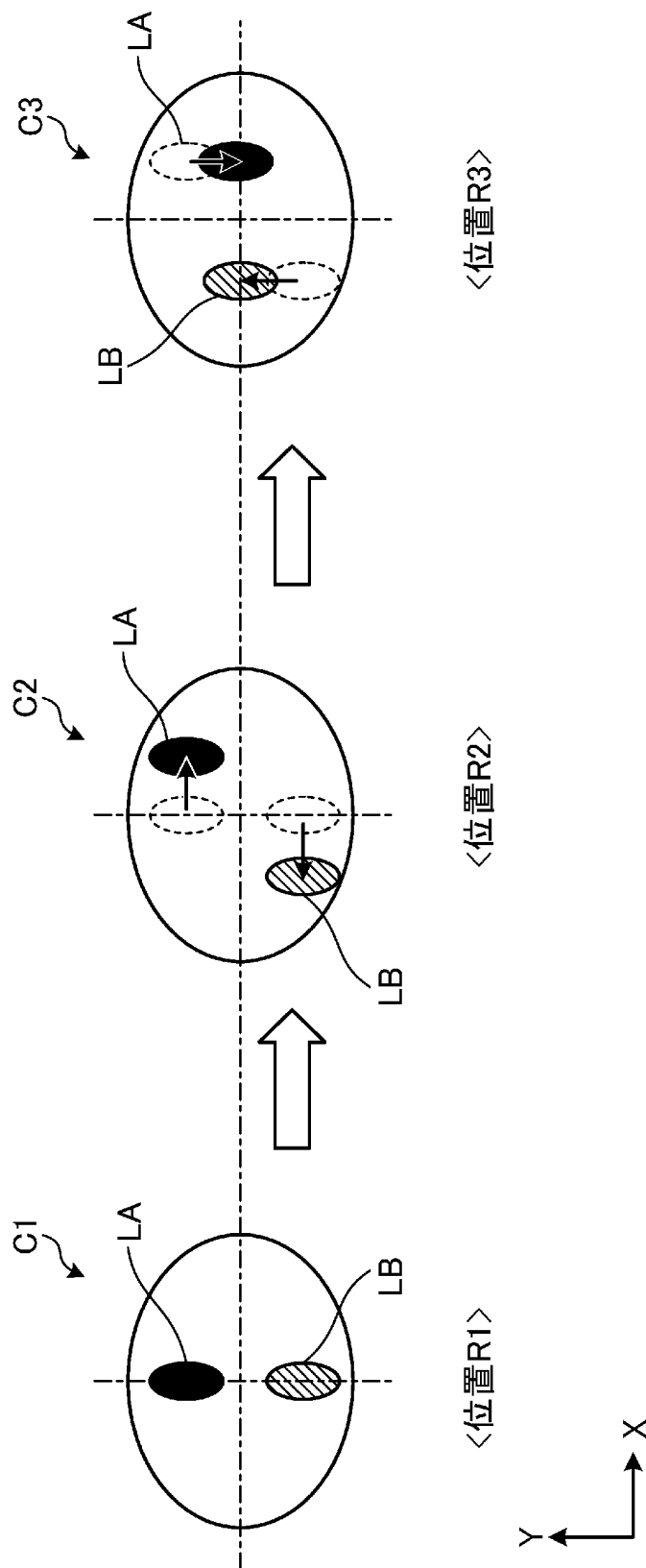
[図3]



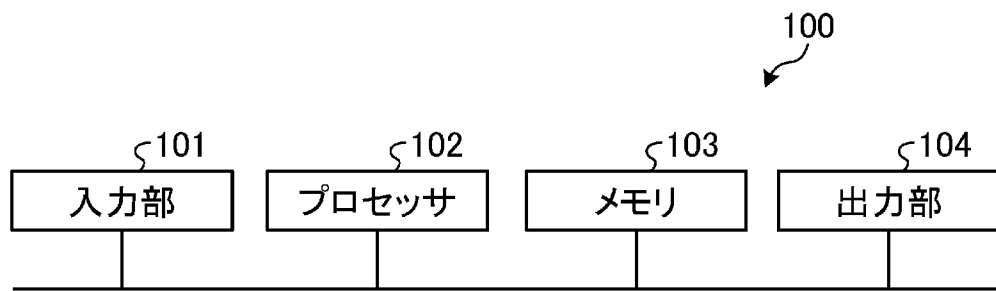
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/029624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 26/064**(2014.01)i; **G02B 6/42**(2006.01)i

FI: B23K26/064 Z; B23K26/064 K; G02B6/42

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)

B23K26/00-26/70; G02B6/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/176502 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD) 19 September 2019 (2019-09-19) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2017-506769 A (CHANN, Bien) 09 March 2017 (2017-03-09) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2020-199513 A (AMADA CO LTD) 17 December 2020 (2020-12-17) entire text, all drawings	1-10
A	JP 7-227686 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 29 August 1995 (1995-08-29) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2008/096863 A1 (FUJIKURA LTD) 14 August 2008 (2008-08-14) entire text, all drawings	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

13 October 2022

Date of mailing of the international search report

25 October 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/029624

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/176502	A1	19 September 2019	US 2020/0406403 A1 entire text, all drawings EP 3766627 A1 CN 111601677 A	
JP	2017-506769	A	09 March 2017	US 2015/0241632 A1 entire text, all drawings WO 2015/130920 A1 CN 106415951 A	
JP	2020-199513	A	17 December 2020	(Family: none)	
JP	7-227686	A	29 August 1995	US 5684642 A entire text, all drawings GB 2286900 A DE 19503675 A1	
WO	2008/096863	A1	14 August 2008	US 2009/0274175 A1 entire text, all drawings EP 2106628 A9 CN 101569066 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/064(2014.01)i; G02B 6/42(2006.01)i FI: B23K26/064 Z; B23K26/064 K; G02B6/42		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/00-26/70; G02B6/42		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2019/176502 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）19.09.2019（2019-09-19） 全文、全文図	1-10
A	JP 2017-506769 A（チャン，ビエン）09.03.2017（2017-03-09） 全文、全文図	1-10
A	JP 2020-199513 A（株式会社アマダ）17.12.2020（2020-12-17） 全文、全文図	1-10
A	JP 7-227686 A（三菱電機株式会社）29.08.1995（1995-08-29） 全文、全文図	1-10
A	WO 2008/096863 A1（株式会社フジクラ）14.08.2008（2008-08-14） 全文、全文図	1-10
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 13.10.2022		国際調査報告の発送日 25.10.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 後藤 泰輔 3P 4647 電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/029624

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/176502	A1	19.09.2019	US	2020/0406403	A1	
				全文、全図			
				EP	3766627	A1	
				CN	111601677	A	
JP	2017-506769	A	09.03.2017	US	2015/0241632	A1	
				全文、全図			
				WO	2015/130920	A1	
				CN	106415951	A	
JP	2020-199513	A	17.12.2020	(ファミリーなし)			
JP	7-227686	A	29.08.1995	US	5684642	A	
				全文、全図			
				GB	2286900	A	
				DE	19503675	A1	
WO	2008/096863	A1	14.08.2008	US	2009/0274175	A1	
				全文、全図			
				EP	2106628	A9	
				CN	101569066	A	