

(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
2018年5月31日(31.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/097018 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 26/067 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
B23K 26/064 (2014.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2017/041178

(22) 国際出願日:

2017年11月16日(16.11.2017)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2016-226625 2016年11月22日(22.11.2016) JP

(71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社
(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207

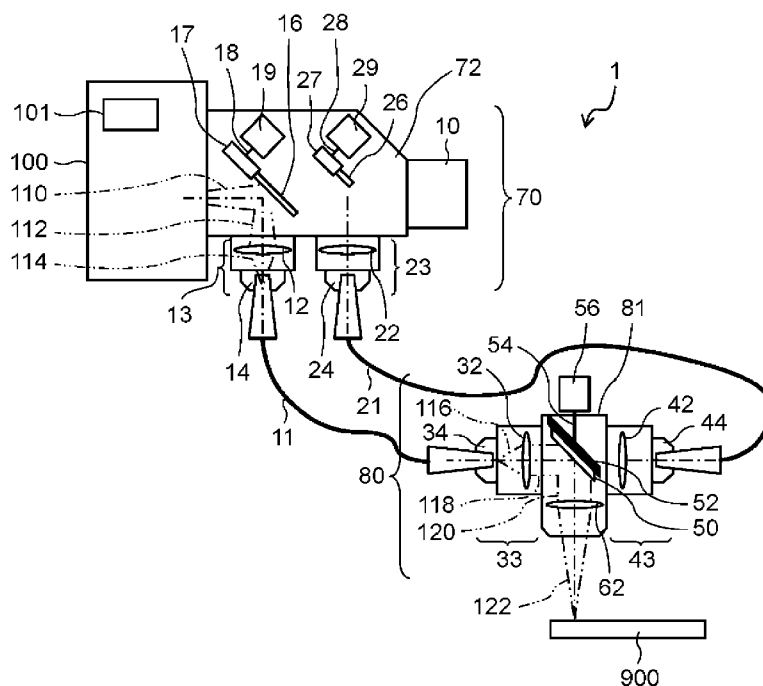
大阪府大阪市中央区城見2丁目1
番61号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 長安 同慶(NAGAYASU Doukei). 西村
仁志(NISHIMURA Hitoshi). 王 静波(WANG
Jingbo). 龍堂 誠(RYUDO Makoto). 西尾 正敏
(NISHIO Masatoshi). 山口 秀明(YAMAGUCHI
Hideaki). 竹中 義彰(TAKENAKA Yoshiaki).
江泉 清隆(EIZUMI Kiyotaka). 石川 諒
(ISHIKAWA Ryo).

(74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.);
〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目
1番61号 パナソニックIPマネジメ
ント株式会社内 Osaka (JP).

(54) Title: LASER PROCESSING DEVICE AND LASER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工装置及びレーザ加工方法



(57) Abstract: A laser processing device (1) is provided with a laser switching unit (70) for switching a light path for one laser light beam (110) between a first light path having a first fiber (11) and a second light path having a second fiber (21) with a core diameter larger than the first fiber (11), and a processing head (80) for irradiating the same processing point on a workpiece (900) with laser light passing through the first light path or the second light path. The laser switching unit (70) switches the light path for the laser light to the second light path from the first light path when a prescribed time has



(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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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))

elapsed for the irradiation time for the laser light passing through the first light path.

(57) 要約: レーザ加工装置(1)は、1つのレーザ光(110)の光路を、第1のファイバ(11)を有する第1の光路と、第1のファイバ(11)よりもコア径の大きな第2のファイバ(21)を有する第2の光路とに切り替えるレーザ光切り替え機(70)と、第1の光路又は第2の光路を通過したレーザ光を、被加工材(900)における同一の加工点に照射する加工ヘッド(80)とを備えている。レーザ光切り替え機(70)は、第1の光路を通過したレーザ光の照射時間が所定時間を経過した場合に、第1の光路から第2の光路へとレーザ光の光路を切り替える。

明 細 書

発明の名称： レーザ加工装置及びレーザ加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、加工速度を向上させるためのレーザ加工装置及びレーザ加工方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、代表的な被加工材である金属におけるレーザ光の吸収率は、固体状態では低く、溶融状態では高くなることが知られている（例えば、特許文献1参照）。つまり、レーザ加工の開始時には、被加工材が固体であるのでレーザ光の吸収率は低いが、被加工材の溶融が始まると、レーザ光の吸収率が高くなる。

[0003] また、レーザ加工においては、その加工に適するレーザ光の集光径が知られている（例えば、特許文献2参照）。

[0004] そして、溶融に適した集光径のレーザ光と、レーザ加工に適した集光径のレーザ光とを使い分けるために、複数のレーザ発振器から出射された複数のレーザ光を、時間差を設けて照射することで、レーザ光を重畳してレーザ加工を行うレーザ加工装置が知られている（例えば、特許文献3，4参照）。

[0005] 具体的に、特許文献4に記載のレーザ加工装置では、第1のレーザ発振器からレーザ光を出射し、集光レンズにより集光して加工点に照射することで、レーザ加工を開始する。その後、第2のレーザ発振器からレーザ光を出射し、ファイバを伝搬させ、加工ヘッドにより集光して加工点に照射することで、2つのレーザ光を重畳してレーザ加工を行うようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2001-252776号公報（図13）

特許文献2：特開平7-256477号公報（図2～図4）

特許文献3：特開2015-217422号公報（図5）

特許文献4：米国特許第5 2 7 2 3 0 9号明細書（図8）

発明の概要

- [0007] しかしながら、従来のレーザ加工装置では、2台のレーザ発振器を用いてレーザ加工を行っているため、2台のレーザ発振器を制御してそのレーザ光の出射タイミングを勘案する必要があり、制御が複雑となってしまう。
- [0008] また、2台のレーザ発振器を使用する場合における2台目のレーザ発振器の立ち上がり、つまり、レーザ光の停止時間又は低出力時間が必要となり、加工速度が遅くなるという問題があった。
- [0009] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、被加工材の溶融に適する溶融用集光径を持ったレーザ光の照射と、レーザ加工に適する加工用集光径を持ったレーザ光の照射とを両立させるとともに、レーザ加工速度を向上できるレーザ加工装置を提供することにある。
- [0010] 本発明の一態様に係るレーザ加工装置は、1つのレーザ光の光路を、第1のファイバを有する第1の光路と、前記第1のファイバよりもコア径の大きな第2のファイバを有する第2の光路とに選択的に切り替えるレーザ光切り替え部と、前記第1の光路を通過したレーザ光及び前記第2の光路を通過したレーザ光を、被加工材における同一の加工点に照射するレーザ照射部と、所定の条件を満たした場合に、前記第1の光路から前記第2の光路へとレーザ光の光路を切り替えるように前記レーザ光切り替え部の切り替え動作を制御する制御部とを備えている。
- [0011] このような構成によれば、1つのレーザ光の光路を切り替えるだけで、レーザ加工を早く開始するために被加工材の溶融に適する溶融用集光径を持ったレーザ光の照射と、レーザ加工に適する加工用集光径を持ったレーザ光の照射とを両立させることができる。
- [0012] つまり、レーザ加工の開始時には、小径で出力密度の高いレーザ光で被加工材の溶融を行い、その後、レーザ加工に適する集光径を持ったレーザ光で被加工材の加工を継続して行うことができる。
- [0013] また、従来のような2台のレーザ発振器を使用する場合における2台目の

レーザ発振器の立ち上がり、つまり、レーザ光の停止時間又は低出力時間が不要であるため、レーザ加工速度を向上させることができる。

[0014] 本発明の一態様によれば、1つのレーザ光の光路を切り替えるだけで、レーザ加工開始時には小径で出力密度の高いレーザ光で加工し、その後、継続して、レーザ加工に適する集光径を持つレーザ光でレーザ加工できる。これにより、レーザ加工速度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施形態1に係るレーザ加工装置の主要構成を示す要素配置図である。

[図2]レーザ光の光路を切り替えたときの図1相当図である。

[図3]本実施形態2に係るレーザ加工装置の主要構成を示す要素配置図である。

[図4]レーザ光の光路を切り替えたときの図3相当図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

[0017] 《実施形態1》

図1及び図2に示すように、レーザ加工装置1は、レーザ光源としてのレーザ発振器100と、レーザ光110の光路を第1の光路と第2の光路とに選択的に切り替えるレーザ光切り替え機70（レーザ光切り替え部）と、被加工材900にレーザ光を照射する加工ヘッド80（レーザ照射部）と、第1の光路及び第2の光路を構成する第1のファイバ11及び第2のファイバ21とを備えている。

[0018] レーザ発振器100は、例えば、中心波長976nmで4kWの近赤外波長の高出力レーザ光を出射する。レーザ発振器100には、レーザ加工装置1の動作に関する各種制御を行う制御部101が設けられている。

[0019] レーザ光切り替え機70は、レーザ発振器100から出射されたレーザ光

を屈折させることで光路を変更して伝送させるベンドモジュール72と、レーザ光を第1のファイバ11に導く第1のファイバ結合モジュール13と、レーザ光を第2のファイバ21に導く第2のファイバ結合モジュール23と、レーザ光を吸収するビームダンパ10とを備えている。

[0020] ベンドモジュール72は、2つのベンドミラー16, 26を備えている。ベンドミラー16, 26は、例えば、30mm×30mm×厚さ3mmである平行平板の角形石英で構成されており、反射面に高反射コートが施されている。

[0021] ベンドミラー16は、ベンドミラーホルダ17に固定されている。ベンドミラーホルダ17は、シャフト18を介してモータ19に接続されている。モータ19は、制御部101からの指令に応じて回転するものであり、モータ19の回転に伴ってベンドミラー16が可動する。

[0022] これにより、ベンドミラー16を下方に下げてレーザ光110の光路を水平面内直角に屈折させる屈折位置と、ベンドミラー16を上方に上げてレーザ光110を直進させる直進位置との間で、ベンドミラー16を可動させることができる。

[0023] 同様に、ベンドミラー26は、ベンドミラーホルダ27に固定されている。ベンドミラーホルダ27は、シャフト28を介してモータ29に接続されている。モータ29は、制御部101からの指令に応じて回転するものであり、モータ29の回転に伴ってベンドミラー26が可動する。

[0024] これにより、ベンドミラー26を下方に下げてレーザ光110の光路を水平面内直角に屈折させる屈折位置と、ベンドミラー26を上方に上げてレーザ光110を直進させる直進位置との間で、ベンドミラー26を可動させることができる。

[0025] 第1及び第2のファイバ結合モジュール13, 23は、ベンドミラー16, 26によって水平面内直角に屈折されてベンドモジュール72から出射するレーザ光112（図1参照）、212（図2参照）の出射位置に対応して配置されている。

- [0026] 第1のファイバ結合モジュール13は、レーザ光112を集光する集光レンズ12と、第1のファイバ11の入射端側を保持するレセプタクル14とを備えている。
- [0027] 集光レンズ12は、例えば、硝材が合成石英、直径30mm、焦点距離50mmのレンズで構成されている。集光レンズ12で集光されたレーザ光114は、第1のファイバ11に入射する。
- [0028] 第1のファイバ11は、例えば、コア直径50 μ m、クラッド直径400 μ mの石英系シングルコアファイバで構成されている。第1のファイバ11は、ベンドミラー16によって屈折されたレーザ光112が通過する第1の光路を構成している。
- [0029] 同様に、第2のファイバ結合モジュール23は、レーザ光212を集光するための集光レンズ22と、第2のファイバ21の入射端側を保持するレセプタクル24とを備えている。
- [0030] 集光レンズ22は、硝材が合成石英、直径30mm、焦点距離60mmのレンズで構成されている。集光レンズ22で集光されたレーザ光214は、第2のファイバ21に入射する。
- [0031] 第2のファイバ21は、コア直径100 μ m、インナークラッド直径200 μ m、アウタークラッド直径400 μ mの石英系ダブルクラッドファイバで構成されている。第2のファイバ21は、第1のファイバ11よりも大きなコア径を有する。第2のファイバ21は、ベンドミラー26によって屈折されたレーザ光212が通過する第2の光路を構成している。
- [0032] ビームダンパ10は、レーザ光110が出射される出射口に相対向して配設されており、循環する冷却水が内部に満たされている。
- [0033] 加工ヘッド80は、被加工材900のレーザ加工（本実施形態ではレーザ切断）に用いられるものである。被加工材900は、例えば、厚さ1.6mmの軟鋼板（SS400）である。
- [0034] 加工ヘッド80は、ヘッド本体81と、第1のファイバ11の出射端が接続されてその出射光をヘッド本体81に導く第1のファイバ結合モジュール

３３と、第２のファイバ２１の出射端が接続されてその出射光をヘッド本体８１に導く第２のファイバ結合モジュール４３とを備えている。

[0035] 第１のファイバ結合モジュール３３は、レーザ光１１６をコリメートするためのコリメートレンズ３２と、第１のファイバ１１の出射端側を保持するレセプタクル３４とを備えている。コリメートレンズ３２は、例えば、硝材が合成石英、直径３０ｍｍ、焦点距離５０ｍｍのレンズで構成されている。

[0036] 同様に、第２のファイバ結合モジュール４３は、レーザ光２１６をコリメートするためのコリメートレンズ４２と、第２のファイバ２１の出射端側を保持するレセプタクル４４を備えている。コリメートレンズ４２は、例えば、硝材が合成石英、直径３０ｍｍ、焦点距離５０ｍｍのレンズで構成されている。

[0037] ヘッド本体８１は、その内部に導かれるレーザ光の光路を屈折させて変更する反射ミラー５０と、反射ミラー５０で屈折されたレーザ光を集光して切断に供するための集光レンズ６２とを備えている。

[0038] 集光レンズ６２は、例えば、硝材が合成石英、直径５０ｍｍ、焦点距離１００ｍｍのレンズで構成されている。反射ミラー５０は、例えば、硝材が合成石英、長軸７０ｍｍ×短軸５０ｍｍ×厚さ５ｍｍ、反射面に高反射コートが施されたミラーで構成されている。

[0039] 反射ミラー５０は、反射ミラーホルダ５２により保持されている。反射ミラーホルダ５２は、シャフト５４を介してモータ５６に接続されている。モータ５６は、ヘッド本体８１の外部に設けられ、制御部１０１からの指令に応じて回転するものであり、モータ５６の回転に伴って反射ミラー５０が可動する。

[0040] これにより、第１のファイバ１１を有する第１の光路を通過したレーザ光１１８と、第２のファイバ２１を有する第２の光路を通過したレーザ光２１８とを、被加工材９００の同一の加工点に照射できるようになっている。

[0041] 〈レーザ加工装置の動作〉

以下、レーザ加工装置１の動作について説明する。図１に示すように、ベ

ンドミラー 16 は、モータ 19 を回転させることで下方に下げられる。レーザ発振器 100 から出射されたレーザ光 110 は、ベンドミラー 16 によって光路が屈折され、レーザ光 112 として第 1 のファイバ結合モジュール 13 に入射する。

[0042] 第 1 のファイバ結合モジュール 13 に入射したレーザ光 112 は、集光レンズ 12 により所定の位置に集光されて、第 1 のファイバ 11 の入射端からコアに入射して第 1 のファイバ 11 内を伝播され、第 1 のファイバ 11 の出射端から出射する。

[0043] 第 1 のファイバ 11 の出射端から出射したレーザ光 116 は、コリメートレンズ 32 により、略平行なレーザ光 118 に変換されてヘッド本体 81 の内部に入射する。

[0044] 反射ミラー 50 は、モータ 56 の回転に伴って、反射面がコリメートレンズ 32 に対向するように回転した後で停止される。レーザ光 118 は、反射ミラー 50 によって光路が屈折され、レーザ光 120 となる。

[0045] レーザ光 120 は、集光レンズ 62 により収束するレーザ光 122 に変換されて被加工材 900 に照射される。レーザ光 122 の焦点でレーザ切断が行われる。このとき、焦点におけるレーザ光 122 の集光径は $100\ \mu\text{m}$ である。

[0046] レーザ光 122 を照射し始めると、レーザ光 122 の照射点、つまり、加工点において、被加工材 900 が溶融し始める。つまり、レーザ光 122 の集光径 $100\ \mu\text{m}$ が溶融用集光径である。

[0047] ここで、被加工材 900 が溶融し始めるのに要する時間は、予め計測しておくことが可能である。そして、本実施形態では、第 1 のファイバ 11 を有する第 1 の光路を通過したレーザ光 122 の照射時間が所定時間を経過した場合に、第 2 のファイバ 21 を有する第 2 の光路へとレーザ光 110 の光路を切り替えるように、制御部 101 がレーザ光切り替え機 70 の切り替え動作を制御している。

[0048] 具体的に、レーザ発振器 100 からレーザ光 110 を出射したままの状態

で、下方に下げられていたベンドミラー１６を、モータ１９を回転させることで上方に上げる一方、モータ２９を回転させることでベンドミラー２６を下方に下げる。この後の動作を、図２を用いて説明する。

[0049] 図２に示すように、レーザ発振器１００から出射されたレーザ光１１０は、ベンドミラー２６によって光路が屈折され、レーザ光２１２として第２のファイバ結合モジュール２３に入射する。

[0050] 第２のファイバ結合モジュール２３に入射したレーザ光２１２は、集光レンズ２２により所定の位置に集光されて、第２のファイバ２１の入射端からコアに入射して第２のファイバ２１内を伝播され、第２のファイバ２１の出射端から出射する。

[0051] 第２のファイバ２１の出射端から出射したレーザ光２１６は、コリメートレンズ４２により、略平行なレーザ光２１８に変換されてヘッド本体８１の内部に入射する。

[0052] 反射ミラー５０は、モータ５６の回転に伴って、反射面がコリメートレンズ４２に対向するように回転した後で停止される。レーザ光２１８は、反射ミラー５０によって光路が屈折され、レーザ光２２０となる。

[0053] レーザ光２２０は、集光レンズ６２により収束するレーザ光２２２に変換されて被加工材９００に照射される。レーザ光２２２の焦点でレーザ切断が行われる。このとき、焦点におけるレーザ光２２２の集光径は $200\mu\text{m}$ である。

[0054] レーザ光２２２は、レーザ光１２２によって被加工材９００が溶融された同一の加工点に照射される。レーザ光２２２は、１つのレーザ光１１０の光路を切り替えて第２の光路を通過させることでレーザ光１２２よりも低い出力密度を有することになる。そして、レーザ光２２２は、レーザ光１２２によって溶融し始めた被加工材９００のレーザ加工に続けて、レーザ光１２２の代わりに照射されることで、被加工材９００のレーザ切断を続行する。つまり、レーザ光２２２の集光径 $200\mu\text{m}$ が加工用集光径である。

[0055] なお、本実施形態では、被加工材９００の表面におけるレーザ光の加工用

集光径を、レーザ切断に適する0.2mmとしたが、これに加えて、裏面におけるレーザ光の集光径をレーザ切断に適する3mm以下になるように、加工ヘッド80を構成しても良い。

[0056] また、本実施形態では、第1のファイバ11を有する第1の光路を通過するレーザ光122の照射時間が所定時間を経過した場合に、被加工材900が溶融したと推定して、レーザ光切り替え機70の切り替え動作を行うようにしたが、この形態に限定するものではない。制御部101は、所定の条件を満たした場合に、レーザ光切り替え機70の切り替え動作を行うこととしてもよい。所定の条件は、被加工材900の溶融を推定する又は示す条件であることとしてもよい。例えば、図示しない溶融モニタによって被加工材900の溶融状態を監視しておき、その信号に基づいて、レーザ光切り替え機70の切り替え動作を行うようにしても良い。

[0057] また、第2のファイバ21のコアにレーザ光を入射する構成としたが、インナークラッドに入射して、その出射光の横モードをドーナツ状にしてレーザ加工に用いても良い。

[0058] 以上のように、本実施形態に係るレーザ加工装置1によれば、1つのレーザ光110、つまり、1台のレーザ発振器100で、被加工材900の溶融に適する集光径のレーザ光122の照射と、レーザ加工に適する集光径のレーザ光222の照射とを両立させることができる。

[0059] また、レーザ加工開始は、小さな集光径を用いるため、その出力密度が大きくなり、被加工材900の溶融が短時間で開始され、その後、引き続いて、加工に適した集光径で加工を行うため、レーザ加工速度が向上して、加工時間を短縮することができる。

[0060] また、レーザ光切り替え機70を用いているので、2台のレーザ発振器100を制御してそのレーザ光の出射タイミングを勘案する必要がない。さらに、2台のレーザ発振器100を使用する場合に必要な、2台目のレーザ発振器100の立ち上がり、つまり、レーザ光の停止時間又は低出力時間が不要になる。

[0061] 《実施形態 2》

以下、前記実施形態 1 と同じ部分については同じ符号を付し、相違点についてのみ説明する。

[0062] 図 3 及び図 4 に示すように、加工ヘッド 380 は、被加工材 901, 902 のレーザ加工（本実施形態ではレーザ溶接）に用いられるものである。被加工材 901, 902 は、例えば、両方とも、厚さ 0.8 mm のステンレス板（SUS）である。

[0063] 加工ヘッド 380 は、ヘッド本体 381 と、第 1 のファイバ 11 の出射端が接続されてその出射光をヘッド本体 381 に導く第 1 のファイバ結合モジュール 33 と、第 2 のファイバ 21 の出射端が接続されてその出射光をヘッド本体 381 に導く第 2 のファイバ結合モジュール 43 とを備えている。

[0064] ヘッド本体 381 は、その内部に導かれるレーザ光の光路を屈折させて変更する反射ミラー 350 と、反射ミラー 350 で屈折されたレーザ光を集光して溶接に供するための集光レンズ 362 とを備えている。

[0065] 集光レンズ 362 は、例えば、硝材が合成石英、直径 50 mm、焦点距離 200 mm のレンズで構成されている。反射ミラー 350 は、例えば、硝材が合成石英、長軸 70 mm × 短軸 50 mm × 厚さ 5 mm、反射面に高反射コートが施されたミラーで構成されている。

[0066] 反射ミラー 350 は、中空で筒状の反射ミラーホルダ 352 により保持されている。反射ミラーホルダ 352 は、図示しないプーリーを介してモータ 356 に結合されている。

[0067] モータ 356 は、ヘッド本体 381 の外部に設けられ、制御部 101 からの指令に応じて回転するものであり、モータ 356 の回転に伴って反射ミラー 350 が可動する。

[0068] これにより、第 1 のファイバ 11 を有する第 1 の光路を通過したレーザ光 322 と、第 2 のファイバ 21 を有する第 2 の光路を通過したレーザ光 422 とを、被加工材 901, 902 の同一の加工点に照射できるようになっている。

[0069] また、ヘッド本体 381 の上部には、レーザ加工時に発生する反射光を測定して反射光の変化を検出するためのフォトダイオード 450（検出部）が設けられている。

[0070] 〈レーザ加工装置の動作〉

以下、レーザ加工装置 1 の動作について説明する。図 3 に示すように、レーザ発振器 100 から出射するレーザ光 110 は、ベンドミラー 16 によって光路が屈折されて第 1 のファイバ 11 を通過した後、レーザ光 118 としてヘッド本体 381 に入射する。

[0071] 反射ミラー 350 は、モータ 356 の回転に伴って、反射面がコリメートレンズ 32 に対向するように回転した後で停止される。レーザ光 118 は、反射ミラー 350 によって光路が屈折され、レーザ光 320 となる。

[0072] レーザ光 320 は、集光レンズ 362 により収束するレーザ光 322 に変換されて被加工材 901 と被加工材 902 の突合せ部分に照射される。レーザ光 322 の焦点でレーザ溶接が行われる。このとき、焦点におけるレーザ光 322 の集光径は $200\ \mu\text{m}$ である。

[0073] レーザ光 322 を照射し始めると、レーザ光 322 の照射点、つまり、加工点において、被加工材 901 と被加工材 902 の突合せ部分の溶融が始まり、レーザ溶接が開始する。つまり、レーザ光 322 の集光径 $200\ \mu\text{m}$ が溶融用集光径である。

[0074] ここで、被加工材 901、902 のレーザ加工時に発生する反射光は、フォトダイオード 450 により観測される。そして、レーザ加工開始後にフォトダイオード 450 への反射光の入力が低下すると、制御部 101 は、被加工材 901、902 が溶融したと判断し、レーザ発振器 100 からのレーザ光 110 の出射を停止させるための信号を出力する。

[0075] 次に、前記実施形態 1 において説明したのと同様に、第 1 のファイバ 11 を有する第 1 の光路から第 2 のファイバ 21 を有する第 2 の光路へとレーザ光 110 の光路を切り替えるように、レーザ光切り替え機 70 の切り替え動作が行われる。

- [0076] つまり、レーザ発振器 100 からレーザ光 110 を再出射させ、第 1 のファイバ 11 を通過するレーザ光 116 から、第 2 のファイバ 21 を通過するレーザ光 216 に切り替える。
- [0077] なお、このレーザ光 110 の停止から再出射までの時間は、レーザ光 322 により溶融した溶融箇所が、放熱して硬化を開始するまでの間よりも短い時間である。
- [0078] 図 4 に示すように、レーザ発振器 100 から出射されたレーザ光 110 は、ベンドミラー 26 によって光路が屈折されて第 2 のファイバ 21 を通過した後、レーザ光 218 としてヘッド本体 381 に入射する。
- [0079] 反射ミラー 350 は、モータ 356 の回転に伴って、反射面がコリメートレンズ 42 に対向するように回転した後で停止される。レーザ光 218 は、反射ミラー 350 によって光路が屈折され、レーザ光 420 となる。
- [0080] レーザ光 420 は、集光レンズ 362 により収束するレーザ光 422 に変換されて被加工材 901 と被加工材 902 の突合せ部分に照射される。レーザ光 422 の焦点でレーザ溶接が行われる。このとき、焦点におけるレーザ光 422 の集光径は $400\ \mu\text{m}$ である。
- [0081] レーザ光 422 は、レーザ光 322 によって被加工材 901, 902 が溶融された同じ加工点に照射される。そして、レーザ光 422 は、レーザ光 322 によって溶融し始めた被加工材 901, 902 のレーザ加工に続けて、レーザ光 322 の代わりに照射されることで、被加工材 901, 902 のレーザ溶接を続行する。つまり、レーザ光 422 の集光径 $400\ \mu\text{m}$ が加工用集光径である。
- [0082] なお、本実施形態では、加工点における集光径に言及して、その集光径の大小を基準としたが、集光径は、光強度分布、つまり、横モードに基づいて定まるため、レーザ光 322 とレーザ光 422 の横モードの違いを基準としても良い。換言すると、レーザ光 322 は、レーザ光 422 に比較して、より低次のモードであると言える。
- [0083] また、被加工材 901, 902 が溶融したかを検出するために、フォトダ

イオード４５０の代わりに、ＣＣＤ等のカメラを設けるようにしても良い。

[0084] 以上のように、本実施形態２に係るレーザ加工装置１によれば、１つのレーザ光、つまり、１台のレーザ発振器１００で、被加工材９０１，９０２の溶融に適する集光径のレーザ光の照射と、レーザ加工に適する集光径のレーザ光の照射とを両立させることができる。

[0085] また、中空で筒状の反射ミラーホルダ３５２における回転中心の上方に、反射光の変化を検出するためのフォトダイオード４５０を配設したから、フォトダイオード４５０を被加工材９０１，９０２の加工点と相対向させて、リアルタイムで溶融、溶接、切断等の加工状態を把握することができる。

産業上の利用可能性

[0086] 以上説明したように、本発明のレーザ加工装置は、加工速度を向上することができ、レーザ加工等に有用である。

符号の説明

[0087]	１	レーザ加工装置
	１１	第１のファイバ
	２１	第２のファイバ
	７０	レーザ光切り替え機
	８０	加工ヘッド（レーザ照射部）
	１００	レーザ発振器
	１０１	制御部
	１１０	レーザ光
	１１２	レーザ光
	１１４	レーザ光
	１１６	レーザ光
	１１８	レーザ光
	１２０	レーザ光
	１２２	レーザ光
	２１２	レーザ光

2 1 4	レーザ光
2 1 6	レーザ光
2 1 8	レーザ光
2 2 0	レーザ光
2 2 2	レーザ光
3 2 0	レーザ光
3 2 2	レーザ光
3 8 0	加工ヘッド（レーザ照射部）
4 2 0	レーザ光
4 2 2	レーザ光
4 5 0	フォトダイオード（検出部）

請求の範囲

- [請求項1] 1つのレーザ光の光路を、第1のファイバを有する第1の光路と、前記第1のファイバよりもコア径の大きな第2のファイバを有する第2の光路とに選択的に切り替えるレーザ光切り替え部と、
- 前記第1の光路を通過したレーザ光及び前記第2の光路を通過したレーザ光を、被加工材における同一の加工点に照射するレーザ照射部と、
- 所定の条件を満たした場合に、前記第1の光路から前記第2の光路へとレーザ光の光路を切り替えるように前記レーザ光切り替え部の切り替え動作を制御する制御部とを備えたことを特徴とするレーザ加工装置。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記制御部は、前記第1の光路を通過したレーザ光の照射時間が所定時間を経過した場合に、前記レーザ光切り替え部の切り替え動作を制御することを特徴とするレーザ加工装置。
- [請求項3] 請求項1において、
- 前記被加工材に照射されたレーザ光の反射光の変化を検出する検出部を備え、
- 前記制御部は、前記検出部において反射光の変化が検出された場合に、前記レーザ光切り替え部の切り替え動作を制御することを特徴とするレーザ加工装置。
- [請求項4] 1つのレーザ光の光路を切り替えて第1の光路を通過させた第1のレーザ光を、所定の条件を満たすまでの間、被加工材の加工点に対して照射する第1の照射工程と、
- 前記所定の条件を満たした場合に、前記1つのレーザ光の光路を切り替えて第2の光路を通過させることで前記第1のレーザ光よりも出力密度が低くなった第2のレーザ光を、前記被加工材における同一の加工点に照射する第2の照射工程とを備えたことを特徴とするレーザ

加工方法。

[請求項5]

請求項4において、

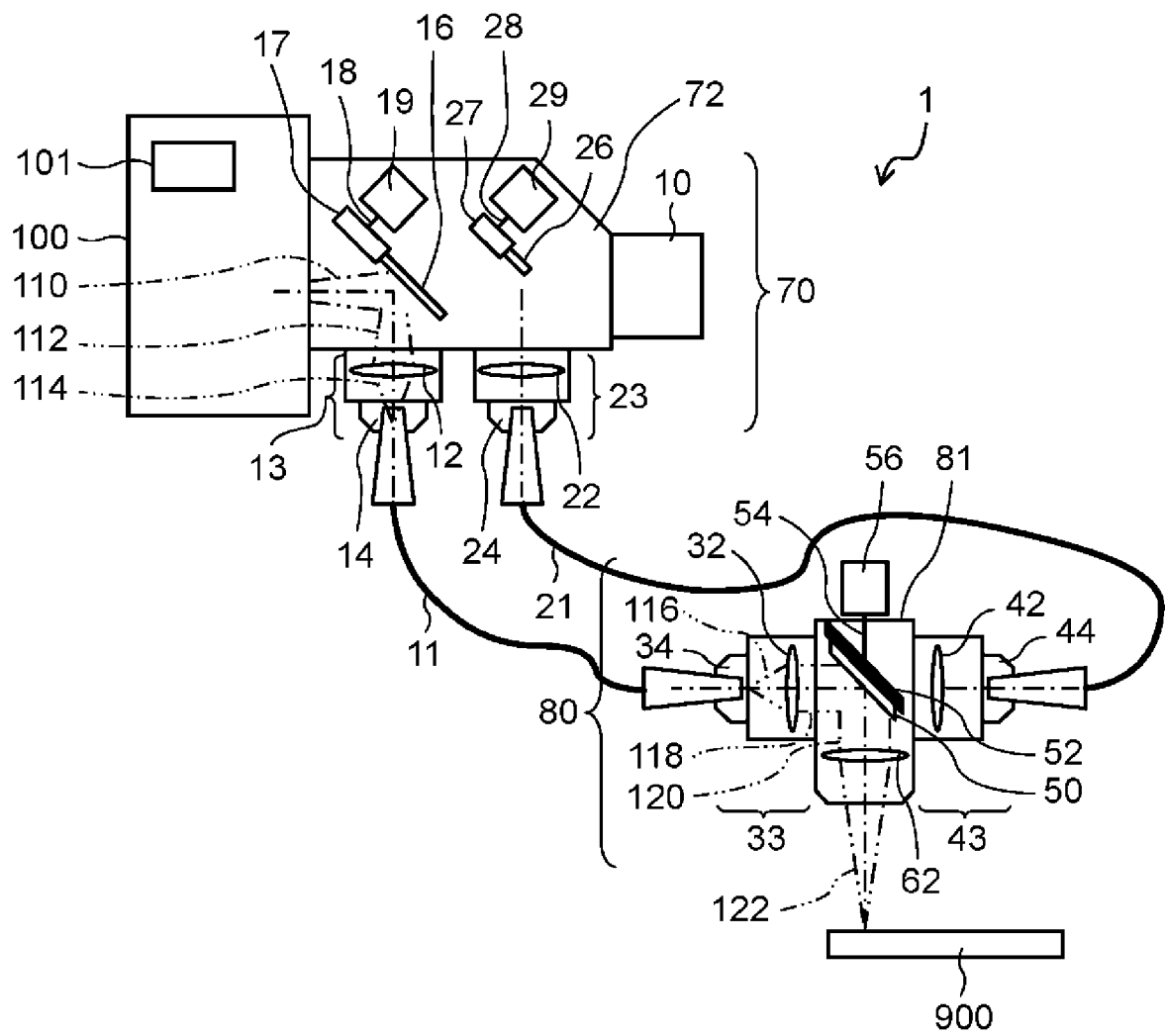
前記第2の照射工程では、前記第1の光路を通過した前記第1のレーザー光の照射時間が所定時間を経過した場合に、前記第2のレーザー光を照射することを特徴とするレーザー加工方法。

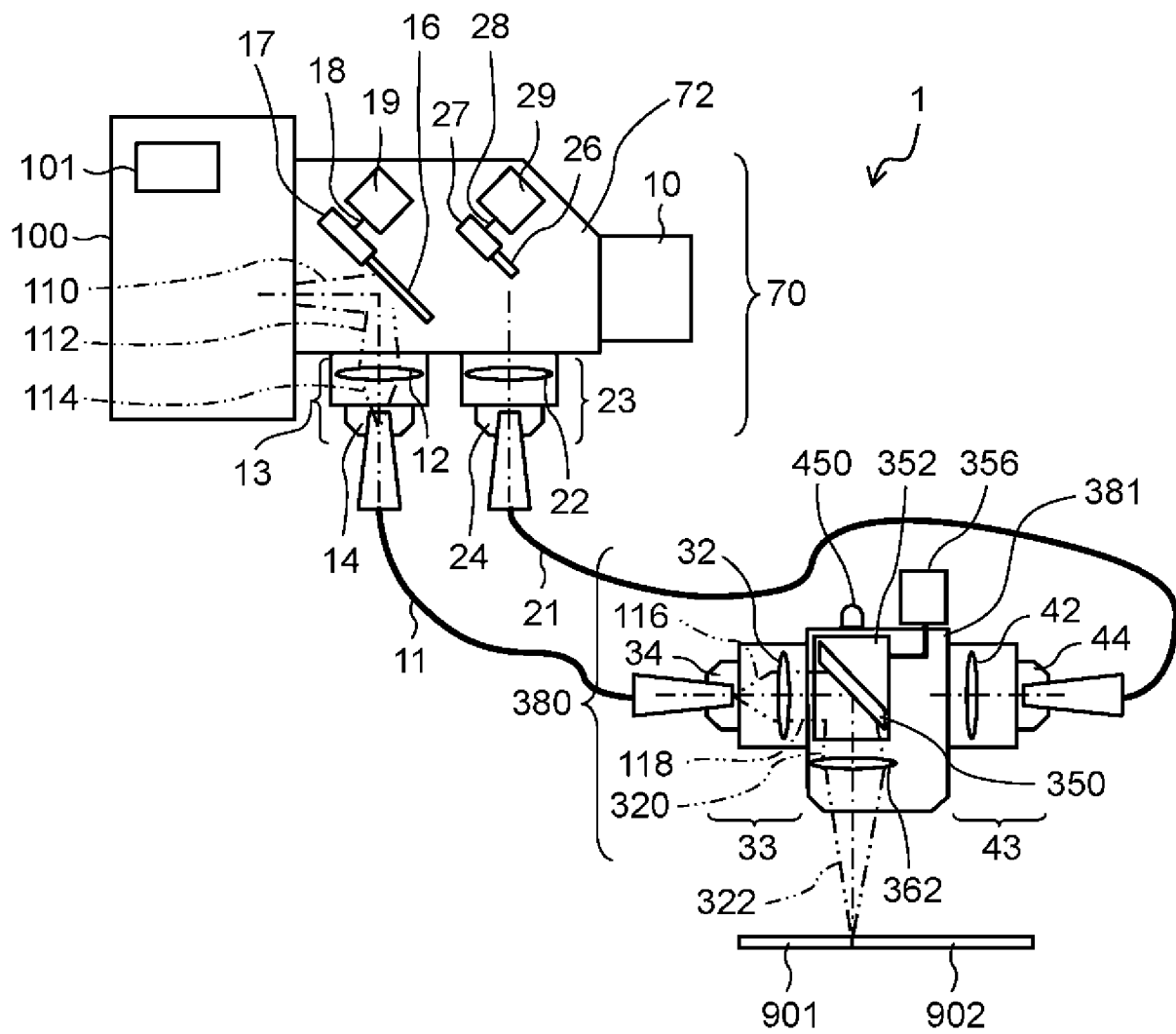
[請求項6]

請求項4において、

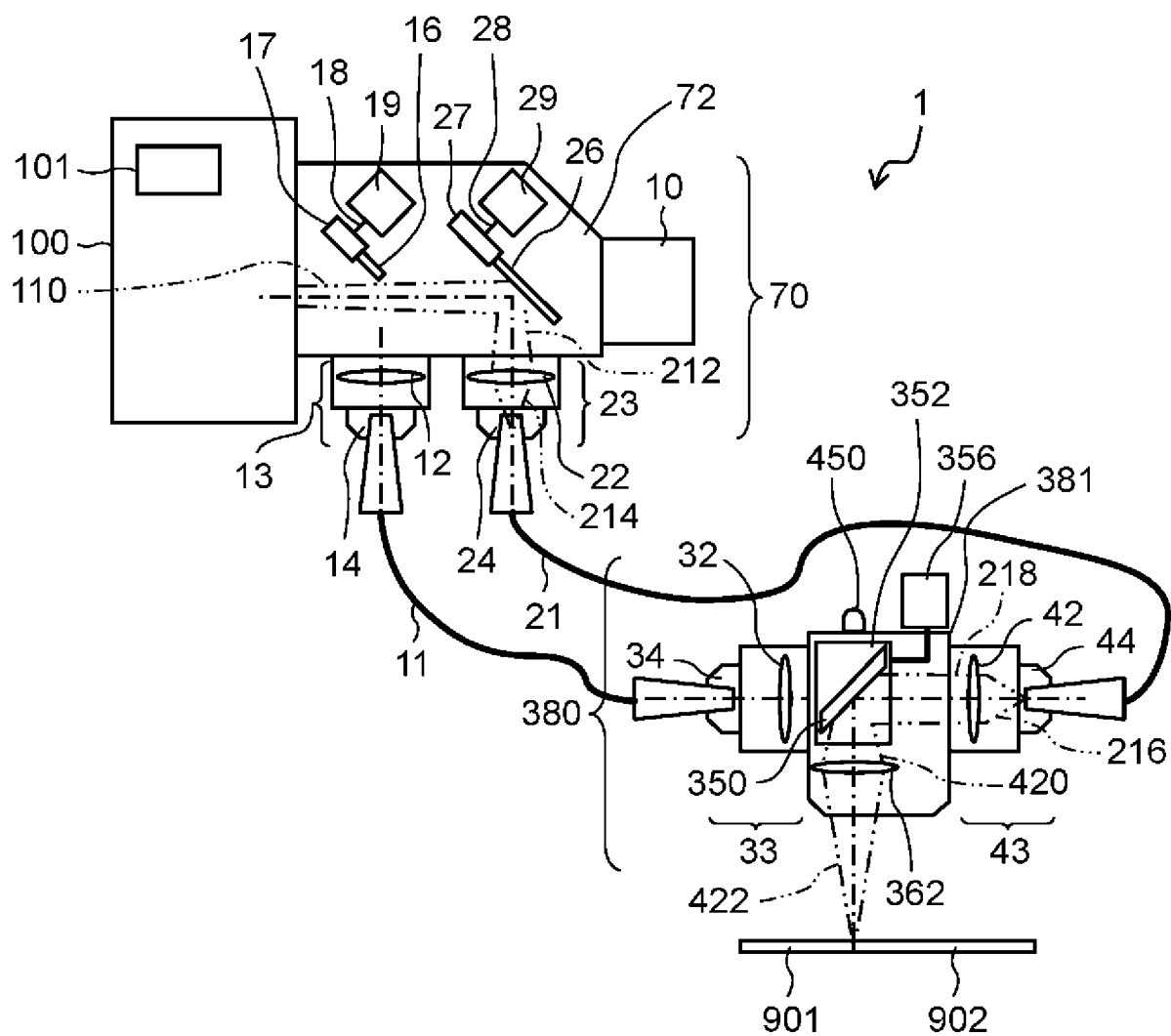
前記第2の照射工程では、前記被加工材に照射された前記第1のレーザー光の反射光の変化が検出された場合に、前記第2のレーザー光を照射することを特徴とするレーザー加工方法。

[図1]





[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K26/067(2006.01)i, B23K26/064(2014.01)i, G02B6/42(2006.01)i

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)

Int. Cl. B23K26/067, B23K26/064, 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 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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	JP 2016-43405 A (FANUC LTD.) 04 April 2016, entire text, all drawings & US 2016/0062036 A1 & DE 102015010892 A1 & CN 105364301 A	1-6
A	JP 2015-188900 A (PRIMEARTH EV ENERGY CO., LTD.) 02 November 2015, entire text, all drawings & US 2016/0361782 A1 & WO 2015/146591 A1	1-6



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

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041178

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-509263 A (TRUMPF LASER UND SYSTEMTECHNIK GMBH) 17 April 2014, entire text, all drawings & US 2014/0021178 A1 & WO 2012/107395 A1 & EP 2673107 A1 & DE 102011003686 A1 & CN 103476534 A & KR 10-2014-0044789 A	1-6
A	JP 4-253587 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 September 1992, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/067(2006.01)i, B23K26/064(2014.01)i, G02B6/42(2006.01)i

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））

Int.Cl. B23K26/067, B23K26/064, 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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2016-43405 A（ファナック株式会社） 2016.04.04, 全文, 全図 & US 2016/0062036 A1 & DE 102015010892 A1 & CN 105364301 A	1-6
A	JP 2015-188900 A（プライムアースE Vエナジー株式会社） 2015.11.02, 全文, 全図 & US 2016/0361782 A1 & WO 2015/146591 A1	1-6

☒ 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、一般的技術水準を示すもの	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

11.12.2017

国際調査報告の発送日

26.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 和志

3 P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 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	JP 2014-509263 A (トルンプフ レーザー ウント ジュステー ムテヒニク ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツ ング) 2014.04.17, 全文, 全図 & US 2014/0021178 A1 & WO 2012/107395 A1 & EP 2673107 A1 & DE 102011003686 A1 & CN 103476534 A & KR 10-2014-0044789 A	1 - 6
A	JP 4-253587 A (トヨタ自動車株式会社) 1992.09.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6