

(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  
2015年3月5日(05.03.2015)



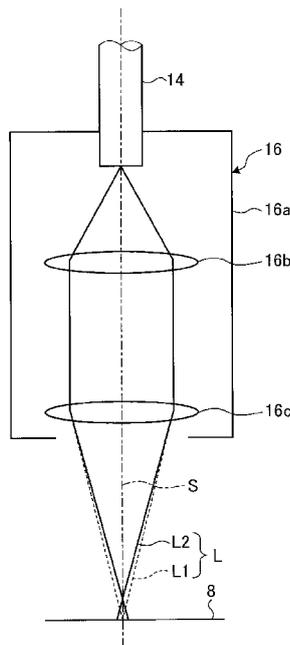
(10) 国際公開番号  
WO 2015/029466 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23K 26/064 (2014.01) B23K 26/046 (2014.01)  
B23K 26/00 (2014.01) B23K 26/08 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054735
- (22) 国際出願日: 2014年2月26日(26.02.2014)
- (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 2013-177395 2013年8月28日(28.08.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 成田 竜一 (NARITA, Ryuichi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 呉屋 真之 (GOYA, Saneyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 牟田 研二 (MUTA, Kenji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 俊哉 (WATANABE, Toshiya); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 眞生 (WATANABE, Masao); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

[続葉有]

(54) Title: LASER MACHINING DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ加工装置



(57) Abstract: In order to simplify the configuration of a laser machining device even when using lasers having different wavelength bands, said laser machining device is provided with: a laser output device that emits laser beams (L1, L2) having a plurality of wavelength bands; and an irradiation head (16) that condenses the laser beams (L1, L2) of each of the wavelength bands on the same optical axis (S) such that the focal distances thereof are staggered and irradiates therewith.

(57) 要約: 波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化するため、複数の波長帯を有するレーザ (L1, L2) を発振するレーザ出力装置と、各波長帯のレーザ (L1, L2) を同一光軸 S 上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッド (16) と、を備える。



WO 2015/029466 A1



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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： レーザ加工装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、加工対象の部材にレーザを照射して加工を行うレーザ加工装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 加工対象の部材の穴開け、切断、溶接、をレーザの照射により加工する場合、加工性能および加工品質を確保するため、レーザをより小さなスポットに集光させてパワー密度を上げることが好ましい。また、加工対象の部材として金属への吸収を高めて反射を低減することが好ましい。

[0003] 従来、小さなスポットに高密度に集光が可能な長波長のレーザと、金属への吸収性の高い短波長のレーザとを用いて加工を行うことが、例えば、特許文献1～特許文献3に示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0004] 特許文献1：特開昭63-295093号公報  
特許文献2：特開2001-196665号公報  
特許文献3：特開2006-263771号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した特許文献1～特許文献3に記載のレーザ加工装置は、波長帯の異なるレーザをそれぞれ異なる発振源により発生させている。このため、装置の大型化が懸念される。特に、特許文献1では、波長帯の異なるレーザを別々に加工対象の部材に照射させているため、別々の光学系や加工ヘッドや移動機構などが必要となり、部品点数が嵩んで装置構成が複雑化し、装置が大型化することになる。また、特許文献2および特許文献3では、波長帯の異なるレーザを重畳して同じ光軸上に集光させているため、重畳するための光

学系が複雑化することになる。

[0006] 本発明は上述した課題を解決するものであり、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化することのできるレーザ加工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

[0007] 上述の目的を達成するために、本発明のレーザ加工装置は、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置と、各波長帯のレーザを同一光軸上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッドと、を備えることを特徴とする。

[0008] このレーザ加工装置によれば、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置を備えることで、装置の大型化を招くことなく複数の波長帯のレーザを発振することができる。しかも、各波長帯のレーザを同一光軸上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッドを備えることで、加工を行う波長帯と、当該加工を助勢する波長帯とを同一光軸上で照射し、加工および加工助勢を一連の加工動作において同時に行うことができる。この結果、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化することができる。

[0009] また、本発明のレーザ加工装置では、前記照射ヘッドは、長波長となるレーザの焦点位置を被加工位置に合わせ、前記長波長のレーザの焦点を中において短波長となるレーザを集光させることを特徴とする。

[0010] このレーザ加工装置によれば、高密度に集光が可能である長波長のレーザの焦点を加工位置に合わせ、吸収率が高い短波長のレーザを長波長のレーザの焦点を中において集光させることで、外周の短波長のレーザで被加工部材を予熱し、予熱された被加工部材を長波長のレーザで加工する。この結果、加工に伴い予熱を行うことで、加工速度および加工品質を向上することができる。

[0011] また、本発明のレーザ加工装置では、前記照射ヘッドは、短波長となるレーザの焦点位置を被加工位置に合わせ、前記短波長のレーザの焦点を中において長波長となるレーザを集光させることを特徴とする。

- [0012] このレーザ加工装置によれば、パワー密度の比較的高い長波長のレーザの集光の中に短波長のレーザの焦点を配置することで、短波長のレーザにより被加工部材を溶かして加工しつつ、被加工部材を溶かして生じるプラズマからの輻射によって溶かした金属の温度を長波長のレーザにより上げて粘性を下げるため、加工品質を向上することができる。
- [0013] また、本発明のレーザ加工装置では、光軸方向にそれぞれ移動可能な、凹ガラスと凸ガラスを備える焦点距離調整装置を有することを特徴とする。
- [0014] このレーザ加工装置によれば、焦点距離調整装置により波長帯の異なる各レーザの焦点距離を変更することで、被加工位置への焦点の位置合わせを容易に行うことができる。
- [0015] また、本発明のレーザ加工装置では、被加工部材を支持する支持台と前記照射ヘッドとを相対移動させる移動機構と、前記移動機構による前記支持台と前記照射ヘッドとの相対移動およびレーザ出力装置から出力するレーザの各種条件を調整する制御装置と、を備えることを特徴とする。
- [0016] このレーザ加工装置によれば、移動機構による支持台と照射ヘッドとの相対移動およびレーザ出力装置から出力するレーザの各種条件を調整することで、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化しつつ、レーザによる被加工部材の加工を行うことができる。

### 発明の効果

- [0017] 本発明によれば、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るレーザ加工装置を模式的に表した概略構成図である。
- [図2]図2は、本発明の実施形態1に係るレーザ加工装置の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図である。
- [図3]図3は、図2に示す照射ヘッドから被加工部材に照射されるレーザを光軸方向で視た拡大平面図である。

[図4]図4は、レーザの波長と被加工部材の吸収率との関係を示す図である。

[図5]図5は、本発明の実施形態1に係るレーザ加工装置の他の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図である。

[図6]図6は、本発明の実施形態2に係るレーザ加工装置の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図である。

[図7]図7は、図6に示す照射ヘッドから被加工部材に照射されるレーザを光軸方向で視た拡大平面図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明に係るレーザ加工装置の一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。例えば、本実施形態では、板状の被加工部材を加工する場合として説明するが、被加工部材の形状は特に限定されない。被加工部材の形状は、種々の形状とすることができる。また、本実施形態では、被加工部材に穴を形成する場合、被加工部材を直線上に切断する場合、または被加工部材を溶接する場合として説明するが、被加工部材上における加工位置、つまりレーザの照射位置を調整することで、穴や直線以外の形状、例えば、屈曲点を有する形状、湾曲した形状とすることもできる。また、本実施形態では、被加工部材を移動させることで、レーザと被加工部材とを相対的に移動させたが、レーザを移動させるようにしてもよく、レーザと被加工部材の両方を移動させてもよい。

[0020] 図1は、本実施形態に係るレーザ加工装置を模式的に表した概略構成図である。レーザ加工装置10は、図1に示すように、レーザ出力装置12と、案内光学系14と、照射ヘッド16と、移動機構18と、支持台20と、制御装置22と、を有する。レーザ加工装置10は、支持台20に設置された被加工部材8にレーザLを照射することで、被加工部材8を加工する。ここで、本実施形態において、レーザ加工装置10は、被加工部材8の表面をXY平面とし、被加工部材8の表面に直交する方向をZ方向とする。

[0021] ここで、本実施形態の被加工部材8は、板状の部材である。被加工部材8

としては、種々の材料、例えば、インコネル、ハステロイ、ステンレス、セラミック、鋼、炭素鋼、セラミックス、シリコン、チタン、タングステン、樹脂、プラスチック、ガラスなどで作成された部材を用いることができる。また、被加工部材 8 には、CFRP（炭素繊維強化プラスチック、Carbon Fiber Reinforced Plastics）、GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）、GMT（ガラス長繊維強化プラスチック）などの繊維強化プラスチック、鋼板以外の鉄合金、アルミニウム合金などの各種金属、その他複合材料などで作成された部材も用いることができる。また、溶接する際には、溶加材や粉末などを供給する機構を有してもよい。

[0022] レーザ出力装置 12 は、レーザを出力する装置である。レーザ出力装置 12 は、複数の波長帯を有するレーザを発振する。このレーザ出力装置 12 は、例えば、半導体レーザ発振器がある。

[0023] 案内光学系 14 は、レーザ出力装置 12 から出力されたレーザを照射ヘッド 16 に案内する光学系である。本実施形態の案内光学系 14 は、光ファイバである。案内光学系 14 は、一方の端部がレーザ出力装置 12 のレーザの出射口と接続され、他方の端部が照射ヘッド 16 に接続されている。案内光学系 14 は、レーザ出力装置 12 から出力されたレーザを照射ヘッド 16 の入射端に向かって出力する。なお、案内光学系 14 の構成はこれに限定されない。レーザ加工装置 10 は、案内光学系 14 としてミラーやレンズの組み合わせを用い、レーザを反射、集光などすることで、照射ヘッド 16 に案内してもよい。または、レーザ出力装置 12 から照射ヘッド 16 に直接案内してもよい。

[0024] 照射ヘッド 16 は、案内光学系 14 から出力されるレーザ L を被加工部材 8 に照射する。照射ヘッド 16 の詳細は後述する。

[0025] 移動機構 18 は、アーム 30 と、アーム 30 を移動させる駆動源 32 と、を有する。アーム 30 は、先端で照射ヘッド 16 を支持している。駆動源 32 は、アーム 30 を XYZ の 3 軸方向に移動させることができる。移動機構 18 は、駆動源 32 でアーム 30 を XYZ 方向に移動させることで、被加工

部材 8 の種々の位置に照射ヘッド 16 からのレーザー L を照射することができる。また、移動機構 18 は、照射ヘッド 16 の X Y Z 方向の位置を検出する位置検出器 34 を有している。なお、本実施形態は、移動機構 18 として、アーム 30 と駆動源 32 で照射ヘッド 16 を移動させる機構としたが、X Y ステージ、X Y Z ステージなどで照射ヘッド 16 を移動する機構も用いることができる。

[0026] 支持台 20 は、被加工部材 8 を所定位置に支持する。なお、レーザー加工装置 10 は、支持台 20 が、被加工部材 8 を X Y 方向に移動させる X Y ステージとして構成されていてもよい。

[0027] 制御装置 22 は、各部の動作を制御する。制御装置 22 は、レーザー出力装置 12 から出力するレーザーの各種条件を調整したり、移動機構 18 で照射ヘッド 16 を移動させ被加工部材 8 に対する照射ヘッド 16 の位置を調整したりする。

[0028] このレーザー加工装置 10 は、レーザー出力装置 12 からレーザーを出力させる。レーザー加工装置 10 は、出力されたレーザー L を案内光学系 14 で照射ヘッド 16 に案内する。レーザー加工装置 10 は、位置検出器 34 で照射ヘッド 16 の X Y Z 方向の位置を検出しつつ移動機構 18 により照射ヘッド 16 を移動させる。これにより、レーザー加工装置 10 は、被加工部材 8 を加工することができる。

[0029] [実施形態 1]

図 2 は、本実施形態に係るレーザー加工装置の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図であり、図 3 は、図 2 に示す照射ヘッドから被加工部材に照射されるレーザーを光軸方向（光軸の延在方向に沿う方向）で視た拡大平面図であり、図 4 は、レーザーの波長と被加工部材の吸収率との関係を示す図である。

[0030] 図 2 に示すように、照射ヘッド 16 は、上述した移動機構 18 により支持されるケーシング 16 a の内部に、案内光学系 14 から入射されたレーザーを平行光とする平行光学系 16 b と、平行光学系 16 b により平行光とされたレーザーを光軸 S 上に集光する集光光学系 16 c とが設けられている。なお、

図2に示す平行光学系16bおよび集光光学系16cは、模式化したものであり、レンズ構成について限定されるものではない。

[0031] この照射ヘッド16では、集光されたレーザーLは、被加工部材8に照射される。本実施形態において、レーザー出力装置12が複数（図2では2つ）の波長帯を有するレーザーを発振している。このレーザーは、照射ヘッド16において、平行光学系16bで平行光とされ、集光光学系16cで集光されるが、各波長帯のレーザーL1、L2を同一光軸S上で焦点距離をずらして集光し照射する。本実施形態では、図2および図3に示すように、長波長となるレーザーL1の焦点位置を被加工部材8の被加工位置（被加工部材8の表面）に合わせ、長波長のレーザーL1の焦点を中において短波長となるレーザーL2を集光させる。すなわち、長波長のレーザーL1の焦点が被加工部材8の被加工位置に合わされ、この長波長のレーザーL1の焦点を中心として当該レーザーL1の周りを囲むように短波長となるレーザーL2が集光される。

[0032] 長波長のレーザーL1は、小さなスポットに高密度に集光が可能であり、短波長のレーザーL2は、被加工部材8への吸収性が高い。このため、外周の短波長のレーザーL2により被加工部材8が予熱され、予熱された被加工部材8が内側の長波長のレーザーL1により加工される。従って、加工に伴い予熱を行うことで、加工速度および加工品質を向上することができる。

[0033] 例えば、本実施形態の半導体レーザーとして、808nmと940nmとの波長帯を有するとする。また、被加工部材8がアルミニウム合金である場合、このアルミニウム合金のレーザー波長に対する吸収率は、図4に示すように、900nm近辺にある。そして、本実施形態では、吸収率が高い808nmの波長帯を短波長のレーザーL2とし、940nmの波長帯を長波長のレーザーL1としている。このように、被加工部材8の吸収波長に近似する複数の波長帯を用い、かつ吸収率が高い方を短波長側として外周に集光し、高密度に集光が可能である長波長側の焦点を中心として被加工部材8の加工位置に合わせる。これにより、予熱および加工を行い、アルミニウム合金に対する加工速度および加工品質を向上することができる。なお、一般にレーザー加工

に用いられているCO<sub>2</sub>レーザは、波長が106 μmであり、Nd:YAGレーザ（ネオジムヤグレーザ）は、波長が10.6 μmであって、半導体レーザと比較するとアルミニウム合金の吸収波長900 nmから離れている。このため、CO<sub>2</sub>レーザとNd:YAGレーザとで異なる波長帯としたとしても、半導体レーザによるアルミニウム合金の加工速度および加工品質を再現することは難しい。

[0034] このように、本実施形態のレーザ加工装置10は、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置12と、各波長帯のレーザを同一光軸上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッド16と、を備える。

[0035] このレーザ加工装置10によれば、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置12を備えることで、装置の大型化を招くことなく複数の波長帯のレーザを発振することができる。しかも、各波長帯のレーザを同一光軸S上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッド16を備えることで、加工を行う波長帯と、当該加工を助勢する波長帯とを同一光軸S上で照射し、加工および加工助勢を一連の加工動作において同時に行うことができる。この結果、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化することができる。

[0036] また、本実施形態のレーザ加工装置10では、照射ヘッド16は、長波長となるレーザL1の焦点位置を被加工位置に合わせ、長波長のレーザL1の焦点を中において短波長となるレーザL2を集光させることが好ましい。

[0037] このレーザ加工装置10によれば、高密度に集光が可能である長波長のレーザL1の焦点を被加工部材8の加工位置に合わせ、吸収率が高い短波長のレーザL2を長波長のレーザL1の焦点を中において集光させることで、外周の短波長のレーザL2で被加工部材8を予熱し、予熱された被加工部材8を長波長のレーザL1で加工する。この結果、加工に伴い予熱を行うことで、加工速度および加工品質を向上することができる。

[0038] なお、本実施形態のレーザ加工装置10は、位置検出器34で照射ヘッド16のXYZ方向の位置を検出しつつ移動機構18により照射ヘッド16を

移動させる。また、照射ヘッド16では、平行光学系16bおよび集光光学系16cにより長波長のレーザL1の焦点位置および短波長のレーザL2の焦点距離が決められており、この焦点距離の情報が制御装置22に予め記憶されている。このため、制御装置22により、移動機構18を移動させてレーザL（本実施形態では長波長のレーザL1）の焦点を被加工部材8の被加工位置に合わせることで、被加工部材8の被加工位置への焦点の位置合わせを容易に行うことができる。

[0039] なお、図5は、本実施形態に係るレーザ加工装置の他の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図である。図5に示す照射ヘッド16は、焦点距離調整装置17を有している。焦点距離調整装置17は、例えば、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとを有し、これら凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとを光軸方向にそれぞれ移動可能にするガラス移動機構17Cを有している。ガラス移動機構17Cは、例えば、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとをそれぞれ支持する支持部材17Caと、光軸方向に延在して設けられて各支持部材17Caを光軸方向に移動するように案内する案内レール17Cbと、光軸方向に延在して設けられて各支持部材17Caに螺合して挿通されるネジ棒17Ccと、各ネジ棒17Ccを回転駆動する駆動モータ17Cdとを備える。すなわち、ガラス移動機構17Cは、各駆動モータ17Cdを駆動して各ネジ棒17Ccを回転させることで、各支持部材17Caが凹ガラス17Aや凸ガラス17Bを伴い案内レール17Cbに沿って光軸方向に移動する。これにより、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとが光軸方向にそれぞれ移動し、波長帯の異なる各レーザL1、L2の焦点距離が変更される。この焦点距離調整装置17は、制御装置22により制御される。制御装置22では、駆動モータ17Cdによるネジ棒17Ccの回転数に応じて凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとの移動距離、すなわち焦点距離を制御する。このように、本実施形態のレーザ加工装置10は、焦点距離調整装置17により波長帯の異なる各レーザL1、L2の焦点距離を変更することで、レーザL（本実施形態では長波長のレーザL1）の焦点を被加工部材8の被加工位置に合

わせてもよく、被加工部材 8 の被加工位置への焦点の位置合わせを容易に行うことができる。

[0040] [実施形態 2]

図 6 は、本実施形態に係るレーザ加工装置の照射ヘッドを模式的に表した概略構成図であり、図 7 は、図 6 に示す照射ヘッドから被加工部材に照射されるレーザを光軸方向（光軸の延在方向に沿う方向）で視た拡大平面図である。

[0041] 図 6 に示すように、照射ヘッド 16 は、上述した移動機構 18 により支持されるケーシング 16 a の内部に、案内光学系 14 から入射されたレーザを平行光とする平行光学系 16 b と、平行光学系 16 b により平行光とされたレーザを光軸 S 上に集光する集光光学系 16 c とが設けられている。なお、図 6 に示す平行光学系 16 b および集光光学系 16 c は、模式化したものであり、レンズ構成について限定されるものではない。

[0042] この照射ヘッド 16 では、集光されたレーザ L は、被加工部材 8 に照射される。本実施形態において、レーザ出力装置 12 が複数（図 6 では 2 つ）の波長帯を有するレーザを発振している。このレーザは、照射ヘッド 16 において、平行光学系 16 b で平行光とされ、集光光学系 16 c で集光されるが、各波長帯のレーザ L 1, L 2 を同一光軸 S 上で焦点距離をずらして集光し照射する。本実施形態では、図 6 および図 7 に示すように、短波長となるレーザ L 2 の焦点位置を被加工部材 8 の被加工位置（被加工部材 8 の表面）に合わせ、短波長のレーザ L 2 の焦点を中において長波長となるレーザ L 1 を集光させる。すなわち、短波長のレーザ L 2 の焦点が被加工部材 8 の被加工位置に合わされ、この短波長のレーザ L 2 の焦点を中心として当該レーザ L 2 の周りを囲むように長波長となるレーザ L 1 が集光される。

[0043] 焦点が被加工部材 8 の被加工位置に合わされた短波長のレーザ L 2 は、被加工部材 8 の加工に用いられる。また、短波長のレーザ L 2 の周りに集光された長波長のレーザ L 1 は、短波長のレーザ L 2 により被加工部材 8 を溶かして生じるプラズマからの輻射によって溶かした金属の温度を上げて粘性を

下げることで加工品質を向上する。

[0044] 例えば、本実施形態の半導体レーザとして、 $808\text{ nm}$ と $10.6\ \mu\text{m}$ との波長帯を有するとする。また、被加工部材8が鉄や軟鋼である場合、上述した実施形態1のようなレーザの吸収率による効果が小さい。そこで、 $808\text{ nm}$ の波長帯を短波長のレーザL2とし、 $10.6\ \mu\text{m}$ の波長帯を長波長のレーザL1として、長波長側を外周に集光し、短波長側の焦点を中心として被加工部材8の加工位置に合わせる。これにより、短波長のレーザL2により被加工部材8を溶かして加工しつつ、被加工部材8を溶かして生じるプラズマからの輻射によって溶かした金属の温度を長波長のレーザL1により上げて粘性を下げることで加工品質を向上する。

[0045] このように、本実施形態のレーザ加工装置10は、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置12と、各波長帯のレーザを同一光軸S上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッド16と、を備える。

[0046] このレーザ加工装置10によれば、複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置12を備えることで、装置の大型化を招くことなく複数の波長帯のレーザを発振することができる。しかも、各波長帯のレーザを同一光軸S上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッド16を備えることで、加工を行う波長帯と、当該加工を助勢する波長帯とを同一光軸S上で照射し、加工および加工助勢を一連の加工動作において同時に行うことができる。この結果、波長帯の異なるレーザを用いても構成を簡素化することができる。

[0047] また、本実施形態のレーザ加工装置10では、照射ヘッド16は、短波長となるレーザL2の焦点位置を被加工位置に合わせ、短波長のレーザL2の焦点を中において長波長となるレーザL1を集光させることが好ましい。

[0048] このレーザ加工装置10によれば、パワー密度の比較的高い長波長のレーザL1の集光の中に短波長のレーザL2の焦点を配置することで、短波長のレーザL2により被加工部材8を溶かして加工しつつ、被加工部材8を溶かして生じるプラズマからの輻射によって溶かした金属の温度を長波長のレー

ザL 1により上げて粘性を下げるため、加工品質を向上することができる。

[0049] なお、本実施形態のレーザ加工装置10は、位置検出器34で照射ヘッド16のXYZ方向の位置を検出しつつ移動機構18により照射ヘッド16を移動させる。また、照射ヘッド16では、平行光学系16bおよび集光光学系16cにより長波長のレーザL1の焦点位置および短波長のレーザL2の焦点距離が決められており、この焦点距離の情報が制御装置22に予め記憶されている。このため、制御装置22により、移動機構18を移動させてレーザL（本実施形態では短波長のレーザL2）の焦点を被加工部材8の被加工位置に合わせることで、被加工部材8の被加工位置への焦点の位置合わせを容易に行うことができる。

[0050] なお、本実施形態のレーザ加工装置10では、照射ヘッド16は、焦点距離調整装置17を有している（図5参照）。焦点距離調整装置17は、例えば、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとを有し、これら凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとを光軸方向にそれぞれ移動可能にするガラス移動機構17Cを有している。ガラス移動機構17Cは、例えば、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとをそれぞれ支持する支持部材17Caと、光軸方向に延在して設けられて各支持部材17Caを光軸方向に移動するように案内する案内レール17Cbと、光軸方向に延在して設けられて各支持部材17Caに螺合して挿通されるネジ棒17Ccと、各ネジ棒17Ccを回転駆動する駆動モータ17Cdとを備える。すなわち、ガラス移動機構17Cは、各駆動モータ17Cdを駆動して各ネジ棒17Ccを回転させることで、各支持部材17Caが凹ガラス17Aや凸ガラス17Bを伴い案内レール17Cbに沿って光軸方向に移動する。これにより、凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとが光軸方向にそれぞれ移動し、波長帯の異なる各レーザL1, L2の焦点距離が変更される。この焦点距離調整装置17は、制御装置22により制御される。制御装置22では、駆動モータ17Cdによるネジ棒17Ccの回転数に応じて凹ガラス17Aと凸ガラス17Bとの移動距離、すなわち焦点距離を制御する。このように、本実施形態のレーザ加工装置10は、焦点距離調整

装置 17 により波長帯の異なる各レーザ L1, L2 の焦点距離を変更することで、レーザ L (本実施形態では短波長のレーザ L2) の焦点を被加工部材 8 の被加工位置に合わせてもよく、被加工部材 8 の被加工位置への焦点の位置合わせを容易に行うことができる。

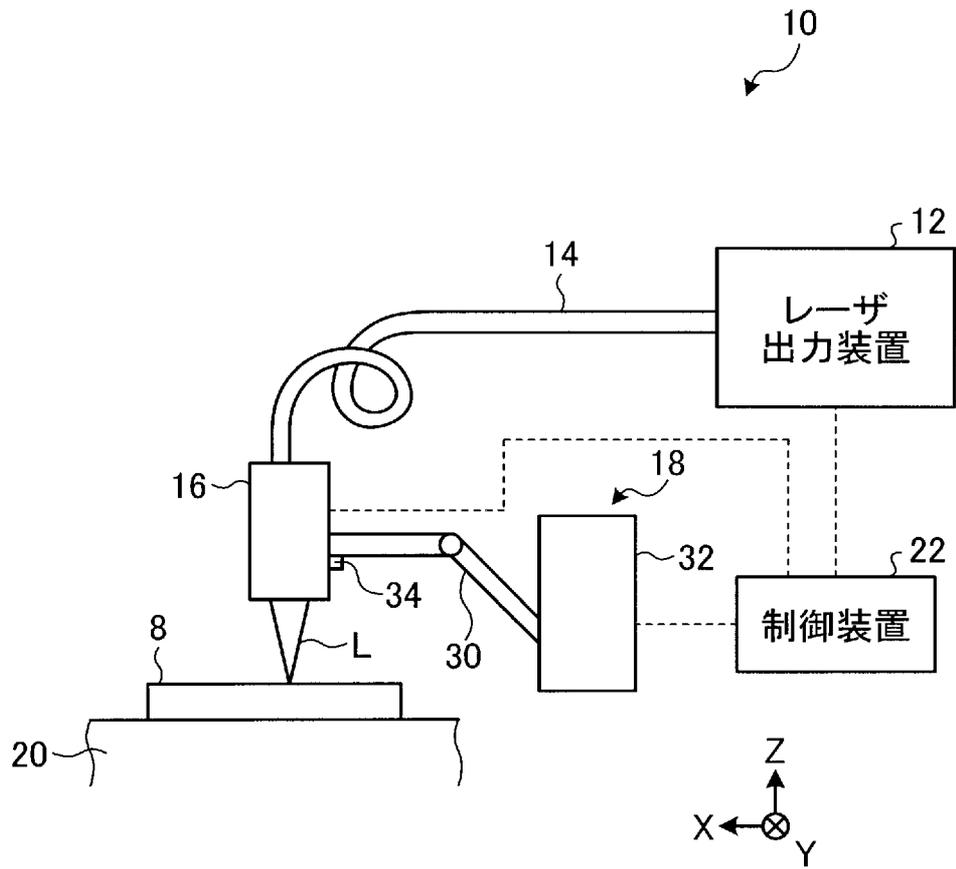
### 符号の説明

- [0051] 8 被加工部材
- 10 レーザ加工装置
- 12 レーザ出力装置
- 16 照射ヘッド
- S 光軸

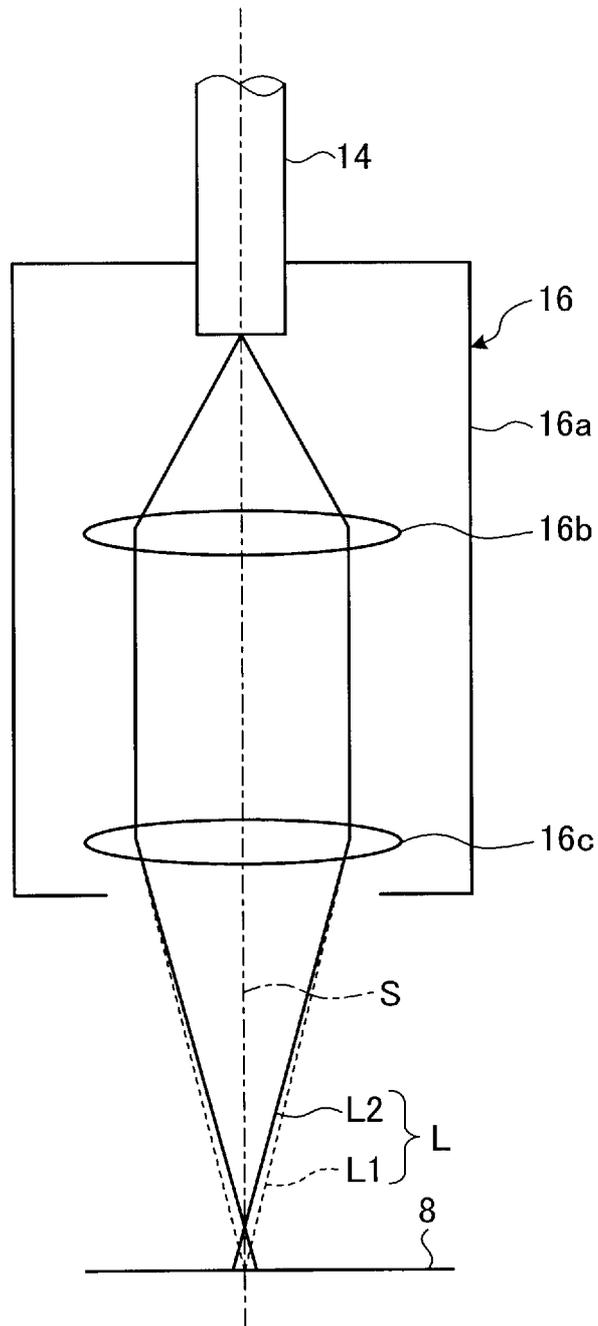
## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の波長帯を有するレーザを発振するレーザ出力装置と、  
各波長帯のレーザを同一光軸上で焦点距離をずらして集光し照射する照射ヘッドと、  
を備えることを特徴とするレーザ加工装置。
- [請求項2] 前記照射ヘッドは、長波長となるレーザの焦点位置を被加工位置に合わせ、前記長波長のレーザの焦点を中において短波長となるレーザを集光させることを特徴とする請求項1に記載のレーザ加工装置。
- [請求項3] 前記照射ヘッドは、短波長となるレーザの焦点位置を被加工位置に合わせ、前記短波長のレーザの焦点を中において長波長となるレーザを集光させることを特徴とする請求項1に記載のレーザ加工装置。
- [請求項4] 光軸方向にそれぞれ移動可能な、凹ガラスと凸ガラスを備える焦点距離調整装置を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載のレーザ加工装置。
- [請求項5] 被加工部材を支持する支持台と前記照射ヘッドとを相対移動させる移動機構と、  
前記移動機構による前記支持台と前記照射ヘッドとの相対移動およびレーザ出力装置から出力するレーザの各種条件を調整する制御装置と、  
を備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載のレーザ加工装置。

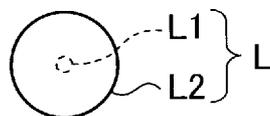
[図1]



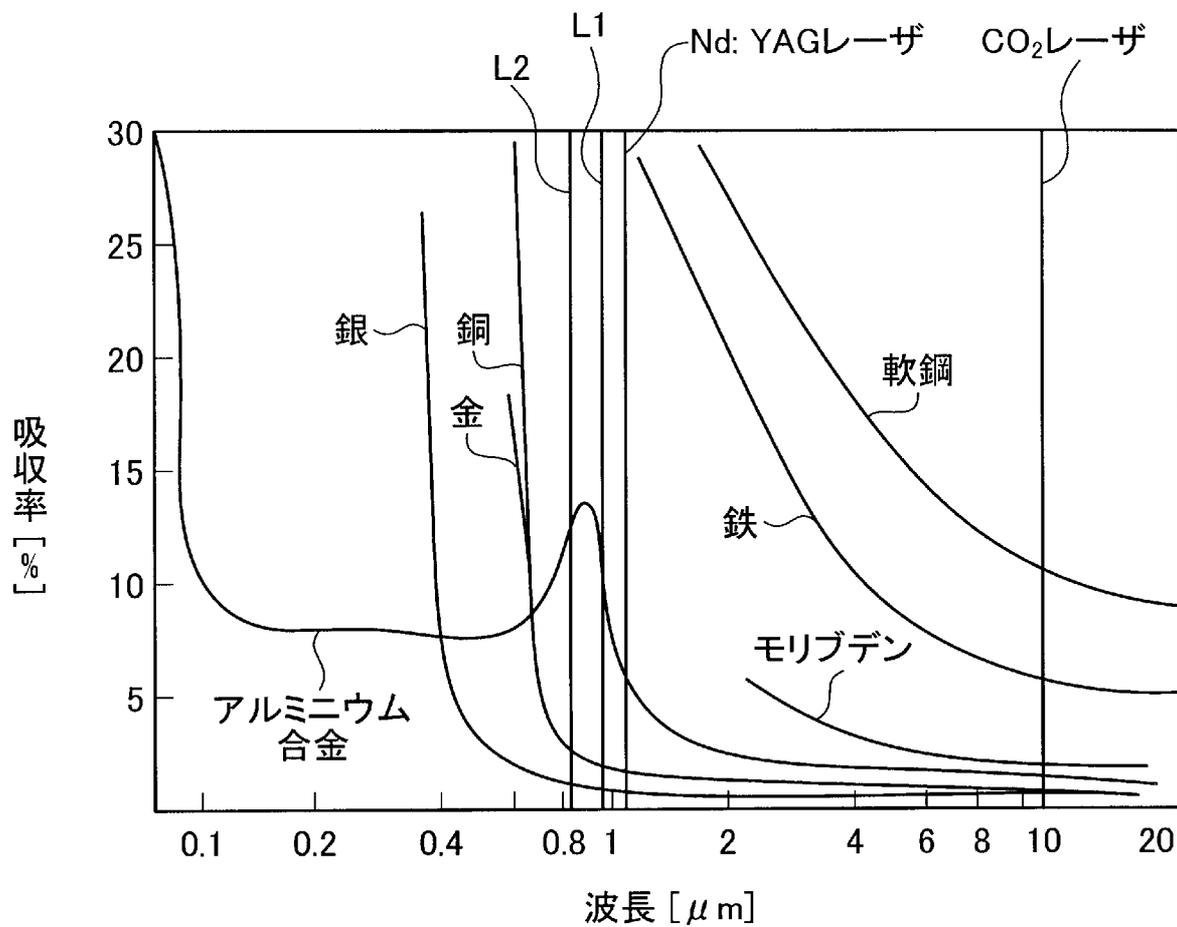
[図2]



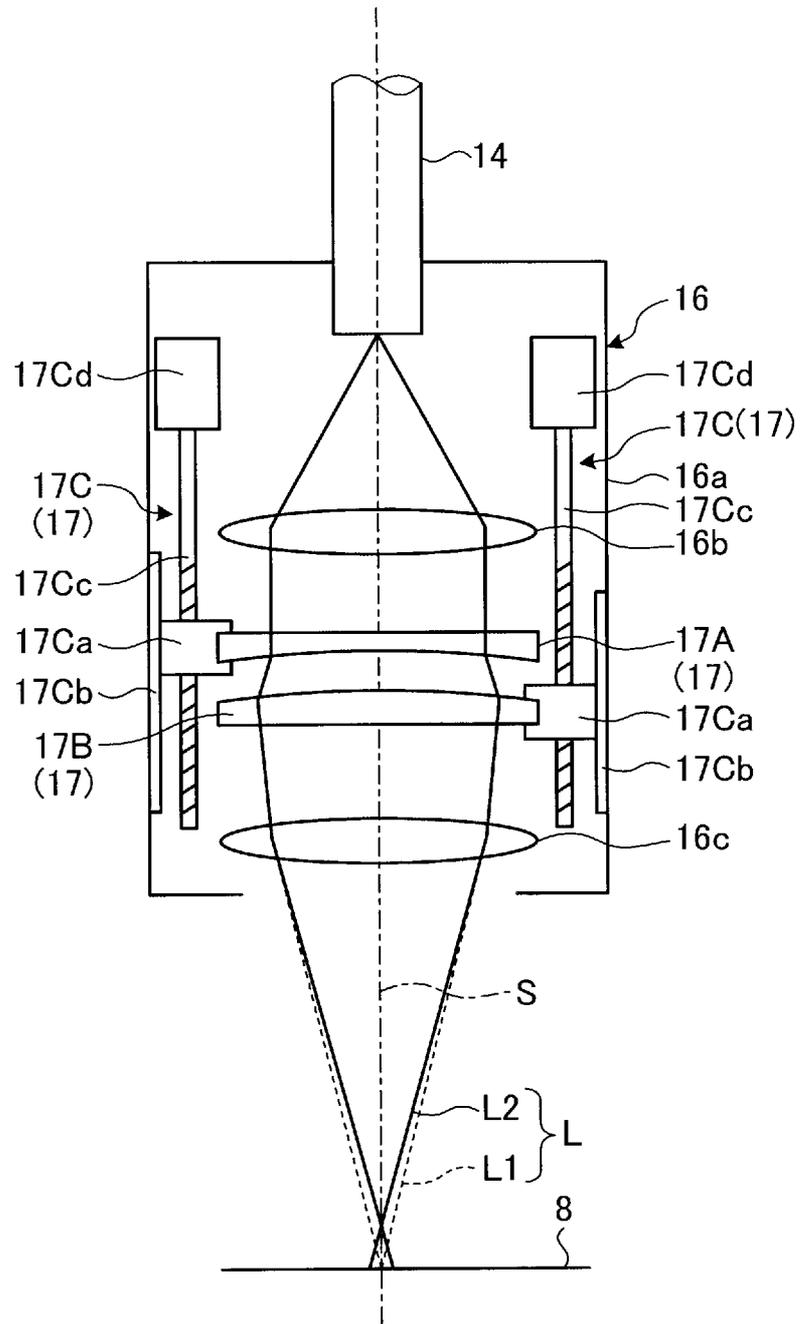
[図3]



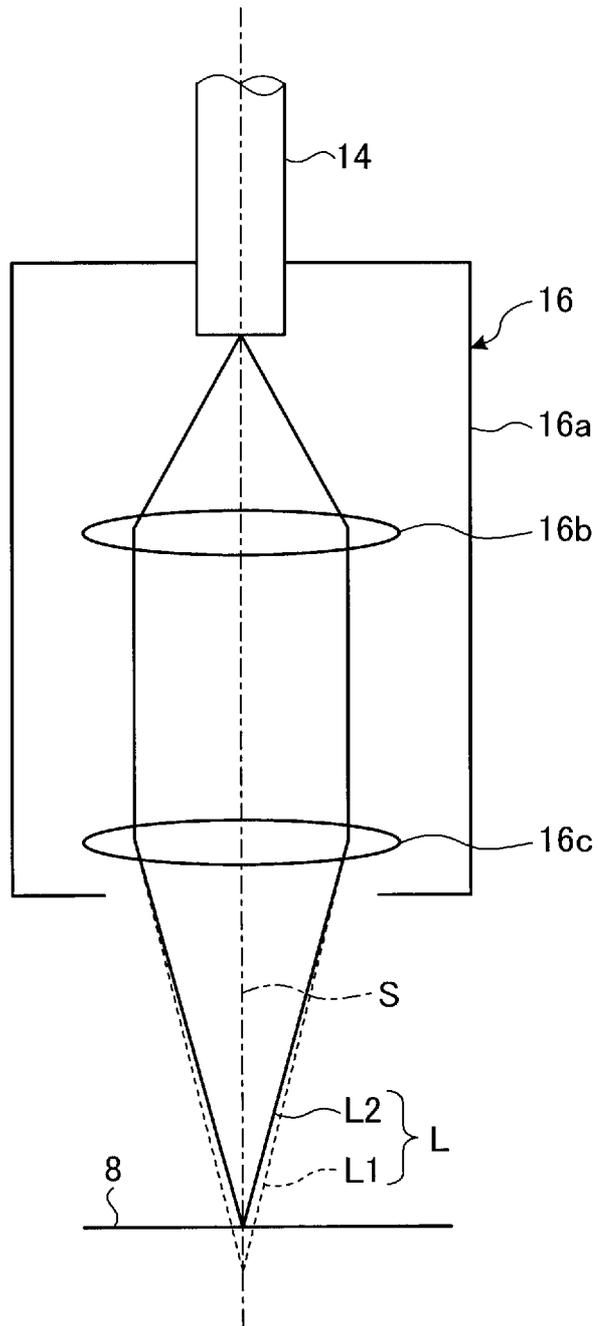
[図4]



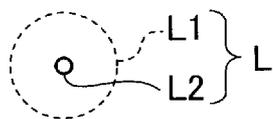
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/054735

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B23K26/064(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/046(2014.01)i,  
B23K26/08(2014.01)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)  
B23K26/064, B23K26/00, B23K26/046, B23K26/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 2010-158686 A (Disco Inc.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraphs [0019] to [0032]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1 2-5
Y	JP 3-146286 A (Toshiba Corp.), 21 June 1991 (21.06.1991), page 2, upper right column, line 16 to lower left column, line 18; fig. 1 (Family: none)	2, 4-5
Y	JP 2001-321978 A (Amada Engineering Center Co., Ltd.), 20 November 2001 (20.11.2001), paragraphs [0026] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	3-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18 April, 2014 (18.04.14)	Date of mailing of the international search report 28 April, 2014 (28.04.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 175868/1987 (Laid-open No. 80285/1989) (Mitsubishi Motors Corp.), 30 May 1989 (30.05.1989), fig. 1, 4 (Family: none)	4-5
Y	JP 3-124389 A (Toshiba Corp.), 27 May 1991 (27.05.1991), fig. 5 (Family: none)	5
A	WO 2011/001765 A1 (Seishin Trading Co., Ltd.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraphs [0025] to [0049]; fig. 1 to 2 & US 2012/0012758 A1 & EP 2450144 A1 & CN 102348530 A & JP 2011-5537 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B23K26/064(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/046(2014.01)i, B23K26/08(2014.01)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. B23K26/064, B23K26/00, B23K26/046, B23K26/08

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 1971-2014年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
X Y	JP 2010-158686 A (株式会社ディスコ) 2010.07.22, 第19-32段落, 図1-4 (ファミリーなし)	1 2-5
Y	JP 3-146286 A (株式会社東芝) 1991.06.21, 第2ページ右上欄第16 行-左下欄第18行, 第1図 (ファミリーなし)	2, 4-5
Y	JP 2001-321978 A (株式会社アマダエンジニアリングセンター) 2001.11.20, 第26-31段落, 図1 (ファミリーなし)	3-5

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	の日の後に公表された文献
「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 18.04.2014	国際調査報告の発送日 28.04.2014
--------------------------	--------------------------

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) 大内 俊彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P	9824
---	--	-----	------

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
Y	日本国実用新案登録出願62-175868号(日本国実用新案登録出願公開1-80285号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(三菱自動車工業株式会社)1989.05.30, 第1,4図(ファミリーなし)	4-5
Y	JP 3-124389 A (株式会社東芝) 1991.05.27, 第5図(ファミリーなし)	5
A	WO 2011/001765 A1 (西進商事株式会社) 2011.01.06, 第25-49段落, 図1-2 & US 2012/0012758 A1 & EP 2450144 A1 & CN 102348530 A & JP 2011-5537 A	1-5