(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
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/136945 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01) *H01S 3/00* (2006.01)
B23K 26/082 (2014.01) *H01S 5/022* (2006.01)
B23K 26/60 (2014.01) *H01S 5/042* (2006.01)
G02B 26/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055816

(22) 国際出願日: 2016 年 2 月 26 日(26.02.2016)

(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 2015-038614 2015 年 2 月 27 日(27.02.2015) JP

(71) 出願人: ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 武田 仁志 (TAKEDA Hitoshi); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (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, 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.

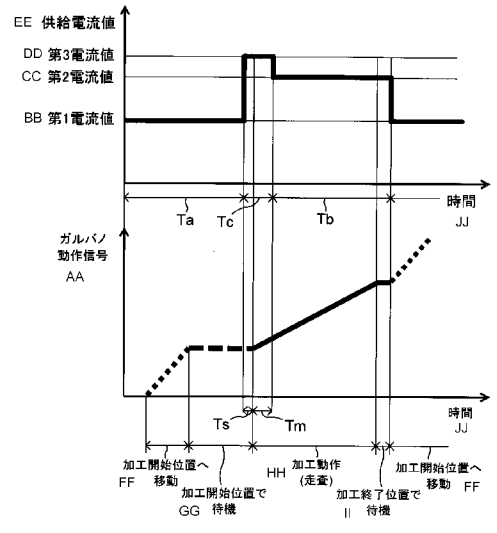
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: LASER PROCESSING DEVICE, CONTROL PROGRAM FOR LASER PROCESSING DEVICE, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称 : レーザ加工装置、レーザ加工装置の制御プログラム及び制御方法

[図11]



AA Galvano operation signal
BB First current value
CC Second current value
DD Third current value
EE Supply current value
FF Move to processing-start position
GG Standby at processing-start position
HH Processing operation (scanning)
II Standby at processing-end position
JJ Time

(57) **Abstract**: Provided is a laser processing device (1) capable of reducing degradation in processing quality at a processing-start section by a laser beam (L). A laser processing device (1) in a laser processing system (100) comprises a laser oscillation unit (12) and a galvano scanner (19), and is connected to a laser controller (5), a power supply unit (6), and a personal computer (7). A surface of a workpiece (W) is processed by scanning a pulse laser (L) from the laser oscillation unit (12) with the galvano scanner (19). At the time of starting processing of the workpiece (W), by control by the laser controller (5) and the personal computer (7), a third current supply period (Tc) during which a third current is supplied to an excitation semiconductor laser section (40) is started (S13), and upon the lapse of a standby period (Ts) from the start of the third current supply period (Tc), scanning by the galvano scanner (19) is started (S14).

(57) 要約: レーザ光（Ｌ）による加工開始部分における加工品質の低下を軽減し得るレーザ加工装置（１）を提供する。レーザ加工システム（１００）において、レーザ加工装置（１）は、レーザ発振ユニット（１２）と、ガルバノスキャナ（１９）とを有しており、レーザコントローラ（５）と、電源ユニット（６）と、ＰＣ（７）と接続されている。ガルバノスキャナ（１９）によって、レーザ発振ユニット（１２）からのパルスレーザ（Ｌ）を走査することで、ワーク（Ｗ）表面に加工が施される。レーザコントローラ（５）及びＰＣ（７）の制御によって、ワーク（Ｗ）に対する加工を開始する際に、励起用半導体レーザ部（４０）に対して第３電流を供給する第３電流供給期間（Ｔｃ）を開始し（Ｓ１３）、第３電流供給期間（Ｔｃ）の開始から待機期間（Ｔｓ）を経過した時点で、ガルバノスキャナ（１９）による走査を開始する（Ｓ１４）。

WO 2016/136945 A1

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、レーザ加工装置の制御プログラム及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光を照射して加工対象物の表面に加工を施すレーザ加工装置等に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、レーザ加工装置は、加工対象物に対して、レーザ光を照射して加工を施すように構成されており、加工対象物上の任意の位置となるように、出射されたレーザ光を順次走査し、文字や記号等を描くような加工を施している。

[0003] このようなレーザ加工装置に関して、レーザ光出射部と、励起光出射部とを備えたものが知られている。当該レーザ加工装置においては、励起光出射部に対して駆動電流を供給することで、駆動電流の大きさに対応する励起光を出射するように構成されており、この励起光がレーザ光出射部に入射された場合に、基底状態から励起状態に遷移させて加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するように構成されている。

[0004] 従って、基底状態から励起状態への遷移等の過程を経る必要がある為、このようなレーザ加工装置においては、駆動電流の供給開始時から所望の出力のレーザ光の出射が行われるまでに、時間差が生じてしまい、加工開始時点におけるレーザ光の出力が不足してしまう場合があった。そして、加工開始時におけるレーザ光の出力不足に起因して、加工開始部分が加工されなかったり、レーザ光による加工深さが不足したりして、加工品質の低下が生じてしまっていた。

[0005] この点に鑑みてなされた発明として、特許文献１記載の発明が知られている。特許文献１記載のレーザ加工装置は、レーザ光による加工に先立って、一旦、設定レーザ出力よりも高いレーザ出力に対応する初期駆動電流を励起

手段（励起光出射部に相当）に与え、その後、設定レーザ出力に対応する駆動電流を励起手段に与えている。当該特許文献１記載のレーザ加工装置によれば、初期駆動電流を与えることによって、励起状態への遷移や所望出力のレーザ光の出力までに要する期間を短縮化している。又、レーザ光の出力の立ち上がりが向上する為、当該レーザ加工装置は、加工開始時におけるレーザ光の出力不足に起因する加工品質の低下を抑制している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００４－３３７９７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、当該特許文献１記載のレーザ加工装置は、加工対象物に対して、レーザ光による加工を行う際に、励起手段に対する初期駆動電流の供給を行っているが、所望出力のレーザ光の出力までに要する期間を短縮することはできるものの、当該期間を完全になくすことはできない。即ち、特許文献１記載のレーザ加工装置においても、初期駆動電流の供給開始から、レーザ光の出力が所定値に達するまでには、時間差が生じてしまう。

[0008] そして、当該特許文献１記載のレーザ加工装置は、励起手段に対する初期駆動電流の供給開始と同時に、ガルバノミラー装置（走査部に相当）によるレーザ光の走査を開始する。即ち、当該レーザ加工装置によれば、従来に比べて高い出力ではあるものの、所望の出力には達していないレーザ光を、ガルバノミラー装置によって走査することになる為、従来に比べると軽減されているが、加工開始部分における加工品質は低下してしまうという問題点があった。又、初期駆動電流の供給開始から、ガルバノミラー装置による走査開始までの期間を長くとりすぎると、加工開始時の一部が局所的に深掘りされてしまうことになり、全体としての加工品質の低下を招いてしまう。

[0009] 本開示は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、レーザ光を照射し

て加工対象物の表面に加工を施すレーザ加工装置等に関し、レーザ光による加工開始部分における加工品質の低下を軽減し得るレーザ加工装置等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

[0010] 前記目的を達成するため、本発明の一側面に係るレーザ加工装置は、加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部による走査に関する制御を行う制御部と、を備え、前記制御部は、前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始することを特徴とする。

[0011] 当該レーザ加工装置は、レーザ光出射部と、励起光出射部と、走査部と、制御部とを有しており、レーザ光出射部から出射されたレーザ光を、走査部によって走査することで、加工対象物表面にレーザ光による加工を施すことができる。当該レーザ加工装置においては、レーザ光は、励起光出射部に駆動電流を供給することで、励起光をレーザ光出射部に向かって出射させ、当該励起光によって、レーザ光出射部を励起状態にすることによって出射される。ここで、当該レーザ加工装置によれば、制御部による制御によって、加工対象物に対するレーザ光による加工を開始する際に、前記励起光出射部に対して初期駆動電流を供給する為、加工時における出力のレーザ光を出射可能となるまでの期間を短縮することができる。更に、当該レーザ加工装置によれば、初期駆動電流供給期間の開始から、所定の待機期間を経過した時点

で、走査部によるレーザ光の走査を開始する為、走査部による走査は、レーザ光の出力を或る程度高めた状態で開始される。即ち、当該レーザ加工装置によれば、所望の状態に近い出力のレーザ光をもって、加工対象物に対する加工を開始することができる為、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。又、当該レーザ加工装置によれば、加工時における出力のレーザ光を出射可能となるまでの期間を短縮することで、レーザ光による加工に要する時間を短縮できる為、レーザ光による加工に関して、所要期間の短縮化と、加工品質の向上の何れについても貢献することができる。

[0012] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項１記載のレーザ加工装置であって、前記レーザ光による前記加工対象物の加工についての加工条件に関する情報の入力を受け付ける加工条件受付部と、前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工条件に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内に供給される電力量を決定する供給電力量決定部と、を有することを特徴とする。

[0013] 当該レーザ加工装置は、加工条件受付部と、供給電力量決定部とを有しており、前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工条件に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内に供給される電力量を決定する。当該レーザ加工装置によれば、前記初期駆動電流供給期間内に、前記レーザ光による加工についての加工条件に対応する電力量を供給する為、レーザ光による加工に関する加工条件に対応して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。

[0014] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項２記載のレーザ加工装置であって、前記加工条件受付部は、前記加工条件に関する情報として、前記レーザ光によって前記加工対象物を加工する際に、前記走査部によって走査される前記レーザ光の走査速度に関する情報の入力を受け付け、前記供給電力量決定部は、前記加工条件受付部によって受け付けた前記レーザ光の走査速度に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電

力量を決定することを特徴とする。

[0015] 当該レーザ加工装置によれば、前記加工条件受付部によって受け付けた前記レーザ光の走査速度に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電力量を決定する為、レーザ光の走査速度に対応して、加工開始時におけるレーザ光の出力を適切に高めることができる。これにより、当該レーザ加工装置は、レーザ光による加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0016] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項２又は請求項３に記載のレーザ加工装置であって、前記加工条件受付部は、前記加工条件に関する情報として、前記レーザ光によって加工される加工対象物の材質に関する情報の入力を受け付け、前記供給電力量決定部は、前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工対象物の材質に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電力量を決定することを特徴とする。

[0017] 当該レーザ加工装置によれば、前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工対象物の材質に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電力量を決定する為、加工対象物の材質により特定される物性（例えば、光吸収率や熱伝導度等）に対応して、加工開始時におけるレーザ光の出力を適切に高めることができる。これにより、当該レーザ加工装置は、レーザ光による加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0018] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項１乃至請求項４の何れかに記載のレーザ加工装置であって、前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工に関し、直前に当該レーザ光による加工を行ったか否かを判断する判断部と、前記判断部により、直前に前記レーザ光による加工を行ったと判断した場合に、当該直前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過しているか否かを判断する休止期間判断部と、を有し、前記制御部は、前記休止期間判断部により、前記直前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過してい

ると判断した場合に、前記初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から前記待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始することを特徴とする。

[0019] 当該レーザ加工装置は、判断部と、休止期間判断部とを有しており、前記休止期間判断部により、前記直前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過していると判断した場合に、前記初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から前記待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する。ここで、所定以上の加工休止期間が経過した場合、レーザ光出射部は、励起状態から基底状態に遷移している蓋然性が高く、そのままレーザ光による加工を行った場合に、レーザ光の出力不足に起因して加工品質が低下してしまう虞がある。この点、当該レーザ加工装置によれば、前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過している場合においても、前記励起光出射部に対して初期駆動電流を供給する為、加工時における出力のレーザ光を出射可能となるまでの期間を短縮することができる。更に、当該レーザ加工装置によれば、この場合においても、初期駆動電流供給期間の開始から、所定の待機期間を経過した時点で、走査部によるレーザ光の走査を開始する為、走査部による走査を、レーザ光の出力を或る程度高めた状態で開始することができる。即ち、当該レーザ加工装置によれば、所定以上の加工休止期間が経過している場合であっても、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。

[0020] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項２乃至請求項５の何れかに記載のレーザ加工装置であって、前記供給電力量決定部は、前記初期駆動電流供給期間の長さを変更する場合に、前記待機期間の長さを維持した状態で前記初期駆動電流供給期間の長さを変更して決定することを特徴とする。

[0021] 当該レーザ加工装置によれば、前記供給電力量決定部によって、前記初期駆動電流供給期間の長さを変更する場合に、前記待機期間の長さを維持した状態で前記初期駆動電流供給期間の長さを変更して決定する為、レーザ光の出力を高める為の待機期間を十分に確保でき、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0022] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項１乃至請求項５の何れかに記載のレーザ加工装置であって、前記レーザ光出射部から出射される前記レーザ光の特性を測定する測定部と、前記測定部によって測定された前記レーザ光の特性に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内における前記待機期間の長さを決定する待機期間決定部と、を有することを特徴とする。

[0023] 当該レーザ加工装置は、測定部と、待機期間決定部とを有しており、測定部によって測定された前記レーザ光の特性に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内における前記待機期間の長さを決定する。従って、当該レーザ加工装置によれば、測定部によって実際にレーザ光の特性を測定することでレーザ光の出力を特定し、それに応じて待機期間を決定する為、十分な出力のレーザ光をもって、加工対象物の加工を行うことができ、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0024] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項７記載のレーザ加工装置であって、前記測定部は、前記レーザ光出射部から周期的に出射される前記レーザ光の周期を測定し、前記待機期間決定部は、前記測定部によって測定された前記レーザ光の周期が所定周期以下となる期間に、前記待機期間の長さを決定することを特徴とする。

[0025] 当該レーザ加工装置において、レーザ光は、前記レーザ光出射部から周期的に出射されるように構成されており、当該周期が長い場合には、レーザ光の出力が不足している傾向にある。この点、当該レーザ加工装置によれば、前記測定部によって測定された前記レーザ光の周期が所定周期以下となる期間に、前記待機期間の長さを決定する為、加工時における出力となったレーザ光を用いて、加工対象物の加工を開始することができ、もって、加工開始

部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0026] 本発明の他の側面に係るレーザ加工装置は、請求項８記載のレーザ加工装置であって、前記待機期間決定部は、前記待機期間を２０μｓｅｃ以上の長さで決定することを特徴とする。

[0027] 当該レーザ加工装置において、前記待機期間決定部によって、前記待機期間を、２０μｓｅｃ以上の長さで決定している為、周期的に出射される前記レーザ光の周期を確実に測

定することができ、レーザ光が加工時における出力となった時点を確実に特定することができる。これにより、当該レーザ加工装置によれば、加工時における出力となったレーザ光を用いて、加工対象物の加工を開始することができ、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0028] 本発明の一側面に係るレーザ加工装置の制御プログラムは、加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部による走査に関する制御を行う制御部と、を備えるレーザ加工装置を、前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する加工開始制御部、として機能させることを特徴とする。

[0029] 当該レーザ加工装置の制御プログラムは、レーザ光出射部と、励起光出射部と、走査部と、制御部と、を有するレーザ加工装置に実行させて、加工開始制御部として機能させることによって、前記請求項１記載のレーザ加工装

置と同様の効果を生じさせることができる。

[0030] 本発明の一側面に係るレーザ加工装置の制御方法は、加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部による走査に関する制御を行う制御部と、を備えるレーザ加工装置の制御方法であって、前記制御部が実行する、前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する加工開始制御工程、を備えることを特徴とする。

[0031] 当該レーザ加工装置の制御方法は、レーザ光出射部と、励起光出射部と、走査部と、制御部と、を備えるレーザ加工装置において、制御部に加工開始制御工程を実行させることによって、前記請求項１記載のレーザ加工装置と同様の効果を生じさせることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]第１実施形態に関するレーザ加工システムの概略構成を示す説明図である。

[図2]レーザ加工装置におけるレーザヘッド部の構成を示す平面図である。

[図3]レーザ加工システムの制御系を示すブロック図である。

[図4]第１実施形態に関するレーザ加工処理プログラムのフローチャートである。

[図5]第１実施形態の供給電流制御処理プログラムのフローチャートである。

[図6]加工条件入力ウィンドウの一例を示す説明図である。

[図7]供給電流制御データベースの一例を示す説明図である。

[図8]レーザ加工における線幅と第３電流供給期間の関係を示す説明図である。

[図9]標準線幅に対する差と第３電流供給期間との関係を示す説明図である。

[図10]第１実施形態に関する駆動電流の制御内容と、レーザ光の出力強度との関係を示す説明図である。

[図11]第１実施形態に関する駆動電流の制御内容と、レーザ光の走査制御との関係を示す説明図である。

[図12]第２実施形態の供給電流制御処理プログラムのフローチャートである。

[図13]第２実施形態における待機期間の決定に関する説明図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、本発明に関するレーザ加工装置を、レーザ加工装置１を含むレーザ加工システム１００として具体化した実施形態（第１実施形態）について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0034] （レーザ加工システム１００の概略構成）

先ず、第１実施形態に関するレーザ加工システム１００の概略構成について、図１を参照しつつ詳細に説明する。レーザ加工システム１００は、レーザ加工装置１と、ＰＣ７を有しており、ＰＣ７によって作成された描画データに従って、レーザ加工装置１を制御することで、加工対象物（例えば、ワークＷ）の表面上に対して、レーザ光としてのパルスレーザＬを２次元走査してマーキング加工を行うように構成されている。

[0035] （レーザ加工装置の概略構成）

次に、レーザ加工システム１００を構成するレーザ加工装置１の概略構成について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図１に示すように、第１実施形態に関するレーザ加工装置１は、レーザ加工装置本体部２と、レーザコントローラ５と、電源ユニット６により構成されている。

[0036] レーザ加工装置本体部２は、加工対象物（例えば、ワークＷ）に対して、パルスレーザＬを照射し、当該パルスレーザＬを２次元走査して、加工対象

物の表面上にマーキング加工を行う。レーザコントローラ５は、コンピュータで構成され、ＰＣ７と双方向通信可能に接続されると共に、レーザ加工装置本体部２及び電源ユニット６と電気的に接続されている。ＰＣ７は、パーソナルコンピュータによって構成されており、加工対象物表面にマーキング加工を行う際の描画データの作成、加工条件に応じた制御パラメータの設定を行う際や、ワークＷの位置調整を補助する際等に用いられる。そして、レーザコントローラ５は、ＰＣ７から送信された描画データ、制御パラメータ、各種指示情報等に基づいてレーザ加工装置本体部２及び電源ユニット６を駆動制御する。尚、ワークＷは、加工対象物であるワークＷの一例に該当する。

[0037] 尚、図１は、レーザ加工システム１００及びレーザ加工装置１の概略構成を示すものであるため、レーザ加工装置本体部２を模式的に示している。従って、当該レーザ加工装置本体部２の具体的な構成については、後述する。

[0038] （レーザ加工装置本体部２の概略構成）

次に、レーザ加工装置本体部２の概略構成について、図１、図２に基づいて説明する。尚、レーザ加工装置本体部２の説明において、図１の左方向、右方向、上方向、下方向が、それぞれレーザ加工装置本体部２の前方向、後方向、上方向、下方向である。従って、レーザ発振器２１のパルスレーザＬの出射方向が前方向である。本体ベース１１及びパルスレーザＬに対して垂直な方向が上下方向である。そして、レーザ加工装置本体部２の上下方向及び前後方向に直交する方向が、レーザ加工装置本体部２の左右方向である。

[0039] レーザ加工装置本体部２は、パルスレーザＬと可視レーザ光Ｍをｆθレンズ２０から同軸上に出射するレーザヘッド部３（図２参照）と、レーザヘッド部３が上面に固定される略箱体状の加工容器（図示せず）とから構成されている。

[0040] 図２に示すように、レーザヘッド部３は、本体ベース１１と、パルスレーザＬを出射するレーザ発振ユニット１２と、光シャッター部１３と、光ダンパー１４と、ハーフミラー１５と、ガイド光部１６と、反射ミラー１７と、

光センサ１８と、ガルバノスキャナ１９と、ｆθレンズ２０等から構成され、略直方体形状の筐体カバー（図示せず）で覆われている。

[0041] レーザ発振ユニット１２は、レーザ発振器２１と、ビームエキスパンダ２２と、取付台２３とから構成されている。レーザ発振器２１は、ファイバコネクタと、集光レンズと、反射鏡と、レーザ媒質と、受動Ｑスイッチと、出力カプラーと、ウィンドウとをケーシング内に有している。ファイバコネクタには、光ファイバＦが接続されており、電源ユニット６を構成する励起用半導体レーザ部４０から出射された励起光が、光ファイバＦを介して入射される。

[0042] 集光レンズは、ファイバコネクタから入射された励起光を集光する。反射鏡は、集光レンズによって集光された励起光を透過すると共に、レーザ媒質から出射されたレーザ光を高効率で反射する。レーザ媒質は、励起用半導体レーザ部４０から出射された励起光によって励起されてレーザ光を発振する。レーザ媒質としては、例えば、レーザ活性イオンとしてネオジウム（Ｎｄ）が添加されたネオジウム添加ガドリニウムバナデイト（Ｎｄ：ＧｄＶＯ４）結晶や、ネオジウム添加イットリウムバナデイト（Ｎｄ：ＹＶＯ４）結晶や、ネオジウム添加イットリウムアルミニウムガーネット（Ｎｄ：ＹＡＧ）結晶等を用いることができる。

[0043] 受動Ｑスイッチは、内部に蓄えられた光エネルギーが或る一定値を超えたとき、透過率が８０％～９０％になるという性質持った結晶である。従って、受動Ｑスイッチは、レーザ媒質によって発振されたレーザ光をパルス状のパルスレーザＬとして発振するＱスイッチとして機能する。受動Ｑスイッチとしては、例えば、クローム添加ＹＡＧ（Ｃｒ：ＹＡＧ）結晶やＣｒ：ＭｇＳｉＯ４結晶等を用いることができる。

[0044] 出力カプラーは、反射鏡とレーザ共振器を構成する。出力カプラーは、例えば、表面に誘電体多層膜をコーティングした凹面鏡により構成された部分反射鏡で、波長１０６３ｎｍでの反射率は、８０％～９５％である。ウィンドウは、合成石英等から形成され、出力カプラーから出射されたレーザ光を

外部へ透過させる。従って、レーザ発振器２１は、受動Ｑスイッチを介してパルスレーザを発振し、ワークW表面にマーキング加工を行うためのレーザ光として、パルスレーザＬを出力する。

[0045] ビームエキスパンダ２２は、パルスレーザＬのビーム径を変更するものであり、レーザ発振器２１と同軸に設けられている。取付台２３は、レーザ発振器２１がパルスレーザＬの光軸を調整可能に取り付けられ、本体ベース１１の前後方向中央位置よりも後側の上面に対して、各取付ネジ２５によって固定されている。

[0046] 光シャッター部１３は、シャッターモータ２６と、平板状のシャッター２７とから構成されている。シャッターモータ２６は、ステッピングモータ等で構成されている。シャッター２７は、シャッターモータ２６のモータ軸に取り付けられて同軸に回転する。シャッター２７は、ビームエキスパンダ２２から出射されたパルスレーザＬの光路を遮る位置に回転した際には、パルスレーザＬを光シャッター部１３に対して右方向に設けられた光ダンパー１４へ反射する。一方、シャッター２７がビームエキスパンダ２２から出射されたパルスレーザＬの光路上に位置しないように回転した場合には、ビームエキスパンダ２２から出射されたパルスレーザＬは、光シャッター部１３の前側に配置されたハーフミラー１５に入射する。

[0047] 光ダンパー１４は、シャッター２７で反射されたパルスレーザＬを吸収する。尚、光ダンパー１４の発熱は、本体ベース１１に熱伝導されて冷却される。ハーフミラー１５は、パルスレーザＬの光路に対して斜め左下方向に４５度の角度を形成するように配置される。ハーフミラー１５は、後側から入射されたパルスレーザＬのほぼ全部を透過する。又、ハーフミラー１５は、後側から入射されたパルスレーザＬの一部を、４５度の反射角で反射ミラー１７へ反射する。反射ミラー１７は、ハーフミラー１５のパルスレーザＬが入射される後側面の略中央位置に対して左方向に配置される。

[0048] ガイド光部１６は、可視レーザ光として、例えば、赤色レーザ光を出射する可視半導体レーザ２８と、可視半導体レーザ２８から出射された可視レー

ザ光Ｍを平行光に収束するレンズ群（図示せず）とから構成されている。可視レーザ光Ｍは、レーザ発振器２１から出射されるパルスレーザＬと異なる波長である。ガイド光部１６は、ハーフミラー１５のパルスレーザＬが出射される略中央位置に対して右方向に配置されている。この結果、可視レーザ光Ｍは、ハーフミラー１５のパルスレーザＬが出射される略中央位置において、ハーフミラー１５の前側面にあたる反射面に対して４５度の入射角で入射され、４５度の反射角でパルスレーザＬの光路上に反射される。即ち、可視半導体レーザ２８は、可視レーザ光Ｍをパルスレーザ Ｌの光路上に出射する。

[0049] 反射ミラー１７は、パルスレーザＬの光路に対して平行な前後方向に対して斜め左下方向に４５度の角度を形成するように配置され、ハーフミラー１５の後側面において反射されたパルスレーザＬの一部が、反射面の略中央位置に対して４５度の入射角で入射される。そして、反射ミラー１７は、反射面に対して４５度の入射角で入射されたパルスレーザＬを、４５度の反射角で前側方向へ反射する。

[0050] 光センサ１８は、パルスレーザＬの発光強度を検出するフォトディテクタ等で構成され、反射ミラー１７のパルスレーザＬが反射される略中央位置に対して、図２中、前側方向に配置されている。この結果、光センサ１８は、反射ミラー１７で反射されたパルスレーザＬが入射され、この入射されたパルスレーザＬの出力強度を検出する。従って、光センサ１８を介してレーザ発振器２１から出力されるパルスレーザＬの出力強度を検出することができる。

[0051] ガルバノスキャナ１９は、本体ベース１１の前側端部に形成された貫通孔２９の上側に取り付けられ、レーザ発振ユニット１２から出射されたパルスレーザＬと、ハーフミラー１５で反射された可視レーザ光Ｍとを下方へ２次元走査する。ガルバノスキャナ１９は、ガルバノＸ軸モータ３１と、ガルバノＹ軸モータ３２と、本体部３３により構成されており、ガルバノＸ軸モータ３１とガルバノＹ軸モータ３２は、それぞれのモータ軸が互いに直交する

ように外側からそれぞれの取付孔に嵌入されて本体部３３に取り付けられている。従って、当該ガルバノスキャナ１９においては、各モータ軸の先端部に取り付けられた走査ミラーが内側で互いに対向している。そして、ガルバノＸ軸モータ３１、ガルバノＹ軸モータ３２の回転をそれぞれ制御して、各走査ミラーを回転させることによって、パルスレーザＬと可視レーザ光Ｍとを下方へ２次元走査する。この２次元走査方向は、前後方向（Ｘ方向）と左右方向（Ｙ方向）である。

[0052] ｆθレンズ２０は、下方に配置された加工対象物（ワークW等）の表面に対して、ガルバノスキャナ１９によって２次元走査されたパルスレーザＬと可視レーザ光Ｍとを同軸に集光する。そして、当該ｆθレンズ２０は、パルスレーザＬや可視レーザ光Ｍ等を収束した焦点を、平面状の焦点面とすると共に、パルスレーザＬや可視レーザ光Ｍの走査速度が一定になるように補正する。従って、ガルバノＸ軸モータ３１、ガルバノＹ軸モータ３２の回転を制御することによって、パルスレーザＬと可視レーザ光Ｍが、ワークW表面上において、所望の加工パターンで前後方向（Ｘ方向）と左右方向（Ｙ方向）に２次元走査さ
れる。

[0053]（電源ユニットの概略構成）

次に、レーザ加工装置１における電源ユニット６の概略構成について、図１を参照しつつ説明する。図１に示すように、電源ユニット６は、励起用半導体レーザ部４０と、レーザドライバ５１と、電源部５２と、冷却ユニット５３とを、ケーシング５５内に有している。電源部５２は、励起用半導体レーザ部４０を駆動する駆動電流を、レーザドライバ５１を介して励起用半導体レーザ部４０に供給する。レーザドライバ５１は、レーザコントローラ５から入力される駆動情報に基づいて、励起用半導体レーザ部４０を直流駆動する。

[0054] 励起用半導体レーザ部４０は、光ファイバＦによってレーザ発振器２１に光学的に接続されている。励起用半導体レーザ部４０は、レーザドライバ５

１から入力されるパルス状の駆動電流に対して、レーザ光を発生する閾値電流を超えた電流値に比例した出力のレーザ光である励起光を、光ファイバＦ内に出射する。従って、レーザ発振器２１には、励起用半導体レーザ部４０からの励起光が光ファイバＦを介して入射される。励起用半導体レーザ部４０には、例えば、ＧａＡｓを用いたバー型半導体レーザを用いることができる。

[0055] 冷却ユニット５３は、電源部５２及び励起用半導体レーザ部４０を、所定の温度範囲内に調整する為のユニットであり、例えば、電子冷却方式により冷却することで、励起用半導体レーザ部４０の温度制御を行っており、励起用半導体レーザ部４０の発振波長を微調整する。尚、冷却ユニット５３は、水冷式の冷却ユニットや、空冷式の冷却ユニット等を用いるようにしてもよい。

[0056] （レーザ加工システム１００の制御系）

次に、レーザ加工システム１００を構成するレーザ加工装置１の制御系構成について、図面を参照しつつ説明する。図３に示すように、レーザ加工装置１は、レーザ加工装置１の全体を制御するレーザコントローラ５と、レーザドライバ５１と、ガルバノコントローラ５６と、ガルバノドライバ５７と、可視光レーザドライバ５８等を有して構成されている。レーザコントローラ５には、レーザドライバ５１と、ガルバノコントローラ５６と、光センサ１８と、可視光レーザドライバ５８等が電気的に接続されている。

[0057] レーザコントローラ５は、レーザ加工装置１の全体の制御を行う演算装置及び制御装置としてのＣＰＵ６１、ＲＡＭ６２、ＲＯＭ６３、時間を計測するタイマ６４等を備えている。又、ＣＰＵ６１、ＲＡＭ６２、ＲＯＭ６３、タイマ６４は、バス線（図示せず）により相互に接続されて、相互にデータのやり取りが行われる。

[0058] ＲＡＭ６２は、ＣＰＵ６１により演算された各種の演算結果や描画パターンのＸＹ座標データ等を一時的に記憶させておくためのものである。ＲＯＭ６３は、各種のプログラムを記憶させておくものであり、ＰＣ７から送信さ

れた描画データに基づいて描画パターンのＸＹ座標データを算出してＲＡＭ６２に記憶する等の各種プログラムが記憶されている。ＲＯＭ６３には、フォントの種類別に、直線と楕円弧とで構成された各文字のフォントの始点、終点、焦点、曲率等のデータが記憶されている。

[0059] そして、ＣＰＵ６１は、ＲＯＭ６３に記憶されている各種の制御プログラムに基づいて各種の演算及び制御を行なうものである。例えば、ＣＰＵ６１は、ＰＣ７から入力された描画データに基づいて算出した描画パターンのＸＹ座標データ、ガルバノ走査速度情報等をガルバノコントローラ５６に出力する。又、ＣＰＵ６１は、ＰＣ７から入力された励起用半導体レーザ部４０に対する駆動電流の供給制御や、励起用半導体レーザ部４０からの励起光出力、励起光の出力期間等の情報を、レーザドライバ５１に出力する。又、ＣＰＵ

６１は、描画パターンのＸＹ座標データ、ガルバノスキャナ１９のＯＮ・ＯＦＦを指示する制御信号等をガルバノコントローラ５６に出力する。

[0060] レーザドライバ５１は、レーザコントローラ５から入力された励起用半導体レーザ部４０に関する制御パラメータ（例えば、駆動電流の電流値、励起光出力、励起光の出力期間等）に基づいて、励起用半導体レーザ部４０を駆動制御する。具体的には、レーザドライバ５１は、レーザコントローラ５から入力された駆動電流の電流値に関する制御パラメータに基づいて、パルス状の駆動電流（例えば、後述する第１電流、第２電流、第３電流）を発生し、駆動電流の供給期間を示す制御パラメータに基づいて特定される期間（後述する第１電流供給期間Ｔａ、第２電流供給期間Ｔｂ、第３電流供給期間Ｔｃ）、励起用半導体レーザ部４０に供給する。これにより、励起用半導体レーザ部４０は、駆動電流の電流値に比例した出力の励起光を、所定の供給期間の間、光ファイバＦ内に供給する。

[0061] ガルバノコントローラ５６は、レーザコントローラ５から入力された描画パターンのＸＹ座標データ、ガルバノ走査速度情報等に基づいて、ガルバノＸ軸モータ３１とガルバノＹ軸モータ３２の駆動角度、回転速度等を算出し

て、駆動角度、回転速度を表すモータ駆動情報をガルバノドライバ５７へ出力する。

[0062] ガルバノドライバ５７は、ガルバノコントローラ５６から入力された駆動角度、回転速度を表すモータ駆動情報に基づいて、ガルバノＸ軸モータ３１とガルバノＹ軸モータ３２を駆動制御して、パルスレーザＬを２次元走査する。

[0063] 可視光レーザドライバ５８は、レーザコントローラ５から出力される制御信号に基づいて、可視半導体レーザ２８を含むガイド光部１６の制御を行い、例えば、制御信号に基づいて、可視半導体レーザ２８から出射される可視レーザ光Ｍの光量を制御する。

[0064] 図１、図３に示すように、レーザコントローラ５には、ＰＣ７が双方向通信可能に接続されており、ＰＣ７から送信された加工内容を示す描画データ、レーザ加工装置本体部２の制御パラメータ、ユーザからの各種指示情報等を受信可能に構成されている。

[0065] （ＰＣの制御系）

続いて、レーザ加工システム１００を構成するＰＣ７の制御系構成について、図面を参照しつつ説明する。図３に示すように、ＰＣ７は、ＰＣ７の全体を制御する制御部７０と、マウスやキーボード等から構成される入力操作部７６と、液晶ディスプレイ７７と、ＣＤ－ＲＯＭ７９に対する各種データ、プログラム等の書き込み及び読み込みを行うためのＣＤ－Ｒ／Ｗ７８等から構成されている。

[0066] 制御部７０は、ＰＣ７の全体の制御を行うと共に、レーザコントローラ５を介して、レーザ加工システム１００全体の制御を行う演算装置及び制御装置としてのＣＰＵ７１と、ＲＡＭ７２と、ＲＯＭ７３と、時間を計測するタイマ７４と、ＨＤＤ７５等を備えている。又、ＣＰＵ７１と、ＲＡＭ７２と、ＲＯＭ７３と、タイマ７４は、バス線（図示せず）により相互に接続されて、相互にデータのやり取りが行われる。又、ＣＰＵ７１とＨＤＤ７５は、入出力インターフェース（図示せず）を介して接続され、相互にデータのや

り取りが行われる。

[0067] ＲＡＭ７２は、ＣＰＵ７１により演算された各種の演算結果等を一時的に記憶させておくためのものである。ＲＯＭ７３は、各種の制御プログラムやデータテーブルを記憶させておくものである。

[0068] そして、ＨＤＤ７５は、各種アプリケーションソフトウェアのプログラム、各種データファイルを記憶する記憶装置であり、第１実施形態においては、ワークＷをパルスレーザＬで加工する為のレーザ加工処理プログラム（図４参照）や、パルスレーザＬによるレーザ加工に関する加工条件と、各種制御パラメータを相互に関連付けて構成された供給電流制御データベース（図７参照）を記憶している。

[0069] そして、ＣＤ－Ｒ／Ｗ７８は、アプリケーションプログラム、各種データテーブル等のデータ群を、ＣＤ－ＲＯＭ７９から読み込む、又は、ＣＤ－ＲＯＭ７９に対して書き込む。即ち、ＰＣ７は、ＣＤ－Ｒ／Ｗ７８を介して、レーザ加工処理プログラム及びサブルーチン（図４、図５参照）や、供給電流制御データベース（図７参照）をＣＤ－ＲＯＭ７９から読み込み、ＨＤＤ７５に格納する。

[0070] 尚、レーザ加工処理プログラム及びサブルーチン（図４、図５参照）や、供給電流制御データベース（図７参照）は、ＲＯＭ７３に記憶されていても良いし、ＣＤ－ＲＯＭ７９等の記憶媒体から読み込まれても良い。又、インターネット等のネットワーク（図示せず）を介して、ダウンロードされてもよい。

[0071] そして、ＰＣ７には、入出力インターフェース（図示せず）を介して、マウスやキーボード等から構成される入力操作部７６と、液晶ディスプレイ７７等が電気的に接続されている。従って、ＰＣ７は、入力操作部７６や、液晶ディスプレイ７７を用いて、レーザ加工に関する加工条件（例えば、ガルバノスキャナ１９の走査速度や、ワークＷの材質等）の設定や、レーザ加工の実行開始指示等を行う際に利用される。

[0072] （レーザ加工処理プログラムの処理内容）

続いて、ＰＣ７において実行されるレーザ加工処理プログラムの処理内容について、図４～図１１を参照しつつ詳細に説明する。当該レーザ加工処理プログラムは、加工対象物であるワークＷに対してレーザ加工を施す際に実行されるアプリケーションプログラムであり、ＣＰＵ７１によって実行される。

[0073] 図４に示すように、レーザ加工処理プログラムの実行を開始すると、ＣＰＵ７１は、先ず、入力操作部７６等の操作信号に基づいて、レーザ加工の内容を示す描画データを生成する（Ｓ１）。当該描画データは、一又は複数の直線又は曲線によって構成されており、これらの線の集合によって、所望の描画内容を表現している。描画データを生成した後、ＣＰＵ７１は、生成した描画データをＲＡＭ７２に格納し、Ｓ２に処理を移行する。

[0074] Ｓ２においては、ＣＰＵ７１は、液晶ディスプレイ７７に表示される加工条件入力ウィンドウ８０を用いて、今回のレーザ加工における加工条件の入力を受け付け、受け付けた加工条件と、ＨＤＤ７５に形成された供給電流制御データベースの内容に基づいて、加工条件に対応する制御パラメータを設定する。制御パラメータをＲＡＭ７２に格納した後、ＣＰＵ７１は、Ｓ３に処理を移行する。

[0075] （加工条件入力ウィンドウの構成）

加工条件入力ウィンドウ８０は、今回のレーザ加工における制御パラメータを設定する際に、液晶ディスプレイ７７に表示され、入力操作部７６を用いた操作が行われることによって、今回のレーザ加工における加工条件の設定に用いられる。図６に示すように、加工条件入力ウィンドウ８０は、走査速度設定部８１と、ワーク材質受付部８２と、設定完了ボタン８３とを有している。

[0076] 走査速度設定部８１は、今回のレーザ加工における加工条件の一つとして、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査速度の設定を受け付ける。走査速度設定部８１は、入力操作部７６を用いた操作によって、異なる複数の走査速度から所望の一の走査速度

を選択可能に構成されている。パルスレーザＬの走査速度が相違する場合、単位面積あたりのワークＷに対する入熱量が相違するので、パルスレーザＬによるワークＷの加工品質に影響を及ぼす為である。従って、ＣＰＵ７１は、走査速度設定部８１に対する操作に応じて、ワークＷに対してレーザ加工を行う場合のパルスレーザＬの走査速度を特定し、当該走査速度を加工条件の一つとして設定し得る。

[0077] ワーク材質受付部８２は、今回のレーザ加工における加工条件の一つとして、ワークＷの材質（構成材料）の入力を受け付ける。ワーク材質受付部８２は、入力操作部７６を用いた操作によって、異なる複数のワークＷの材質（例えば、アルミニウム、鋼等）から、今回のレーザ加工に用いるワークＷの材質を選択可能に構成されている。ワークＷの材質が相違する場合、材質ごとに物性（例えば、光吸収率や熱伝導度等）が異なるので、パルスレーザＬによるワークＷの加工品質に影響を及ぼす為である。従って、ワーク材質受付部８２に対する走査において、今回のレーザ加工に用いるワークＷの材質を特定し、当該ワークＷの材質を、加工条件の一つとして設定し得る。

[0078] 設定完了ボタン８３は、加工条件入力ウィンドウ８０における各設定部に対する入力を完了する際の操作に用いられる。当該設定完了ボタン８３が入力操作された場合、ＣＰＵ７１は、加工条件入力ウィンドウ８０の各設定部で受け付けた条件を、今回のレーザ加工における各加工条件として設定する。

[0079] （供給電流制御データベースの内容）

続いて、加工条件入力ウィンドウ８０を用いて設定された加工条件に対応する制御パラメータを設定する際に参照される供給電流制御データベースの内容について、図７を参照しつつ説明する。

[0080] 図７に示すように、供給電流制御データベースは、加工条件の一つである「ワークＷの材質（例えば、アルミや鋼等）」毎に、一の制御パラメータテーブルを関連付けて構成されており、各制御パラメータテーブルは、加工条件の一つである「パルスレーザＬの走査速度」毎に、第１電流値、第２電流

値、第３電流値の大きさや、第３電流供給期間Ｔｃ、待機期間Ｔｓの長さ等の各種制御パラメータを関連付けて構成されている。

[0081] ここで、第１電流値とは、第１電流の大きさを示し、当該第１電流は、レーザ発振器２１のレーザ媒質を励起状態で維持する為に、励起用半導体レーザ部４０に対して供給される駆動電流を意味する。そして、励起用半導体レーザ部４０に対して第１電流が供給されている期間を、「第１電流供給期間Ｔａ」という。

[0082] 又、第２電流値とは、第２電流の大きさを示し、当該第２電流は、ワークＷに対するレーザ加工を実行可能な強度のパルスレーザＬをレーザ発振器２１から出力する為に、励起用半導体レーザ部４０に対して供給される駆動電流を意味する。通常、レーザ加工時においては、励起用半導体レーザ部４０に対して第２電流が供給される。そして、励起用半導体レーザ部４０に対して第２電流が供給されている期間を、「第２電流供給期間Ｔｂ」という。

[0083] そして、第３電流値とは、第３電流の大きさを示し、当該第３電流は、ワークＷに対するレーザ加工の初期段階において、励起用半導体レーザ部４０に対して供給される駆動電流を意味し、第２電流よりも大きな値を示す。即ち、第３電流は、本発明における初期駆動電流に相当する。そして、励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流が供給されている期間を、「第３電流供給期間Ｔｃ」といい、本発明における初期駆動電流供給期間に相当する。

[0084] 待機期間Ｔｓは、第３電流供給期間Ｔｃの開始時点（励起用半導体レーザ部４０に対する第３電流の供給開始）から、ガルバノスキャナ１９の走査開始時期までの期間の長さを示す。待機期間Ｔｓは、本発明における待機期間に相当する。尚、第３電流供給期間Ｔｃにおいては、待機期間Ｔｓを経過した時点で、ガルバノスキャナ１９の走査を開始するように構成されている。即ち、第３電流供給期間Ｔｃは、待機期間Ｔｓと、ガルバノスキャナ１９の走査が行われている動作期間Ｔｍとで構成される。つまり、この供給電流制御データベースにおいては、第３電流供給期間Ｔｃ、待機期間Ｔｓを特定することによって、動作期間Ｔｍを特定することができる。

[0085] 従って、ＣＰＵ７１は、加工条件入力ウィンドウ８０によって、「ワークＷの材質」と「パルスレーザＬの走査速度」が加工条件として設定されている場合、供給電流制御データベースを参照することで、これらの加工条件に対応する制御パラメータ（例えば、第３電流供給期間Ｔｃ等）を特定し、これを設定することができる。例えば、「ワークＷの材質：アルミ」と「パルスレーザＬの走査速度：６００（ｍｍ／ｓ）」が加工条件として設定されている場合、ＣＰＵ７１は、第１電流値、第２電流値、第３電流値の大きさを、夫々「１５０００」「３２５００」「４２０００」とし、第３電流供給期間Ｔｃの長さを「２．７（ｍｓ）」、待機期間Ｔｓの長さを「０．２（ｍｓ）」として設定し得る。

[0086] 再び、図４を参照しつつ、Ｓ３以後の処理内容について説明する。Ｓ３においては、ＣＰＵ７１は、入力操作部７６による所定の操作に基づいて、レーザコントローラ５に対して加工指示を入力する。当該加工指示は、レーザ加工の実行開始を示す制御信号を示す。レーザコントローラ５に対して加工指示を入力した後、ＣＰＵ７１は、Ｓ４に処理を移行する。

[0087] Ｓ４に移行すると、ＣＰＵ７１は、Ｓ１で生成した描画データに基づくレーザ加工の準備段階として、加工準備処理を実行する。具体的には、加工準備処理（Ｓ４）では、ＣＰＵ７１は、Ｓ１で生成した描画データから、当該描画データに基づくレーザ加工における加工開始位置のＸＹ座標データを取得し、レーザコントローラ５を介して、ガルバノコントローラ５６に入力することで、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの照射位置を、加工開始位置に向かって移動させる。又、ＣＰＵ７１は、レーザコントローラ５を介して、レーザドライバ５１を制御することで、励起用半導体レーザ部４０に対する第１電流の供給を開始する。励起用半導体レーザ部４０に対して、レーザドライバ５１から第１電流が入力される為、第１電流の電流値に対応する励起光が光ファイバＦ内に出射される。光ファイバＦを介して、励起光がレーザ発振器２１に入射されると、レーザ発振器２１は、当該励起光によってレーザ媒質が基底状態から励起状態に遷移する。その後、ＣＰＵ７１

は、Ｓ５に処理を移行する。

[0088] Ｓ５では、ＣＰＵ７１は、加工開始位置を示すＸＹ座標データと、ガルバノスキャナ１９の制御内容とに基づいて、Ｓ４で開始した加工開始位置へのパルスレーザＬの照射位置の移動が完了したか否かを判断する。パルスレーザＬの照射位置が加工開始位置に到達するまで、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第１電流の供給を継続する。そして、パルスレーザＬの照射位置が加工開始位置に到達した段階で、ＣＰＵ７１は、Ｓ６に処理を移行する。

[0089] （第１実施形態に関する供給電流制御処理プログラムの処理内容）

Ｓ６においては、ＣＰＵ７１は、供給電流制御処理を実行することで、励起用半導体レーザ部４０に供給される駆動電流を制御し、もって、加工条件に応じた態様で、加工品質の低下を抑制する。当該供給電流制御処理（Ｓ６）では、ＣＰＵ７１は、供給電流制御処理プログラム（図５参照）を読み出して実行する。

[0090] 供給電流制御処理（Ｓ６）に移行し、供給電流制御処理プログラムの実行を開始すると、図５に示すように、ＣＰＵ７１は、先ず、描画データの内容に基づいて、現時点における加工が今回のレーザ加工における初回描画であるか否かを判断する（Ｓ１１）。初回描画である場合（Ｓ１１：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ１２に処理を移行する。一方、初回描画でなく、今回のレーザ加工における２回目以後の描画である場合（Ｓ１１：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ１７に処理を移行する。

[0091] Ｓ１２においては、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第３電流の供給を開始すると同時に、第３電流供給期間Ｔｃを開始する。第３電流は、第２電流よりも大きな電流値を示す為、励起光の出力レベルを高めることができ、ワークＷを加工可能な強度のパルスレーザＬを、早期に出力することが可能となる。第３電流の供給と共に、第３電流供給期間Ｔｃを開始すると、ＣＰＵ７１は、Ｓ１３に処理を移行する。

[0092] Ｓ１３では、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃの開始時期から待機期

間Ｔｓを経過したか否かを判断する。待機期間Ｔｓは、Ｓ２において、加工条件と供給電流制御データベース（図７参照）に基づいて設定された制御パラメータの一つである「待機期間」の数値によって特定される。待機期間Ｔｓを経過している場合（Ｓ１３：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ１４に処理を移行する。一方、待機期間Ｔｓを経過していない場合（Ｓ１３：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、ガルバノスキャナ１９の走査を行うことなく、パルスレーザＬの照射位置を維持したまま、処理を待機する。

[0093] Ｓ１４に移行すると、ＣＰＵ７１は、待機期間Ｔｓの経過に伴い、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を開始する。尚、この時点においては、励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流が供給されており、第３電流供給期間Ｔｃ内である。つまり、上述した動作期間Ｔｍ内に相当する。従って、ワークＷを加工可能な強度のパルスレーザＬがレーザ発振器２１から出射されている状態で、ガルバノスキャナ１９による当該パルスレーザＬの照射位置の走査も行われている為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も開始される。ガルバノスキャナ１９の走査を開始した後、ＣＰＵ７１は、Ｓ１５に処理を移行する。

[0094] Ｓ１５においては、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃを経過したか否かを判断する。この場合における第３電流供給期間Ｔｃの長さは、Ｓ２において、加工条件と供給電流制御データベース（図７参照）に基づいて設定された制御パラメータの一つである「第３電流供給期間Ｔｃ」の数値によって特定される。第３電流供給期間Ｔｃを経過している場合（Ｓ１５：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ１６に処理を移行する。一方、第３電流供給期間Ｔｃを経過していない場合（Ｓ１５：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃを経過するまで処理を待機する。この場合、第３電流供給期間Ｔｃの内、動作期間Ｔｍに相当する為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も、第３電流供給期間Ｔｃを経過するまで継続して実行される。

[0095] Ｓ１６では、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃの経過に伴い、励起用半導体レーザ部４０に供給する駆動電流を、第３電流から第２電流とする制

御を行う。これにより、第２電流供給期間Ｔｂが開始される。尚、この時、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの照射位置の走査も継続して行われる為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も継続して行われる。励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を開始した後、ＣＰＵ７１は、供給電流制御処理プログラムを終了し、レーザ加工処理プログラム（図４参照）のＳ７に処理を移行する。

[0096] 一方、今回のレーザ加工における２回目以後の描画である場合（Ｓ１１：ＮＯ）に移行するＳ１７においては、ＣＰＵ７１は、現時点における第１電流供給期間Ｔａが所定期間

より長いか否かを判断する。即ち、Ｓ１７では、第１電流供給期間Ｔａに対応して、レーザ発振器２１のレーザ媒質が励起状態であった期間が、所定期間より長いか否かを判断する。第１電流供給期間Ｔａが所定期間より長い場合（Ｓ１７：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、励起状態から基底状態に遷移している蓋然性が高いと判断し、Ｓ１２に処理を移行して、励起用半導体レーザ部４０に対する第３電流の供給を開始する。一方、第１電流供給期間Ｔａが所定期間未満である場合（Ｓ１７：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、レーザ発振器２１のレーザ媒質が励起状態を維持している蓋然性が高いと判断し、Ｓ１８に処理を移行する。

[0097] Ｓ１８においては、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に供給する駆動電流を、第１電流から第２電流とする制御を行う。これにより、第２電流供給期間Ｔｂが開始される。この場合、レーザ発振器２１のレーザ媒質が励起状態にあることから、当該レーザ加工装置１は、第２電流の供給開始からごく早い時期に、ワークＷに対するレーザ加工が可能な強度のパルスレーザＬを出力することができる。励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を開始すると、ＣＰＵ７１は、Ｓ１９に処理を移行する。

[0098] Ｓ１９では、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給開始から所定時間経過したか否かを判断する。励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給開始から所定時間経過している場合（Ｓ１９：

ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ２０に処理を移行する。一方、第２電流の供給開始から所定時間経過していない場合（Ｓ１９：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、所定時間を経過するまで処理を待機する。

[0099] Ｓ２０に移行すると、ＣＰＵ７１は、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を開始する。尚、この時点においては、励起用半導体レーザ部４０に対して第２電流が供給されており、ワークＷを加工可能な強度のパルスレーザＬがレーザ発振器２１から出射されている。従って、Ｓ２０において、ガルバノスキャナ１９による当該パルスレーザＬの照射位置の走査を行うことによって、パルスレーザＬによるワークＷの加工も開始される。ガルバノスキャナ１９の走査を開始した後、ＣＰＵ７１は、供給電流制御処理プログラムを終了し、レーザ加工処理プログラム（図４参照）のＳ７に処理を移行する。

[0100] 続いて、供給電流制御処理（Ｓ６）を終了した後の処理内容について、再び図４を参照しつつ詳細に説明する。供給電流制御処理（Ｓ６）を終了し、Ｓ７に移行すると、ＣＰＵ７１は、今回のレーザ加工における描画データを構成する線の内、現在の描画対象である線分の終了点に、パルスレーザＬの照射位置が到達したか否かを判断する。パルスレーザＬの照射位置が線分終了点に到達している場合（Ｓ７：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ８に処理を移行する。一方、パルスレーザＬの照射位置が線分終了点に到達していない場合（Ｓ７：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、パルスレーザＬの照射位置が線分終了点に到達するまで、処理を待機する。この場合、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を継続しつつ、パルスレーザＬの照射位置の走査を継続する為、現在の描画対象である線分の加工が継続して行われる。

[0101] Ｓ８においては、ＣＰＵ７１は、描画データの描画内容の全てについて、パルスレーザＬによるワークＷの加工を終了しているか否か判断する。即ち、ＣＰＵ７１は、描画データを構成する全ての線分について、パルスレーザＬによる加工を完了しているか否かを判断する。描画データの全てについて

、パルスレーザＬによる加工を終了している場合（Ｓ８：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ９に処理を移行する。一方、描画データの全てについて、パルスレーザＬによる加工を終了していない場合（Ｓ８：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を停止して、Ｓ４に処理を戻し、未だワークＷに描画していない線分を対象として、パルスレーザＬによる加工処理（Ｓ４～Ｓ７）を実行する。

[0102] Ｓ９では、ＣＰＵ７１は、描画データを構成する全ての線分について、パルスレーザＬによる加工を完了している為、励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を停止し、パルスレーザＬによるワークＷの加工処理を終了する。その後、ＣＰＵ７１は、レーザ加工処理プログラムを終了する。

[0103] （第３電流供給期間Ｔｃの長さと、初回描画時における加工品質との関係性）

ここで、初回描画に際して、第１実施形態に関するレーザ加工システム１００と同様に、励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流を供給する第３電流供給期間Ｔｃを設けた構成を例として、第３電流供給期間Ｔｃの長さと、初回描画時における加工品質との関係性について、図８、図９を参照しつつ説明する。

[0104] 尚、この図８、図９に示す例では、第１実施形態のように、第３電流供給期間Ｔｃの内、待機期間Ｔｓを経過した段階で、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を行うことなく、第３電流供給期間Ｔｃを経過した後で、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を行うように構成されている。

[0105] 図８に示すように、ワークＷに対するパルスレーザＬによる加工において、初回描画における書き出し部分の線幅は、第３電流供給期間Ｔｃが伸びるほど、大きくなっていき、第３電流供給期間Ｔｃの長さが或る値を超えると、略一定の線幅を示す。即ち、第３電流供給期間Ｔｃが短すぎると、パルスレーザＬによる加工が不十分となり、十分な加工品質を確保しがたいことがわかる。

[0106] そして、図９に示すように、初回描画における書き出し部分の線幅において、ユーザ所望の標準線幅からの差は、第３電流供給期間Ｔｃが伸びるにつれて、標準線幅よりも細い状態から太い状態へと変化していき、第３電流供給期間Ｔｃが長くなる程、標準線幅よりも太い状態で変動する。即ち、ユーザ所望の標準線幅で、初回描画における書き出し部分を描画する為には、適切な第３電流供給期間Ｔｃの長さとする必要がある。

[0107] この点、第１実施形態に係るレーザ加工システム１００においては、加工条件入力ウィンドウ８０を用いて加工条件を設定し、供給電流制御データベース（図７参照）と、設定された加工条件に基づいて、第３電流供給期間Ｔｃの長さや、待機期間Ｔｓの長さを設定する。パルスレーザＬの走査速度や、ワークＷの材質などに応じた適切な第３電流供給期間Ｔｃ、待機期間Ｔｓを設定することができるので、初回描画等における書き出し部分の加工品質の低下を抑制することができる。

[0108] 又、図７からわかるように、供給電流制御データベースは、第３電流供給期間Ｔｃの長さが相違する場合でも、待機期間Ｔｓは、一定の長さ（例えば、０．２ｍｓ）になるように構成されている。従って、第１実施形態に係るレーザ加工システム１００においては、パルスレーザＬの出力強度を高め、且つ、所望の線幅で描画する為の待機期間Ｔｓを、十分に確保でき、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0109] （第１実施形態におけるレーザ加工実行時の動作内容）

次に、第１実施形態に関するレーザ加工システム１００におけるレーザ加工実行時の動作内容について、図１０、図１１を参照しつつ説明する。尚、以下の説明においては、上述したレーザ加工処理プログラムにおけるＳ１～Ｓ３までの処理を終了しているものとし、加工条件に応じた制御パラメータ（例えば、第３電流供給期間Ｔｃの長さ等）が設定されているものとする。

[0110] 上述したように、加工準備処理（Ｓ４）では、励起用半導体レーザ部４０に対して、第１電流が供給され、第１電流に応じた励起光が、励起用半導体レーザ部４０からレーザ発振器２１のレーザ媒質に入力される。これにより

、レーザ発振器２１のレーザ媒質が基底状態から励起状態へと遷移し、レーザ発振器２１から出力されるパルスレーザＬの出力強度は徐々に増加していく（図１０参照）。

[0111] この時、加工準備処理（Ｓ４）では、ガルバノスキャナ１９は、パルスレーザＬの照射位置を、描画データにおける加工開始位置への走査を開始する。そして、パルスレーザＬの照射位置が加工開始位置に到達した時点（Ｓ５）で、ガルバノスキャナ１９は、パルスレーザＬの走査を停止して、当該加工開始位置で待機する（図１１参照）。

[0112] 供給電流制御処理（Ｓ６）においては、先ず、励起用半導体レーザ部４０に対して、第３電流が供給され、同時に、第３電流供給期間Ｔｃが開始される。そして、第３電流に応じた励起光が、励起用半導体レーザ部４０からレーザ発振器２１のレーザ媒質に入力される。上述したように、第３電流は、第２電流よりも大きな値を示す為、レーザ発振器２１からのパルスレーザＬの出力強度は、第２電流を供給する場合と比較して、より早期に、ワークＷを加工可能なレベルまで高められる（図１０参照）。

[0113] ここで、供給電流制御処理（Ｓ６）では、ガルバノスキャナ１９は、第３電流供給期間Ｔｃの内、待機期間Ｔｓが経過するまで、パルスレーザＬの走査を加工開始位置で待機する（Ｓ１３）。そして、第３電流供給期間Ｔｃにおいて、待機期間Ｔｓが経過し、動作期間Ｔｍが開始した段階で、ガルバノスキャナ１９は、描画データの内容に従って、パルスレーザＬの走査を行う。即ち、パルスレーザＬの出力強度が或る程度高められた状態で、ガルバノスキャナ１９による走査が開始されるので、第１実施形態に係るレーザ加工システム１００は、書き出し部分に関する加工品質の低下を抑制することができる。

[0114] 第３電流供給期間Ｔｃが経過すると、励起用半導体レーザ部４０に対して、第２電流が供給され（Ｓ１６）、同時に第２電流供給期間Ｔｂが開始される。そして、第２電流に応じた励起光が、励起用半導体レーザ部４０からレーザ発振器２１のレーザ媒質に入力される為、ワークＷを安定して加工可能

な出力強度のＰＣ７が、レーザ発振器２１から出力される（図１０参照）。

[0115] 第２電流供給期間Ｔｂにおいては、ガルバノスキャナ１９は、動作期間ＴｍにおけるパルスレーザＬの走査から継続して、描画データの内容に従って、パルスレーザＬの走査を行う。

[0116] 加工終了位置に到達した段階で、励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を停止して、第２電流供給期間Ｔｂを終了する。第２電流供給期間Ｔｂの終了と共に、励起用半導体レーザ部４０に第１電流を供給して、第１電流供給期間Ｔａを開始する。これにより、第１電流に応じた励起光が、励起用半導体レーザ部４０からレーザ発振器２１のレーザ媒質に入力される為、レーザ媒質を励起状態に維持する。

[0117] 一方、ガルバノスキャナ１９は、加工終了位置に到達した段階で、走査を一時的に中断した後、次の描画内容（描画データを構成する他の線分）の加工開始位置に対して、パルスレーザＬの照射位置の走査を開始する。

[0118] このように、第１実施形態に関するレーザ加工システム１００によれば、パルスレーザＬによるワークＷの加工において、初回描画を行う際に、第３電流供給期間Ｔｃを設け、励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流を供給する為、より早期にパルスレーザＬの出力強度を高めることができる。ここで、第３電流供給期間Ｔｃの内、待機期間Ｔｓを経過した時点で、初回描画に係るパルスレーザＬの走査を開始する為、パルスレーザＬによる加工品質の低下を抑制することができる。

[0119] 以上説明したように、第１実施形態に関するレーザ加工システム１００において、レーザ加工装置１は、レーザ発振ユニット１２と、ガルバノスキャナ１９と、を有しており、レーザコントローラ５と、電源ユニット６と、ＰＣ７と接続されている。当該レーザ加工装置１によれば、ガルバノスキャナ１９によって、レーザ発振ユニット１２からのパルスレーザＬを走査することで、ワークＷ表面に加工を施すことができる。

[0120] 当該レーザ加工システム１００においては、パルスレーザＬは、励起用半導体レーザ部４０に駆動電流を供給することで、励起光をレーザ発振器２１

に向かって出射させ、当該励起光によって、レーザ発振器２１のレーザ媒質を励起状態にすることによって出射される。ここで、当該レーザ加工システム１００によれば、レーザコントローラ５及びＰＣ７による制御によって、ワークＷに対するパルスレーザＬによる加工を開始する際に、前記励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流を供給する為（Ｓ１３）、加工時における出力のパルスレーザＬを出射可能となるまでの期間を短縮することができる（図１０参照）。

[0121] 更に、当該レーザ加工システム１００によれば、第３電流供給期間Ｔｃの開始から待機期間Ｔｓを経過した時点で、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を開始する為（Ｓ１４）、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査は、パルスレーザＬの出力を或る程度高めた状態で開始される（図１０、図１１参照）。即ち、当該レーザ加工システム１００によれば、所望の加工を行い得る出力のパルスレーザＬをもって、ワークＷに対する加工を開始することができる為、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。又、所望の加工を行い得る出力のパルスレーザＬを出射可能となるまでの期間を短縮することができるので、パルスレーザＬによるワークＷの加工に要する時間を短縮できる。従って、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、所要期間の短縮化と、加工品質の向上の何れについても貢献することができる。

[0122] 当該レーザ加工システム１００においては、加工条件入力ウィンドウ８０を用いて、「パルスレーザＬの走査速度」や「ワークＷの材質」等の加工条件を設定して、供給電流制御データベースを参照することで、設定された加工条件に対応する制御パラメータが設定される（Ｓ２）。当該制御パラメータは、第１電流値等の駆動電流の電流値と、当該駆動電流が供給される期間の長さである第３電流供給期間Ｔｃ等を含んでいる。従って、当該レーザ加工システム１００は、加工条件に応じた制御パラメータを設定することにより、励起用半導体レーザ部４０に供給される電力量を決定している。これに

より、当該レーザ加工システム１００によれば、パルスレーザＬによる加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。

[0123] 図６、図７に示すように、当該レーザ加工システム１００においては、加工条件として「パルスレーザＬの走査速度」の設定を受け付け、供給電流制御データベースから、設定されたパルスレーザＬの走査速度に応じた制御パラメータを抽出して設定し得る。パルスレーザＬの走査速度が相違する場合、ワークＷに対する単位面積あたりの入熱量が相違するので、パルスレーザＬによるワークＷの加工品質に影響を及ぼす。従って、加工条件である「パルスレーザＬの走査速度」に対応する制御パラメータを設定することで、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0124] 又、当該レーザ加工システム１００では、加工条件として「ワークＷの材質」の設定を受け付け、供給電流制御データベースから、設定されたワークＷの材質に応じた制御パラメータを抽出して設定し得る。ワークＷの材質が相違する場合、材質ごとに物性（例えば、光吸収率や熱伝導度等）が異なるので、パルスレーザＬによるワークＷの加工品質に影響を及ぼす。加工条件である「ワークＷの材質」に対応する制御パラメータを設定することで、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0125] 当該レーザ加工システム１００によれば、第２電流供給期間Ｔｂの終了に伴い開始された第１電流供給期間Ｔａが所定期間よりも長いか否かを判断し（Ｓ１７）、加工休止期間としての第１電流供給期間Ｔａが所定以上経過している場合（Ｓ１７：ＹＥＳ）、励起用半導体レーザ部４０に対して、初期駆動電流としての第３電流を供給する（Ｓ１２）。そして、第３電流供給期間Ｔｃの内、待機期間Ｔｓを経過した時点で、パルスレーザＬの走査を開始

する（Ｓ１４）。

[0126] ここで、所定以上の加工休止期間が経過した場合、レーザ発振器２１のレーザ媒質は、励起状態から基底状態に遷移している蓋然性が高く、そのままパルスレーザＬによる加工を行った場合に、パルスレーザＬの出力不足に起因して加工品質が低下してしまう虞がある。

[0127] この点、当該レーザ加工システム１００によれば、第１電流供給期間Ｔａが所定期間よりも長いか否かを判断し（Ｓ１７）、加工休止期間としての第１電流供給期間Ｔａが所定以上経過している場合（Ｓ１７：ＹＥＳ）、励起用半導体レーザ部４０に対して、初期駆動電流としての第３電流を供給する為（Ｓ１２）、加工時における出力のパルスレーザＬを出射可能となるまでの期間を短縮することができる。

[0128] 更に、この場合においても、第３電流供給期間Ｔｃの開始から待機期間Ｔｓを経過した時点で、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を開始する為（Ｓ１４）、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査は、パルスレーザＬの出力を或る程度高めた状態で開始できる（図１０、図１１参照）。即ち、当該レーザ加工システム１００によれば、加工休止期間としての第１電流供給期間Ｔａが所定以上経過している場合（Ｓ１７：ＹＥＳ）であっても、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。

[0129] 図７に示すように、当該レーザ加工システム１００における供給電流制御データベースにおいては、パルスレーザＬの走査速度が異なる場合に、第３電流供給期間Ｔｃの長さは変化するものの、待機期間Ｔｓは所定値を維持するように構成されている。即ち、当該レーザ加工システム１００によれば、加工条件に応じて、第３電流供給期間Ｔｃの長さを変更する場合に、前記待機期間Ｔｓの長さを維持した状態で第３電流供給期間Ｔｃの長さを変更して決定する為（Ｓ２）、パルスレーザＬの出力を高める為の待機期間Ｔｓを十分に確保でき、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0130] 又、上述した実施形態においては、レーザ加工システム１００を構成するＰＣ７において、ＨＤＤ７５からレーザ加工処理プログラム（図４参照）、供給電流制御処理プログラム（図５参照）、供給電流制御データベース（図７参照）を読み出し実行することで、上記機能を果たしている。従って、上述したレーザ加工処理プログラム（図４参照）等は、本発明におけるレーザ加工装置の制御プログラム、及び制御方法として機能し、上述したレーザ加工システム１００と同様の効果を奏する。

[0131] （第２実施形態）

次に、上述した第１実施形態と異なる実施形態（第２実施形態）について、図面を参照しつつ詳細に説明する。尚、第２実施形態に関するレーザ加工装置１は、上述した第１実施形態に関するレーザ加工装置１と同一の基本的構成を有しており、供給電流制御処理プログラムの処理内容が相違する。従って、第１実施形態と同一の構成、処理内容に関する説明は省略する。

[0132] （第２実施形態に関する供給電流制御処理プログラムの処理内容）

続いて、第２実施形態に関する供給電流制御処理プログラムの処理内容について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図１２に示す供給電流制御処理プログラムは、第２実施形態に関するレーザ加工処理プログラムの供給電流制御処理（Ｓ６）に移行した時点で、ＨＤＤ７５から読み出され、ＣＰＵ７１によって実行される。

[0133] 図１２に示すように、Ｓ３１においては、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第３電流の供給を開始すると同時に、第３電流供給期間Ｔｃを開始する。第３電流は、第２電流よりも大きな電流値を示す為、励起光の出力レベルを高めることができ、ワークＷを加工可能な強度のパルスレーザＬを、早期に出力することが可能となる。第３電流の供給と共に、第３電流供給期間Ｔｃを開始すると、ＣＰＵ７１は、Ｓ３２に処理を移行する。

[0134] 尚、第２実施形態においても、第１実施形態と同様に、第３電流供給期間Ｔｃの開始と同時に、待機期間Ｔｓも開始される。即ち、このＳ３１の時点では、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの照射位置の走査は開始

されておらず、現在の加工内容である線分の開始位置を維持している。

[0135] Ｓ３２では、ＣＰＵ７１は、励起用半導体レーザ部４０に対する第３電流の供給開始時刻を、第１検出時刻Ｄａとして ＲＡＭ７２に記憶する。ＣＰＵ７１は、第１検出時刻Ｄａを ＲＡＭ７２に記憶した後、Ｓ３３に処理を移行する。

[0136] Ｓ３３に移行すると、ＣＰＵ７１は、光センサ１８からの検出信号の有無に基づいて、光センサ１８がパルスレーザＬを検出したか否かを判断する。上述したように、光センサ１８は、レーザ発振ユニット１２によって出射されたパルスレーザＬの内、ハーフミラー１５で分離され、反射ミラー１７で反射された一部を検出する。光センサ１８がパルスレーザＬを検出した場合（Ｓ３３：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ３４に処理を移行する。一方、光センサ１８がパルスレーザＬを検出していない場合（Ｓ３３：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、光センサ１８がパルスレーザＬを検出するまで、処理を待機する。

[0137] Ｓ３４においては、ＣＰＵ７１は、光センサ１８がパルスレーザＬを検出した時刻を、第２検出時刻Ｄｂとして、ＲＡＭ７２に記憶する。第２検出時刻Ｄｂを ＲＡＭ７２に記憶した後、ＣＰＵ７１は、Ｓ３５に処理を移行する。

[0138] Ｓ３５では、ＣＰＵ７１は、ＲＡＭ７２に格納されている第１検出時刻Ｄａと、第２検出時刻Ｄｂを読み出し、第２検出時刻Ｄｂから第１検出時刻Ｄａを減算することでパルスレーザ検出周期Ｄを算出する。算出したパルスレーザ検出周期Ｄを ＲＡＭ７２に格納した後、ＣＰＵ７１は、Ｓ３６に処理を移行する。

[0139] Ｓ３６に移行すると、ＣＰＵ７１は、パルスレーザ検出周期Ｄを算出した際の第２検出時刻Ｄｂの数値を、次回のパルスレーザ検出周期Ｄを算出する際の第１検出時刻Ｄａに代入する。その後、ＣＰＵ７１は、Ｓ３７に処理を移行する。

[0140] Ｓ３７においては、ＣＰＵ７１は、算出したパルスレーザ検出周期Ｄが所定周期よりも小さいか否かを判断する。この場合における所定周期は、パル

スレーザＬが加工可能な状態で安定的に出力される場合における当該パルスレーザＬの周波数によって定められる。パルスレーザ検出周期Ｄが所定周期より小さい場合（Ｓ３７：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、パルスレーザＬが加工可能な状態で安定的に出力される状況であると判断して、Ｓ３８に処理を移行する。一方、パルスレーザ検出周期Ｄが所定周期以上である場合（Ｓ３７：ＮＯ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ３３に処理を戻し、再度、パルスレーザ検出周期Ｄの算出に関する処理（Ｓ３３～Ｓ３６）を実行する。

[0141] Ｓ３８では、ＣＰＵ７１は、パルスレーザ検出周期Ｄが所定周期より小さいことから、パルスレーザＬが加工可能な状態で安定的に出力されていると判断し、ガルバノコントローラ５６に対して、ガルバノスキャナ１９の駆動開始を意味する制御指令を出力する。ガルバノコントローラ５６に制御指令が入力された段階で、ガルバノスキャナ１９は、前記ワークＷのレーザ加工の開始を伴うパルスレーザＬの走査を開始する為、第３電流供給期間Ｔｃにおける待機期間Ｔｓを終了する。その後、ＣＰＵ７１は、Ｓ３９に処理を移行する。

[0142] 尚、この時点では、励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流が供給されており、第３電流供給期間Ｔｃ内である。つまり、上述した動作期間Ｔｍ内に相当する。従って、ワークＷを加工可能な強度のパルスレーザＬがレーザ発振器２１から出射されている状態で、ガルバノスキャナ１９による当該パルスレーザＬの照射位置の走査も行われている為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も開始されている。

[0143] Ｓ３９に移行すると、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃを経過したか否かを判断する。第２実施形態においても、第３電流供給期間Ｔｃの長さは、第１実施形態と同様に、Ｓ２で加工条件と供給電流制御データベース（図７参照）に基づいて設定された制御パラメータの一つである「第３電流供給期間Ｔｃ」の数値によって特定される。第３電流供給期間Ｔｃを経過している場合（Ｓ３９：ＹＥＳ）、ＣＰＵ７１は、Ｓ４０に処理を移行する。一方、第３電流供給期間Ｔｃを経過していない場合（Ｓ３９：ＮＯ）、ＣＰＵ７

１は、第３電流供給期間Ｔｃを経過するまで処理を待機する。この場合、第３電流供給期間Ｔｃの内、動作期間Ｔｍに相当する為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も、第３電流供給期間Ｔｃを経過するまで継続して実行される。

[0144] Ｓ４０においては、ＣＰＵ７１は、第３電流供給期間Ｔｃの経過に伴い、励起用半導体レーザ部４０に供給する駆動電流を、第３電流から第２電流とする制御を行う。これにより、第２電流供給期間Ｔｂが開始される。尚、この時、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査も継続して行われる為、パルスレーザＬによるワークＷの加工も継続して行われる。励起用半導体レーザ部４０に対する第２電流の供給を開始した後、ＣＰＵ７１は、第２実施形態における供給電流制御処理プログラムを終了し、レーザ加工処理プログラム（図４参照）のＳ７に処理を移行する。

[0145] （第２実施形態におけるレーザ加工実行時の動作内容）

次に、第２実施形態に係るレーザ加工システム１００におけるレーザ加工実行時の動作内容について、図１３を参照しつつ説明する。

尚、以下の説明においては、上述したレーザ加工処理プログラムにおけるＳ１～Ｓ４までの処理を終了しているものとし、加工条件に応じた制御パラメータ（例えば、第３電流供給期間Ｔｃの長さ等）が設定されているものとする。そして、パルスレーザＬの照射位置は、加工開始位置へ到達しており、第１電流供給期間Ｔａを終了して、第２実施形態に関する供給電流制御処理（Ｓ６）に移行している。

[0146] 第２実施形態に関する供給電流制御処理（Ｓ６）では、先ず、励起用半導体レーザ部４０に対して、第３電流の供給が開始される。これにより、第３電流に対応する励起光が、光ファイバＦを介して、レーザ発振器２１のレーザ媒質に入力されるので、当該レーザ発振器２１から、パルスレーザＬが周期的に出射される。

[0147] そして、第２実施形態においては、第３電流供給期間Ｔｃの開始と共に、第１検出時刻Ｄａ、第２検出時刻Ｄｂを測定し（Ｓ３２、Ｓ３４）、これら

を用いて、パルスレーザ検出周期Ｄを算出する（Ｓ３５）。

[0148] 図１３に示すように、ワークＷに対して出射されるパルスレーザＬの出力強度は、パルスレーザ検出周期Ｄを算出していく毎に、徐々に上昇していき、パルスレーザ検出周期Ｄを或る程度算出した段階で、レーザ加工を安定して行うことができる出力強度で安定する。ここで、図１３に示す場合においては、１回目～５回目までのパルスレーザ検出周期Ｄは、所定周期より長く（Ｓ３７：ＮＯ）、この場合におけるパルスレーザＬの出力強度は、レーザ加工を安定して行うことができる出力強度よりも小さい状態にある。第２実施形態に係るレーザ加工システム１００では、この状態で、ガルバノスキャナ１９の走査が開始されることはない。

[0149] 一方、６回目以後のパルスレーザ検出周期Ｄは、所定周期より短く（Ｓ３７：ＹＥＳ）、この場合におけるパルスレーザＬの出力強度は、レーザ加工を安定して行うことができる出力強度を超えた状態にある（図１３参照）。従って、第２実施形態においては、６回目のパルスレーザ検出周期Ｄを算出した時点で、ガルバノスキャナ１９の走査が開始される（Ｓ３８）。つまり、第２実施形態においては、この時点をもって、第３電流供給期間Ｔｃにおける待機期間Ｔｓを終了し、動作期間Ｔｍに移行する。

[0150] この時、パルスレーザＬの出力強度は、レーザ加工を安定して行うことができる出力強度を超えた状態で安定している為、当該レーザ加工システム１００によれば、ワークＷの走査を開始した時点で、パルスレーザＬの強度が不足して加工不良を生じることはない。又、当該レーザ加工システム１００によれば、パルスレーザＬを光センサ１８で実際に検出した結果を用いて、パルスレーザ検出周期Ｄを算出し、第３電流供給期間Ｔｃにおける待機期間Ｔｓの終了時点（即ち、ガルバノスキャナ１９の走査開始時期）を決定している為、より適切な待機期間Ｔｓを確保でき、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0151] 以上説明したように、第２実施形態に関するレーザ加工システム１００において、レーザ加工装置１は、レーザ発振ユニット１２と、ガルバノスキャ

ナ１９と、ｆθレンズ２０と、ガイド光部１６と、を有しており、レーザコントローラ５と、電源ユニット６と、ＰＣ７と接続されている。当該レーザ加工装置１によれば、ガルバノスキャナ１９及びｆθレンズ２０によって、レーザ発振ユニット１２からのパルスレーザＬを走査することで、ワークＷ表面に加工を施すことができる。

[0152] 当該レーザ加工システム１００によれば、レーザコントローラ５及びＰＣ７による制御によって、ワークＷに対するパルスレーザＬによる加工を開始する際に、前記励起用半導体レーザ部４０に対して第３電流を供給する為（Ｓ３１）、第１実施形態と同様に、加工時における出力のパルスレーザＬを出射可能となるまでの期間を短縮することができる。

[0153] 更に、当該レーザ加工システム１００によれば、第１実施形態と同様に、第３電流供給期間Ｔｃの開始から待機期間Ｔｓを経過した時点で、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査を開始する為（Ｓ３８）、ガルバノスキャナ１９によるパルスレーザＬの走査は、パルスレーザＬの出力を或る程度高めた状態で開始される（図１３参照）。即ち、当該レーザ加工システム１００によれば、所望の加工を行い得る出力のパルスレーザＬをもって、ワークＷに対する加工を開始することができる為、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。又、所望の加工を行い得る出力のパルスレーザＬを出射可能となるまでの期間を短縮することができるので、パルスレーザＬによるワークＷの加工に要する時間を短縮できる。従って、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、所要期間の短縮化と、加工品質の向上の何れについても貢献することができる。

[0154] 当該レーザ加工システム１００においては、加工条件入力ウィンドウ８０を用いて、「パルスレーザＬの走査速度」や「ワークＷの材質」等の加工条件を設定して、供給電流制御データベースを参照することで、設定された加工条件に対応する制御パラメータが設定される（Ｓ２）。当該制御パラメータは、第１電流値等の駆動電流の電流値と、当該駆動電流が供給される期間

の長さである第３電流供給期間Ｔｃ等を含んでいる。従って、当該レーザ加工システム１００は、加工条件に応じた制御パラメータを設定することにより、励起用半導体レーザ部４０に供給される電力量を決定している。これにより、当該レーザ加工システム１００によれば、パルスレーザＬによる加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制することができ、全体としての加工品質を高め得る。

[0155] そして、当該レーザ加工システム１００においては、第１実施形態と同様に、加工条件として「パルスレーザＬの走査速度」の設定を受け付け、供給電流制御データベースから、設定されたパルスレーザＬの走査速度に応じた制御パラメータを抽出して設定し得る（図６、図７参照）。「パルスレーザＬの走査速度」に対応する制御パラメータを設定することで、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0156] 又、当該レーザ加工システム１００では、第１実施形態と同様に、加工条件として「ワークＷの材質」の設定を受け付け、供給電流制御データベースから、設定されたワークＷの材質に応じた制御パラメータを抽出して設定し得る。「ワークＷの材質」に対応する制御パラメータを設定することで、当該レーザ加工システム１００は、パルスレーザＬによるワークＷの加工に関して、加工開始部分における加工品質の低下を適切に抑制し、全体としての加工品質を高め得る。

[0157] そして、第２実施形態に関するレーザ加工システム１００は、光センサ１８によって測定されたパルスレーザＬの特性（即ち、パルスレーザ検出周期Ｄ）に基づいて、第３電流供給期間Ｔｃにおける待機期間Ｔｓの長さを決定する（Ｓ３８）。従って、当該レーザ加工システム１００によれば、光センサ１８によってパルスレーザＬの特性を実際に測定することで、パルスレーザＬの出力強度を特定し、それに応じて待機期間Ｔｓの長さを決定する為、十分な出力強度のパルスレーザＬを用いて、ワークＷの加工を行うことがで

き、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0158] 図１３に示すように、パルスレーザＬは、レーザ発振ユニット１２のレーザ発振器２１から周期的に出射されるように構成されており、当該周期が長い場合には、パルスレーザＬの出力強度がワークＷの加工に対して不足している傾向にある。第２実施形態におけるレーザ加工システム１００では、光センサ１８によって測定されたパルスレーザ検出周期Ｄが所定周期以下となる期間（Ｓ３７：ＹＥＳ）に、待機期間Ｔｓの長さを決定するので、加工に十分な出力強度を有するパルスレーザＬを用いて、ワークＷの加工を開始することができ、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制し得る。

[0159] そして、第２実施形態においては、Ｓ３２～Ｓ３７の処理を実行することで決定される待機期間Ｔｓは、少なくとも２０μｓｅｃ以上の長さとなるように構成されている。従って、第２実施形態においては、パルスレーザ検出周期Ｄを、光センサ１８によって確実に測定することができ、パルスレーザＬがワークＷを加工可能な出力強度となった時点を確実に特定することができる。これにより、当該レーザ加工システム１００によれば、ワークＷを加工可能な出力強度を有するパルスレーザＬを用いて、ワークＷの加工を開始することができ、もって、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

[0160] 尚、上述した実施形態において、レーザ加工システム１００及びレーザ加工装置１は、本発明におけるレーザ加工装置の一例である。そして、レーザ発振ユニット１２は、本発明におけるレーザ光出射部の一例であり、励起用半導体レーザ部４０は、本発明における励起光出射部の一例である。又、ガルバノスキャナ１９は、本発明における走査部の一例であり、ＰＣ７及びレーザコントローラ５は、本発明における制御部の一例である。そして、制御部７０、入力操作部７６及び加工条件入力ウィンドウ８０は、本発明における加工条件受付部の一例であり、制御部７０及びＨＤＤ７５は、本発明にお

ける供給電力量決定部の一例である。そして、制御部７０は、本発明における判断部の一例であり、休止期間判断部の一例である。又、光センサ１８は、本発明における測定部の一例であり、制御部７０は、本発明における待機期間決定部の一例である。そして、第３電流は、本発明における初期駆動電流の一例であり、第３電流供給期間Ｔｃは、本発明における初期駆動電流供給期間の一例である。そして、待機期間Ｔｓは、本発明における待機期間の一例であり、第１電流供給期間Ｔａは、本発明における加工休止期間の一例である。

[0161] 以上、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変更が可能である。例えば、上述した実施形態においては、ＰＣ７において、加工条件の入力設定を行い、設定された加工条件に応じた制御パラメータを特定していたが（Ｓ２）、この態様に限定されるものではない。例えば、ＰＣ７において、加工条件の設定のみを行い、レーザコントローラ５において、設定された加工条件に対応する制御パラメータを設定するように構成することも可能である。

[0162] 又、上述した実施形態においては、第３電流供給期間Ｔｃの長さを変更することで、第３電流供給期間Ｔｃ内において、励起用半導体レーザ部４０に供給される電力量を変更していたが、この態様に限定されるものではない。励起用半導体レーザ部４０に供給される電力量を変更することができればよく、第３電流供給期間Ｔｃの長さを一定とし、第３電流の電流値を変更することで、当該電力量を変更することも可能である。又、第３電流供給期間Ｔｃの長さと、第３電流の電流値の両者を変更する構成にすることもできる。

[0163] そして、上述した実施形態における加工条件や、制御パラメータは、夫々一例であり、更に多くの加工条件及び制御パラメータを採用することも可能である。多くの加工条件や制御パラメータを用いることで、より適切に、加工開始部分における加工品質の低下を抑制することができる。

符号の説明

[0164]

１	レーザ加工装置
２	レーザ加工装置本体部
３	レーザヘッド部
５	レーザコントローラ
６	電源ユニット
７	ＰＣ
１２	レーザ発振ユニット
１９	ガルバノスキャナ
７０	制御部
７１	ＣＰＵ
７２	ＲＡＭ
７３	ＲＯＭ
７６	入力操作部
７７	液晶ディスプレイ
８０	加工条件入力ウィンドウ
１００	レーザ加工システム
Ｌ	パルスレーザ
Ｔｃ	第３電流供給期間
Ｔｓ	待機期間

請求の範囲

[請求項1] 加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、

前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、

前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、

前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部による走査に関する制御を行う制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、

加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、

前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する

ことを特徴とするレーザ加工装置。

[請求項2] 前記レーザ光による前記加工対象物の加工についての加工条件に関する情報の入力を受け付ける加工条件受付部と、

前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工条件に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内に供給される電力量を決定する供給電力量決定部と、を有する

ことを特徴とする請求項１記載のレーザ加工装置。

[請求項3] 前記加工条件受付部は、

前記加工条件に関する情報として、前記レーザ光によって前記加工対象物を加工する際に、前記走査部によって走査される前記レーザ光の走査速度に関する情報の入力を受け付け、

前記供給電力量決定部は、

前記加工条件受付部によって受け付けた前記レーザ光の走査速度に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電力量を決定する

ことを特徴とする請求項２記載のレーザ加工装置。

[請求項4] 前記加工条件受付部は、

前記加工条件に関する情報として、前記レーザ光によって加工される加工対象物の材質に関する情報の入力を受け付け、

前記供給電力量決定部は、

前記加工条件受付部によって受け付けた前記加工対象物の材質に関する情報に基づいて、前記初期駆動電流供給期間に供給される電力量を決定する

ことを特徴とする請求項２又は請求項３に記載のレーザ加工装置。

[請求項5] 前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工に関し、直前に当該レーザ光による加工を行ったか否かを判断する判断部と、

前記判断部により、直前に前記レーザ光による加工を行ったと判断した場合に、当該直前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過しているか否かを判断する休止期間判断部と、を有し、

前記制御部は、

前記休止期間判断部により、前記直前に行われたレーザ光による加工の終了時点から、所定以上の加工休止期間が経過していると判断した場合に、

前記初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、前記初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から前記待機期間を経過した時点

で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項４の何れかに記載のレーザ加工装置。

[請求項6] 前記供給電力量決定部は、

前記初期駆動電流供給期間の長さを変更する場合に、前記待機期間の長さを維持した状態で前記初期駆動電流供給期間の長さを変更して決定する

ことを特徴とする請求項２乃至請求項５の何れかに記載のレーザ加工装置。

[請求項7] 前記レーザ光出射部から出射される前記レーザ光の特性を測定する測定部と、

前記測定部によって測定された前記レーザ光の特性に基づいて、前記初期駆動電流供給期間内における前記待機期間の長さを決定する待機期間決定部と、を有する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れかに記載のレーザ加工装置。

[請求項8] 前記測定部は、

前記レーザ光出射部から周期的に出射される前記レーザ光の周期を測定し、

前記待機期間決定部は、

前記測定部によって測定された前記レーザ光の周期が所定周期以下となる期間に、前記待機期間の長さを決定する

ことを特徴とする請求項７記載のレーザ加工装置。

[請求項9] 前記待機期間決定部は、前記待機期間を２０μｓｅｃ以上の長さで決定する

ことを特徴とする請求項８記載のレーザ加工装置。

[請求項10] 加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、

前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、

前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、

前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部によ

る走査に関する制御を行う制御部と、を備えるレーザ加工装置を、

前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、

加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、

前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する加工開始制御部、

として機能させる為のレーザ加工装置の制御プログラム。

[請求項11] 加工対象物を加工する為のレーザ光を出射するレーザ光出射部と、

前記レーザ光出射部を励起状態にする為の励起光を、駆動電流に対応する強度で前記レーザ光出射部へ出射する励起光出射部と、

前記レーザ光出射部から出射されたレーザ光を走査する走査部と、

前記励起光出射部に対する前記駆動電流の供給と、前記走査部による走査に関する制御を行う制御部と、を備えるレーザ加工装置の制御方法であって、

前記制御部が実行する、

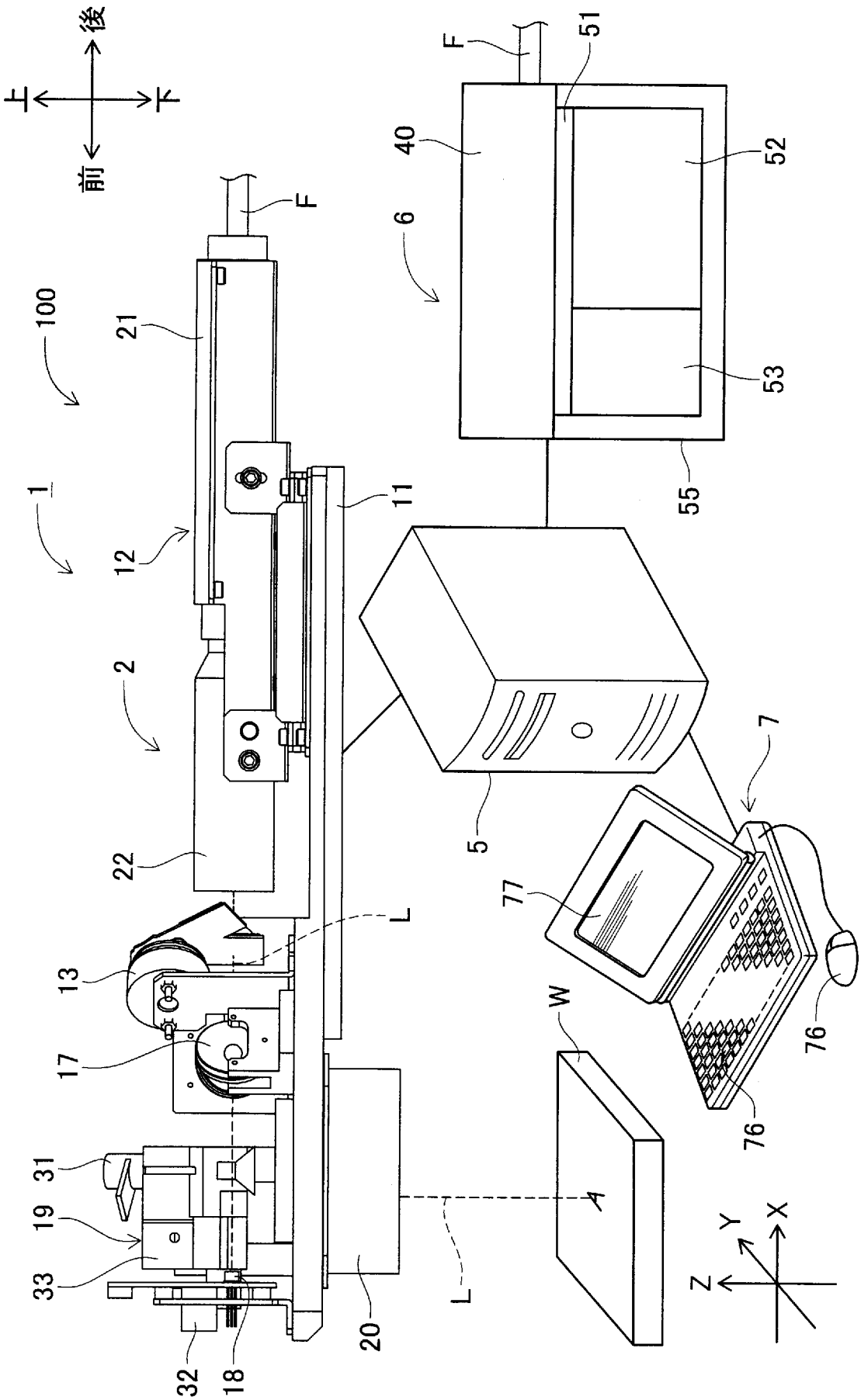
前記加工対象物に対する前記レーザ光による加工を開始する際に、

加工時のレーザ光の出力よりも高い出力で前記レーザ光を出射する場合に対応する初期駆動電流を、前記励起光出射部に対して供給すると共に、

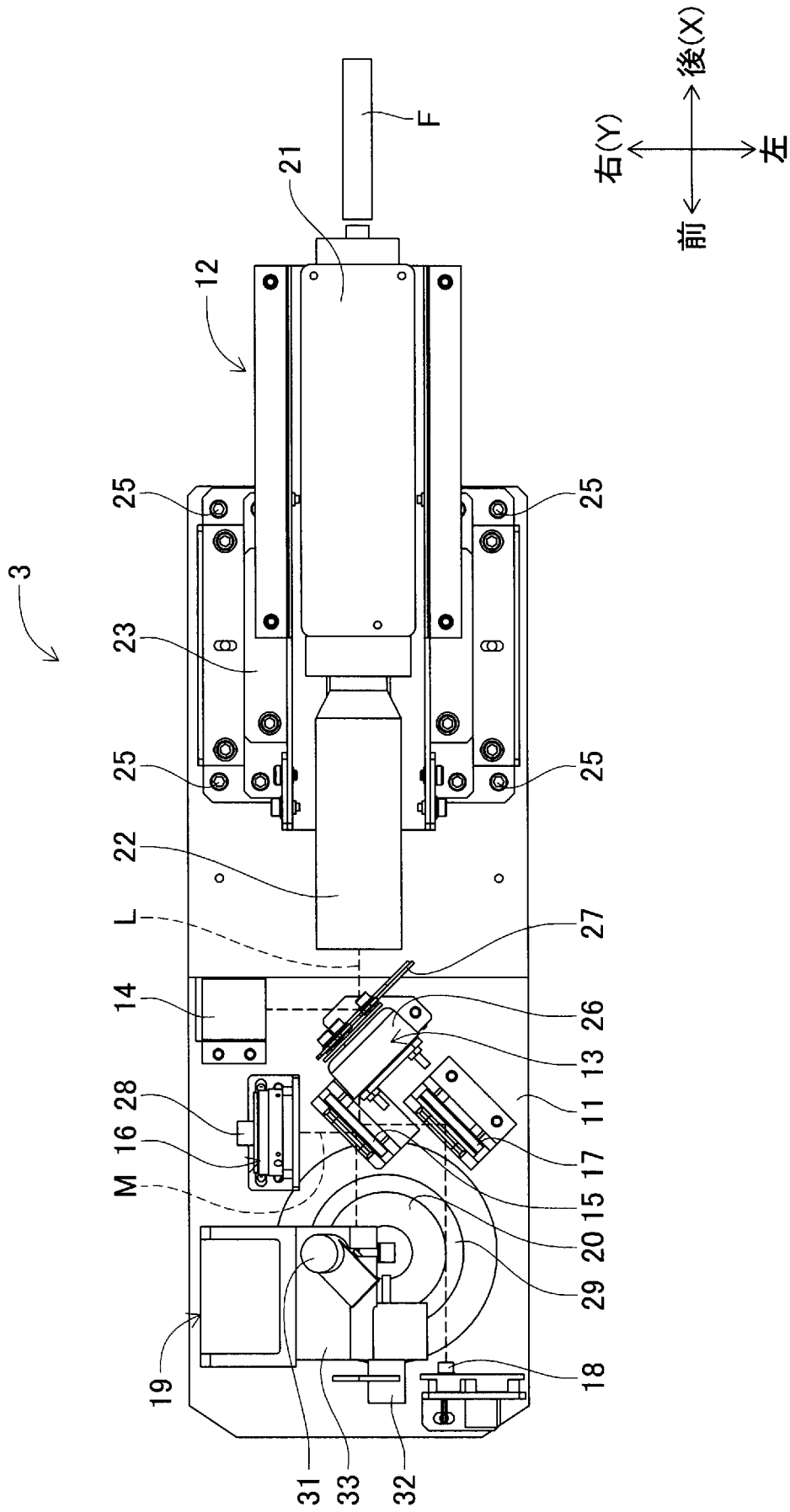
前記初期駆動電流が前記励起光出射部に対して供給されている初期駆動電流供給期間内であって、当該初期駆動電流供給期間の開始から所定の待機期間を経過した時点で、前記走査部による前記レーザ光の走査を開始する加工開始制御工程、

を備えることを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

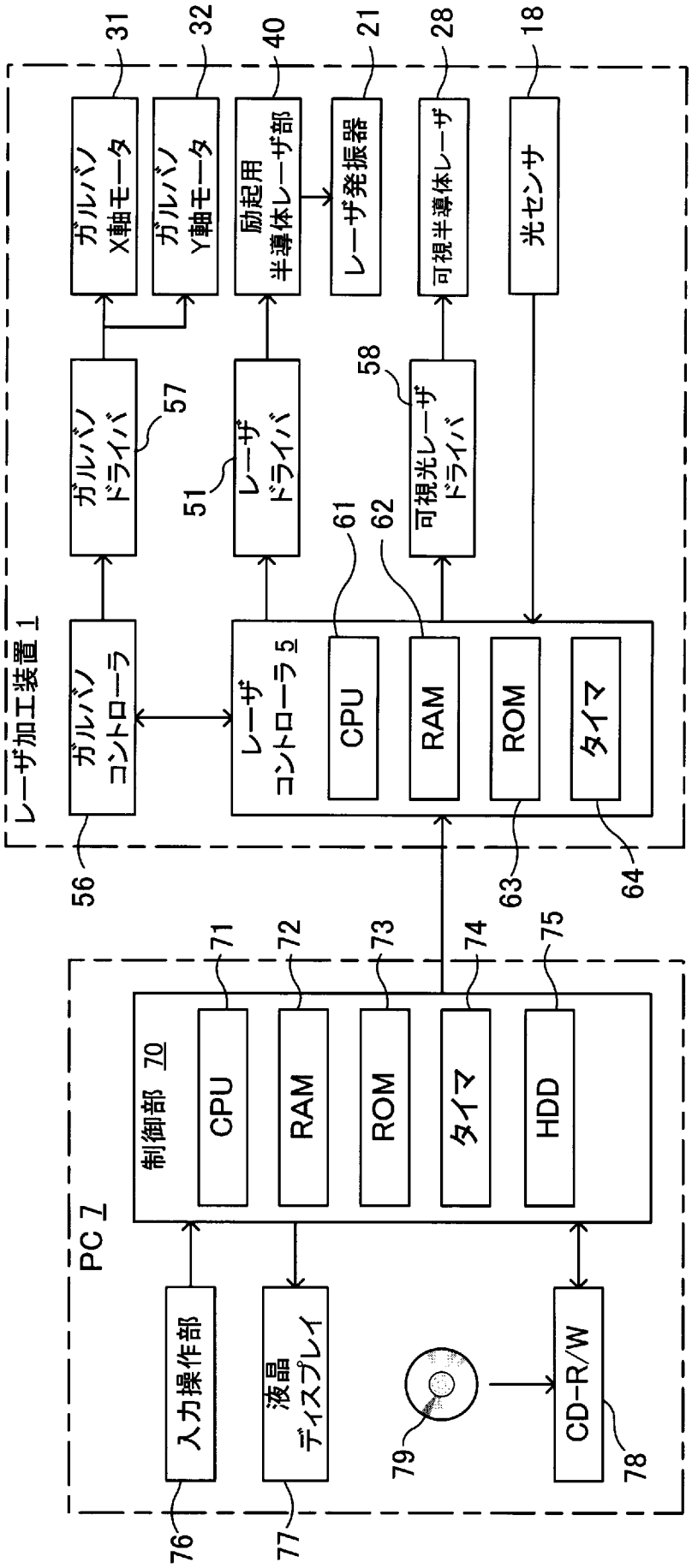
[図1]


後
上
下
前
F
51
40
52
6
F
100
21
53
55
1
11
12
2
7
5
22
77
L
13
W
76
17
76
31
19
A
33
L
Y
X
Z
20
32
18

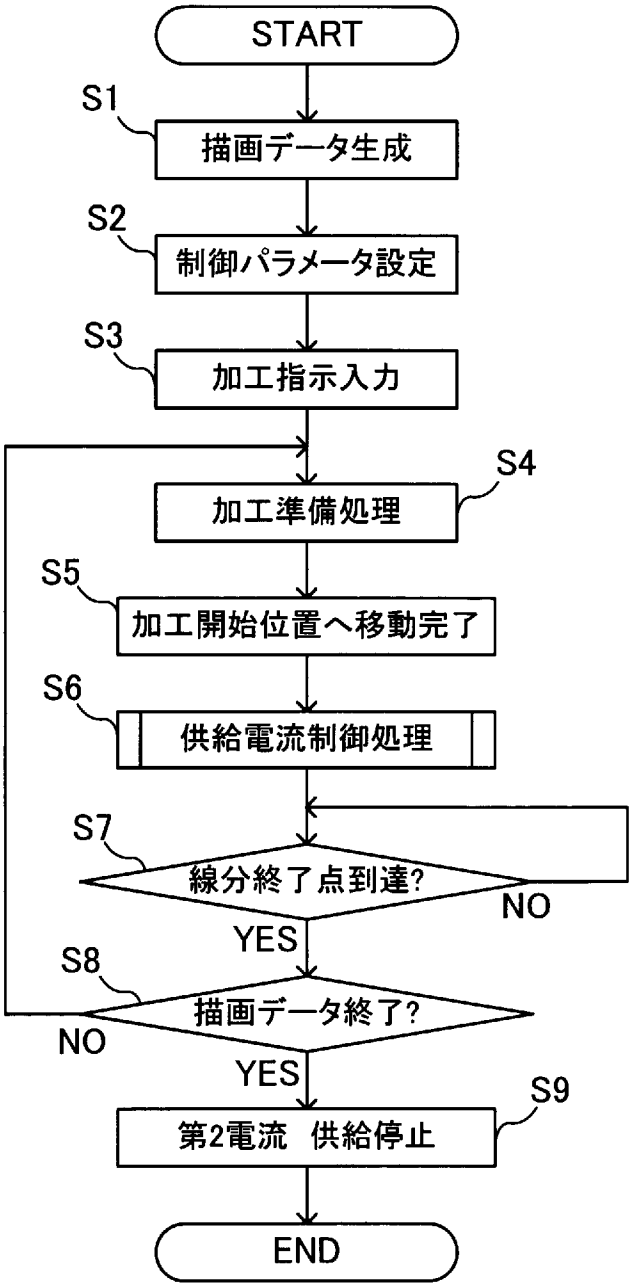
[図2]


後(X)
右(Y)
左
前
F
21
12
3
25
25
23
25
25
22
L
27
14
26
13
11
28
16
M
17
15
20
29
18
19
31
33
32

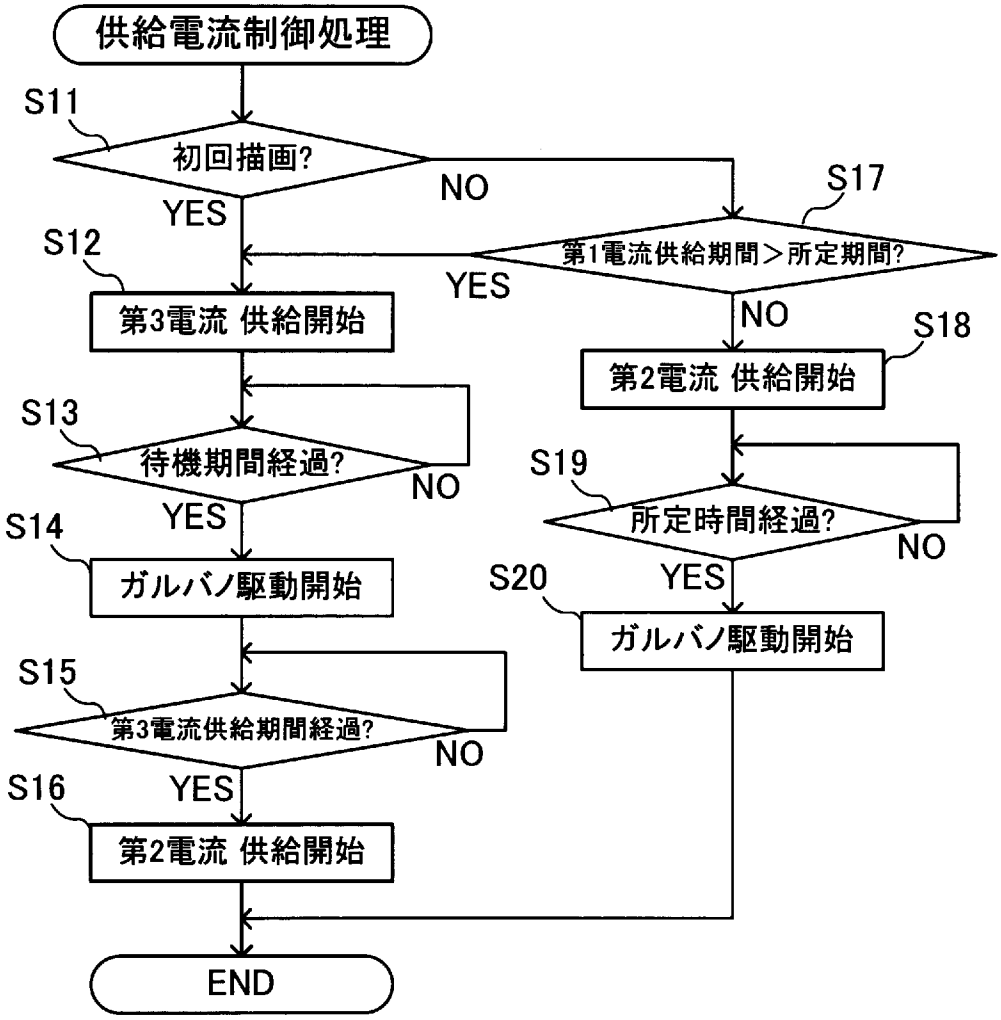
[図3]


レーザ加工装置 1
ガルバノ X軸モータ
ガルバノ Y軸モータ
励起用 半導体レーザ部
レーザ発振器
可視半導体レーザ
光センサ
ガルバノ ドライバ
レーザ ドライバ
可視光レーザ ドライバ
ガルバノ コントローラ
レーザ コントローラ 5
CPU
RAM
ROM
タイマ
PC 7
制御部 70
CPU
RAM
ROM
タイマ
HDD
入力操作部
液晶 ディスプレイ
CD-R/W
31
32
40
21
28
18
57
58
51
61
62
56
63
64
71
72
73
74
75
76
77
79
78

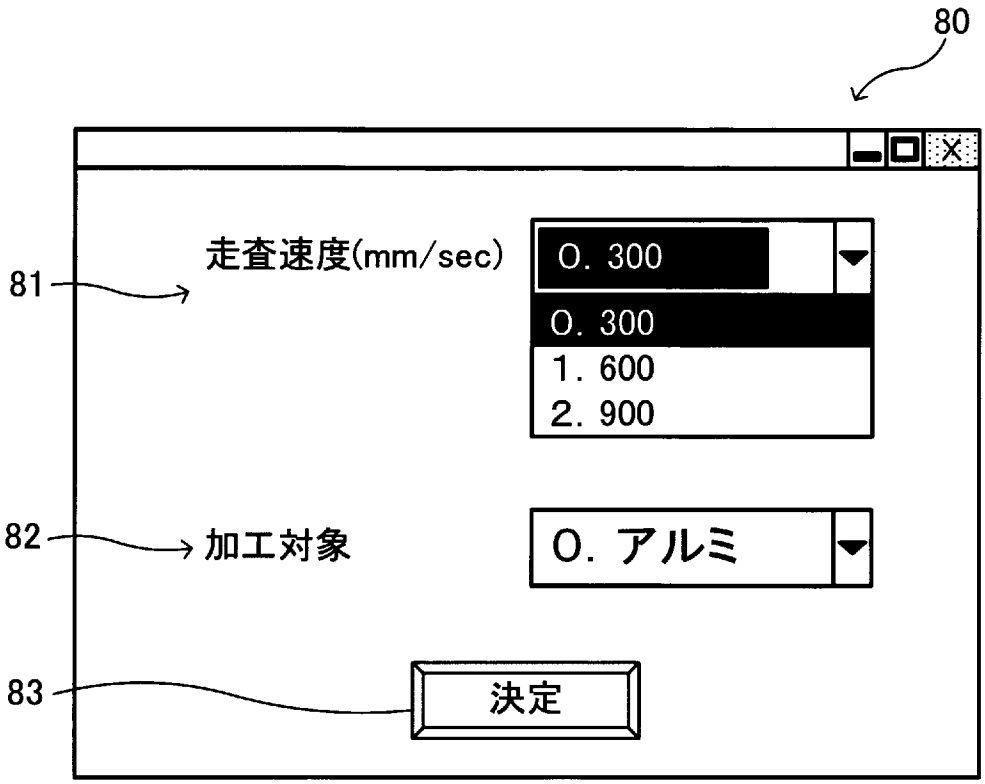
[図4]


START
S1
描画データ生成
S2
制御パラメータ設定
S3
加工指示入力
S4
加工準備処理
S5
加工開始位置へ移動完了
S6
供給電流制御処理
S7
線分終了点到達?
NO
YES
S8
描画データ終了?
NO
YES
S9
第2電流 供給停止
END

[図5]


供給電流制御処理
S11
初回描画?
YES
NO
S12
第3電流 供給開始
S13
待機期間経過?
NO
YES
S14
ガルバノ駆動開始
S15
第3電流供給期間経過?
NO
S16
YES
第2電流 供給開始
S17
第1電流供給期間＞所定期間?
YES
NO
S18
第2電流 供給開始
S19
所定時間経過?
NO
S20
YES
ガルバノ駆動開始
END

[図6]



[図7]

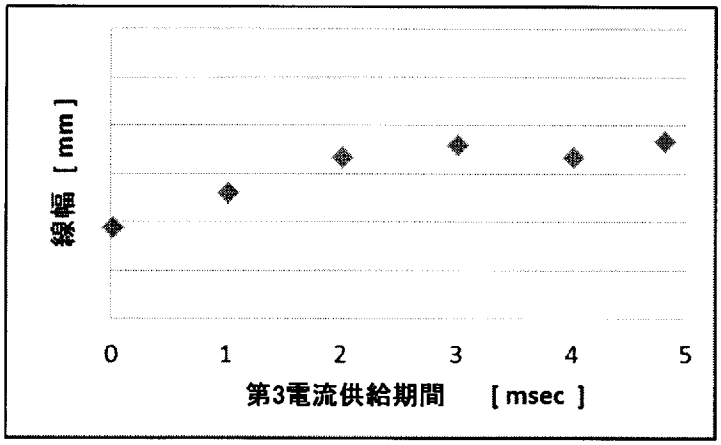
加工対象:鋼

走査速度	第1電流値	第2電流値	第3電流値	第3電流供給期間	待機期間
300	15000	32500	42000	3.0	0.2

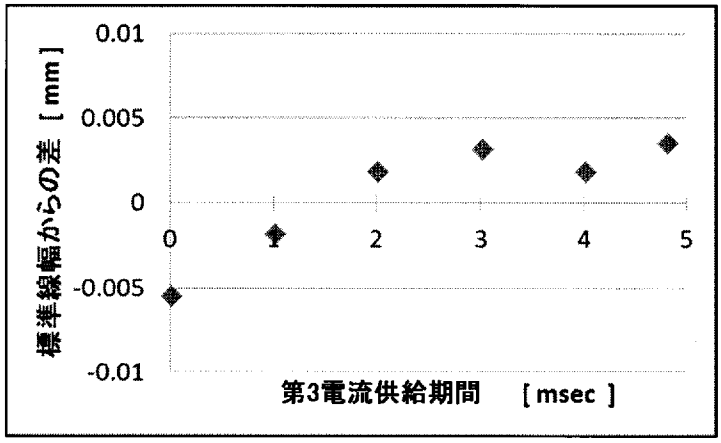
加工対象:アルミ

走査速度	第1電流値	第2電流値	第3電流値	第3電流供給期間	待機期間
300	15000	32500	42000	2.7	0.2
600	15000	32500	42000	2.7	0.2
900	15000	32500	42000	2.7	0.2
1200	15000	32500	42000	3.7	0.2
1500	15000	32500	42000	3.7	0.2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

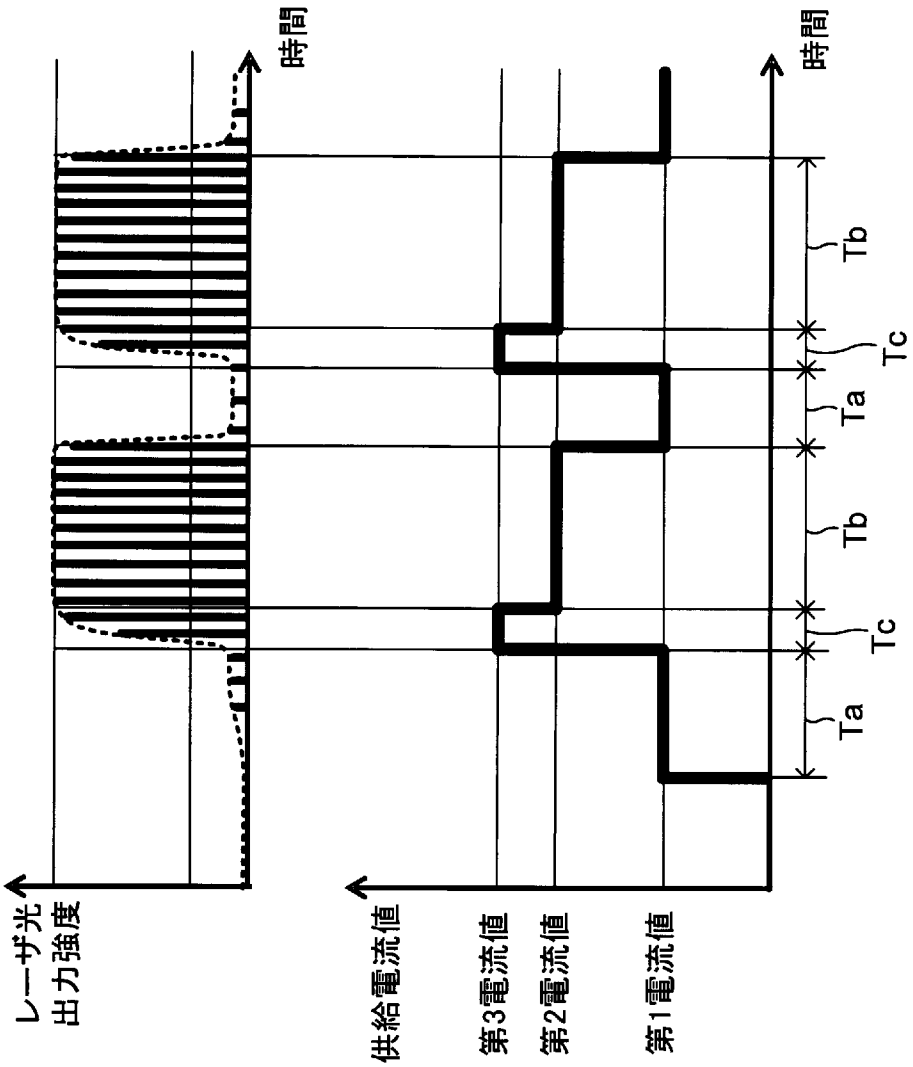
[図8]


線幅 [mm]
0
1
2
3
4
5
第3電流供給期間 [msec]

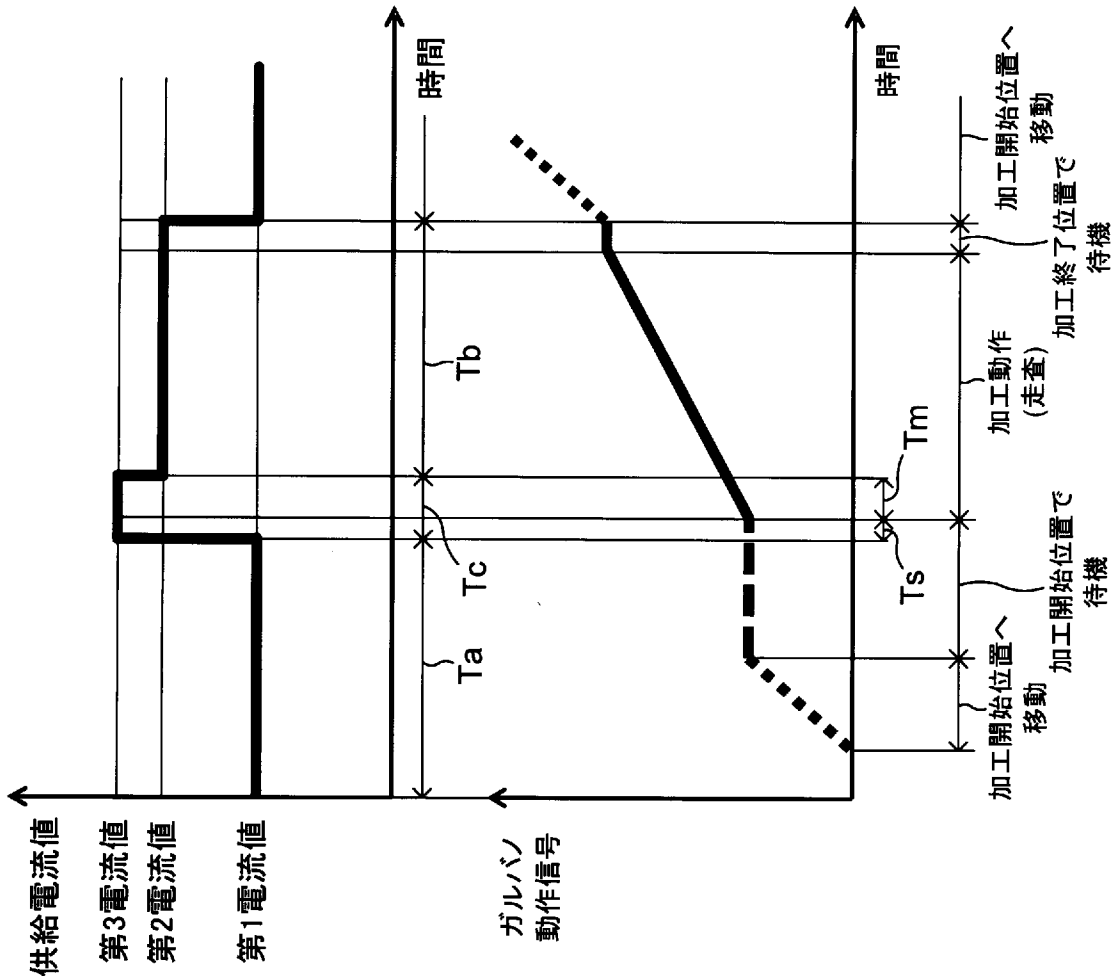
[図9]


標準線幅からの差 [mm]
0.01
0.005
0
-0.005
-0.01
0
2
3
4
5
第3電流供給期間 [msec]

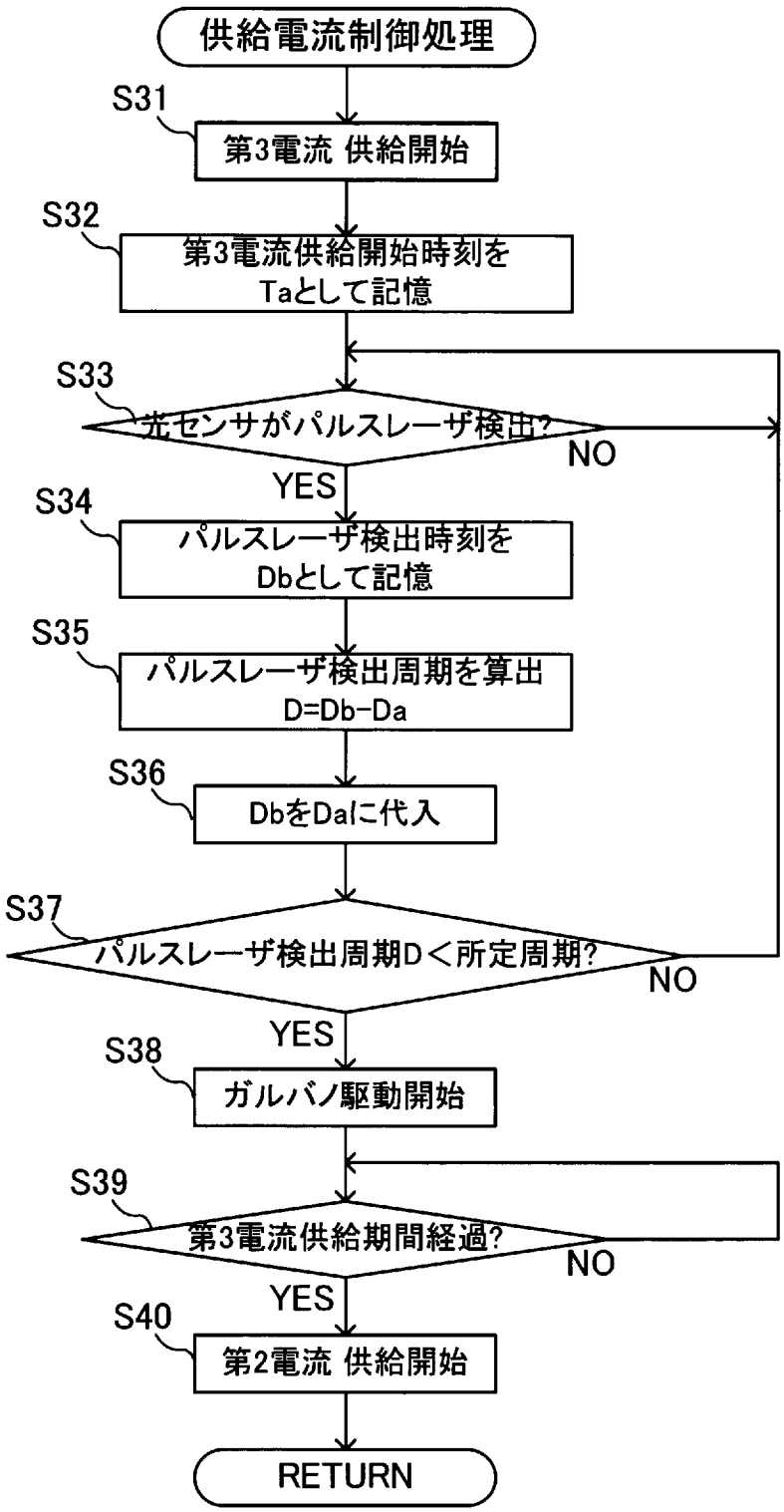
[図10]



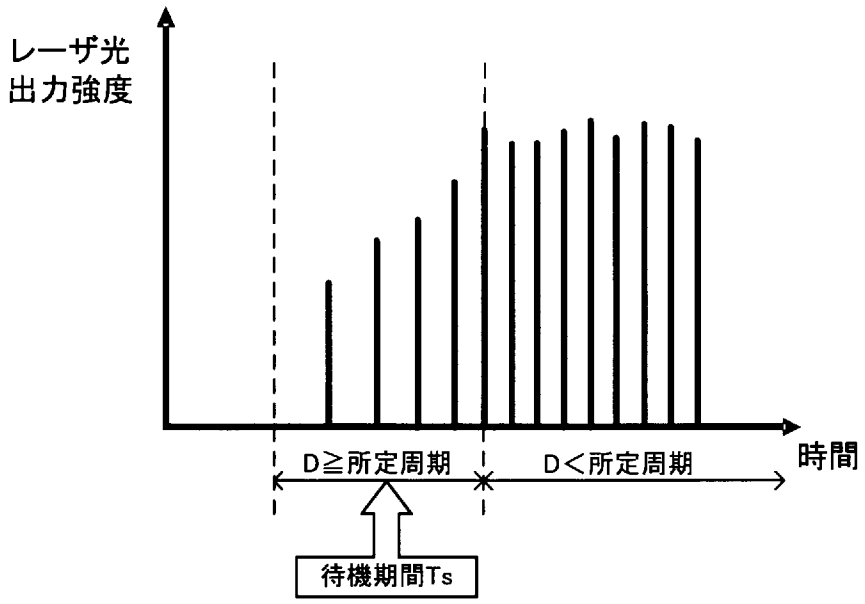
[図11]


供給電流値
第3電流値
第2電流値
第1電流値
時間
Ta
Tc
Tb
ガルバノ
動作信号
時間
Ts
Tm
加工開始位置へ
移動
加工開始位置で
待機
加工動作
(走査)
加工終了位置で
待機
加工開始位置へ
移動

[図12]


供給電流制御処理
S31
第3電流 供給開始
S32
第3電流供給開始時刻を
Taとして記憶
S33
光センサがパルスレーザ検出?
NO
YES
S34
パルスレーザ検出時刻を
Dbとして記憶
S35
パルスレーザ検出周期を算出
D=Db-Da
S36
DbをDaに代入
S37
パルスレーザ検出周期D＜所定周期?
NO
YES
S38
ガルバノ駆動開始
S39
第3電流供給期間経過?
NO
YES
S40
第2電流 供給開始
RETURN

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/055816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K26/00(2014.01)i, *B23K26/082*(2014.01)i, *B23K26/60*(2014.01)i, *G02B26/10*(2006.01)i, *H01S3/00*(2006.01)i, *H01S5/022*(2006.01)i, *H01S5/042*(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)
B23K26/00, B23K26/082, B23K26/60, G02B26/10, H01S3/00, H01S5/022, H01S5/042

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-174539 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 June 2004 (24.06.2004), paragraphs [0019] to [0025]; fig. 1(a) to (c) (Family: none)	1-11
A	JP 2003-048088 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 February 2003 (18.02.2003), paragraphs [0019] to [0027]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-11
A	JP 2008-155538 A (Aspect Inc.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraphs [0042] to [0056]; fig. 3(a) to (c) (Family: none)	1-11

☒ 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
20 May 2016 (20.05.16)	31 May 2016 (31.05.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/055816

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 2004-337970 A (Sunx Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0027] to [0044]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５５８１６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/00(2014.01)i, B23K26/082(2014.01)i, B23K26/60(2014.01)i, G02B26/10(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i, H01S5/042(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.　B23K26/00, B23K26/082, B23K26/60, G02B26/10, H01S3/00, H01S5/022, H01S5/042

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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）

WPI

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 2004-174539 A (松下電器産業株式会社) 2004.06.24, 段落 0019-0025, 図 1(a)-(c) (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2003-048088 A (三菱電機株式会社) 2003.02.18, 段落 0019-0027, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2008-155538 A (株式会社アスペクト) 2008.07.10, 段落 0042-0056, 図 3(a)-(c) (ファミリーなし)	1-11

☑　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
「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
「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 ２０．０５．２０１６	国際調査報告の発送日 ３１．０５．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｐ　３２２６ 篠原　将之 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 2004-337970 A (サンクス株式会社) 2004.12.02, 段落 0027-0044, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-11