

(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10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/158740 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/08 (2014.01) B23K 26/082 (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059604
- (22) 国際出願日: 2016年3月25日(25.03.2016)
- (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 2015-073927 2015年3月31日(31.03.2015) 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: 橋本 成彦 (HASHIMOTO Narihiko); 〒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). 古川

幸喜 (FURUKAWA Koki); 〒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).

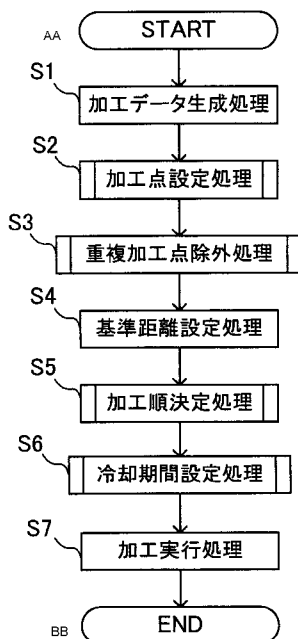
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) Title: BEAM MACHINING APPARATUS

(54) 発明の名称: ビーム加工装置



S1 Machining data generation process
S2 Machining point setting process
S3 Overlapping machining points removing process
S4 Reference distance setting process
S5 Machining sequence determination process
S6 Cooling period setting process
S7 Machining performing process
AA Start
BB End

(57) Abstract: Provided is a beam machining apparatus capable of performing desired machining based on machining details while maintaining an energy density per unit distance. According to the present invention, a laser machining apparatus in a laser machining system includes a laser oscillation unit and a galvano scanner, and is connected to a laser controller, a power source unit, and a PC. The CPU of the PC performs a machining point setting process (S3) to change, according to the element length of an element to be machined, pitches of machining points arranged on each element to be machined in machining data. The CPU adjusts, according to the element length of the element to be machined in machining data, the energy density per unit distance, so as to become adjusted energy density and be identical to that before the pitches have been changed, in an area where the reference pitches have been adjusted to adjusted pitches.

(57) 要約: 単位距離当たりのエネルギー密度を保ちつつ、加工内容に基づく所望の加工を実行可能なビーム加工装置を提供する。レーザ加工システムにおいて、レーザ加工装置は、レーザ発振ユニットと、ガルバノスキャナとを有しており、レーザコントローラと、電源ユニットと、PCと接続されている。PCのCPUは、加工点設定処理(S3)を実行するで、加工データの各加工要素に配置された各加工点のピッチを、加工要素の加工要素長に対応して変更する。CPUは、加工データの加工要素における加工要素長に応じて、基準ピッチから調整ピッチに調整した部分についての単位距離当たりのエネルギー密度を、ピッチ変更前と同じになるように、エネルギー密度から調整エネルギー密度に調整する。

WO 2016/158740 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ビーム加工装置

技術分野

[0001] 本発明は、エネルギービームを照射してワークに加工を施すビーム加工装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、エネルギービームを照射してワークを加工するビーム加工装置の一つとして、Qスイッチを有するYAGレーザから出射されるパルス状のレーザ光を用い、加工対象物であるワークを切断したり穴開けしたりするレーザ加工装置が知られている。

[0003] このようなビーム加工装置に関する発明として、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、XYテーブル上にワークをセットし、各加工要素について、パルス状のレーザ光の照射方向と交差する方向にワークを移動させながら、ワークに各パルス状のレーザ光を連続的に照射していくように構成されている。

[0004] そして、特許文献1におけるレーザ光の照射は、各加工点間のピッチを一定に維持するように行われている。そして、特許文献1において、各加工点間のピッチを、加工要素の長さに応じて変更することによって、加工要素の長さ、各加工点間のピッチを対応させることができ、加工要素本来の長さで当該加工要素の加工を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-010987号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、当該特許文献1記載のレーザ加工装置は、加工要素の長さに応じて、各加工点間のピッチが調整される為、或る加工内容を構成する一

の加工要素と、他の加工要素の長さが相違すると、一の加工要素における加工点間のピッチと、他の加工要素における加工点間のピッチとが相違することになる。

[0007] 一の加工要素における加工点間のピッチと、他の加工要素における加工点間のピッチとが相違すると、一の加工要素に対する単位距離あたりのエネルギー密度と、他の加工要素に対する単位距離あたりのエネルギー密度とが相違することになる。即ち、特許文献1記載においては、或る加工内容を構成する加工要素ごとに、単位距離あたりのエネルギー密度が相違する場合があり、加工内容全体としての加工品質の低下を招いてしまう。

[0008] 本開示は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、ビームを照射してワークに加工を施すビーム加工装置に関し、単位距離当たりのエネルギー密度を保ちつつ、加工内容に基づく所望の加工を実行可能なビーム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

[0009] 前記目的を達成するため、本発明の一側面に係るビーム加工装置は、前記ビーム出射部から出射されたビームの前記ワークにおける照射位置を相対移動させる照射位置移動部と、前記ビーム出射部からのビームを用いた加工内容を示す加工データを取得する加工データ取得部と、前記ビームを用いた前記ワークの加工に関する加工条件を取得する加工条件取得部と、前記加工条件取得部によって取得した加工条件に基づいて、前記ビーム出射部から出射されるビームの出射条件を決定する出射条件決定部と、前記加工データ取得部で取得した加工データに基づいて、前記加工データの加工内容を構成する線分に対して、前記ビームが照射される加工点を所定ピッチ毎に配置する加工点配置部と、前記加工データの加工内容に対応して、前記加工点配置部によって配置された前記加工点の一部のピッチを変更する加工点変更部と、前記加工点変更部によってピッチを変更した部分における前記ビームの加工点に対して、前記ビームの照射により与えられる単位距離あたりのエネルギー密度が、ピッチ変更前のエネルギー密度と同じになるように、前記出射条件

決定部によって決定された出射条件を調整する出射条件調整部と、を有することを特徴とする。

[0010] 当該ビーム加工装置は、ビーム出射部と、照射位置移動部と、加工データ取得部と、加工条件取得部と、出射条件決定部と、加工点配置部と、加工点変更部と、出射条件調整部と、を有しており、照射位置移動部により、前記ビーム出射部から出射されたビームの前記ワークにおける照射位置を相対移動させることで、前記加工データの加工内容に従って、ビームによるワークの加工を行い得る。そして、当該ビーム加工装置は、前記加工点配置部によって配置された前記加工点の一部のピッチを、加工点変更部によって前記加工データの加工内容に対応して、変更するので、加工データの加工内容に従って所望の加工をワークに施すことができる。そして、当該ビーム加工装置は、出射条件調整部によって、前記出射条件決定部によって決定された出射条件を調整することで、前記加工点変更部によってピッチを変更した部分における前記ビームの加工点に対して、前記ビームの照射により与えられる単位距離当たりのエネルギー密度が、ピッチ変更前と同じになるように変化させ、単位距離当たりのエネルギー密度を維持することができる。即ち、当該ビーム加工装置によれば、加工データの加工内容に従った所望の加工を実現すると同時に、加工点のピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制することができる。

[0011] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項1記載のビーム加工装置であって、前記加工点配置部は、前記加工データの加工内容を構成する線分上に基準点を設定し、当該基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、前記加工点変更部は、前記線分の一部における前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更することを特徴とする。

[0012] 当該ビーム加工装置によれば、加工点配置部は、前記加工データの加工内容を構成する線分上に設定された基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、前記加工点変更部は、前記線分の一部における前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更し、単位距離当たりの

エネルギー密度が、ピッチ変更前と同じになるようにするため、加工点のピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制し、且つ基準点近傍におけるピッチが変更されない領域と、ピッチが変更される一部の領域を明確にし、加工への影響を制御することができる。

[0013] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 又は請求項 2 記載のビーム加工装置であって、前記加工点配置部は、前記加工データの加工内容を構成する線分の一端に基準点を設定し、当該基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、前記加工点変更部は、前記線分他端側における前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更することを特徴とする。

[0014] 当該ビーム加工装置によれば、前記加工点配置部は、前記加工データの加工内容を構成する線分の一端に基準点を設定し、当該基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、前記加工点変更部は、前記線分他端側における前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更し、単位距離当たりのエネルギー密度が、ピッチ変更前と同じになるようにするため、加工点のピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制し、且つピッチが変更されない一端の領域と、ピッチが変更される他端の領域を明確にし、加工への影響を制御することができる。

[0015] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記出射条件調整部は、前記加工点配置部による前記加工点のピッチと、前記加工点変更部によって変更された前記加工点のピッチとの比に比例して、前記ピッチを変更した部分に与えられる単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、前記出射条件を調整することを特徴とする。

[0016] 当該ビーム加工装置によれば、前記出射条件調整部は、前記加工点配置部による前記加工点のピッチと、前記加工点変更部によって変更された前記加工点のピッチとの比に比例して、前記ピッチを変更した部分に与えられる単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、前記出

射条件を調整する為、ピッチを変更した部分が存在する場合であっても、線分における単位距離あたりのエネルギー密度を保つことができる。

[0017] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記出射条件調整部は、前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、変更されたピッチに応じて、前記出射条件としての前記ビームのピークエネルギーを調整することを特徴とする。

[0018] 当該ビーム加工装置によれば、前記出射条件調整部によって、前記出射条件として、前記ビームのピークエネルギーを調整することで、前記単位距離あたりのエネルギー密度を、変更されたピッチに応じてピッチ変更前の前記エネルギー密度と同じになるようにすることができ、線分における単位距離あたりのエネルギー密度を、確実に保つことができる。

[0019] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記ビーム出射部は、前記ビームとして、パルスレーザを出射し、前記出射条件調整部は、前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、変更されたピッチに応じて、前記出射条件としての前記パルスレーザのパルス数を調整することを特徴とする。

[0020] 当該ビーム加工装置によれば、前記出射条件調整部によって、前記出射条件として、前記ビーム出射部から出射されるパルスレーザのパルス数を調整することで、前記単位距離あたりのエネルギー密度を、変更されたピッチに応じてピッチ変更前の前記エネルギー密度と同じになるようにすることができ、線分における単位距離あたりのエネルギー密度を、確実に保つことができる。

[0021] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 乃至請求項 6 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記ビーム出射部は、前記ビームとして、パルスレーザを出射し、前記出射条件調整部は、前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、変更されたピッチに応

じて、前記出射条件としての前記パルスレーザの周波数を調整することを特徴とする。

[0022] 当該ビーム加工装置によれば、前記出射条件調整部によって、前記出射条件として、前記ビーム出射部から出射されるパルスレーザの周波数を調整することで、前記単位距離あたりのエネルギー密度を、変更されたピッチに応じてピッチ変更前の前記エネルギー密度と同じになるようにすることができ、線分における単位距離あたりのエネルギー密度を、確実に保つことができる。

[0023] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項1乃至請求項7の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記加工データの加工内容を構成する一の加工要素における加工点と、前記加工データの加工内容を構成する他の加工要素における加工点とが所定範囲内に位置するか否かを判断する判断部と、前記判断部によって、前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工点が所定範囲内であると判断された場合に、前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工点の何れか一方に対する前記ビームの出射を中止する加工点除外部と、を有することを特徴とする。

[0024] 当該ビーム加工装置は、判断部と、加工点除外部とを有し、前記判断部によって、前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工点が所定範囲内であると判断された場合に、前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工点の何れか一方に対する前記ビームの出射を中止する。ここで、一の加工要素における加工点と他の加工要素における加工点が所定範囲内にある場合、両加工点にビームを照射して加工すると、ビームの照射によるワークへのダメージが大きくなりすぎ、加工品質を低下させてしまう場合がある。この点、当該ビーム加工装置によれば、前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工点の何れか一方に対する前記ビームの出射を中止する為、ビームによるワークへの過剰なダメージを抑制することができ、加工品質の低下を抑制することができ

る。

ことができる。

[0025] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 1 乃至請求項 8 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点に含まれる一の加工点と、当該一の加工点の次に加工される加工点との間の距離が、基準距離以上となるように、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の加工順を決定する加工順決定部を有することを特徴とする。

[0026] 当該ビーム加工装置は、加工順決定部を有しており、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点に含まれる一の加工点と、当該一の加工点の次に加工される加工点との間の距離が、基準距離以上となるように、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の加工順を決定する。当該ビーム加工装置において、ワークにビームを照射して加工点を加工した場合、当該加工点の周囲には熱が残り、当該加工点近傍を連続して加工すると、ワークに対するダメージが多大なものになってしまう場合がある。この点、当該ビーム加工装置によれば、一の加工点と、当該一の加工点の次に加工される加工点との間の距離が、基準距離以上となるように、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の加工順を決定する為、ワークに対するダメージを最小限に留めつつ、加工データに基づく加工を実行し得る。

[0027] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 9 記載のビーム加工装置であって、前記加工条件取得部は、前記加工条件として、前記ワークの構成に関する情報を取得し、前記加工条件取得部によって取得された前記ワークの構成に関する情報に基づいて、前記基準距離を設定する基準距離設定部を有することを特徴とする。

[0028] 当該ビーム加工装置は、基準距離設定部を有しており、前記加工条件取得部によって取得された前記ワークの構成に関する情報（例えば、厚みや材質等）に基づいて、前記基準距離を設定する。ここで、当該基準距離は、加工

順決定部における加工順の決定に関する基準として用いられる為、当該ビーム加工装置によれば、ワークの構成に関する情報に応じて、各加工点の加工順を決定することができるので、当該ワークに対するダメージを、ワークの構成に応じた適切な態様で最小限に留めつつ、加工データに基づく加工を実行し得る。

[0029] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 9 又は請求項 10 記載のビーム加工装置であって、前記加工データの加工内容に対して配置された加工点から任意の加工点の選択を受け付けると共に、選択された加工点に対する加工順の設定を受け付ける加工順設定部を有し、前記加工順決定部は、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の内、前記加工順設定部で加工順が設定された加工点及び加工順を除いて、前記加工データの加工内容における加工点の加工順を決定することを特徴とする。

[0030] 当該ビーム加工装置は、前記加工データの加工内容に対して配置された加工点から任意の加工点の選択を受け付けると共に、選択された加工点に対する加工順の設定を受け付ける加工順設定部を有し、前記加工順決定部は、前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の内、前記加工順設定部で加工順が設定された加工点及び加工順を除いて、前記加工データの加工内容における加工点の加工順を決定する。即ち、当該ビーム加工装置によれば、加工順設定部により設定された加工点については、ユーザ所望の加工順とすることができるので、ユーザ所望の加工を実現し得る。又、加工順設定部によって設定された加工点以外については、加工順決定部によって、加工順が決定されるので、当該ビーム加工装置は、ワークに対するダメージを最小限に留めることができる。

[0031] 本発明の他の側面に係るビーム加工装置は、請求項 9 乃至請求項 11 の何れかに記載のビーム加工装置であって、前記加工順決定部によって決定された加工順において、連続する 2 つの加工点間の距離が所定距離未満であるかを判定する判定部と、前記判定部によって、前記連続する 2 つの加工点間の距離が所定距離未満であると判定された場合に、前記ビームの照射位置

が前記連続する２つの加工点間を移動する際に、前記ワークを冷却する為の冷却期間を設定する冷却期間設定部と、を有することを特徴とする。

[0032] 当該ビーム加工装置は、判定部と、冷却期間設定部とを有し、前記判定部によって、前記加工順において連続する２つの加工点間の距離が所定距離未満であると判定された場合に、前記ビームの照射位置が前記連続する２つの加工点間を移動する際に、前記ワークを冷却する為の冷却期間を設定する。即ち、連続する２つの加工点において、先の加工点に対するビームの照射に起因する熱の影響が、次の加工点に対する加工に影響を及ぼし得る場合に、当該ビーム加工装置は、冷却期間を設けて、ワークを冷却することができるので、ワークに対するダメージを抑え、加工品質の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本実施形態に関するレーザ加工装置１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]本実施形態に関する加工データ処理プログラムのフローチャートである。
[図5]本実施形態に関する加工データの一例を示す説明図である。
[図6]加工点設定処理プログラムのフローチャートである。
[図7]加工データの各加工要素に対する加工点の配置に関する説明図である。
[図8]加工要素に対する加工点設定処理の内容を示す説明図である。
[図9]重複加工点除外処理プログラムのフローチャートである。
[図10]ワーク情報入力ウィンドウの一例を示す説明図である。
[図11]基準距離設定テーブルの一例を示す説明図である。
[図12]加工順決定処理プログラムのフローチャートである。
[図13]冷却期間設定処理プログラムのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明に関するビーム加工装置を、ビームとしてのパルスレーザ

を用いて切断加工を行い得るレーザ加工装置 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について、図面を参照しつつ詳細に説明する。尚、ここでの切断加工は、加工対象物を単に分割するだけの加工ではなく、トリミング加工や穿孔加工等、加工対象物の一部除去による幅広い加工を含む。

[0035] (レーザ加工システム 100 の概略構成)

先ず、本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、PC 7 を有しており、PC 7 によって作成された加工データ DW 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、ビームとしてのパルスレーザ L を 2 次元走査して切断加工を行うように構成されている。

[0036] (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、本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。

[0037] 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、加工対象物の切断加工を行う。レーザコントローラ 5 は、コンピュータで構成され、PC 7 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 と電氣的に接続されている。PC 7 は、パーソナルコンピュータによって構成されており、加工対象物の切断加工を行う際の加工データ DW 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等に用いられる。そして、レーザコントローラ 5 は、PC 7 から送信された加工データ DW、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。

[0038] 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。

[0039] (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。

[0040] 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f θ 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。

[0041] 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、f θ 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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、透過率が高くなるという性質を持った結晶である。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。

[0045] 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1064nm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の切断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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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ダイオード等で構成され、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の強度を検出することができる。

[0052] 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、保持されて本体部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。

[0053] f θ 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f θ 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。

[0054] （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を直流でオンオフ駆動する。

[0055] 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51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波長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。

[0056] 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。

[0057] (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等が電氣的に接続されている。

[0058] 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。

[0059] RAM62は、CPU61により演算された各種の演算結果や加工データDWにおける各加工点DのXY座標データ等を一時的に記憶しておくためのものである。ROM63は、各種のプログラムを記憶しておくものであり、PC7から送信された加工データDWに基づいて、加工要素DCを構成する各加工点D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。

[0060] 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から入力された加工データDWに基づいて、加工要素DCにおける各加工点D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、各加工点DのXY座標データ、ガルバノスキヤナ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。

[0061] 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を発生し、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対応する強度の励起光を、所定の供給期間の間、光ファイバF内に供給する。

[0062] ガルバノコントローラ56は、レーザコントローラ5から入力された各加工点D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。

[0063] 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。

[0064] 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の発光タイミングや光量を制御する。

[0065] 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加工データDW、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。

[0066] (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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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、本実施形態においては、加工データDWを作成する為の加工データ処理プログラム(図4参照)や各種サブルーチン(図6、図9、図12参照)や、後述する基準距離を設定する際に参照される基準距離設定テーブル(図11参照)等の各種データテーブルを記憶している。

[0070] 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、加工データ処理プログラム及びサブルーチン(図4等参照)や、基準距離設

定テーブル（図 1 1 参照）を C D - R O M 7 9 から読み込み、H D D 7 5 に格納する。

[0071] 尚、加工データ処理プログラム及びサブルーチン（図 4 等参照）や、基準距離設定テーブル（図 1 1 参照）は、R O M 7 3 に記憶されていても良いし、C D - R O M 7 9 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。

[0072] そして、P C 7 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 7 6 と、液晶ディスプレイ 7 7 等が電氣的に接続されている。従って、P C 7 は、入力操作部 7 6 や、液晶ディスプレイ 7 7 を用いて、ワーク W の物性に関するワーク情報（例えば、ワーク W の材質や、ワーク W の厚み等）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。

[0073] （加工データ処理プログラムの処理内容）

続いて、P C 7 において実行される加工データ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。当該加工データ処理プログラムは、加工データを作成する際に実行されるアプリケーションプログラムであり、C P U 7 1 によって実行される。

[0074] 図 4 に示すように、加工データ処理プログラムの実行を開始すると、C P U 7 1 は、先ず、加工データ生成処理を実行して、切断加工により切断される内容を示す加工データ D W を生成する（S 1）。当該加工データ D W を R A M 7 2 に格納した後、C P U 7 1 は、S 2 に処理を移行する。

[0075] （加工データ D W の構成）

ここで、加工データ生成処理（S 1）で生成される加工データ D W について、図 5 を参照しつつ詳細に説明する。図 5 に示すように、加工データ D W は、ワーク W 表面に対してパルスレーザ L によって切断される内容、及び、当該切断内容に従って切断加工する際の加工順等の制御パラメータを含んで構成されている。当該加工データ D W における切断内容は、一又は複数の加工要素 D C を組み合わせて表現される。一の加工要素 D C は、図 5 に示すよ

うな、円形、直線、多角形等の一筆書きで切断可能な内容を示す。

本実施形態においては、ユーザは、P C 7の入力操作部 7 6等を操作することによって、所望の加工要素D Cを適宜配置し、組み合わせることによって、加工データD Wにおける切断内容を設定することができる。

[0076] S 2においては、C P U 7 1は、加工点設定処理を実行することによって、加工データD Wの切断内容を表現する為に、当該切断内容に従って複数の加工点Dを配置する。当該加工点設定処理（S 2）では、C P U 7 1は、H D D 7 5から加工点設定処理プログラム（図6参照）を読み出して実行する。

[0077] （加工点設定処理プログラムの処理内容）

ここで、加工点設定処理（S 2）で実行される加工点設定処理プログラムの処理内容について、図6を参照しつつ詳細に説明する。図6に示すように、加工点設定処理プログラムの実行を開始すると、C P U 7 1は、加工点配置処理を実行する（S 1 1）。

[0078] 加工点配置処理（S 1 1）では、C P U 7 1は、加工データD Wにおける各加工要素D Cに対して、多数の加工点Dを所定の基準ピッチPで配置する。例えば、図5に示す加工データD Wの場合、C P U 7 1が加工点配置処理（S 1 1）を実行することで、加工データD Wにおける各加工要素D Cに対して複数の加工点Dを配置する（図7参照）。

[0079] この加工点配置処理（S 1 1）について具体的に説明すると、C P U 7 1は、先ず、加工データD Wにおける一の加工要素D Cを処理対象として設定し、当該加工要素D Cの線上に基準点を設定し、当該基準点を基準として所定の基準ピッチP毎に加工点Dを配置する。本実施形態においては、C P U 7 1は、加工要素D Cの一端部に基準点を設定し、当該基準点を基準として、基準ピッチP毎に加工点Dを配置する（図8（A）参照）。加工要素D Cに対して、基準ピッチP毎に加工点Dを配置することによって、C P U 7 1は、単位距離当たりのエネルギー密度Eを設定し得る。このようにして、加工データD Wにおける各加工要素D Cに対して、基準ピッチP毎に加工点D

を配置した後、CPU 71は、S 12に処理を移行する。

[0080] S 12に移行すると、CPU 71は、加工点配置処理（S 11）により基準ピッチP毎に加工点Dが配置された加工データDWから、一の加工要素DCを処理対象として抽出する。一の加工要素DCを処理対象として抽出した後、CPU 71は、S 13に処理を移行する。

[0081] S 13においては、CPU 71は、処理対象として抽出された加工要素DCの加工要素長LCが基準ピッチPのN倍（ $N = 1, 2, 3 \dots N$ ）であるか否かを判断する。即ち、S 13における判断処理では、当該加工要素DCの加工要素長LCが基準ピッチPで割り切れるか否かを判断している。加工要素DCの加工要素長LCが基準ピッチPのN倍でない場合（S 13：YES）、CPU 71は、S 14に処理を移行する。一方、加工要素DCの加工要素長LCが基準ピッチPのN倍である場合（S 13：NO）、CPU 71は、S 16に処理を移行する。

[0082] S 14では、CPU 71は、処理対象として抽出された加工要素DCに対して、加工点調整処理を実行する。この場合の処理態様である加工要素DCは、加工要素長LCが基準ピッチPのN倍ではなく、ずれが生じている状態である。従って、当該加工点調整処理（S 14）においては、CPU 71は、当該加工要素DCの内、加工要素DCの端部と加工点Dの位置がずれている端部において、端部側における加工点Dの位置を、当該加工要素DCの端部と一致するように調整する。

[0083] ここで、加工点調整処理（S 14）の処理内容について、具体例を挙げて説明する。具体例としては、図5、図7に示す加工データDWから、処理対象として、直線を為す加工要素DCを抽出した場合を用いる。ここで、図8（A）に示すように、加工点配置処理（S 11）において、直線をなす加工要素DCに対しては、図8における左側に位置する一端部に基準点が設定され、基準ピッチP毎に加工点Dが配置される。この時、所定の基準ピッチPに対応して、単位距離当たりのエネルギー密度Eが設定される。

[0084] 図8（A）に示すように、この場合における直線状の加工要素DCでは、

当該加工要素DCにおける加工要素長LCの他端（図8における右側）と、基準ピッチP毎に配置された加工点Dの位置にずれが生じている。

[0085] この為、処理対象である直線状の加工要素DCについて、加工点調整処理（S14）が実行される。この場合、直線状における加工要素DCの他端部側（図8における右側）において、他端部側における加工点Dの位置を、当該加工要素DCの端部と一致するように、他端部側における加工点D間の基準ピッチPを、調整ピッチPAに調整する（図8（B）参照）。これにより、当該加工要素DCにおける複数の加工点Dは、加工要素DCの加工要素長LCと一致するように配置される。

[0086] 上述のようにして、処理対象として抽出された加工要素DCについて、加工点調整処理（S14）を実行して、加工要素DCの他端側における加工点Dを、加工要素DCの加工要素長LCと一致するように調整すると、CPU71は、調整ピッチPAに関する情報等をRAM72に格納して、S15に処理を移行する。

[0087] S15においては、CPU71は、エネルギー密度調整処理を実行して、基準ピッチPから調整ピッチPAに調整された部分に関して、単位距離当たりのエネルギー密度を調整する。具体的には、CPU71は、基準ピッチPから調整ピッチPAに調整された部分についての単位距離当たりのエネルギー密度Eに、基準ピッチPに対する調整ピッチPAの比率（即ち、調整ピッチPA／基準ピッチP）を乗算することによって、単位距離当たりの調整エネルギー密度EAを算出・設定する。このように設定することで、調整ピッチPAに対する単位距離当たりのエネルギー密度を、ピッチ調整前のエネルギー密度Eと同じになるように調整することができる。

[0088] そして、この場合における単位距離当たりのエネルギー密度Eを、調整エネルギー密度EAに調整する方法として、CPU71は、レーザ発振ユニット12から出射されるパルスレーザLのパルス数を増減させて設定する。CPU71は、基準ピッチPから調整ピッチPAに調整された部分に対するパルスレーザLの出射条件として、前記単位距離当たりのエネルギー密度（調

整エネルギー密度 E_A)がピッチ変更前のエネルギー密度 E と同じになるように、出射条件としての前記パルスレーザのパルス数を設定し、加工データ DW に規定する。処理対象として抽出された加工要素 DC に係るエネルギー密度調整処理($S15$)を終了すると、 $CPU71$ は、 $S16$ に処理を移行する。

[0089] $S16$ に移行すると、 $CPU71$ は、加工データ DW に含まれる全ての加工要素 DC についての処理($S12 \sim S15$)を完了したか否かを判断する。全ての加工要素 DC に対する処理を完了していない場合($S16: NO$)、 $CPU71$ は、 $S12$ に処理を戻し、加工データ DW に含まれる他の加工要素 DC に関する処理($S12 \sim S15$)を実行する。一方、全ての加工要素 DC に対する処理を完了している場合($S16: YES$)、 $CPU71$ は、加工点設定処理プログラムを終了し、加工データ処理プログラムの $S3$ に処理を移行する。

[0090] $S3$ においては、 $CPU71$ は、重複加工点除外処理を実行して、加工点設定処理($S2$)で設定された全ての加工点 D から、所定の重複範囲内に複数の加工点 D が位置する部分を特定し、当該重複範囲内から加工点 D を適宜除外する。当該重複加工点除外設定処理($S3$)では、 $CPU71$ は、 $HD75$ から重複加工点除外処理プログラム(図9参照)を読み出して実行する。

[0091] (重複加工点除外処理プログラムの処理内容)

ここで、重複加工点除外処理($S3$)で実行される重複加工点除外処理プログラムの処理内容について、図9を参照しつつ詳細に説明する。図9に示すように、重複加工点除外処理プログラムの実行を開始すると、 $CPU71$ は、加工点設定処理($S2$)で加工データ DW に設定された全ての加工点 D から、処理対象として一の加工点 D (以下、対象加工点)を抽出する($S21$)。加工データ DW から対象加工点を抽出した後、 $CPU71$ は、 $S22$ に処理を移行する。

[0092] $S22$ においては、 $CPU71$ は、各加工点 D に係る XY 座標データに基

づいて、抽出した対象加工点を基準として設定される重複範囲内に、他の加工点Dが存在するか否かを判断する。当該重複範囲は、対象加工点を中心とし、所定距離を半径とする円形に設定される。対象加工点に係る重複範囲内に他の加工点Dが存在する場合（S 2 2 : Y E S）、C P U 7 1 は、S 2 3 に処理を移行する。一方、対象加工点に係る重複範囲内に他の加工点Dが存在していない場合（S 2 2 : N O）、C P U 7 1 は、S 2 4 に処理を移行する。

[0093] S 2 3 では、C P U 7 1 は、R A M 7 2 に格納されている加工データDWを読み出して、対象加工点に係る重複範囲内に存在する他の加工点Dを、全て加工データDWから除外する。対象加工点に係る重複範囲内から他の加工点Dを全て除外した後、C P U 7 1 は、S 2 4 に処理を移行する。

[0094] S 2 4 に移行すると、C P U 7 1 は、加工データDWにおける全ての加工点D（既に除外された加工点Dを除く）について、重複範囲内における他の加工点の除外に係る処理（S 2 1 ~ S 2 3）を完了しているか否かを判断する。全ての加工点Dについての処理を完了している場合（S 2 4 : Y E S）、C P U 7 1 は、重複加工点除外処理プログラムを終了し、加工データ処理プログラムのS 4 に処理を移行する。一方、全ての加工点Dについての処理を完了していない場合（S 2 4 : N O）、C P U 7 1 は、S 2 1 に処理を戻し、未だ対象加工点として抽出されていない他の加工点Dに関する処理（S 2 1 ~ S 2 3）を実行する。

[0095] S 4 においては、C P U 7 1 は、基準距離設定処理を実行して、加工データDWにおける全加工点Dの加工順の決定に用いられる基準距離を、ワークWの物性（例えば、ワークWの構成材料や、ワークWの厚み）等に応じて決定する。具体的に、基準距離設定処理（S 4）では、C P U 7 1 は、ワーク情報入力ウィンドウ80を液晶ディスプレイ77に表示して、入力操作部76による操作に基づいて、ワークWの物性を示すワーク情報の入力を受け付ける。その後、C P U 7 1 は、ワーク情報入力ウィンドウ80によって受け付けたワーク情報と、後述する基準距離設定テーブル（図11参照）に基づ

いて、加工順の決定に用いられる基準距離を設定する。ワークWの物性に対応する基準距離を設定した後、CPU 71は、基準距離設定処理（S4）を終了し、加工データ処理プログラムのS5に処理を移行する。

[0096] （ワーク情報入力ウィンドウの構成）

ワーク情報入力ウィンドウ80は、基準距離設定処理（S4）において、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、今回の切断加工におけるワークWの物性を示すワーク情報の入力に用いられる。図10に示すように、ワーク情報入力ウィンドウ80は、ワーク厚設定部82と、ワーク材質設定部81と、設定完了ボタン83とを有している。

[0097] ワーク材質設定部81は、今回の切断加工におけるワーク情報の一つとして、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、異なる複数のワークWの材質（例えば、アルミニウム、鉄等）から、今回の切断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、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、ユーザは、ワーク材質設定部81に対する操作を行うことで、今回の切断加工に用いるワークWの材質を特定し、当該ワークWの材質をワーク情報の一つとして設定し得る。

[0098] ワーク厚設定部82は、今回の切断加工におけるワーク情報の一つとして、ワークWの厚み（板厚）の入力を受け付ける。ワーク厚設定部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の厚みから、今回の切断加工に用いるワークWの厚みを選択可能に構成されている。従って、ユーザは、ワーク厚設定部82に対する操作を行うことで、今回の切断加工に用いるワークWの厚みを特定し、当該ワークWの厚みをワーク情報の一つとして設定し得る。

[0099] 設定完了ボタン83は、ワーク情報入力ウィンドウ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、CPU 71は、ワーク情報入力ウィンドウ 80の各設定部で受け付けた条件を、今回の切断加工におけるワーク情報として設定する。

[0100] (基準距離設定テーブルの内容)

続いて、基準距離設定処理 (S 4) において、基準距離を設定する際に参照される基準距離設定テーブルについて、図 11を参照しつつ詳細に説明する。図 11に示すように、基準距離設定テーブルは、ワークWの材質 (構成材料) 及びワークWの厚み (板厚) に対して、加工データ DWにおける各加工点 Dの加工順を決定する為の基準距離を対応付けて構成されている。

[0101] 具体的には、基準距離設定テーブルにおいては、ワークWの材質ごとに、光吸収率や熱伝導度等が異なるので、ワークWの材質 (例えば、アルミニウム、鉄等) 毎に、異なる基準距離が対応付けられている。更に、当該基準距離設定テーブルでは、ワークWの厚みが小さい程、切断加工でワークWが許容し得る最大入熱量が小さくなる為、ワークWの厚みが小さい程、大きな基準距離が対応付けられている。

[0102] 従って、基準距離設定処理 (S 4) においては、CPU 71は、ワーク情報入力ウィンドウ 80で入力されたワーク情報と、基準距離設定テーブル (図 11 参照) に基づいて、切断加工を行う上で加工点 D間における加工の影響を適切に抑制可能な基準距離を設定することができる。ワーク情報に対応する基準距離を RAM 72に格納した後、CPU 71は、S 5に処理を移行する。

[0103] S 5に移行すると、CPU 71は、加工順決定処理を実行することによって、S 5に移行した時点における加工データ DWに含まれる全ての加工点 Dの加工順を決定する。当該加工順決定処理 (S 5) においては、CPU 71は、HDD 75から加工順決定処理プログラム (図 12 参照) を読み出して実行する。

[0104] (加工順決定処理プログラムの処理内容)

次に、加工順決定処理 (S 5) で実行される加工順決定処理プログラムの

処理内容について、図 1 2 を参照しつつ詳細に説明する。加工順決定処理プログラムの実行を開始すると、CPU 7 1 は、加工順指定処理（S 3 1）を実行する。

[0105] 加工順指定処理（S 3 1）では、CPU 7 1 は、PC 7 における入力操作部 7 6 の操作に基づいて、S 5 に移行した時点における加工データ DW に含まれる全ての加工点 D から、任意の加工点 D の選択を受け付け、選択された加工点 D に対して、ユーザ所望の加工順の入力を受け付ける。選択された加工点 D と、当該加工点 D に入力された加工順を RAM 7 2 に格納した後、CPU 7 1 は、S 3 2 に処理を移行する。

[0106] 尚、以下の説明においては、加工順指定処理（S 3 1）でユーザ所望の加工順が指定された加工点 D を「指定済加工点」といい、加工順指定処理（S 3 1）でユーザ所望の加工順が指定されていない加工点 D を「未指定加工点」という。

[0107] S 3 2 においては、CPU 7 1 は、加工データ DW に含まれる未指定加工点から、一の未指定加工点を、処理対象としてランダムに抽出する。処理対象として抽出された未指定加工点を、「抽出加工点」という。一の未指定加工点を抽出し、抽出加工点とした後、CPU 7 1 は、S 3 3 に処理を移行する。

[0108] S 3 3 に移行すると、CPU 7 1 は、抽出加工点及び他の未指定加工点に係る XY 座標データと、基準距離設定処理（S 4）により設定された基準距離とに基づいて、抽出加工点から基準距離以上離間した未指定加工点があるか否かを判断する。抽出加工点から基準距離以上離間した未指定加工点がある場合（S 3 3 : YES）、CPU 7 1 は、S 3 4 に処理を移行する。一方、抽出加工点から基準距離以上離間した未指定加工点が存在していない場合（S 3 3 : NO）、CPU 7 1 は、S 3 2 に処理を戻し、他の未指定加工点を抽出する。

[0109] S 3 4 では、CPU 7 1 は、抽出加工点から基準距離以上離間した未指定加工点の内から、一の未指定加工点をランダムに抽出する。一の未指定加工

点を抽出した後、CPU 71は、S 35に処理を移行する。

[0110] S 35においては、CPU 71は、抽出加工点から基準距離以上離間し、S 34で抽出された一の未指定加工点について、仮加工順を設定する。当該仮加工順は、S 35の処理を実行する毎に、昇順で番号を付与することによって設定される。S 34で抽出した一の未指定加工点の仮加工順をRAM 72に格納した後、CPU 71は、S 36に処理を移行する。尚、S 35を終了する時点で、CPU 71は、S 34で抽出された未指定加工点を、次の抽出加工点に設定する。

[0111] S 36に移行すると、CPU 71は、RAM 72に格納されている加工順指定処理（S 31）の処理結果及び仮加工順に基づいて、加工データDWに含まれる全ての未指定加工点に対する処理を完了しているか否かを判断する。加工データDWに含まれる全ての未指定加工点に対する処理を完了している場合（S 36：YES）、CPU 71は、S 37に処理を移行する。一方、加工データDWに含まれる全ての未指定加工点に対する処理を完了していない場合（S 36：NO）、CPU 71は、S 33に処理を戻す。

[0112] S 37では、CPU 71は、S 32～S 36の処理に基づいて設定された仮加工順に対して、加工順指定処理（S 31）で指定された各指定加工点に係る加工順を挿入して、加工データDWに含まれる全ての加工点Dに係る加工順を決定する。このように加工順を決定することにより、切断加工の実行に伴うワークWのダメージを抑制しつつ、ユーザの希望を加工順に反映させることができる。決定した加工順をRAM 72に格納した後、CPU 71は、加工順決定処理プログラムを終了し、加工データ処理プログラムのS 6に処理を移行する。

[0113] S 6に移行すると、CPU 71は、冷却期間設定処理を実行することで、加工データDWにおける加工点Dを、加工順決定処理（S 6）で決定された加工順に従って切断加工を行う際に、加工点D間を走査する過程で、パルスレーザLの照射及びガルバノスキャナ19による走査を待機する冷却期間を、加工点D間の距離に応じて適切に設定する。当該冷却期間設定処理（S 6

）においては、CPU 71は、HDD 75から冷却期間設定処理プログラム（図13参照）を読み出して実行する。

[0114] （冷却期間設定処理プログラムの処理内容）

続いて、冷却期間設定処理（S6）で実行される冷却期間設定処理プログラムの処理内容について、図13を参照しつつ詳細に説明する。冷却期間設定処理プログラムの実行を開始すると、CPU 71は、まず、加工順決定処理（S6）で決定した加工順に関する情報を、RAM 72から読み出す（S41）。RAM 72から加工順に関する情報を読み出した後、CPU 71は、S42に処理を移行する。

[0115] S42では、CPU 71は、S41で読み出した加工順に関する情報に基づいて、加工順の早い方から順に、連続する2つの加工順にあたる加工点Dを特定し、特定した2つの加工点Dに係るXY座標データを読み出す。加工順が連続する2つの加工点Dを抽出した後、CPU 71は、S43に処理を移行する。

[0116] S43に移行すると、CPU 71は、S42で抽出した2つの加工点DのXY座標データから、抽出した2つの加工点D間の距離を算出し、当該2つの加工点D間の距離が所定値以上であるか否かを判断する。抽出した2つの加工点D間の距離が所定値以上である場合（S43：YES）、CPU 71は、S44に処理を移行する。一方、抽出した2つの加工点D間の距離が所定値よりも小さい場合（S43：NO）、CPU 71は、S45に処理を移行する。

[0117] S44においては、CPU 71は、抽出した2つの加工点D（即ち、連続する加工順にあたる2つの加工点D）の間を走査する過程における冷却期間の長さを、当該加工点D間の距離に応じた長さに設定する。具体的には、CPU 71は、基準冷却期間に、抽出した2つの加工点D間の距離に対する所定値の比率（即ち、所定値／2つの加工点D間の距離）を乗算することによって、抽出した2つの加工点D間の距離に応じた冷却期間を算出して設定して、RAM 72に格納する。ここで、基準冷却期間は、2つの加工点D間の

距離が所定値よりも小さい場合に設定される冷却期間の初期値を意味する。
抽出した2つの加工点Dに対する冷却期間を設定した後、CPU71は、S45に処理を移行する。

[0118] S45に移行すると、CPU71は、RAM72に格納されている冷却期間を参照して、加工データDWに含まれる全ての加工点Dに関する処理（S42～S44）を完了したか否かを判断する。加工データDWにおける全ての加工点Dに対する処理を完了している場合（S45：YES）、CPU71は、冷却期間設定処理プログラムを終了し、加工データ処理プログラムのS7に処理を移行する。一方、加工データDWにおける全ての加工点Dに対する処理を完了していない場合（S45：NO）、CPU71は、S42に処理を戻し、次の加工順に係る2つの加工点D間についての処理（S42～S44）を実行する。

[0119] S7においては、CPU71は、加工実行処理を実行し、ワークWに対する切断加工の実行開始を指示する加工開始指示と共に、S1～S6を経て作成された加工データDWを、レーザコントローラ5に対して送信する。当該加工データDWは、切断内容を示す各加工点DのXY座標データ、レーザ強度データに加えて、加工順決定処理（S5）で決定された加工順や、冷却期間設定処理（S6）で設定された冷却期間に関する情報を含んで構成されている。加工開始指示及び加工データを、レーザコントローラ5に対して送信した後、CPU71は、加工データ処理プログラムを終了する。

[0120] そして、加工実行処理（S7）でPC7から送信された加工開始指示及び加工データを受信すると、レーザコントローラ5のCPU61は、受信した加工データに従って、レーザドライバ51及びガルバノドライバ57を制御して、ワークWに対する切断加工を行う。これにより、本実施形態に係るレーザ加工システム100によれば、加工データDWの加工内容に従った所望の切断加工を実現すると同時に、加工点Dのピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制することができる。

[0121] 以上説明したように、本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、PC 7 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。

[0122] 当該レーザ加工システム 100 は、加工点設定処理 (S 3) を実行することによって、加工データ DW の各加工要素 DC に配置された各加工点 D のピッチを、加工要素 DC の加工要素長 LC に対応して変更する (S 14) ので、加工データ DW の各加工要素 DC に基づく切断加工を、ワーク W に施すことができる。そして、当該レーザ加工システム 100 によれば、図 8 に示すように、加工データ DW の加工要素 DC における加工要素長 LC に応じて、基準ピッチ P から調整ピッチ PA に調整した部分についての単位距離当たりのエネルギー密度を、ピッチ変更前と同じになるように、エネルギー密度 E から調整エネルギー密度 EA に調整する (S 15)。即ち、当該レーザ加工システム 100 によれば、加工データ DW における各加工要素 DC について、加工要素長 LC に対応して複数の加工点 D の内、一部のピッチを変更して配置することで (S 14)、各加工要素 DC に準じた切断加工を実現すると同時に、エネルギー密度調整処理 (S 15) を実行すること、加工点 D のピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制することができる。

[0123] そして、当該レーザ加工システム 100 によれば、加工点配置処理 (S 11) において、加工要素 DC における一端部を基準として、基準ピッチ P 毎に加工点 D を配置し (図 8 (A) 参照)、その後、加工要素 DC における他端部における加工点 D のピッチを、基準ピッチ P から調整ピッチ PA に調整し (S 14)、当該部分における単位距離当たりのエネルギー密度が、ピッチ変更前と同じになるように調整するため (S 15)、加工点 D のピッチの変化に伴う加工品質の低下を抑制し、且つ基準点近傍におけるピッチが変更されない一端側の領域と、ピッチが変更される他端側の領域を明確にし、加工への影響を制御することができる。

[0124] 又、エネルギー密度調整処理（S 1 5）において、基準ピッチPから調整ピッチP Aに調整された部分についての単位距離当たりのエネルギー密度Eに、基準ピッチPに対する調整ピッチP Aの比率（即ち、調整ピッチP A／基準ピッチP）を乗算することで、調整ピッチP Aに対する単位距離当たりのエネルギー密度を、ピッチ調整前のエネルギー密度Eと同じになるように調整することができ、もって、加工点Dのピッチの調整前後において、加工要素D Cにおける単位距離当たりのエネルギー密度を保つことができる。

[0125] そして、エネルギー密度調整処理（S 1 5）において、レーザ加工システム1 0 0は、エネルギー密度Eから調整エネルギー密度E Aに調整する際に、レーザ発振ユニット1 2から出射されるパルスレーザLのパルス数を調整するので、単位距離当たりのエネルギー密度を、基準ピッチPから調整ピッチP Aへの調整に応じて、ピッチ変更前のエネルギー密度と同じになるようにすることができる。又、当該レーザ加工システム1 0 0においては、パルスレーザLのパルス数に関する調整は比較的容易に行うことができるので、加工点Dのピッチの調整前後において、加工要素D Cにおける単位距離当たりのエネルギー密度を、確実に保つことができる。

[0126] そして、当該レーザ加工システム1 0 0においては、C P U 7 1は、重複加工点除外処理（S 3）を実行することによって、加工データD Wにおける全ての加工点Dから、一の加工点Dを基準に設定される重複範囲内に他の加工点Dが存在するか否かを判断し（S 2 2）、ちょうふく範囲内に位置する他の加工点Dを、加工データD Wから除外する（S 2 3）。ここで、複数の加工点Dが重複範囲内にある場合、当該複数の加工点Dに対して、パルスレーザLを照射して切断加工を行うと、パルスレーザLの照射によるワークWへのダメージが大きくなりすぎ、加工品質を低下させてしまう場合がある。この点、当該レーザ加工システム1 0 0によれば、重複範囲内に位置する複数の加工点Dの内、一の加工点DにのみパルスレーザLを照射して、他の加工点Dを、パルスレーザLの照射対象から除外する為、パルスレーザLによるワークWの過剰なダメージを抑制することができ、加工品質の低下を抑制

することができる。

[0127] 当該レーザ加工システム100によれば、加工順決定処理（S5）を実行することによって、加工データDWにおける加工点Dについて、2つの加工点Dの間が基準距離以上となるように、加工データDWにおける全ての加工点Dに係る加工順を決定することができる。ここで、ワークWにパルスレーザLを照射して、加工点Dの切断加工を行った場合、当該加工点Dの周囲には熱が残り、当該加工点D近傍を連続して加工すると、ワークWに対するダメージが多大なものになってしまう場合がある。この点、当該レーザ加工システム100によれば、2つの加工点D間の距離が基準距離以上となるように、加工データにおける各加工点Dの加工順を決定する為、ワークWに対するダメージを最小限に留めつつ、加工データDWに基づく切断加工を実行することができる。

[0128] 更に、当該レーザ加工システム100によれば、加工順決定処理（S5）に先んじて基準距離設定処理（S4）を実行することで、ワークWの材質及びワークWの厚みに対応する基準距離を設定することができる（図10、図11参照）。当該基準距離は、加工順決定処理（S5）における加工順の決定に関する基準として用いられる（S33）為、当該レーザ加工システム100によれば、ワークWの物性（構成材料や板厚に応じて、各加工点Dの加工順を決定することができるので、当該ワークWに対するダメージを、ワークWの構成に応じた適切な態様で最小限に留めつつ、加工データDWに基づく切断加工を実行し得る。

[0129] 又、当該レーザ加工システム100によれば、加工順決定処理（S5）において、加工順指定処理（S31）を実行することによって、加工データDWにおける加工点Dから、任意の加工点Dを選択して、選択した加工点Dに対する加工順を、ユーザ所望の加工順に設定することができ、ユーザ所望の切断加工を実現することができる。更に、加工順決定処理（S5）では、未指定加工点については、2つの加工点Dの間が基準距離以上となるように、加工点Dに係る加工順を決定する為、当該レーザ加工システム100は、ワ

ークWに対するダメージを最小限に留めることができる。

[0130] 更に、当該レーザ加工システム100によれば、冷却期間設定処理（S6）を実行することによって、連続する加工順となる2つの加工点Dの間を移動する際に、ワークWを冷却する為の冷却期間を、当該2つの加工点D間の距離に応じて設定することができる。即ち、連続する2つの加工点Dにおいて、先の加工点Dに対するパルスレーザLの照射に起因する熱の影響が、次の加工点Dに対する加工に影響を及ぼし得る場合に、当該レーザ加工システム100は、適切な冷却期間を設けて、ワークWを冷却することができるので、ワークWに対するダメージを抑え、加工品質の低下を抑制することができる。

[0131] 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、本発明におけるビーム加工装置の一例である。そして、レーザ発振ユニット12は、本発明におけるビーム出射部の一例であり、ガルバノスキャナ19は、本発明における照射位置移動部の一例である。又、PC7及び制御部70は、本発明における加工データ取得部、出射条件決定部、加工点配置部、加工点変更部、出射条件調整部、判断部、加工点除外部、加工順決定部、基準距離設定部、判定部、冷却期間設定部の一例である。そして、制御部70、入力操作部76、ワーク情報入力ウィンドウ80は、本発明における加工条件取得部の一例であり、制御部70、入力操作部76、液晶ディスプレイ77は、加工順設定部の一例である。パルスレーザLは、本発明におけるビームの一例であり、基準ピッチPは、本発明における所定ピッチの一例である。加工データDWは、本発明における加工データの一例であり、加工点Dは、本発明における加工点の一例である。

[0132] 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、パルスレーザLを出射して切断加工、トリミング加工若しくは穿孔加工を行うレーザ加工装置1及びレーザ加工システム100であったが、本発明に係るビーム加

工装置は、この態様に限定されるものではなく、マーキング加工などに使用することができる。ワークWに対する加工が可能であれば、パルスレーザLに限らず、種々のビームを用いることができる。

[0133] 上述した実施形態では、エネルギー密度調整処理（S 1 5）において、エネルギー密度Eを調整エネルギー密度E Aとする場合には、パルスレーザLのパルス数を変更することで行っていたが、この態様に限定されるものではない。例えば、パルスレーザLの周波数を増減させることで、当該パルスレーザLによりワークWに付与されるエネルギー密度Eを増減させて、調整エネルギー密度E Aに調整することも可能である。同様に、ビーム（例えば、パルスレーザL）のピークパワーを増減させることで、ワークWに付与されるエネルギー密度Eを増減させて、調整エネルギー密度E Aに調整することも可能である。

[0134] そして、上述した場合においては、パルスレーザLにおけるパルス数、パルスレーザLの周波数、ビームのピークパワーを個別に用いて、エネルギー密度Eを調整エネルギー密度E Aに調整していたが、パルスレーザLにおけるパルス数、ビームのピークパワー、パルスレーザLの周波数における複数項目を組み合わせて調整することで、エネルギー密度Eを増減させて、調整エネルギー密度E Aに調整することも可能である。

[0135] 上述した実施形態の加工順決定処理（S 5）においては、基準距離設定処理（S 4）で設定された基準距離を用いて、加工データDWの各加工点Dに関する加工順を決定していたが、この態様に限定されるものではない。例えば、加工順決定処理（S 5）において、S 3 2で未使用加工点を抽出した後、加工データDWにおける未使用加工点の内、抽出した未使用加工点から最も遠く離れた一の未使用加工点を抽出して、加工順を決定するように構成することも可能である。この場合においても、ワークWに対するダメージを最小限に留めつつ、加工データDWに基づく切断加工を実行することができる。

[0136] 又、上述した実施形態における加工点配置処理（S 1 1）では、CPU 7

1 は、加工データ DWにおける加工要素 DCの一端部に基準点を設定して、基準ピッチ P毎に加工点 Dを配置して、S 1 4、S 1 5では、加工要素 DCの他端部について、加工点 D間のピッチ及びエネルギー密度の調整を行っていたが、この態様に限定されるものではない。例えば、加工点配置処理（S 1 1）における加工点 Dの配置に係る基準点は、加工要素 DC上であれば、加工要素 DCの端部でなくてよく、適宜の位置に設定することができる。この場合における S 1 4、S 1 5では、加工点 D間のピッチ及びエネルギー密度の調整を、加工要素 DCの両端部で行われる。

[0137] 又、上述した実施形態においては、光シャッター部 1 3は、シャッターモータ 2 6のモータ軸と共に、シャッター 2 7を回転させることで、パルスレーザ Lの光路を開放・遮断する構成であったが、シャッター 2 7を移動させることで、パルスレーザ Lの光路を開放・遮断可能な構成であれば、種々の態様を採用することができる。例えば、ソレノイドによって、シャッター 2 7を回転移動させてもよい。又、ソレノイドによって、シャッター 2 7をスライド移動させる構成であってもよい。

符号の説明

[0138]	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	P C
	1 2	レーザ発振ユニット
	1 9	ガルバノスキャナ
	7 0	制御部
	7 1	C P U
	7 2	R A M
	7 3	R O M

7 6	入力操作部
7 7	液晶ディスプレイ
1 0 0	レーザ加工システム
L	パルスレーザ
D W	加工データ
D C	加工要素
P	基準ピッチ
P A	調整ピッチ
E	エネルギー密度
E A	調整エネルギー密度

請求の範囲

[請求項1]

ワークを加工する為のビームを出射するビーム出射部と、
前記ビーム出射部から出射されたビームの前記ワークにおける照射位置を相対移動させる照射位置移動部と、
前記ビーム出射部からのビームを用いた加工内容を示す加工データを取得する加工データ取得部と、
前記ビームを用いた前記ワークの加工に関する加工条件を取得する加工条件取得部と、
前記加工条件取得部によって取得した加工条件に基づいて、前記ビーム出射部から出射されるビームの出射条件を決定する出射条件決定部と、
前記加工データ取得部で取得した加工データに基づいて、前記加工データの加工内容を構成する線分に対して、前記ビームが照射される加工点を所定ピッチ毎に配置する加工点配置部と、
前記加工データの加工内容に対応して、前記加工点配置部によって配置された前記加工点の一部のピッチを変更する加工点変更部と、
前記加工点変更部によってピッチを変更した部分における前記ビームの加工点に対して、前記ビームの照射により与えられる単位距離あたりのエネルギー密度が、ピッチ変更前のエネルギー密度と同じになるように、前記出射条件決定部によって決定された出射条件を調整する出射条件調整部と、を有する
ことを特徴とするビーム加工装置。

[請求項2]

前記加工点配置部は、
前記加工データの加工内容を構成する線分上に基準点を設定し、当該基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、
前記加工点変更部は、
前記線分の一部における前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更する

ことを特徴とする請求項 1 記載のビーム加工装置。

[請求項3]

前記加工点配置部は、

前記加工データの加工内容を構成する線分の一端に基準点を設定し、当該基準点を基準として、前記加工点を所定ピッチ毎に配置し、

前記加工点変更部は、

前記線分のおける前記加工点のピッチを、前記加工データの加工内容に応じて変更する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のビーム加工装置。

[請求項4]

前記出射条件調整部は、

前記加工点配置部による前記加工点のピッチと、前記加工点変更部によって変更された前記加工点のピッチとの比に比例して、前記ピッチを変更した部分に与えられる単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、前記出射条件を調整する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載のビーム加工装置。

[請求項5]

前記出射条件調整部は、

前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、変更されたピッチに応じて、前記出射条件としての前記ビームのピークエネルギーを調整する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載のビーム加工装置。

[請求項6]

前記ビーム出射部は、前記ビームとして、パルスレーザを出射し、前記出射条件調整部は、

前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになるように、変更されたピッチに応じて、前記出射条件としての前記パルスレーザのパルス数を調整する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載のビーム加工装置。

- [請求項7] 前記ビーム出射部は、前記ビームとして、パルスレーザを出射し、
前記出射条件調整部は、
前記単位距離あたりのエネルギー密度がピッチ変更前と同じになる
ように、変更されたピッチに応じて、前記出射条件としての前記パル
スレーザの周波数を調整する
ことを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れかに記載のビーム加工
装置。
- [請求項8] 前記加工データの加工内容を構成する一の加工要素における加工点
と、前記加工データの加工内容を構成する他の加工要素における加工
点とが所定範囲内に位置するか否かを判断する判断部と、
前記判断部によって、前記一の加工要素における加工点と、前記他
の加工要素における加工点が所定範囲内であると判断された場合に、
前記一の加工要素における加工点と、前記他の加工要素における加工
点の何れか一方に対する前記ビームの出射を中止する加工点除外部と
、を有する
ことを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れかに記載のビーム加工
装置。
- [請求項9] 前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点に含まれる
一の加工点と、当該一の加工点の次に加工される加工点との間の距離
が、基準距離以上となるように、前記加工データの加工内容に対して
配置された各加工点の加工順を決定する加工順決定部を有する
ことを特徴とする請求項1乃至請求項8の何れかに記載のビーム加工
装置。
- [請求項10] 前記加工条件取得部は、前記加工条件として、前記ワークの構成に
関する情報を取得し、
前記加工条件取得部によって取得された前記ワークの構成に関する
情報に基づいて、前記基準距離を設定する基準距離設定部を有する
ことを特徴とする請求項9記載のビーム加工装置。

[請求項11] 前記加工データの加工内容に対して配置された加工点から任意の加工点の選択を受け付けると共に、選択された加工点に対する加工順の設定を受け付ける加工順設定部を有し、

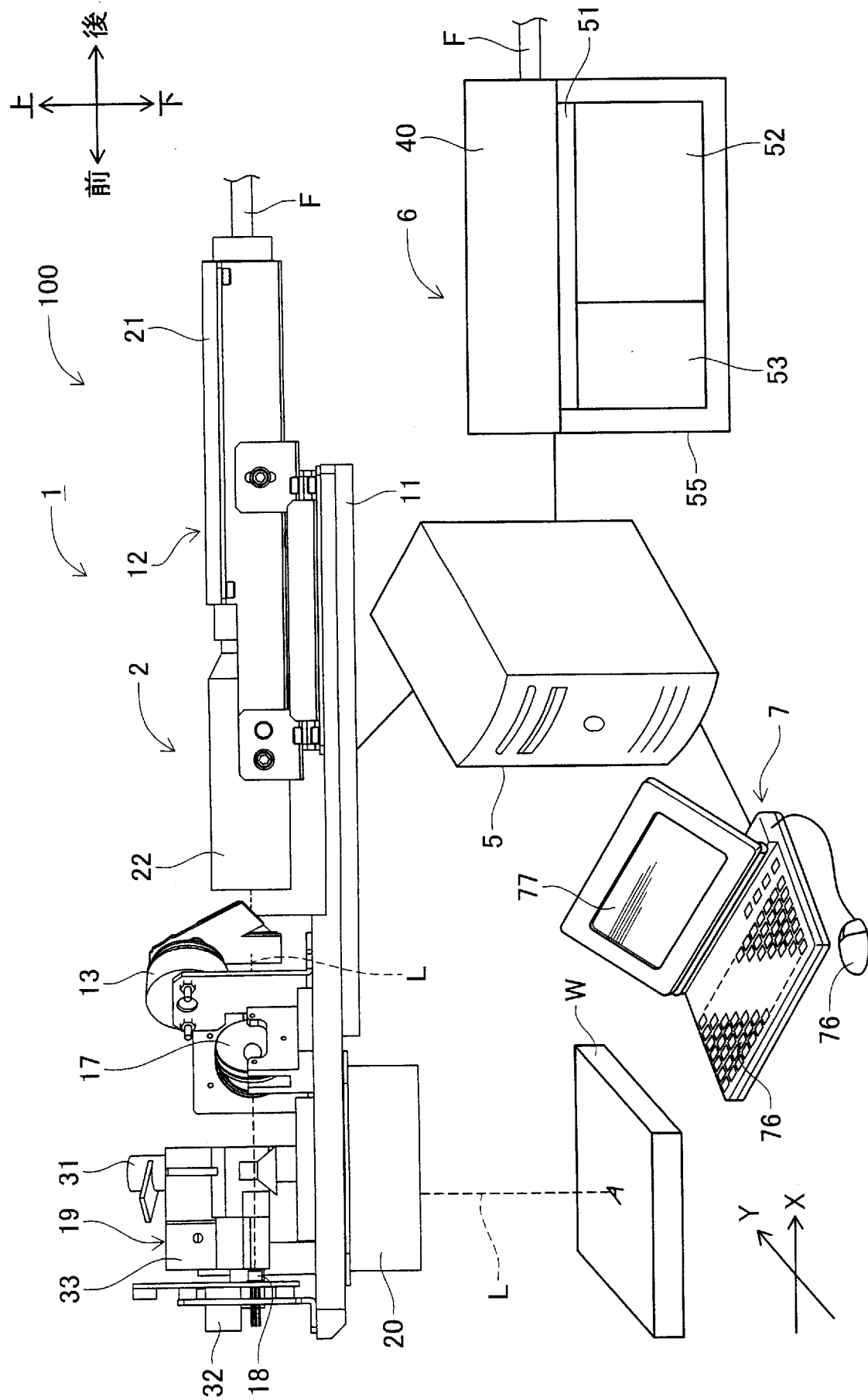
前記加工順決定部は、

前記加工データの加工内容に対して配置された各加工点の内、前記加工順設定部で加工順が設定された加工点及び加工順を除いて、前記加工データの加工内容における加工点の加工順を決定することを特徴とする請求項9又は請求項10記載のビーム加工装置。

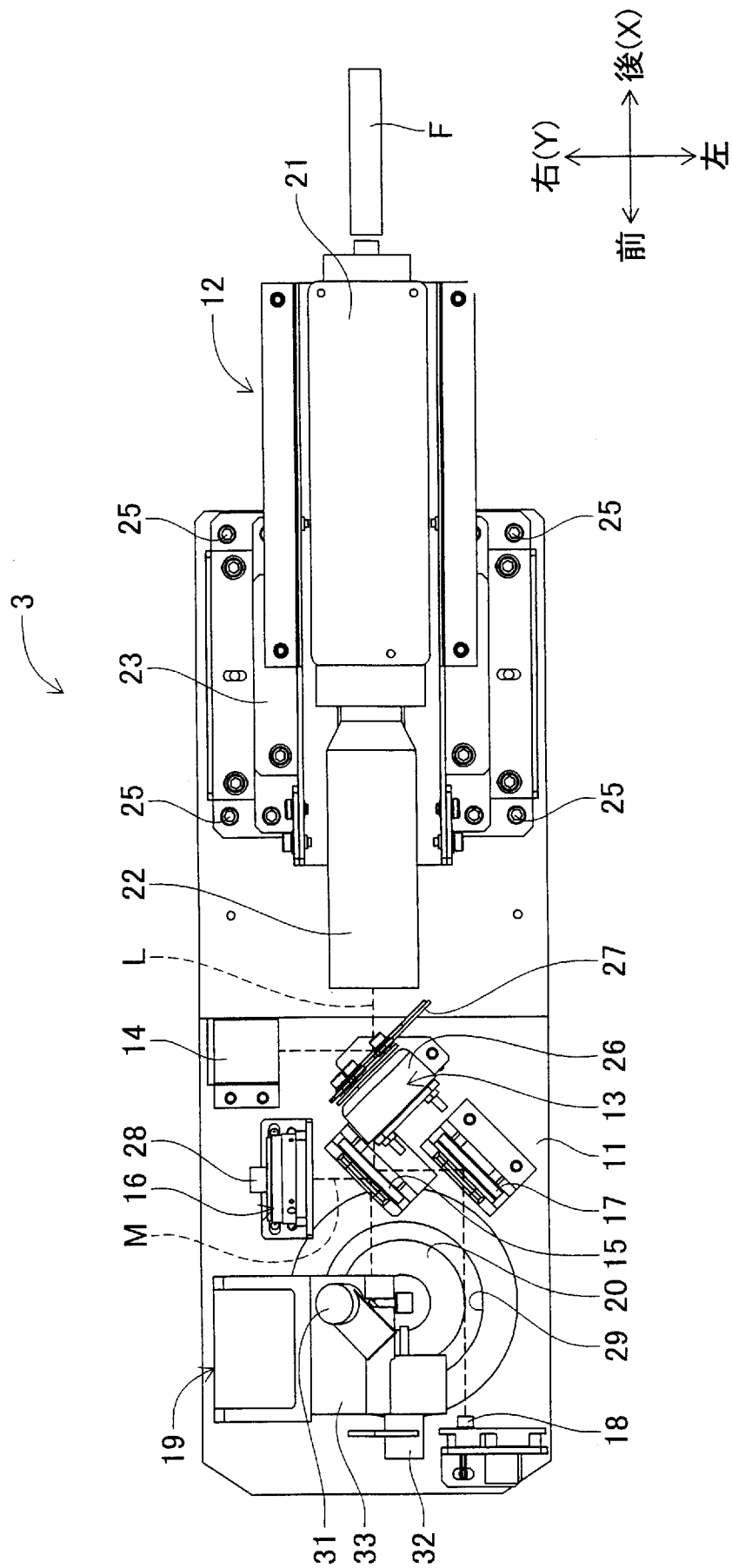
[請求項12] 前記加工順決定部によって決定された加工順において、連続する2つの加工点間の距離が所定距離未満であるか否かを判定する判定部と、

前記判定部によって、前記連続する2つの加工点間の距離が所定距離未満であると判定された場合に、前記ビームの照射位置が前記連続する2つの加工点間を移動する際に、前記ワークを冷却する為の冷却期間を設定する冷却期間設定部と、を有することを特徴とする請求項9乃至請求項11の何れかに記載のビーム加工装置。

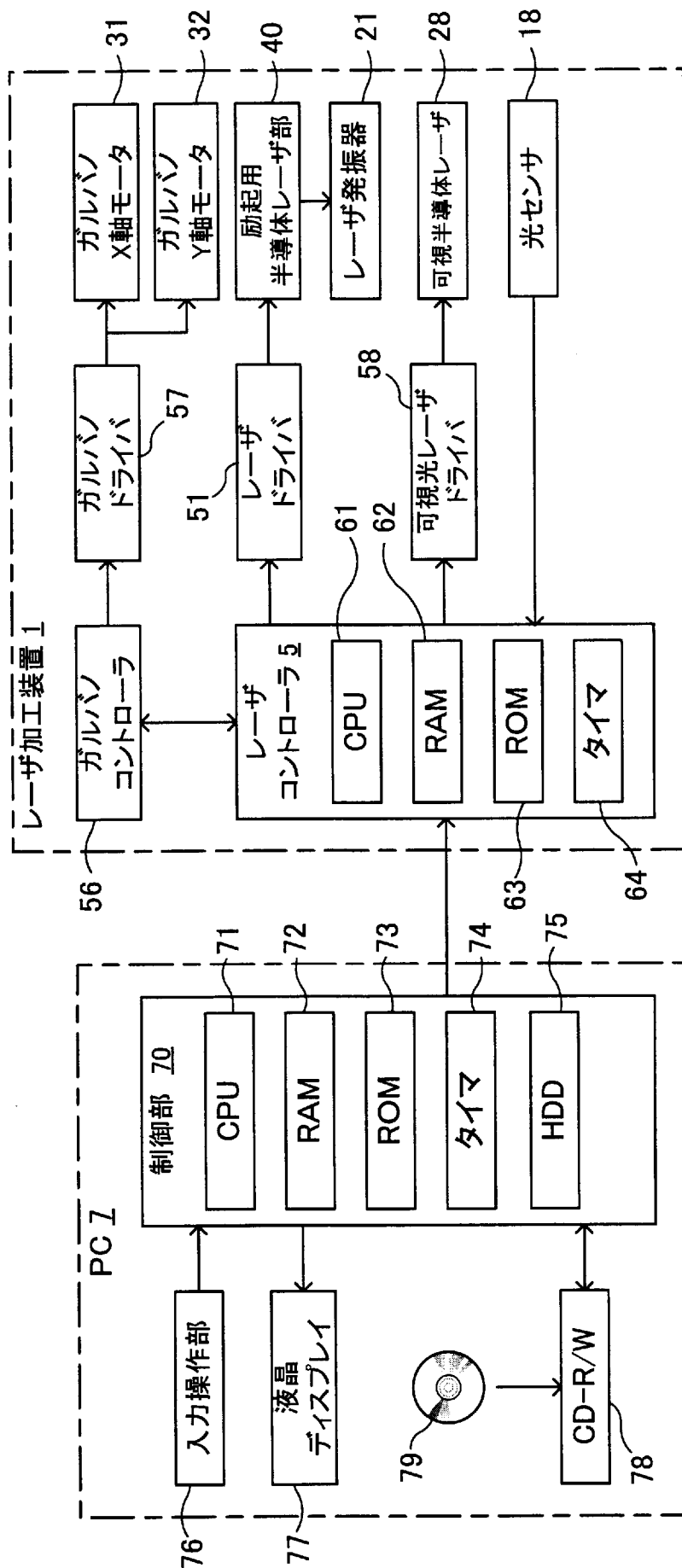
[図1]



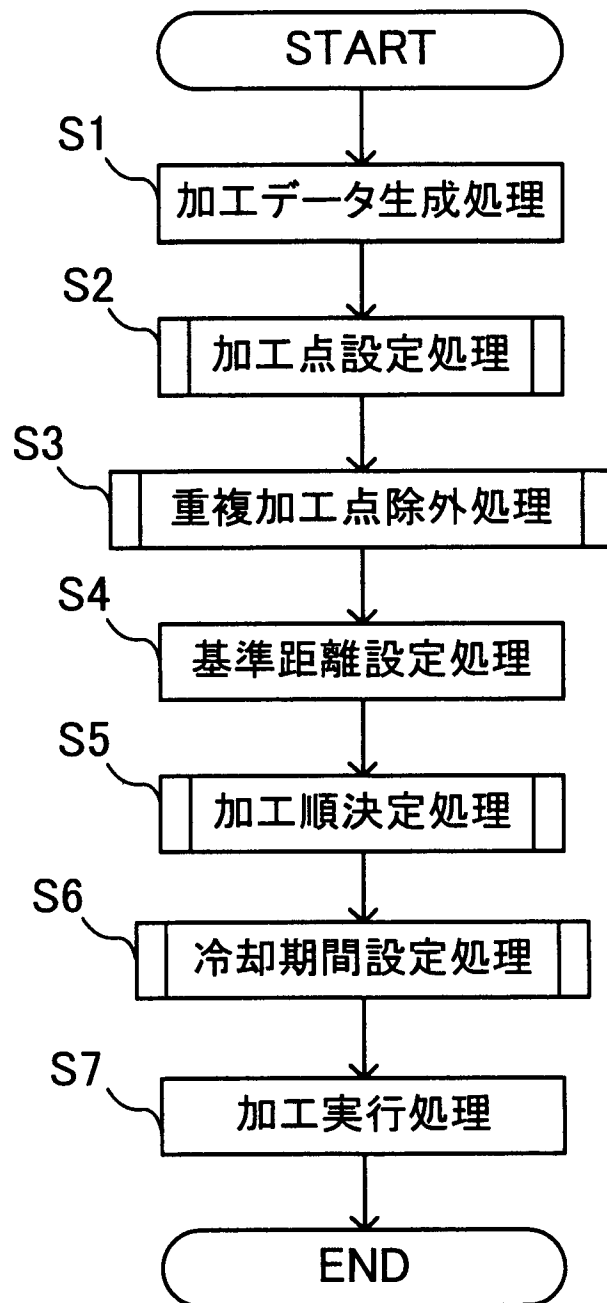
[図2]



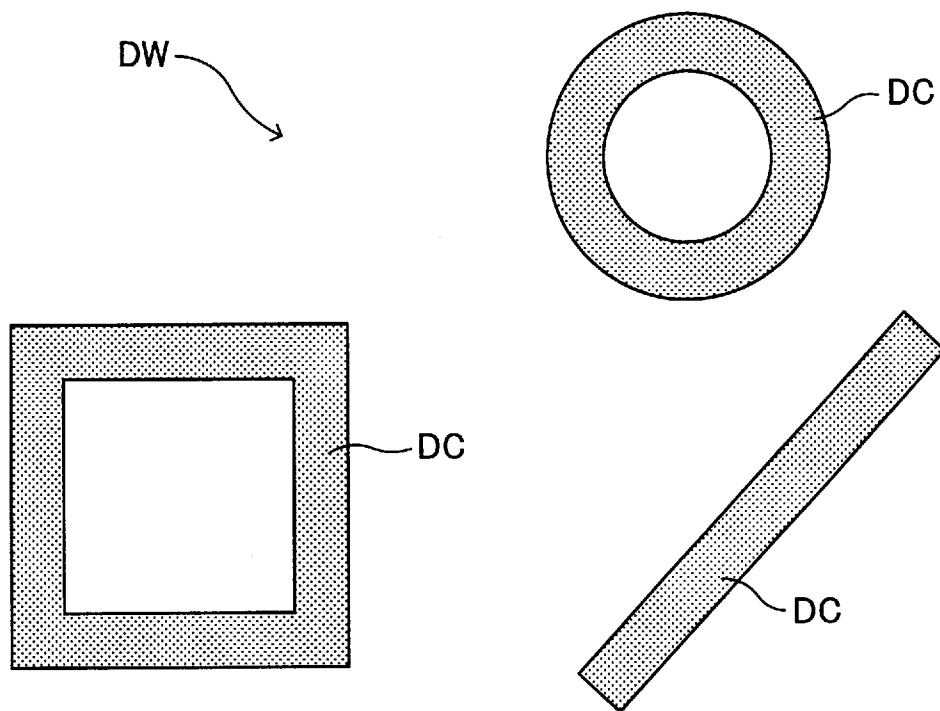
[図3]



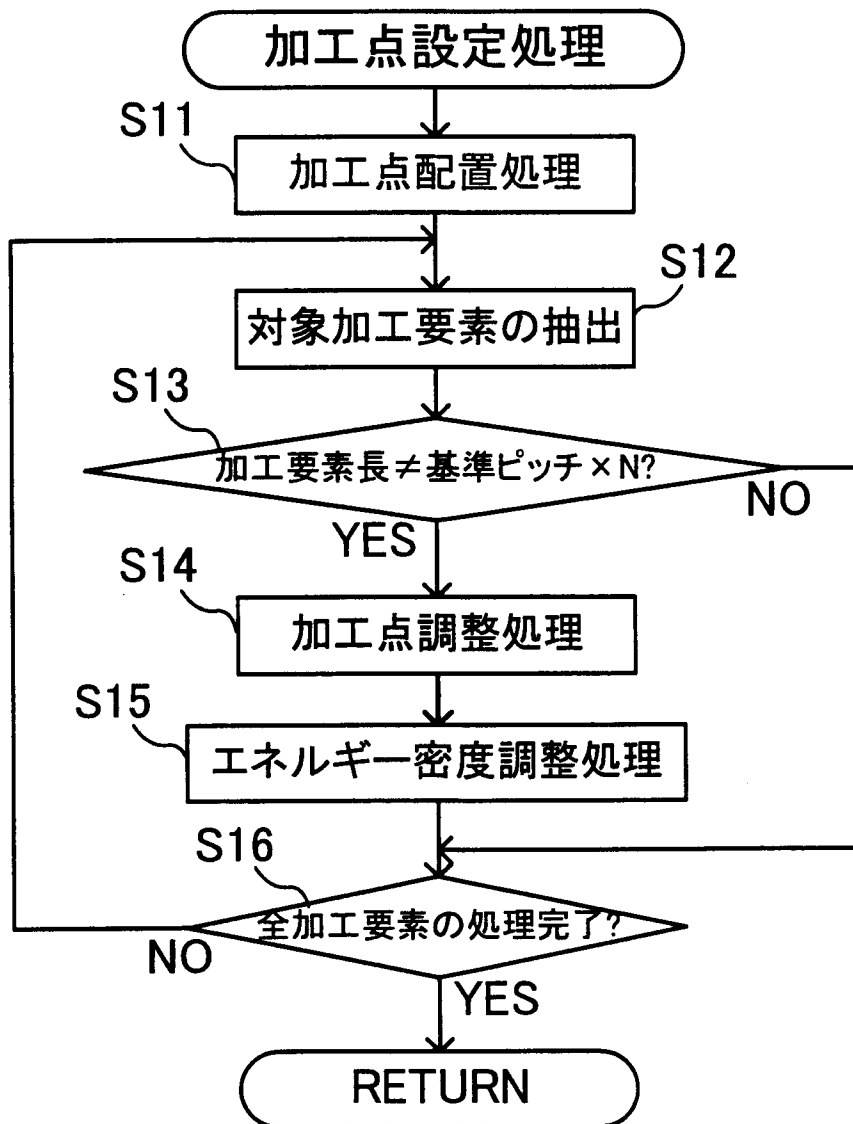
[図4]



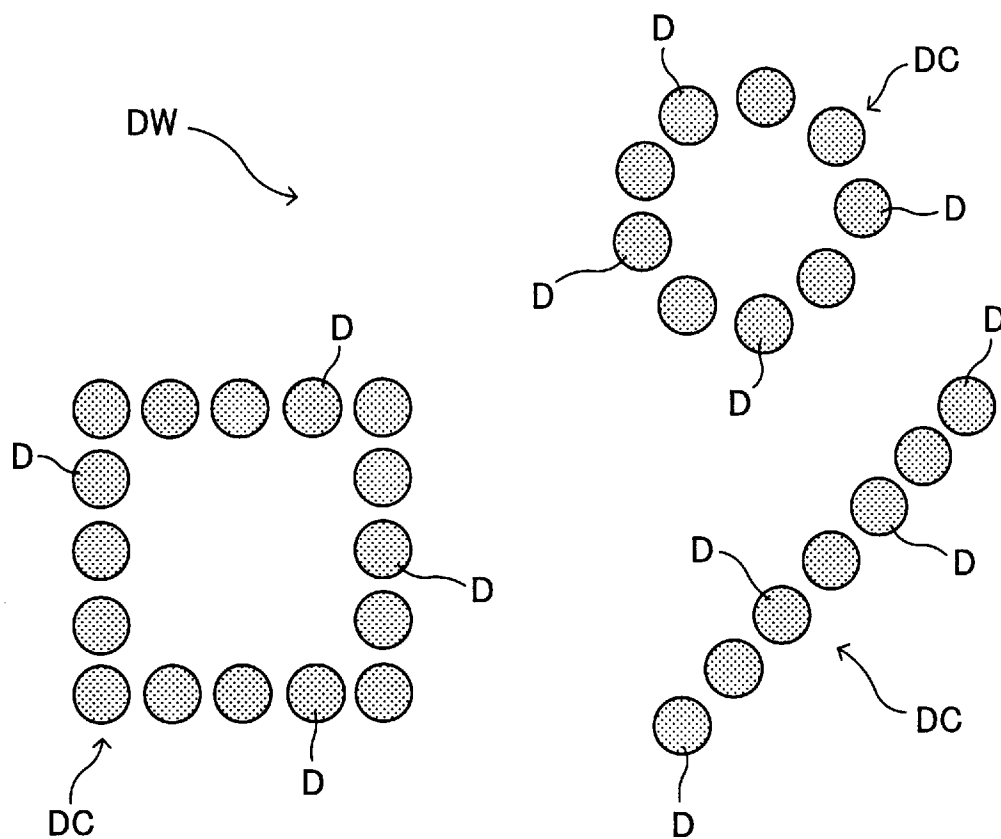
[図5]



[図6]

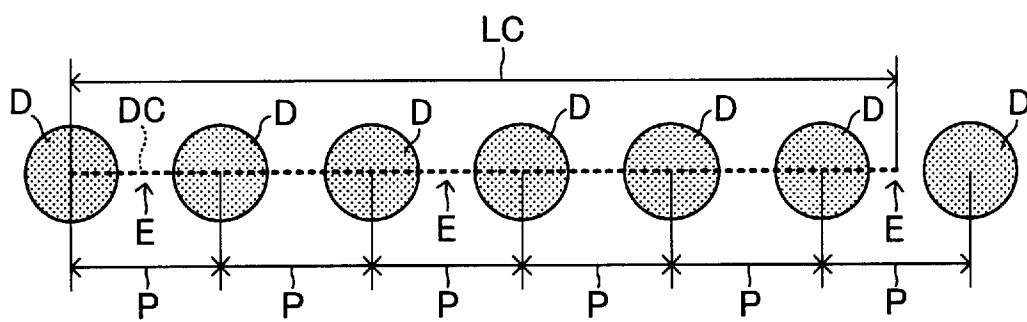


[図7]

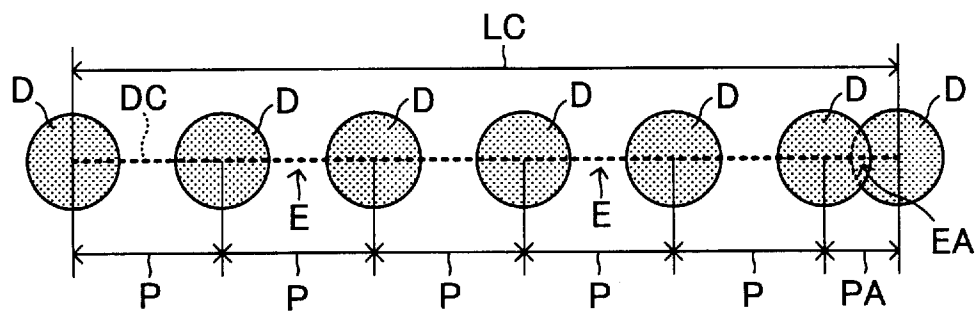


[図8]

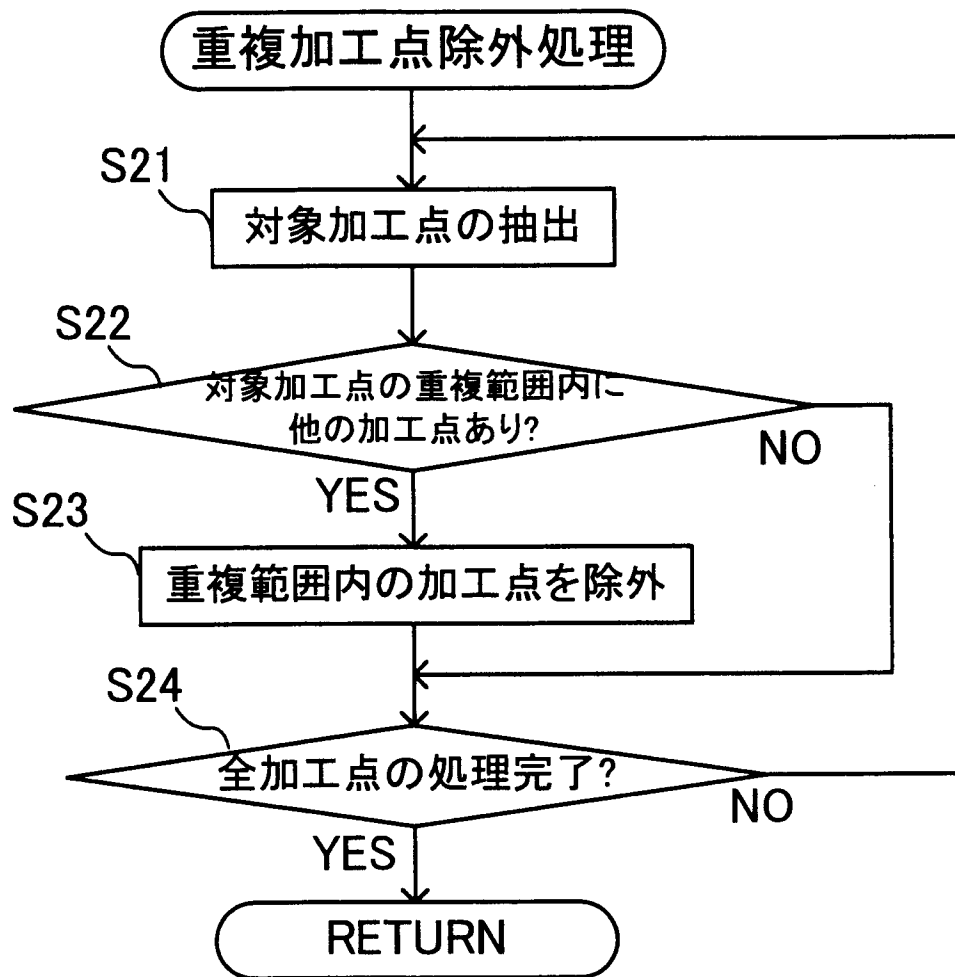
(A)



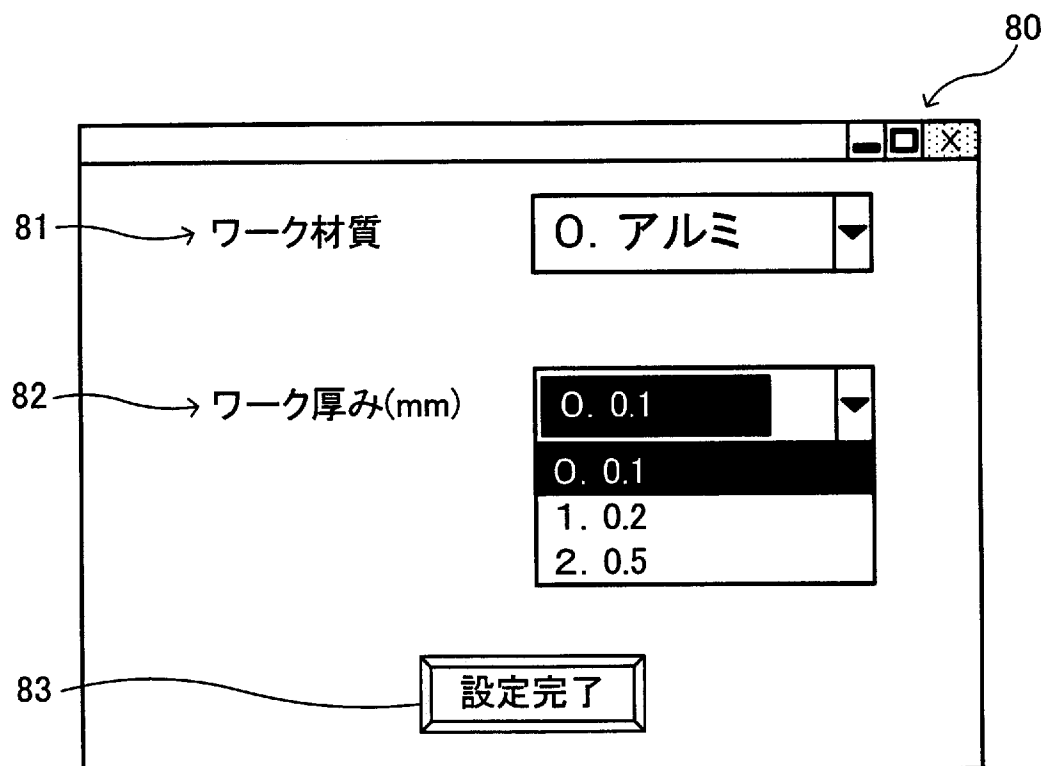
(B)



[図9]



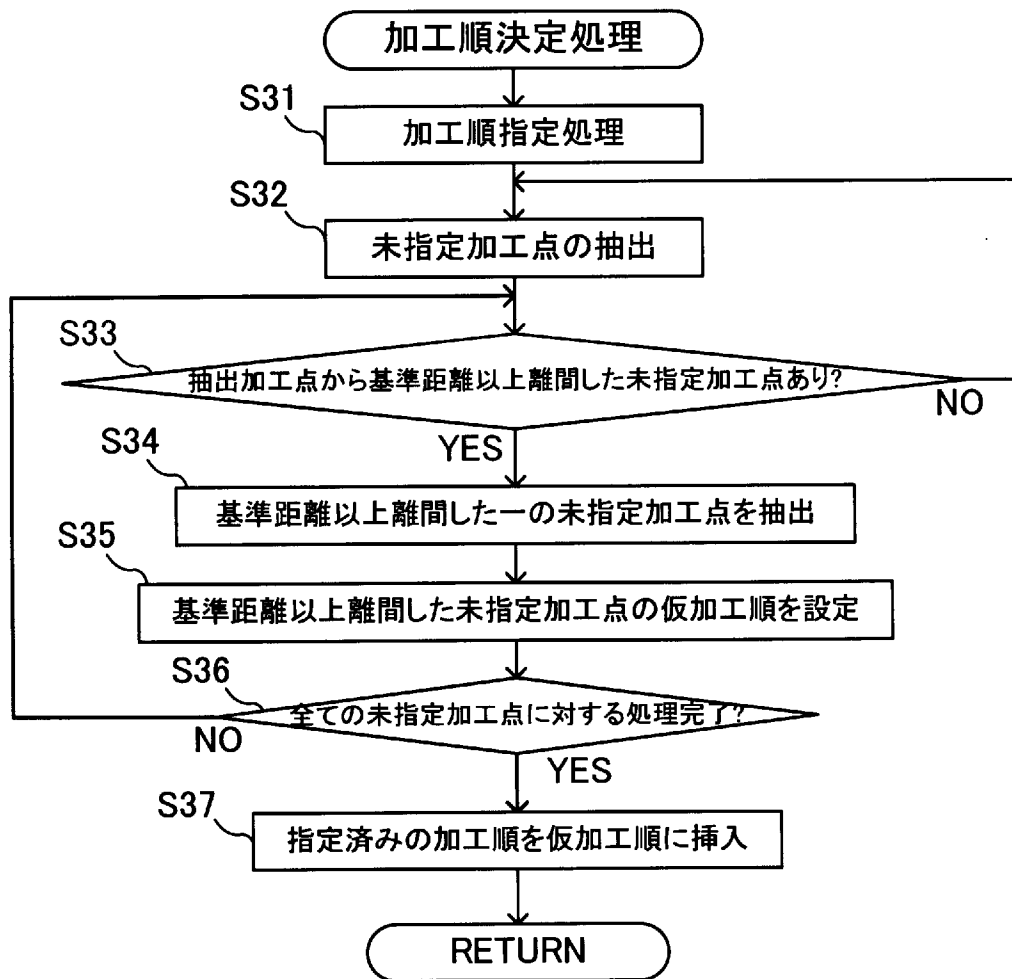
[図10]



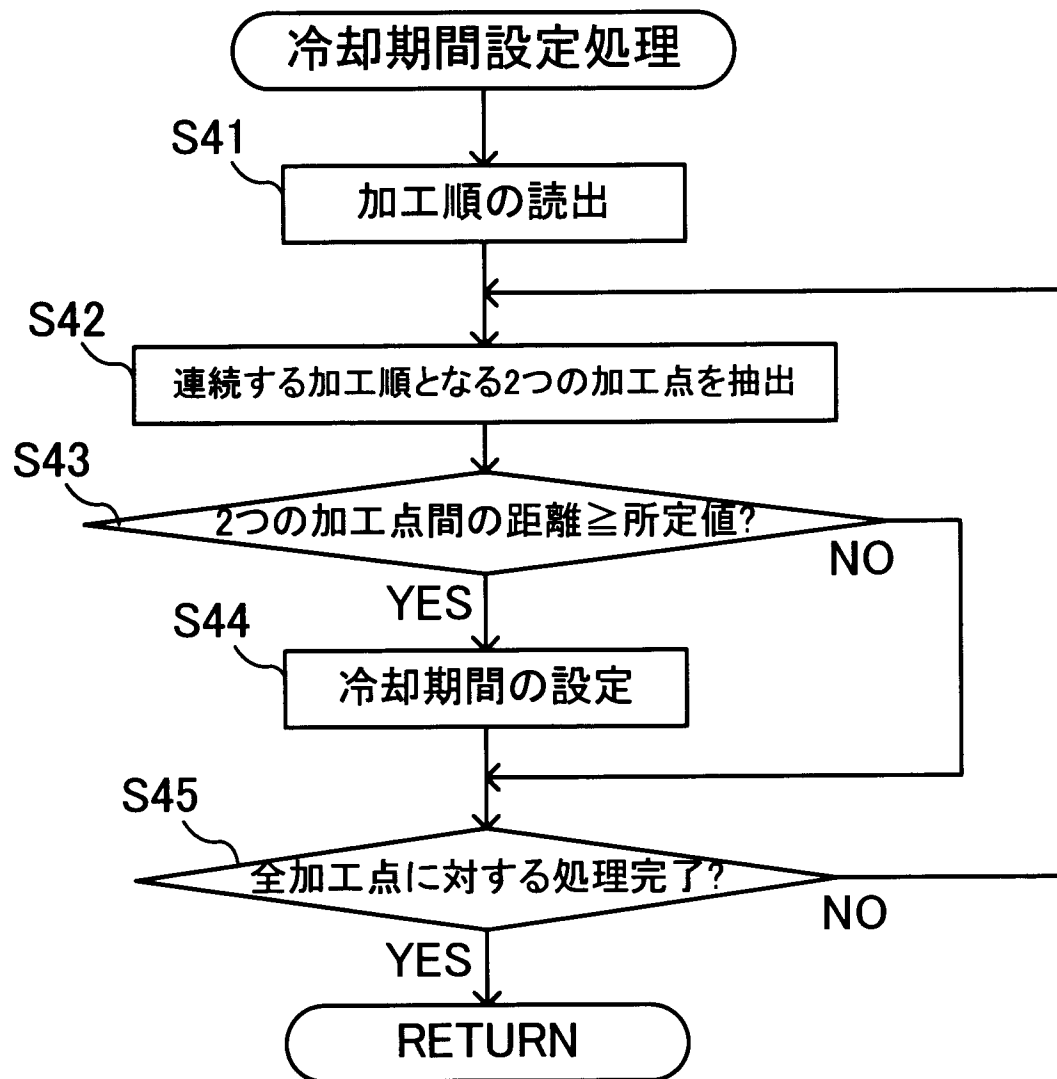
[図11]

ワーク材質	ワーク厚(mm)	基準距離
アルミ	0.1	10
	0.2	7
	0.5	4
鉄	0.1	8
	0.2	5
	0.5	2
真鍮	0.1	9
	0.2	6
	0.5	3
⋮	⋮	⋮

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/08(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/082(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)

B23K26/08, B23K26/00, B23K26/082

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-290007 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 04 October 2002 (04.10.2002), paragraphs [0005] to [0037]; fig. 1 to 22 (Family: none)	1-4 5-11 12
Y A	JP 2010-284670 A (Disco Inc.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0009], [0064] to [0065] (Family: none)	5-11 1-4, 12

☐ 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
08 June 2016 (08.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/08(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/082(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（I P C））

Int.Cl. B23K26/08, B23K26/00, B23K26/082

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

国際調査で利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 A	JP 2002-290007 A (松下電工株式会社) 2002.10.04, [0005]-[0037], 図1-22 (ファミリーなし)	1-4 5-11 12
Y A	JP 2010-284670 A (株式会社ディスコ) 2010.12.24, [0009], [0064]-[0065] (ファミリーなし)	5-11 1-4, 12

☐ 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

08.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

岩瀬 昌治

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

3 P

9246