

(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
2023年1月5日(05.01.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/276115 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/08 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/024985

(22) 国際出願日: 2021年7月1日(01.07.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

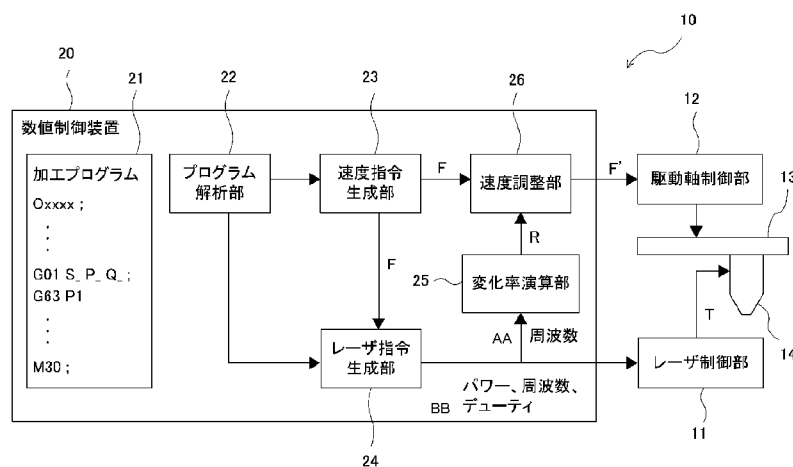
(72) 発明者: 八木 順(YAGI Jun); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).

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

(54) Title: LASER MACHINING DEVICE AND NUMERICAL CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ加工装置の数値制御装置



11 Laser control unit
12 Drive shaft control device
20 Numerical control device
21 Machining program
22 Program analysis unit
23 Speed command generation unit
24 Laser command generation unit
25 Change rate calculation unit
26 Speed adjustment unit
AA Frequency
BB Power, frequency, duty

(57) Abstract: A numerical control device for controlling a laser machining device that machines a workpiece by means of a pulse laser emitted from a laser machining head while moving the laser machining head and the workpiece relative to each other, said numerical control device being provided with: a speed command generation unit for generating a speed command for controlling the speed of the relative movement on the basis of a machining program; a laser command generation unit for generating a laser output command value that includes at least the frequency and duty of the pulse laser,

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

in accordance with the speed command; a change rate calculation unit for calculating a period command for the pulse laser on the basis of the frequency, and calculating a change rate of a changed period command changed by a limitation for the performance of the laser machining device; and a speed adjustment unit for using the change rate to adjust the speed command generated by the speed command generation unit.

(57) 要約: レーザ加工ヘッドとワークを相対移動させながら、前記レーザ加工ヘッドから出射するパルスレーザによって前記ワークを加工するレーザ加工装置を制御する数値制御装置であって、加工プログラムに基づいて、前記相対移動の速度を制御する速度指令を生成する速度指令生成部と、前記速度指令に応じて、少なくとも前記パルスレーザの周波数、デューティを含むレーザ出力指令値を生成するレーザ指令生成部と、前記周波数に基づいて前記パルスレーザの周期指令を算出し、前記周期指令に対して、前記レーザ加工装置の性能の制限によって変化した変化後周期指令の変化率を計算する変化率演算部と、前記変化率を用いて、前記速度指令生成部が生成した前記速度指令を調整する速度調整部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： レーザ加工装置の数値制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ加工装置の数値制御装置に関する。

背景技術

[0002] パルスレーザを利用して被加工物に等間隔で穴を開ける技術が知られている。例えば、特許文献1の3頁の左上欄から左下欄には「第4図（a）は移動手段により移動される被加工物（9）の移動速度を示し、…。第4図（b）はパルス発生器からの出力の大きさ、即ち周波数の大きさを示しており、電圧一周波数変換器（15）からの出力信号の大きさ、即ち周波数の大きさを示すものであり、被加工物（9）の移動速度に応じて変化している。ここで、被加工物（9）の送り速度をV、電圧一周波数変換器（15）の出力波形の周波数をF、第3図に示す設定器（16）の出力、即ち設定ピッチをP' とすると、

$F = V / P'$ と表せ、

これからピッチは $P' = V / F$ ……（1）となる。

また、実際に形成される穴（10）のピッチをPとすると、

$P = V / F$ という関係があり、上記（1）式より $P = P'$ となり、ピット設定器（14）の出力はピッチPを設定することができ、被加工物の移動速度Vが変化しても一定のピッチの穴（10）を被加工物（9）に開けることができることになる。」と記載されている。

上述した穴開けのほか、現在、半導体製品の加工、ガラスレンズの加工など、様々な精密加工にもパルスレーザを活用している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭59-42194号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、装置性能の制限を受け、レーザ加工ヘッドと被加工物の相対移動速度の変化に合わせてパルスレーザの周波数を変化させても、周波数が高くなると、装置が出力するパルスレーザの周期が周波数の変化に追従できず、その変化は不連続になる。

[0005] 図3は、従来技術における問題点を表すグラフである。横軸はレーザ加工ヘッドの送り速度を示す。図3には3つのグラフがあるが、「パルス周波数」グラフは、パルスレーザの周波数の変化を示す。被加工物に一定のピッチでレーザを照射して加工を行うために、レーザ加工ヘッドの送り速度に比例してレーザのパルス周波数を変化させる制御をする。「パルス周期」グラフは、レーザ加工装置が出力するパルスレーザの周期の変化を示す。「パルス周期ごとの走査距離」グラフは、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッドが走行する距離の変化を示す。以下、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッドが走行する距離を「パルス距離間隔」ということもある。

[0006] パルス周期がパルス周波数の逆数であるので、パルス周波数がレーザ加工ヘッドの送り速度に比例して直線的に変化する場合、パルス周期が滑らかな双曲線に沿って連続的に変化するはずである。しかし、レーザ加工装置は、パルス周期指令に対する分解能の制限など各種制限を受け、パルス周波数に基づいて算出されたパルス周期指令に追従できない。その結果、図3に示したように、レーザ加工装置が出力するパルスレーザの周期が不連続に変化し、グラフに段差が現れる。パルス周波数が高ければ高いほど、パルス周期グラフに現れる段差が顕著になる。

[0007] その影響を受けて、「パルス周期ごとの走査距離」グラフにも段差が現れる。すなわち、パルス距離間隔が一定になれず、パルスレーザによって照射するスポットの間隔が一定になれない。それによって、レーザ加工の精度が悪くなり、加工された部分に欠陥が形成されるなどの課題がある。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一実施形態に係る数値制御装置は、レーザ加工ヘッドとワークを

相対移動させながら、前記レーザ加工ヘッドから出射するパルスレーザによって前記ワークを加工するレーザ加工装置を制御する数値制御装置であって、加工プログラムに基づいて、前記相対移動の速度を制御する速度指令を生成する速度指令生成部と、前記速度指令に応じて、少なくとも前記パルスレーザの周波数、デューティを含むレーザ出力指令値を生成するレーザ指令生成部と、前記周波数に基づいて前記パルスレーザの周期指令を算出し、前記周期指令に対して、前記レーザ加工装置の性能の制限によって変化した変化後周期指令の変化率を計算する変化率演算部と、前記変化率を用いて、前記速度指令生成部が生成した前記速度指令を調整する速度調整部と、を備える。

発明の効果

[0009] 上記の実施形態によれば、パルス周期の変化が不連続であっても、パルスレーザによって加工面に照射するスポットの間隔が一定になれる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態における数値制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の一実施形態の効果を説明する模式図である。

[図3]従来技術における問題点を説明するグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

[0012] <実施形態1>

図1は、本発明の一実施形態における数値制御装置の構成を示すブロック図である。この実施形態の数値制御装置は、レーザ加工ヘッド14から出射するパルスレーザによってワークを加工するレーザ加工装置10を制御する数値制御装置20である。当該レーザ加工装置10は、レーザ加工ヘッド14から出射するパルスレーザを制御するレーザ制御部11と、レーザ加工ヘッド14とワークを相対移動させる駆動軸13を制御する駆動軸制御部12を有する。本実施形態の説明を簡潔にするために、本実施形態において、ワ

ークが固定され、駆動軸制御部 12 が制御する駆動軸 13 がレーザ加工ヘッド 14 だけを移動させることとする。すなわち、レーザ加工ヘッド 14 の送り速度（移動速度）がレーザ加工ヘッド 14 とワークの相対移動速度である。

[0013] 図 1 に示したように、数値制御装置 20 は、プログラム解析部 22 と、速度指令生成部 23 と、レーザ指令生成部 24 と、変化率演算部 25 と、速度調整部 26 と、備える。プログラム解析部 22 は、加工プログラム 21 を解析して、解析した情報を関連する部分に送る。例えば、レーザ加工ヘッド 14 の送り速度に関する情報であれば、速度指令生成部 23 に送り、パルスレーザの周波数に関する情報であれば、レーザ指令生成部 24 に送る。

[0014] 速度指令生成部 23 は、プログラム解析部 22 が解析した加工プログラム 21 に基づいて、レーザ加工ヘッド 14 の送り速度を制御する速度指令 F を生成する。速度指令生成部 23 は、生成した速度指令 F をレーザ指令生成部 24 と速度調整部 26 に送る。レーザ指令生成部 24 は、パルスレーザのパワーコントロールができる。レーザ指令生成部 24 は、速度指令 F に応じて、少なくともパルスレーザの周波数、デューティを含むレーザ出力指令値を生成する。例えば、レーザ指令生成部 24 は、次の数式 1 によって、速度指令 F に比例したパルスレーザの周波数指令値 f を生成して、変化率演算部 25 とレーザ制御部 11 に送る。

[数1]

$$f = \frac{F}{D}$$

数式 1 において、D は定数であり、レーザ加工装置 10 が目指す、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッド 14 が走行する距離である。以下、定数 D を「目標パルス距離間隔」ともいう。

[0015] レーザ制御部 11 は、レーザ指令生成部 24 からの周波数指令値 f に基づいて、パルスレーザの周期指令 T（＝ 1 / f）を算出して、レーザ加工ヘッ

ド１４が出射するパルスレーザを制御する。

[0016] 変化率演算部２５は、レーザ指令生成部２４からの周波数指令値 f に基づいて、パルスレーザの周期指令 T ($= 1 / f$) を算出する。なお、変化率演算部２５は、周期指令 T に対して、レーザ加工装置１０の性能の制限によって変化した変化後周期指令 T' の周期変化率 R を計算して、速度調整部２６に送る。周期変化率 R は、下記の数式２によって計算される。

[数２]

$$R(n+a) = \frac{T(n)}{T'(n+a)}$$

但し、 n は任意の自然数である。 $T(n)$ は、レーザ加工装置１０の性能の制限を受けて周期指令の変化（周波数指令値 f に基づいて算出された周期指令 ($1 / f$) から外れること）が始まる直前の時点の周期指令を指す。 $T'(n+a)$ は、周期指令が変化している間の各時点の変化後周期指令 T' である。 a は「１、２、３、…」などの自然数である。時間に対する速度指令 F の変化率（加速度）が変わる場合、新しい加速度における $T(n)$ を用いる必要がある。

[0017] 速度調整部２６は、周期変化率 R を用いて、速度指令生成部２３が生成した速度指令 F を調整して、調整後速度指令 F' を生成して駆動軸制御部１２に送る。速度調整部２６は、下記の数式３に基づいて速度指令を調整する。

[数３]

$$F'(n+a) = F(n) \times R(n+a)$$

但し、 $F(n)$ は、 $T(n)$ に対応する n 時点の速度指令 F である。

[0018] 変化後周期指令 T' は、周期指令 T に対するレーザ加工装置１０の性能の制限を反映させるモデルに基づいて、変化率演算部２５の模擬計算によって算出される。例えば、変化率演算部２５は、周期指令 T に対するレーザ加工装置１０の分解能の制限を反映させるモデルに基づいて、変化後周期指令 T

’を算出する。以下、レーザ加工装置10の分解能の制限、及びそれを反映させた変化後周期指令 T' の計算方法について説明する。

[0019] 例えば、レーザ加工装置10の周期指令 T に対する分解能 S が $0.5\mu s$ であり、変化率演算部25が周波数指令値 f に基づいて算出した n 時点のパルスレーザの周期指令 $T(n)$ が $0.5\mu s$ であり、 $(n+1)$ 時点の周期指令 $T(n+1)$ が $0.6\mu s$ であり、 $(n+2)$ 時点の周期指令 $T(n+2)$ が $0.7\mu s$ であり、 $(n+3)$ 時点の周期指令 $T(n+3)$ が $0.8\mu s$ であり、 $(n+4)$ 時点の周期指令 $T(n+4)$ が $0.9\mu s$ であり、 $(n+5)$ 時点の周期指令 $T(n+5)$ が $1.0\mu s$ であり、 $(n+6)$ 時点の周期指令 $T(n+6)$ が $1.1\mu s$ であるとする。なお、時間に対する速度指令 F の変化率（加速度）が一定であるとする。また、レーザ制御部11が周波数指令値 f に基づいて算出する周期指令 T も同様である。

[0020] 算出された周期指令 T の中、 n 時点の周期指令 $T(n) = 0.5\mu s$ 及び $(n+5)$ 時点の周期指令 $T(n+5) = 1.0\mu s$ が分解能 $S(0.5\mu s)$ の整数倍なので、レーザ加工装置10は、その周期指令の変化に追従でき、周期指令のとおりパルスレーザを制御することができる。しかし、他の時点における周期指令の値($0.6\sim 0.9$ 及び $1.1\mu s$)が分解能 $S(0.5\mu s)$ の整数倍ではないので、レーザ加工装置10は、その周期指令の変化に追従できない。その結果、レーザ加工装置10は、 $(n+1)$ から $(n+4)$ 時点については、その前に分解能 S の整数倍になった n 時点の周期指令($0.5\mu s$)でパルスレーザを制御し、 $(n+6)$ 時点については、その前に分解能 S の整数倍になった $(n+5)$ 時点の周期指令($1.0\mu s$)でパルスレーザを制御することになる。

[0021] そのため、実際にパルスレーザを制御する周期指令が図3の「パルス周期」グラフのように、段階的に変化する。その結果、たとえ数式1に基づいて周波数指令値 f を生成してパルスレーザを制御しても、パルス距離間隔が目標パルス距離間隔 D のように、一定になることができない。

[0022] 本実施形態は、次の数式4によって、レーザ加工装置10の分解能の制限

を反映させて、実際にパルスレーザを制御する周期指令に近似する変化後周期指令 T' を算出する。

[数4]

$$T' = \text{floor}(T/S) \times S$$

数式4において、 floor はC言語などにおいて使用される関数であって、数値の小数点以下を切り捨てる関数である。なお、前述したように、 S は周期指令 T に対するレーザ加工装置10の分解能であり、 T は周波数指令値 f に基づいて算出された周期指令である。

[0023] 例えば、上述した例における $(n+2)$ 時点の周期指令 $T(n+2) = 0.7 \mu s$ 、 $S = 0.5 \mu s$ の場合について、数式4を用いて計算すると、変化後周期指令 T' が次の数式5に示されるように $0.5 \mu s$ になる。

[数5]

$$T' = \text{floor}(0.7/0.5) \times 0.5 = \text{floor}(1.4) \times 0.5 = 1.0 \times 0.5 = 0.5 [\mu s]$$

更に、数式4を用いて、上述した例の他の時点の変化後周期指令 T' を計算すると、 $(n+1)$ から $(n+4)$ 時点の変化後周期指令 T' は全て $0.5 \mu s$ であり、 $(n+5)$ と $(n+6)$ 時点の変化後周期指令 T' は $1.0 \mu s$ である。

[0024] この結果は、周期指令 T の値が分解能 S の整数倍ではないときに、レーザ加工装置10がその前に分解能 S の整数倍になった時点の周期指令を用いてパルスレーザを制御することと同じである。すなわち、数式4で示したモデルによって、レーザ加工装置10の分解能の制限が周期指令に対して及ぼす影響を反映させることができる。

[0025] そこで、本実施形態において、変化率演算部25は、数式4によって変化後周期指令 T' を算出し、数式2によって周期変化率 R を計算して速度調整部26に送る。速度調整部26は、周期変化率 R を用いて、数式3によって

速度指令 F を調整して、調整後速度指令 F' を生成する。駆動軸制御部 12 は、調整後速度指令 F' に基づいて、レーザ加工ヘッド 14 の送り速度を制御する。

[0026] 上述した例において、周期指令 $T(n) = 0.5 \mu s$ は、数式 2 における「 $T(n)$ 」に相当し、すなわち、周期指令の変化が始まる直前の時点の周期指令である。なお、 $(n+1) \sim (n+6)$ は、数式 2 における「 $(n+a)$ 」に相当し、これらの時点で周期指令が変化して算出された周期指令 $(1/f)$ から外れて、変化後周期指令 $T'(n+a)$ となる。そのうち、 $(n+5)$ 時点において、変化後周期指令 $T'(n+5)$ が周期指令 $T(n+5)$ に等しく、 $1.0 \mu s$ である。すなわち、 $(n+5)$ 時点において、実際にパルスレーザを制御する周期指令が周波数指令値 f に基づいて算出された周期指令 $(1/f)$ と一致しており、算出された周期指令 $(1/f)$ から外れていない。しかし、数式 2 と 3 を用いて制御を行う計算において、このような時点における周期指令を変化後周期指令 T' として扱うのが便利であり、数式 4 を用いてこのような時点の変化後周期指令 T' を計算しても正しく状況を反映できる結果が得られる。よって、本実施形態において、このように、周期指令が変化している間に存在し、算出された周期指令 $(1/f)$ と一致する周期指令についても変化後周期指令 T' として扱うことにする。

[0027] 図 2 は本実施形態の効果を説明する模式図である。図 2 の上部は、時間に伴う各パラメータの変化を示す模式図である。図 2 の下部は、各調整後速度指令 F' の下で、パルスレーザの各周期にレーザ加工ヘッドが走行する距離、すなわち、調整後パルス距離間隔 D' を示す模式図である。図 2 は、レーザ加工ヘッドの送り速度を制御する速度指令 F が直線的に下がる例を示す。

[0028] 図 2 に示したように、パルスレーザの周期実測値 T_a は、時間に対する変化が不連続であり、段差が現れる。一方、変化後周期指令 T' を用いて、数式 2 と数式 3 によって算出された調整後速度指令 F' の変化にも、周期実測値 T_a に対応する段差が現れる。図 2 の一番上に示したように、調整後速度指令 F' を用いて、レーザ加工ヘッド 14 の送り速度を制御すると、送り速

度が変化しても、調整後パルス距離間隔 D' が一定の値に維持される。すなわち、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッドが走行する距離が一定に制御される。

[0029] この結果は、次の数式6を用いて、計算によって確認することもできる。

[数6]

$$D' = F' \times T_a$$

例えば、図2において、周期実測値 T_a の左側の点列の値が $0.5 \mu s$ であり、中央の点列の値が $1.0 \mu s$ であり、右側の点列の値が $1.5 \mu s$ であるとする。なお、「F60000」、「F30000」及び「F20000」で示したように、調整後速度指令 F' の左側の点列の値が 60000 mm/min であり、中央の点列の値が 30000 mm/min であり、右側の点列の値が 20000 mm/min であるとする。左側の点列で対応する周期実測値 T_a が $0.5 \mu s$ で、調整後速度指令 F' が 60000 mm/min であるので、この2つの値を数式6に入れて計算すると、 $D' = 0.5 \mu m$ になる。中央の点列及び右側の点列についても同様の計算をすると、同様に $D' = 0.5 \mu m$ の結果になる。

[0030] 図2の下部は、異なる送り速度の下でも、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッドが走行する距離が一定に制御できることをイメージした模式図である。図2において、周期実測値 T_a を示す点列の間隔、及びレーザビームを表す点列の間隔は、対応するパルスレーザの各周期の大きさをイメージしている。

[0031] 本実施形態に係る数値制御装置は、周期指令 T に対するレーザ加工装置10の性能の制限を反映させるモデルに基づいて、変化率演算部25の模擬計算によって変化後周期指令 T' を算出し、周期指令 T に対する変化後周期指令 T' の周期変化率 R を計算して、周期変化率 R を用いて速度指令 F を調整することによって、異なる送り速度の下でも、パルスレーザの各周期の間にレーザ加工ヘッド14が走行する距離を一定に制御することができ、パルス

レーザによって加工面に照射するスポットの間隔を一定に制御することができる。

[0032] <実施形態 2>

本実施形態は、実施形態 1 の変形である。本実施形態に係るレーザ加工装置及びその数値制御装置は、図 1 に示したレーザ加工装置 10 及び数値制御装置 20 の構成を有することができる。よって、実施形態 1 と同じ機能を有する構成要素について、その説明を省略する。

[0033] 本実施形態と実施形態 1 の主な違いは、周期変化率 R を計算する数式 2 に用いる変化後周期指令 T' として、レーザ加工装置 10 の試運転において実測されたパルスレーザの周期実測値 T_a を用いることである。すなわち、変化率演算部 25 は、モデルに基づいて変化後周期指令 T' を算出するのではなく、記憶された周期実測値 T_a を用いて周期変化率 R を計算して、速度調整部 26 に送る。速度調整部 26 は、当該周期変化率を用いて、数式 3 に基づいて速度指令を調整する。周期実測値 T_a に測定誤差等がある場合、測定誤差等を低減する処理を行い、周期実測値 T_a に基づいて算出された値を用いて周期変化率 R を計算してもよい。

[0034] 周期実測値 T_a は、レーザ加工装置 10 の様々な性能制限を受けた値なので、それを用いて計算した周期変化率 R によって速度指令 F を調整すると、より正確に調整後パルス距離間隔 D' を一定に制御することができる。

[0035] 数値制御装置 20 の各構成は、その動作を記述するプログラムと、当該プログラムを実行する CPU と、から構成してよい。また、数値制御装置 20 をコンピュータで構成し、そのコンピュータの CPU が、数値制御装置 20 の各構成の機能を記述したプログラムを実行することによって、各構成を実現してもよい。

[0036] 上記実施形態において、変化率演算部 25 とレーザ制御部 11 がそれぞれ周波数指令値 f に基づいて周期指令 T を算出するとしたが、レーザ指令生成部 24 が周期指令 T を算出して、変化率演算部 25 とレーザ制御部 11 に送ることにしてもよい。

[0037] 以上、実施形態を用いて本発明を説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態の記載の範囲に限定されるものではない。上記実施形態に、多様な変更又は改良を加えることができることは当業者にとって明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることは、特許請求の範囲の記載から明らかである。例えば、上記実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであるが、本発明は必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。なお、各実施形態の構成の一部について、他の構成によって置換することも可能であり、それを削除することも可能である。

符号の説明

- [0038] 1 0 レーザ加工装置
1 1 レーザ制御部
1 2 駆動軸制御部
1 3 駆動軸
1 4 レーザ加工ヘッド
2 0 数値制御装置
2 1 加工プログラム
2 2 プログラム解析部
2 3 速度指令生成部
2 4 レーザ指令生成部
2 5 変化率演算部
2 6 速度調整部
D 目標パルス距離間隔
D' 調整後パルス距離間隔
f 周波数指令値
F 速度指令
F' 調整後速度指令
R 周期変化率

S 周期指令の分解能

T 周期指令

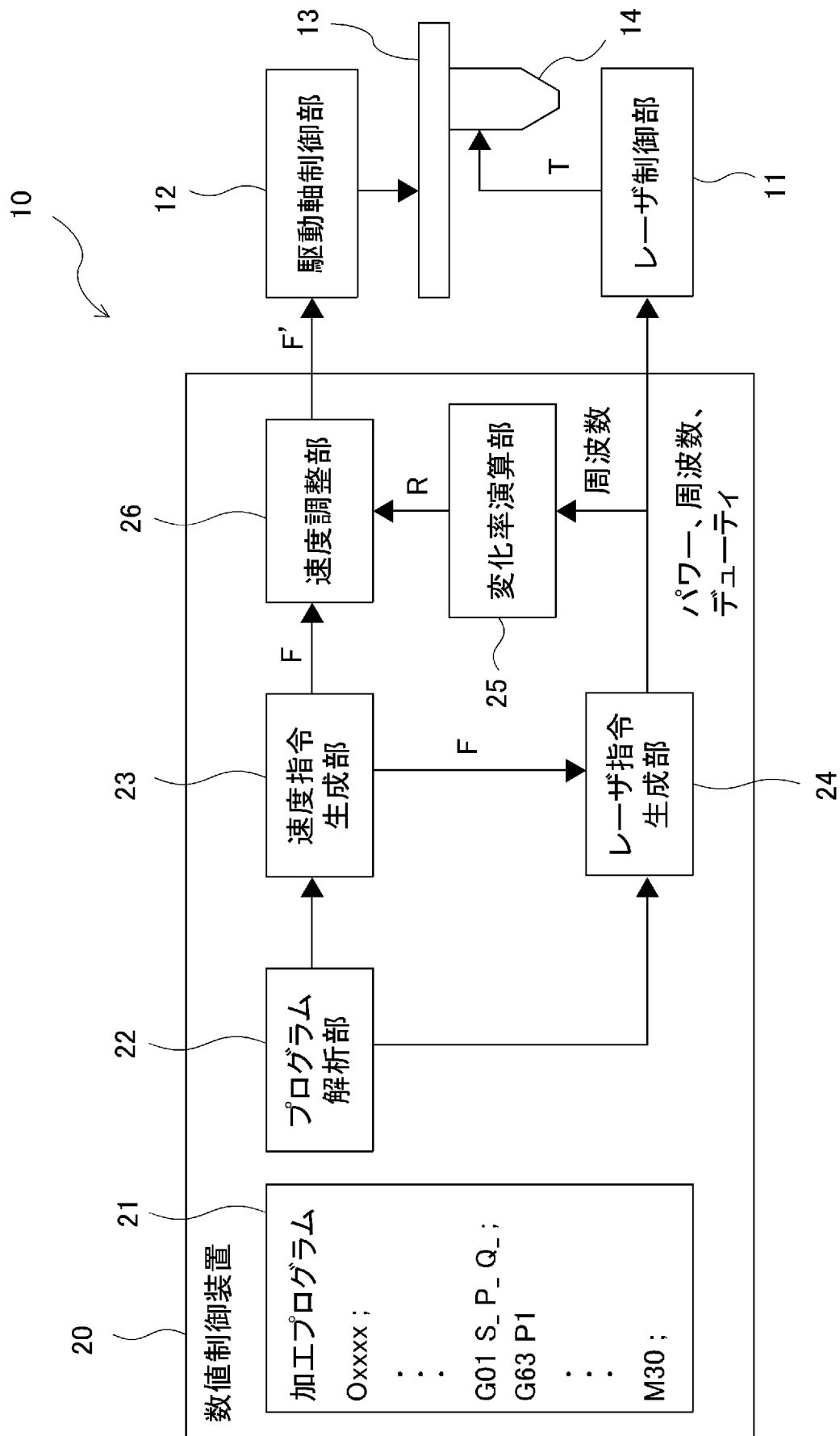
T' 変化後周期指令

T_a 周期実測値

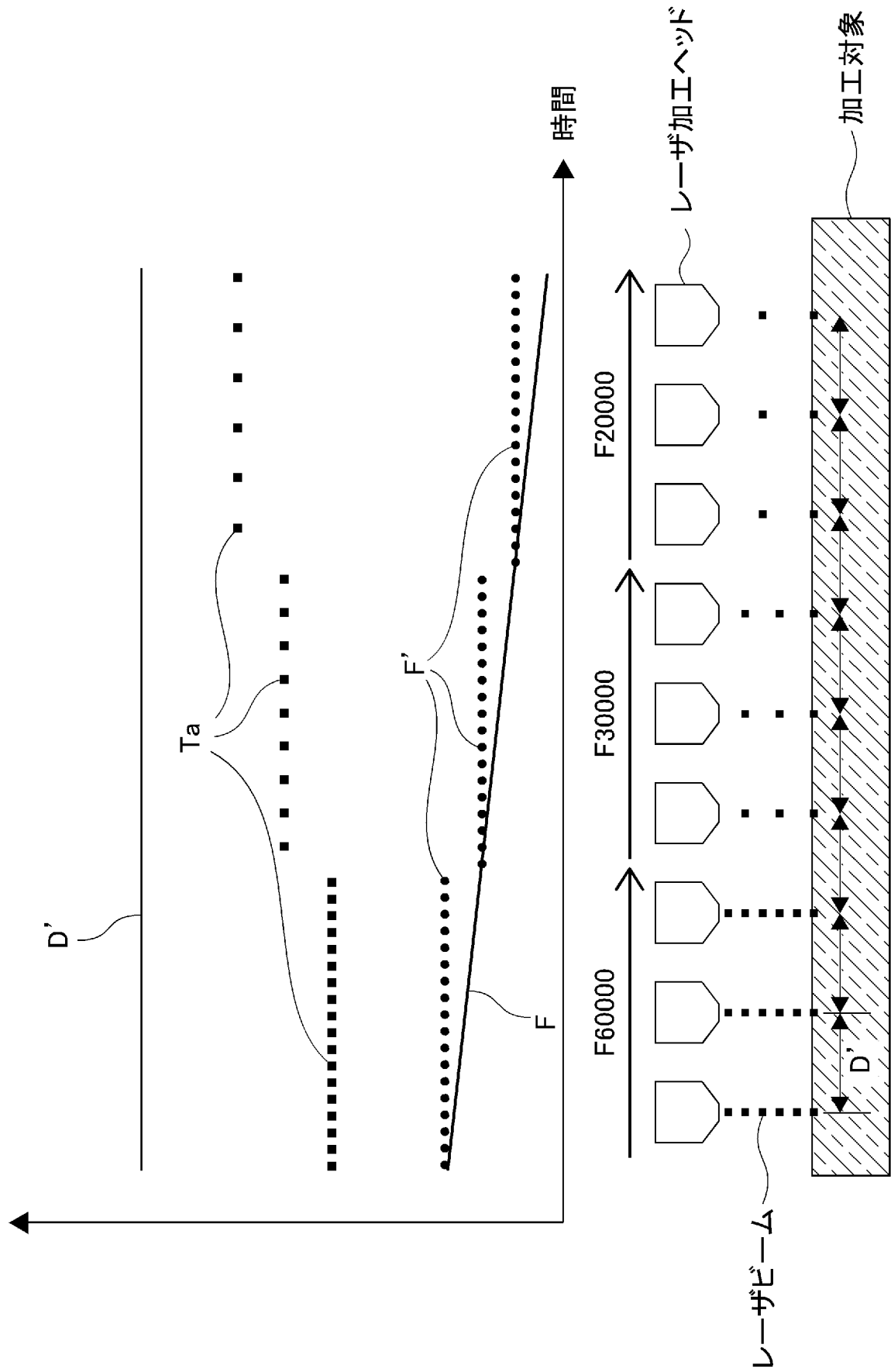
請求の範囲

- [請求項1] レーザ加工ヘッドとワークを相対移動させながら、前記レーザ加工ヘッドから出射するパルスレーザによって前記ワークを加工するレーザ加工装置を制御する数値制御装置であって、
- 加工プログラムに基づいて、前記相対移動の速度を制御する速度指令を生成する速度指令生成部と、
- 前記速度指令に応じて、少なくとも前記パルスレーザの周波数、デューティを含むレーザ出力指令値を生成するレーザ指令生成部と、
- 前記周波数に基づいて前記パルスレーザの周期指令を算出し、前記周期指令に対して、前記レーザ加工装置の性能の制限によって変化した変化後周期指令の変化率を計算する変化率演算部と、
- 前記変化率を用いて、前記速度指令生成部が生成した前記速度指令を調整する速度調整部と、を備える数値制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の数値制御装置であって、
- 前記変化後周期指令は、前記周期指令に対する前記レーザ加工装置の性能の制限を反映させるモデルに基づいて、前記変化率演算部の模擬計算によって算出される。
- [請求項3] 請求項2に記載の数値制御装置であって、
- 前記レーザ加工装置の性能の制限は、前記周期指令に対する前記レーザ加工装置の分解能の制限である。
- [請求項4] 請求項1に記載の数値制御装置であって、
- 前記変化後周期指令として、前記レーザ加工装置の試運転において実測された前記パルスレーザの周期実測値を用いる、又は前記周期実測値に基づいて算出された値を用いる。

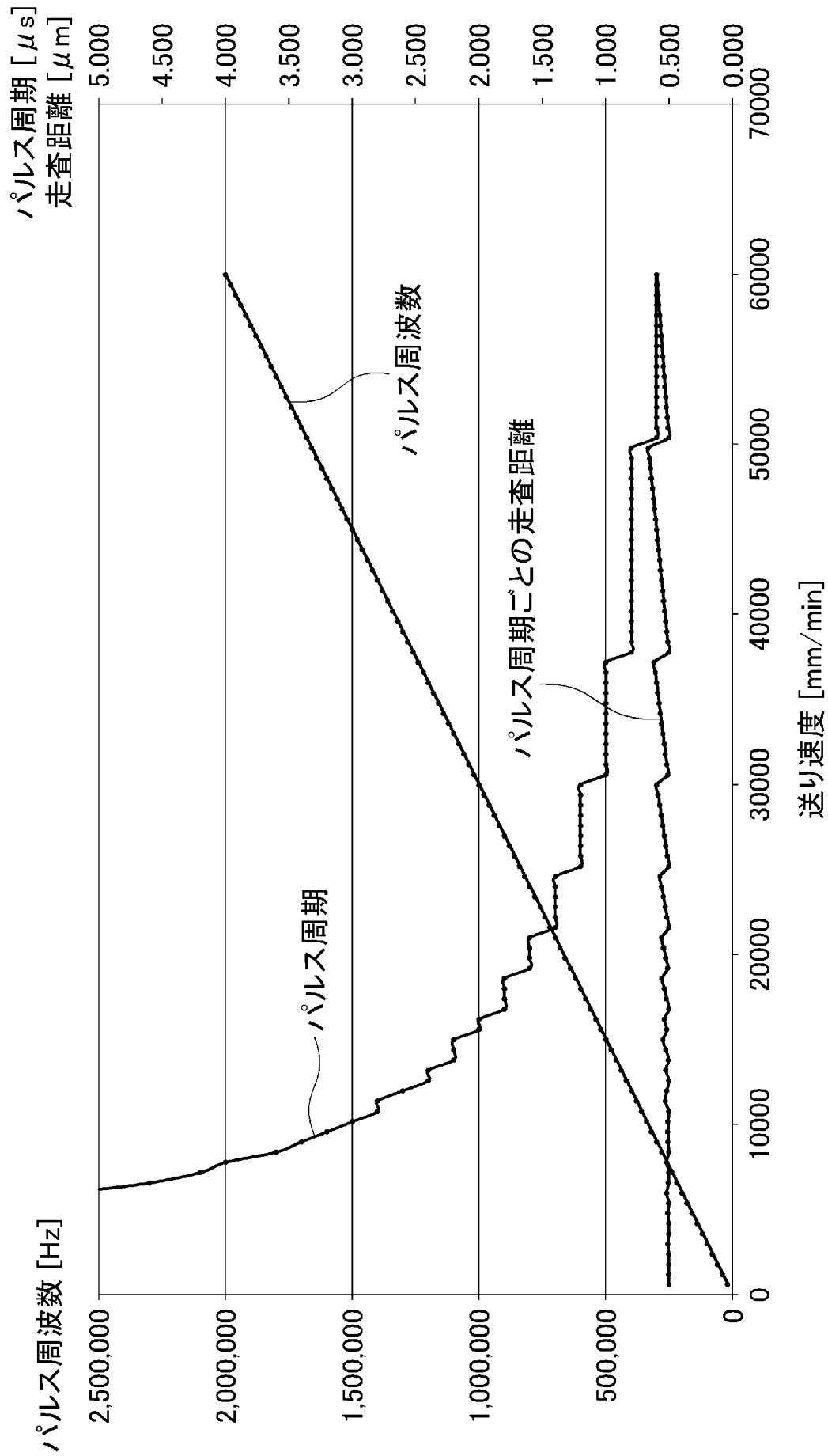
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/024985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K26/08 (2014.01) i

FI: B23K26/08Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B23K26/08

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-212886 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 10 December 1983 (1983-12-10), page 2, upper left column, line 17 to page 3, upper right column, line 6, fig. 1-4	1-4
A	JP 2010-271433 A (FUNAI ELECTRIC CO., LTD.) 02 December 2010 (2010-12-02), paragraphs [0037]-[0039]	1-4
A	JP 59-042194 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 08 March 1984 (1984-03-08), page 3, upper left column, line 17 to lower left column, line 10	1-4

☐ 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

20 August 2021

Date of mailing of the international search report

07 September 2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/024985

JP 58-212886 A	10 December 1983	(Family: none)
JP 2010-271433 A	02 December 2010	US 2011/0069363 A1 paragraphs [0062]-[0067] EP 2253986 A1 CN 101893812 A
JP 59-042194 A	08 March 1984	US 4568815 A column 3, line 45 to column 4, line 13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/08(2014.01)i FI: B23K26/08 Z														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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 58-212886 A（富士電機製造株式会社）10.12.1983（1983 - 12 - 10） 第2ページ左上欄第17行-第3ページ右上欄第6行, 第1-4図	1-4												
A	JP 2010-271433 A（船井電機株式会社）02.12.2010（2010 - 12 - 02） [0037]-[0039]	1-4												
A	JP 59-042194 A（三菱電機株式会社）08.03.1984（1984 - 03 - 08） 第3ページ左上欄第17行-左下欄第10行	1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 20.08.2021	国際調査報告の発送日 07.09.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 柏原 郁昭 3P 3113 電話番号 03-3581-1101 内線 3363													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/024985

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	58-212886	A	10.12.1983	(ファミリーなし)	
JP	2010-271433	A	02.12.2010	US 2011/0069363 A1	
				[0062]-[0067]	
				EP 2253986 A1	
				CN 101893812 A	
JP	59-042194	A	08.03.1984	US 4568815 A	
				第3欄第45行-第4欄第13行	