

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6514004号
(P6514004)

(45) 発行日 令和1年5月15日 (2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日 (2019.4.19)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 26/046 (2014.01)	B 2 3 K 26/046
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00 M
B 2 3 K 26/08 (2014.01)	B 2 3 K 26/08 F

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-73581 (P2015-73581)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成27年3月31日 (2015.3.31)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2016-193443 (P2016-193443A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成28年11月17日 (2016.11.17)		〇番地
審査請求日	平成28年6月14日 (2016.6.14)	(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100157211
			弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ギャップ制御機能を備えたレーザ加工機及びその制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加工ノズルから射出されたレーザ光を集光して被加工物に照射しつつ、加工プログラムに基づいて前記加工ノズル及び前記被加工物を相対移動させることにより前記被加工物を加工するレーザ加工機の制御装置であって、

前記相対移動の減速が開始するときの前記加工ノズルと前記被加工物との距離である減速開始距離を計算する減速開始距離計算部と、

前記減速開始距離、並びに予め定めたアプローチ最大速度及び減速度から、第1の速度指令値を作成する第1の速度指令作成部と、

前記加工ノズルと前記被加工物との間のギャップの目標値と、前記ギャップを検出するギャップセンサからのフィードバック値との差にギャップ制御ゲインKを乗算することによって第2の速度指令値を計算する第2の速度指令作成部と、

前記相対移動のための速度指令を、前記第1の速度指令値と前記第2の速度指令値との間で切り換える速度指令切換部と、を具備し、

前記減速開始距離計算部は、ギャップ制御ゲインK、アプローチ最大速度F a及び減速度Aを使用して

$$Ld = (F a^2 / 2 A) + (A / 2 K^2)$$

なる式によって減速開始距離Ldを計算する、レーザ加工機の制御装置。

【請求項 2】

前記速度指令切換部は、前記相対移動の減速開始時からは第1の速度指令値に基づいて

10

20

前記相対移動を行い、前記第 2 の速度指令値が前記第 1 の速度指令値に一致した後は前記第 2 の速度指令値に基づいて前記相対移動を行う、請求項 1 に記載のレーザ加工機の制御装置。

【請求項 3】

前記速度指令切換部によって前記第 1 の速度指令値から前記第 2 の速度指令値へ切り換えられることなく、前記第 1 の速度指令値がゼロになり、かつ、前記第 2 の速度指令値がゼロでないときは、前記速度指令切換部は、前記減速度と絶対値が等しい加速度で前記相対移動を加速させる第 3 の速度指令値に基づいて前記相対移動を行い、前記第 3 の速度指令値と前記第 2 の速度指令値とが交わったとき以降は、前記第 2 の速度指令値に基づいて前記相対移動を行う、請求項 1 に記載のレーザ加工機の制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置と、
加工ノズルと、
前記加工ノズルと被加工物との距離をサーボモータにより制御する制御軸と、
前記制御軸の位置を検出する位置検出部と、
前記加工ノズルと前記被加工物との間のギャップを検出する、前記位置検出部とは異なるギャップセンサと、を有し、
前記加工ノズルから射出されたレーザ光を集光して前記被加工物に照射しつつ、加工プログラムに基づいて前記加工ノズル及び前記被加工物を相対移動させることにより前記被加工物を加工する、レーザ加工機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工ノズルと被加工物との間のギャップを制御しながらレーザ加工を行うように構成されたレーザ加工機、及び該レーザ加工機の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、レーザ加工機を用いたレーザ加工では、加工ノズルを被加工物に接近（アプローチ）させ、加工ノズルと被加工物との距離（ギャップ）を一定に維持するギャップ制御が行われる。この際、加工ノズルの位置を検出する位置検出器の出力を用いたフィードバック制御から、加工ノズルと被加工物との距離を検出するギャップセンサの出力を用いたギャップ制御への切り換えが行われる。

30

【0003】

これに関連する従来技術として、例えば特許文献 1 には、倣いアプローチ速度情報と、加速度情報と、減速停止距離情報と、ギャップ基準位置までの距離情報とをもとに倣いアプローチ動作時の移動指令を生成し、倣い動作退避位置から倣い動作の基準位置までの倣いアプローチ動作を予め設定された速度情報と加速度情報とをもとにギャップセンサからの情報を距離情報として加減速動作させることにより、倣いアプローチ動作に有する移動時間を短縮することを企図したレーザ加工装置が記載されている。

【0004】

40

また特許文献 2 には、加工ノズルが取付けられている制御軸と、加工ノズルを被加工物に向かって前進および被加工物から後退させるように制御軸を駆動する駆動部と、駆動部を制御するサーボ制御部と、駆動部の位置を検出する位置検出部と、加工ノズルと被加工物との間のギャップを検出するギャップセンサとを含むレーザ加工装置が記載されており、ここでは、サーボ制御部は、位置検出部により検出された駆動部の位置をギャップセンサにより検出されたギャップ検出値に基づいて変更し、それにより、加工ノズルと被加工物との間のギャップを一定に維持するギャップ制御を行う、と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開平09-308979号公報

【特許文献2】特開2010-125518号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図6は、従来のレーザ加工機でのアプローチ動作における速度指令値の時間変化を表すグラフである。まず、加工ノズル（を駆動する制御軸）を、第1の速度指令値102に基づいて動作させるが、詳細には、加工ノズルをアプローチ最大速度Faまで加速し（領域104）、ギャップセンサの出力が減速開始距離になるまで一定速度Faで所定時間移動させた（領域106）後、予め定めた加速度で減速させる（領域108）。なお図6のTdは、ギャップセンサの出力が減速開始距離となった時刻である。

10

【0007】

この減速動作の途中（領域108）で、第1の速度指令値102から、ギャップセンサの出力に基づいて作成された第2の速度指令値110への切り換えが行われる。具体的には、第1の速度指令値102と第2の速度指令値とが等しくなる点112（時刻x）において、加工ノズルの動作制御のための速度指令値が、第1の速度指令値102から第2の速度指令値110に切り換えられる。

【0008】

しかしこの場合、時刻xにおいて加工ノズルの速度が急激に変化するため、速度指令値の切換時に加工ノズルがショックを受け、後のギャップ制御に影響することがある。従ってアプローチ動作を調整する際は、速度指令値の切り換えが滑らかに行われるようにパラメータ（減速開始位置）を設定する必要がある。一方で、アプローチ時間（第2の速度指令値がゼロになる時刻Tf）はできるだけ短いことが望ましく、このような調整は煩雑で難度の高いものとなっていた。

20

【0009】

そこで本発明は、フィードバック制御からギャップ制御に切り換えるまでの時間（アプローチ動作時間）を短くする一方で、切り換え時の加速度変化が小さくなるように加工ノズルを被加工物に対して移動させることができるレーザ加工機の制御装置、及び該制御装置を含むレーザ加工機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】

30

【0010】

上記目的を達成するために、本願第1の発明は、加工ノズルから射出されたレーザ光を集光して被加工物に照射しつつ、加工プログラムに基づいて前記加工ノズル及び前記被加工物を相対移動させることにより前記被加工物を加工するレーザ加工機の制御装置であって、前記相対移動の減速が開始するときの前記加工ノズルと前記被加工物との距離である減速開始距離を計算する減速開始距離計算部と、前記減速開始距離、並びに予め定めたアプローチ最大速度及び減速度から、第1の速度指令値を作成する第1の速度指令作成部と、前記加工ノズルと前記被加工物との間のギャップの目標値と、前記ギャップを検出するギャップセンサからのフィードバック値との差にギャップ制御ゲインKを乗算することによって第2の速度指令値を計算する第2の速度指令作成部と、前記相対移動のための速度指令を、前記第1の速度指令値と前記第2の速度指令値との間で切り換える速度指令切換部と、を具備し、前記減速開始距離計算部は、ギャップ制御ゲインK、アプローチ最大速度Fa及び減速度Aを使用して $Ld = (Fa^2 / 2A) + (A / 2K^2)$ なる式によって減速開始距離Ldを計算する、レーザ加工機の制御装置を提供する。

40

【0014】

第2の発明は、第1の発明において、前記速度指令切換部は、前記相対移動の減速開始時から第1の速度指令値に基づいて前記相対移動を行い、前記第2の速度指令値が前記第1の速度指令値に一致した後は前記第2の速度指令値に基づいて前記相対移動を行う、レーザ加工機の制御装置を提供する。

【0015】

50

第3の発明は、第1の発明において、前記速度指令切換部によって前記第1の速度指令値から前記第2の速度指令値へ切り換えられることなく、前記第1の速度指令値がゼロになり、かつ、前記第2の速度指令値がゼロでないときは、前記速度指令切換部は、前記減速度と絶対値が等しい加速度で前記相対移動を加速させる第3の速度指令値に基づいて前記相対移動を行い、前記第3の速度指令値と前記第2の速度指令値とが交わったとき以降は、前記第2の速度指令値に基づいて前記相対移動を行う、レーザ加工機の制御装置を提供する。

【0016】

第4の発明は、第1～第3のいずれか1つの発明に係る制御装置と、加工ノズルと、前記加工ノズルと被加工物との距離をサーボモータにより制御する制御軸と、前記制御軸の位置を検出する位置検出部と、前記加工ノズルと前記被加工物との間のギャップを検出する、前記位置検出部とは異なるギャップセンサと、を有し、前記加工ノズルから射出されたレーザ光を集光して前記被加工物に照射しつつ、加工プログラムに基づいて前記加工ノズル及び前記被加工物を相対移動させることにより前記被加工物を加工する、レーザ加工機を提供する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、速度指令の切り換えを円滑に行える減速動作距離を自動的に計算することができ、加工ノズルの最適なアプローチ動作を容易に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の好適な実施形態に係るレーザ加工機の概略構成を示す図である。

【図2】図1のレーザ加工機における加工ノズルのアプローチ動作時の速度変化の一例を示すグラフである。

【図3】加工ノズルの減速動作開始距離を計算する手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】従来技術に係る加工ノズルのアプローチ動作時における、加工ノズルの減速動作開始後の速度変化を示すグラフである。

【図5】図1のレーザ加工機における加工ノズルのアプローチ動作時の速度変化の他の例を示すグラフである。

【図6】従来技術に係る加工ノズルのアプローチ動作時の速度変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は、本発明の好適な実施形態に係る制御装置を含むレーザ加工機の概略構成を示す図である。レーザ加工機10は、図示しないレーザ発振器を通じてレーザ光を照射する加工ノズル12を備え、加工ノズル12から射出されたレーザ光を（図示しない集光レンズ等で）集光して被加工物（ワーク）Wに照射しつつ、所定の加工プログラムに基づいて加工ノズル12及びワークWを相対移動させることによりワークWを加工するように構成されている。

【0020】

レーザ加工機10は、加工ノズル12とワークWとの距離をサーボモータ14により制御する制御軸16と、制御軸16の位置を検出するエンコーダ等の位置検出部18とを有する。図示例では、制御軸16は略鉛直方向（Z方向）に延び、加工ノズル12がワークWに対してZ方向に接離可能となっている。また図示例では、ワークWは、Z方向に垂直なX-Y平面内を可動に構成された可動テーブル20に搭載され保持されている。

【0021】

またレーザ加工機10は、加工ノズル12とワークWとの間のギャップGを検出する、位置検出部18とは異なるギャップセンサ22を有する。ギャップセンサ22は、加工ノズル12とワークWとの間のギャップGを検出できるものであればどのようなものでもよいが、図示例では、加工ノズル12に取り付けられ、ワークWに接触可能な接触子24を

10

20

30

40

50

有する。或いは、接触子 24 の代わりに、静電容量型のギャップセンサ（図示しない）を用いて、その出力を位置検出器 18 の出力と同種に変換する変換回路を設けてもよい。

【0022】

加工ノズル 12 とワーク W との相対移動（図示例では制御軸 16 の Z 方向位置）は、レーザ加工機 10 に含まれる制御装置（CNC）26 によって制御される。具体的には、制御装置 26 は、加工ノズル 12 のアプローチ動作において、ワーク W に対する加工ノズル 12 の移動の減速が開始するときの加工ノズル 12 とワーク W との距離である減速開始距離 L_d （後述）を自動的に計算する減速開始距離計算部 30 と、減速開始距離 L_d 並びに予め定めたアプローチ最大速度 F_a 及び減速度 A （後述）から、第 1 の速度指令値を作成する第 1 の速度指令作成部 32 と、ギャップ G の目標値及びギャップセンサ 22 からのフィードバック値から、第 2 の速度指令値を計算する第 2 の速度指令作成部 34 と、第 1 の速度指令値及び第 2 の速度指令値のいずれか一方を選択してサーボ制御部 38 に送る速度指令切換部 36 とを有し、サーボ制御部 38 は、位置検出器 18 からの出力（加工ノズル 12 の位置データ）と、速度指令切換部 36 からの第 1 又は第 2 の速度指令値とに基づいて、制御軸 16（具体的には、制御軸 16 を駆動するサーボモータ 14 に電力供給するサーボアンプ 40）への速度指令を作成・出力する。

10

【0023】

なお図示していないが、制御装置 26 は、加工ノズル 12 等の可動部の位置及び速度、並びにレーザ加工機 10 のレーザ状態及び加工条件等を表示する表示部（例えば CRT、液晶表示器）を有してもよい。また数値制御装置 26 は、作業者がレーザ出力条件及び各種データ等を入力可能な入力部（例えばキーボード、マウス）を有してもよい。

20

【0024】

次に、制御装置 26 が作成する速度指令について、図 2 を参照しつつ説明する。まず、加工ノズル 12（を駆動する制御軸 22）を、第 1 の速度指令値 42 に基づいて動作させる。詳細には、加工ノズル 12 をアプローチ最大速度 F_a まで加速し（領域 44）、速度 F_a で所定時間移動させた（領域 46）後、加工ノズル 12 とワーク W との距離が後述する減速開始距離 L_d になった時刻 T_d から、予め定めた減速度で減速させる（領域 48）。

【0025】

この減速動作の途中（領域 48）で、第 1 の速度指令値 42 から、ギャップ G の目標値及びギャップセンサ 22 の出力に基づいて作成された第 2 の速度指令値 50 への切り換えが行われる。具体的には、以下の条件を満たす点 52（第 1 の時刻 x ）において、サーボアンプ 40 に送られる速度指令が、第 1 の速度指令値 42 から第 2 の速度指令値 50 に切り換えられる。

30

【0026】

ここで、第 1 の時刻 x では、第 1 の速度指令値 42 と第 2 の速度指令値 50 との差の絶対値が、時刻 x での第 1 の速度指令値 42 の絶対値の 10% 以下であり、好ましくは 5% 以下、3% 以下、1% 以下、最も好ましくはゼロ（すなわち第 1 の速度指令値 42 と第 2 の速度指令値 50 とが等しい）である。

【0027】

また、第 1 の時刻 x では、第 1 の速度指令値 42 の 1 階微分と第 2 の速度指令値 50 の 1 階微分との差の絶対値が、時刻 x での第 1 の速度指令値 42 の 1 階微分の絶対値の 10% 以下であり、好ましくは 5% 以下、3% 以下、1% 以下、最も好ましくはゼロ（すなわち第 1 の速度指令値 42 の 1 階微分と第 2 の速度指令値 50 の 1 階微分とが等しい）である。なお図 2 の例では、第 1 の速度指令値 42 と第 2 の速度指令値 50 との差がゼロであり、かつ、第 1 の速度指令値 42 の 1 階微分と第 2 の速度指令値 50 の 1 階微分との差がゼロである場合（すなわち、第 1 の速度指令値 42 と第 2 の速度指令値 50 とが時刻 x で接する）場合を示している。

40

【0028】

次に、上述の減速開始距離 L_d を求める手順について、図 2 及び図 3 のフローチャートを参照しつつ説明する。

50

【0029】

まず、アプローチ動作開始後、ワークWに対する加工ノズル12の速度がアプローチ最大速度Faである状態（図2の時刻Td）から、所定の減速度（負の加速度）で減速したとき（つまり領域48内）の第1の速度指令値42と、ギャップセンサ22の出力に基づいて作成された第2の速度指令値50とをそれぞれ計算する。但し、時刻Tdはギャップセンサ22の出力が減速開始距離Ldとなる時刻であり、減速開始距離Ldが求まれば決まる。

【0030】

次のステップS2では、第1の速度指令値42の1階微分と、第2の速度指令値50の1階微分との差の絶対値が、第1の速度指令値42（又は第2の速度指令値50）の1階微分の絶対値の10%以下となる（すなわち両者の傾きが概ね等しくなる）第1の時刻xを求める。

10

【0031】

次のステップS3では、ステップS2で求めた時刻xにおいて、第1の速度指令値42と、第2の速度指令値50との差の絶対値が、第1の速度指令値42（又は第2の速度指令値50）の絶対値の10%以下となる（すなわち両者が概ね一致する）ように、減速開始距離Ldを求める。このようにして得られた減速開始距離Ldを用いて、領域44から48に亘る第1の速度指令値42が作成される。

【0032】

次に、図2に示すように、第1の速度指令値42と第2の速度指令値50とが時刻xで接する場合の、減速開始距離Ldの具体的計算方法（計算式）を説明する。なおここでは、ギャップ制御の制御則が、ギャップ制御ゲインをKとする比例制御であるとし、図2のように、第1の速度指令値42と第2の速度指令値50とが時刻xで接する場合を説明する。また、減速開始後（領域48）における第1の速度指令値42の減速度を一定値Aとする（ $A = Fa / T2$ ）。

20

【0033】

図2からわかるように、第1の速度指令値42と第2の速度指令値50とが時刻x（ $= T2 - 1 / K$ ）で接することから、以下の式（1）が得られ、式（1）を変形することによって、減速開始距離Ldを求める式（2）が得られる。

【0034】

30

【数1】

$$F_a \frac{1}{KT_2} = K \left(L_d - \frac{1}{2} F_a T_2 \frac{K^2 T_2^2 - 1}{K^2 T_2^2} \right) \quad (1)$$

$$L_d = \frac{1}{2} F_a T_2 + \frac{1}{2} \frac{F_a}{K^2 T_2} = \frac{F_a^2}{2A} + \frac{A}{2K^2} \quad (2)$$

40

【0035】

ここで、ギャップ制御における指数型加減速の整定時間が時定数の5倍に等しいとすると、加工ノズルの動作アプローチに要する時間Tfは以下の式（3）で求められる。

【0036】

【数 2】

$$Tf = T_2 + \frac{4}{K} \quad (3)$$

【0037】

図4は、本発明との比較例として、従来技術に係る方法によってアプローチ動作を行った場合を説明する図である。なお図4では、図2の領域48（減速動作開始後）に相当する部分のみを示しており、他は省略している。また制御ゲイン等の各パラメータは、全て

10

【0038】

図4の例では、第1の速度指令値114と第2の速度指令値116は、時刻xにて単純に交わるものとする。この場合、以下の式(4)が得られ、式(4)を変形することによって、時刻xを求める式(5)が得られる。

【0039】

【数 3】

$$F_a \left(1 - \frac{x}{T_2} \right) = K \left\{ L_d - F_a \left(x - \frac{1}{2} \frac{x^2}{T_2} \right) \right\} \quad (4)$$

20

$$x = T_2 - \frac{1}{K} + \frac{\sqrt{(1 + K^2 T_2^2) F_a^2 - 2 L_d K^2 T_2 F_a}}{K F_a} \quad (5)$$

【0040】

ここで、図2の場合と同様、ギャップ制御における指数型加減速の整定時間が時定数の5倍に等しいとすると、従来技術において加工ノズルの動作アプローチに要する時間Tfは以下の式(6)で求められる。このように、同条件下では、第1の速度指令値と第2の

30

【0041】

【数 4】

$$Tf = T_2 + \frac{4}{K} + \frac{\sqrt{(1 + K^2 T_2^2) F_a^2 - 2 L_d K^2 T_2 F_a}}{K F_a} \quad (6)$$

【0042】

40

次に、時刻xにおける第1の速度指令値と第2の速度指令値との差が第1の速度指令値の絶対値のα%以下であり、かつ、第1の速度指令値の1階微分と第2の速度指令値の1回微分との差の絶対値が第1の速度指令値の1階微分の絶対値のβ%以下となる時刻x及び減速開始距離Ldの導出について説明する。

【0043】

時刻xにおける第1の速度指令値と第2の速度指令値の差の絶対値が第1の速度指令値の絶対値のα%以下となるためには、以下の式(7)を満たす必要があり、また、第1の速度指令値の1階微分と第1の速度指令値の1回微分との差の絶対値が第2の速度指令値の1階微分の絶対値のβ%以下となるためには、以下の式(8)を満たす必要がある。

【0044】

50

【数 5】

$$-F_a \frac{x}{T_2} - \left(-KF_a \left(1 - \frac{x}{T_2} \right) \right) = \alpha F_a \frac{x}{T_2} \quad (7)$$

$$F_a \left(1 - \frac{x}{T_2} \right) - K \left\{ L_d - F_a \left(x - \frac{1}{2} \frac{x^2}{T_2} \right) \right\} = -\beta F_a \left(1 - \frac{x}{T_2} \right) \quad (8)$$

10

【0045】

式(7)及び(8)から、時刻 x 及び減速開始距離 L_d は、それぞれ以下の式(9)及び(10)により求めることができる。

【0046】

【数 6】

$$x = T_2 - \frac{1+\alpha}{K} \quad (9)$$

$$L_d = \frac{1}{2} F_a T_2 + \frac{1}{2} \frac{F_a (1+\alpha)(1-\alpha+2\beta)}{K^2 T_2} \quad (10)$$

20

【0047】

図5は、第1の速度指令値から第2の速度指令値への切り換えに失敗した場合に、ギャップ制御を自動で開始するための処理について説明するグラフである。図5に示すように、速度指令切換部36によって第1の速度指令値42から第2の速度指令値50へ切り換えられることなく、第1の速度指令値がゼロになり(時刻 T_2)、かつ、第1の速度指令値42がゼロになったときに第2の速度指令値50がゼロでないときは、制御装置26は、時刻 T_d から T_2 までの減速時の加速度(減速度)と絶対値が等しい加速度で加工ノズル12を加速させる第3の速度指令値54に基づいて加工ノズル12を移動させ、第3の速度指令値54が第2の速度指令値50とが交点56で交わったとき(時刻 T_3)以降は、速度指令切換部36は、加工ノズルの動作指令を第3の速度指令値54から第2の速度指令値50に切り換える。このような処理により、位置検出器18やギャップセンサ22の不具合等によって相対移動のための速度指令値の切り換えが円滑に行われなかった場合でも、加工ノズル12が受けるショックを最低限に抑え、アプローチ動作時間も極力短くすることができる。

30

【0048】

なお上述の実施形態では、レーザ加工機10は3つの駆動軸(X、Y、Z軸)を有し、ワークW(が載置された可動テーブル20)がX-Y平面内を可動であり、加工ノズル12がZ方向に可動となっているが、本発明の適用対象はこれに限られず、少なくとも1つの制御軸によって加工ノズルがワークに対して移動できる構成のレーザ加工機に対して適用可能である。

40

【符号の説明】

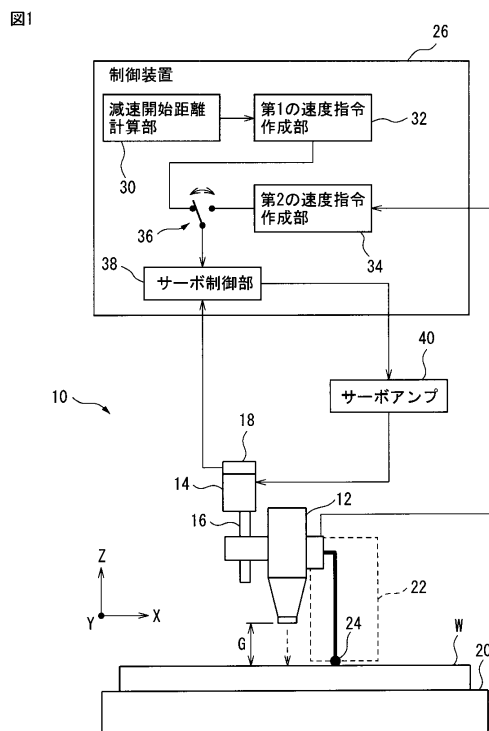
【0049】

- 10 レーザ加工機
- 12 加工ノズル
- 14 サーボモータ
- 16 制御軸
- 18 位置検出器

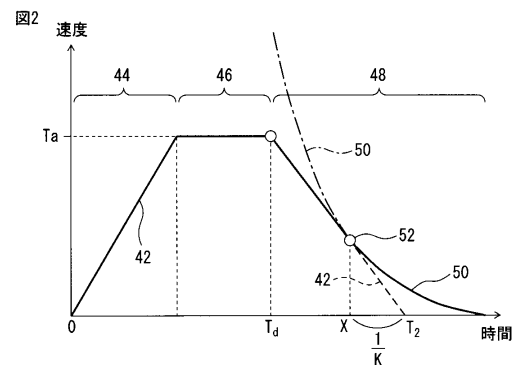
50

- 2 0 可動テーブル
- 2 2 ギャップセンサ
- 2 4 接触子
- 2 6 制御装置
- 3 0 減速開始距離計算部
- 3 2 第1の速度指令作成部
- 3 4 第2の速度指令作成部
- 3 6 速度指令切換部
- 3 8 サーボ制御部
- 4 0 サーボアンプ

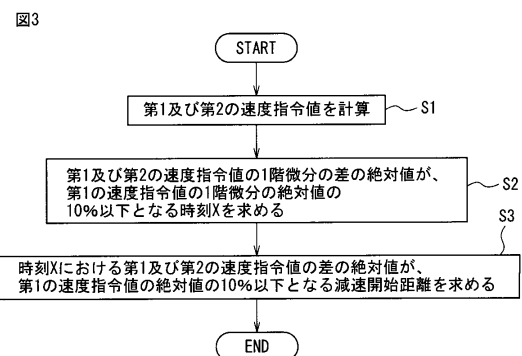
【図 1】



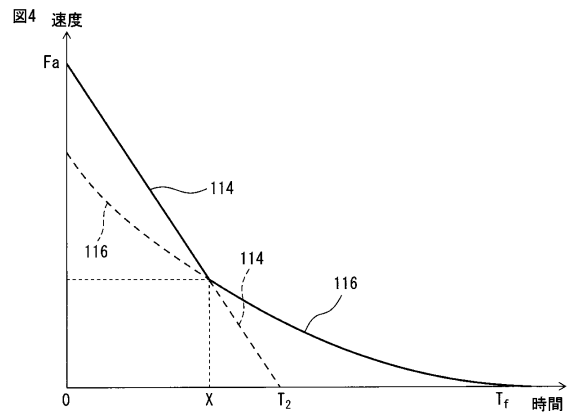
【図 2】



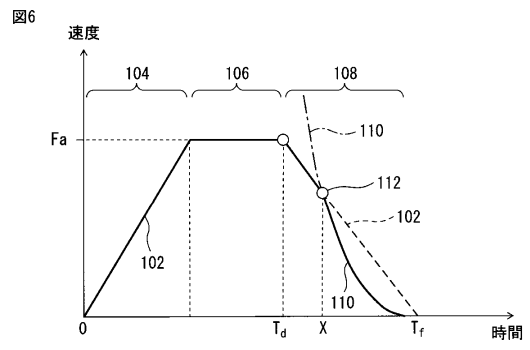
【図 3】



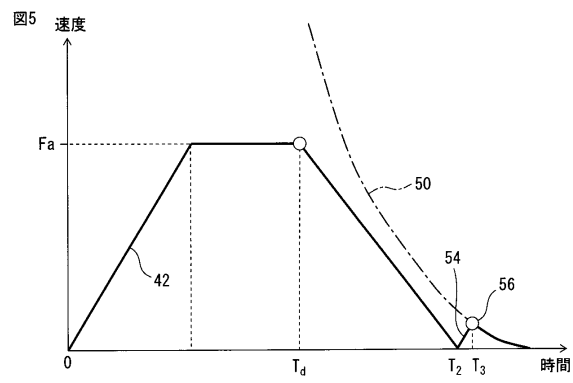
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 恒木 亮太郎

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 猪飼 聡史

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 黒石 孝志

(56)参考文献 特開2013-86172 (JP, A)

特開2008-200712 (JP, A)

特開昭56-60910 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/00 - 26/70