

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6773733号
(P6773733)

(45) 発行日 令和2年10月21日 (2020. 10. 21)

(24) 登録日 令和2年10月5日 (2020. 10. 5)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/00 (2014. 01)	B 2 3 K 26/00 M
G O 2 B 26/10 (2006. 01)	G O 2 B 26/10 1 O 4 Z
B 2 3 K 26/082 (2014. 01)	B 2 3 K 26/082

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-146574 (P2018-146574)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成30年8月3日 (2018. 8. 3)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2020-19057 (P2020-19057A)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	令和2年2月6日 (2020. 2. 6)		〇番地
審査請求日	令和2年1月14日 (2020. 1. 14)	(74) 代理人	100106002
早期審査対象出願			弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100165157
			弁理士 芝 哲央
		(74) 代理人	100160794
			弁理士 星野 寛明
		(72) 発明者	持田 武志
			山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		審査官	岩見 勤
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置の制御装置及びレーザ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレーザと、前記複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキヤナとを備えるレーザ加工装置の制御装置であって、

前記複数のスキヤナを同期制御するスキヤナ制御部と、

前記複数のレーザを同期制御するレーザ制御部と、
を備え、

前記スキヤナ制御部は、前記複数のスキヤナのうちの動作を遅延させるスキヤナの制御指令を一時保存するバッファを備え、前記複数のスキヤナのうちの少なくとも1つのスキヤナの動作を、前記複数のスキヤナのうちの他のスキヤナの動作に対して先行又は遅延させる追従制御を行い、

前記レーザ制御部は、前記複数のレーザのうちのレーザ出力を遅延させるレーザの制御指令を一時保存するバッファを備え、前記少なくとも1つのスキヤナに対応する前記複数のレーザのうちの少なくとも1つのレーザのレーザ出力を、前記他のスキヤナに対応する前記複数のレーザのうちの他のレーザのレーザ出力に対して先行又は遅延させる追従制御を行う、

レーザ加工装置の制御装置。

【請求項 2】

前記スキヤナ制御部は、

前記少なくとも1つのスキヤナから出射されるレーザ光が、前記他のスキヤナから出射

10

20

されるレーザ光に対して先行して加工対象を照射し、

前記他のスキャナから出射されるレーザ光の焦点又は中心が、前記少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光の焦点又は中心を同一経路で追従するように、前記複数のスキャナを制御する、請求項1に記載のレーザ加工装置の制御装置。

【請求項3】

前記スキャナ制御部は、前記少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光の加工対象におけるビーム径が、前記他のスキャナから出射されるレーザ光の加工対象におけるビーム径よりも大きくなるように、前記複数のスキャナを制御する、請求項2に記載のレーザ加工装置の制御装置。

10

【請求項4】

複数のレーザと、
前記複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナと、
前記複数のスキャナを制御する請求項1～3の何れか1項に記載のレーザ加工装置の制御装置と、
を備える、レーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のレーザと、前記複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナとを備えるレーザ加工装置の制御装置及びレーザ加工装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

レーザ加工装置において、スキャナを用いてレーザ光を走査してレーザ加工を行う装置がある。このようなレーザ加工装置は、例えば粉末床溶融結合（Part Bed Fusion：PBF）方式の積層造形（Additive Manufacturing：AM）に用いられる。粉末床溶融結合方式の造形とは、粉末材料を積層して粉末床を形成し、レーザ光を用いて粉末床の粉末材料を溶融して固化させ結合させる造形である。積層造形とは、このような造形を複数回繰り返して積層状の造形を行うことである。特許文献1及び2には、このような粉末床溶融結合方式の積層造形を行うレーザ加工装置が開示されている。

30

【0003】

特許文献1に記載のレーザ加工装置では、複数のガルバノスキャナを用い、各ガルバノスキャナにより別領域を加工する。これにより、加工時間を短縮できる。

特許文献2に記載のレーザ加工装置では、複数のガルバノスキャナを用い、複数台のガルバノスキャナを同期させて1つの加工を行う。例えば、一方のレーザ光の照射領域を大きくすることにより予熱し、他方のレーザ光の照射領域を小さくすることで加工する。これにより、造形効率を向上できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献1】特許第6234596号公報

【特許文献2】特許第5826430号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献2に記載のレーザ加工装置の同期制御では、複数のスキャナから出射されるレーザ光の焦点位置又は中心位置が同一であると考えられる。ところで、レーザ加工装置の同期制御として、複数のスキャナから出射されるレーザ光の焦点位置又は中心位置を異ならせ、少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光が他のスキャナから出射されるレーザ光に対して先行して粉末床を照射し、他のスキャナから出射されるレーザ光の焦点

50

位置又は中心位置が少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光の焦点位置又は中心位置を同一経路で追従させる追従制御がある。

【0006】

本発明は、複数のレーザ及び複数のスキャナを追従制御することができるレーザ加工装置の制御装置及びレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明に係るレーザ加工装置の制御装置(例えば、後述のレーザ加工装置の制御装置30)は、複数のレーザ(例えば、後述の第1レーザ11及び第2レーザ12)と、前記複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナ(例えば、後述の第1スキャナ21及び第2スキャナ22)とを備えるレーザ加工装置(例えば、後述のレーザ加工装置1)の制御装置であって、前記複数のスキャナを同期制御するスキャナ制御部(例えば、後述のスキャナ制御部100)と、前記複数のレーザを同期制御するレーザ制御部(例えば、後述のレーザ制御部200)とを備え、前記スキャナ制御部は、前記複数のスキャナのうちの少なくとも1つのスキャナの動作を、前記複数のスキャナのうちの他のスキャナの動作に対して先行又は遅延させる追従制御を行い、前記レーザ制御部は、前記少なくとも1つのスキャナに対応する前記複数のレーザのうちの少なくとも1つのレーザのレーザ出力を、前記他のスキャナに対応する前記複数のレーザのうちの他のレーザのレーザ出力に対して先行又は遅延させる追従制御を行う。

【0008】

(2) (1)に記載のレーザ加工装置の制御装置において、前記スキャナ制御部は、前記複数のスキャナのうちの動作を遅延させるスキャナの制御指令を一時保存するバッファ(例えば、後述の第1バッファ151及び第2バッファ152)を備え、前記レーザ制御部は、前記複数のレーザのうちのレーザ出力を遅延させるレーザの制御指令を一時保存するバッファ(例えば、後述の第1バッファ231及び第2バッファ232)を備えてもよい。

【0009】

(3) (1)又は(2)に記載のレーザ加工装置の制御装置において、前記スキャナ制御部は、前記少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光が、前記他のスキャナから出射されるレーザ光に対して先行して加工対象を照射し、前記他のスキャナから出射されるレーザ光の焦点又は中心が、前記少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光の焦点又は中心を同一経路で追従するように、前記複数のスキャナを制御してもよい。

【0010】

(4) (3)に記載のレーザ加工装置の制御装置において、前記スキャナ制御部は、前記少なくとも1つのスキャナから出射されるレーザ光の加工対象におけるビーム径が、前記他のスキャナから出射されるレーザ光の加工対象におけるビーム径よりも大きくなるように、前記複数のスキャナを制御してもよい。

【0011】

(5) 本発明に係るレーザ加工装置(例えば、後述のレーザ加工装置1)は、複数のレーザ(例えば、後述の第1レーザ11及び第2レーザ12)と、前記複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナ(例えば、後述の第1スキャナ21及び第2スキャナ22)と、前記複数のスキャナを制御する(1)から(4)の何れか1項に記載のレーザ加工装置の制御装置(例えば、後述のレーザ加工装置の制御装置30)とを備える。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、複数のレーザ及び複数のスキャナを追従制御することができるレーザ加工装置の制御装置及びレーザ加工装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

10

20

30

40

50

【図１】本実施形態に係るレーザ加工装置を示す概略図である。

【図２】本実施形態に係るレーザ加工装置におけるスキャナを示す概略図である。

【図３】本実施形態に係るレーザ加工装置の制御装置を示す概略図である。

【図４】本実施形態の変形例に係るレーザ加工装置の制御装置を示す概略図である。

【図５Ａ】第１実施形態の変形例に係るレーザ加工装置による複数のレーザ光の関係の一例を示す図である。

【図５Ｂ】第２実施形態に係るレーザ加工装置による複数のレーザ光の関係の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

10

以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態の一例について説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

【００１５】

（第１実施形態）

<レーザ加工装置>

図１は、本実施形態に係るレーザ加工装置を示す概略図である。図１に示すレーザ加工装置１は、例えば粉末床溶融結合方式の積層造形に用いられる。レーザ加工装置１は、粉末床にレーザ光を照射し、粉末床の粉末材料を溶融して固化させ結合させる造形を行う。レーザ加工装置１は、このような造形を複数回繰り返して積層状の造形を行う。なお、図１では、粉末床を形成するために粉末材料を積層する構成を省略する。

20

【００１６】

レーザ加工装置１は、第１系統の第１レーザ１１及び第１スキャナ２１と、第２系統の第２レーザ１２及び第２スキャナ２２と、制御装置３０とを備える。

【００１７】

第１レーザ１１は、レーザ光を生成し、生成したレーザ光を第１スキャナ２１に出射する。第１スキャナ２１は、第１レーザ１１から出射されるレーザ光を受けて、粉末床に対してレーザ光を走査する。

【００１８】

同様に、第２レーザ１２は、レーザ光を生成し、生成したレーザ光を第２スキャナ２２に出射する。第２スキャナ２２は、第２レーザ１２から出射されたレーザ光を受けて、粉末床に対してレーザ光を走査する。

30

【００１９】

制御装置３０は、第１系統の第１レーザ１１及び第１スキャナ２１と、第２系統の第２レーザ１２及び第２スキャナ２２とを制御する。本実施形態では、制御装置３０は、第１系統のレーザ光と第２系統のレーザ光とが粉末床（加工対象）における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、第１系統の第１スキャナ２１と第２系統の第２スキャナ２２とを同期制御する。

【００２０】

<スキャナ装置>

図２は、第１スキャナ２１及び第２スキャナ２２を示す概略図である。以下、第１スキャナ２１について説明するが、第２スキャナ２２も同様である。

40

第１スキャナ２１は、第１レーザ１１から出射されるレーザ光Ｌを反射させる２つのミラー２５、２６と、ミラー２５、２６をそれぞれ回転駆動するサーボモータ２５ａ、２６ａと、ミラー２５、２６で反射されたレーザ光Ｌを集光する集光レンズ２７とを備えるガルバノスキャナである。

【００２１】

ミラー２５、２６は、例えば互いに直交する２つの回転軸回りにそれぞれ回転可能に構成される。サーボモータ２５ａ、２６ａは、制御装置３０からの駆動データに基づいて回転駆動し、ミラー２５、２６を回転軸回りに独立して回転させる。

【００２２】

50

第1スキャナ21は、制御装置30からの駆動データに基づいて、サーボモータ25a、26aの回転駆動を適宜制御してミラー25、26のそれぞれの回転角度を変化させることにより、出射するレーザ光LをX、Y方向に走査させる。

また、第1スキャナ21は、制御装置30からの駆動データに基づいて、例えばレンズ27の位置、すなわちレンズ用サーボモータ（図示省略）を制御することにより、出射するレーザ光Lの焦点をZ方向に変化させる。

【0023】

<制御装置>

図3は、本実施形態に係るレーザ加工装置の制御装置を示す概略図である。図3に示す制御装置30は、2系統の第1スキャナ21及び第2スキャナ22を制御するスキャナ制御部100と、2系統の第1レーザ11及び第2レーザ12を制御するレーザ制御部200とを備える。

10

【0024】

スキャナ制御部100は、第1系統の第1スキャナ21を制御する第1系統と、第2系統の第2スキャナ22を制御する第2系統とで構成される。スキャナ制御部100の第1系統は、加工プログラム解析部110と、補間部120と、焦点座標更新部130と、第1キネマティクス変換部141と、第1バッファ151と、第1座標更新部161と、第1サーボ制御部171とを備える。

【0025】

一方、スキャナ制御部100の第2系統は、第2キネマティクス変換部142と、第2バッファ152と、第2座標更新部162と、第2サーボ制御部172とを備える。すなわち、スキャナ制御部100の第2系統は、加工プログラム解析部、補間部、及び焦点座標更新部を備えない。

20

【0026】

加工プログラム解析部110は、加工プログラムを解析し、レーザ光の焦点（又は中心）の移動量を示す移動指令データを作成する。

補間部120は、移動指令データに基づいて、所定周期ごとに補間したレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量を示す補間データを作成する。

【0027】

焦点座標更新部130は、補間データ、すなわち所定周期ごとの移動量に基づいて、レーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ座標、機械座標）を更新する。

30

【0028】

第1キネマティクス変換部141は、レーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ座標、機械座標）と制御対象の第1スキャナ21の位置情報とに基づいてキネマティクス変換を行い、第1スキャナ21におけるミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわち集光レンズ用サーボモータの回転位置）を作成する。第1スキャナ21の位置情報は、例えば第1スキャナ21の設置位置を示す情報である。例えば粉末床溶融結合方式の積層造形に用いられるレーザ加工装置では、第1スキャナ21は固定設置されるので、位置情報は固定の情報である。

40

【0029】

同様に、第2キネマティクス変換部142は、第1系統のレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ座標、機械座標）と制御対象の第2スキャナ22の位置情報とに基づいてキネマティクス変換を行い、第2スキャナ22におけるミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわち集光レンズ用サーボモータの回転位置）を作成する。第2スキャナ22の位置情報は、例えば第2スキャナ22の設置位置を示す情報である。例えば粉末床溶融結合方式の積層造形に用いられるレーザ加工装置では、第2スキャナ22は固定設置されるので、位置情報は固定の情報である。

【0030】

50

第1バッファ151は、第1キネマティクス変換部141によって変換された第1スキャナ21におけるミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズの位置（すなわち集光レンズ用サーボモータの回転位置）を一時保存する。

【0031】

同様に、第2バッファ152は、第2キネマティクス変換部142によって変換された第2スキャナ22におけるミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）、及び集光レンズの位置（すなわち集光レンズ用サーボモータの回転位置）を一時保存する。

【0032】

第1及び第2バッファ151、152としては、例えばFIFOバッファが挙げられる。第1及び第2バッファ151、152は、2系統のスキャナ21、22から出射されるレーザ光が粉末庄（加工対象）における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、制御対象の第1及び第2スキャナ21、22の各々の制御タイミングを調整するタイミング調整部として機能する。

【0033】

第1座標更新部161は、第1キネマティクス変換部141により変換され、第1バッファ151に一時保存された第1スキャナ21のミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）を更新する。

【0034】

同様に、第2座標更新部162は、第2キネマティクス変換部142により変換され、第2バッファ152に一時保存された第2スキャナ22のミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）を更新する。

【0035】

第1サーボ制御部171は、更新された第1スキャナ21のミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）に基づいてサーボ制御を行い、第1スキャナ21のサーボモータ25a、26a及びレンズ用サーボモータを回転駆動する。これにより、第1サーボ制御部171は、制御対象の第1スキャナ21のミラー25、26の角度及び集光レンズ27の位置を制御する。

【0036】

同様に、第2サーボ制御部172は、更新された第2スキャナ22のミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）に基づいてサーボ制御を行い、第2スキャナ22のサーボモータ25a、26a及びレンズ用サーボモータを回転駆動する。これにより、第2サーボ制御部172は、制御対象の第2スキャナ22のミラー25、26の角度及び集光レンズ27の位置を制御する。

【0037】

このような構成により、スキャナ制御部100は、第1系統の第1スキャナ21から出射されるレーザ光の焦点と第2系統の第2スキャナ22から出射されるレーザ光の焦点が粉末庄における同一箇所に位置し、これらのレーザ光の焦点が同一経路を走査するように、第1スキャナ21及び第2スキャナ22の各々におけるミラー25、26の角度（すなわちサーボモータ25a、26aの回転位置）及び集光レンズ27の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）を制御する。これにより、スキャナ制御部100は、2系統のレーザ光が粉末庄における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2系統のスキャナ21、22の同期制御を行う。

【0038】

このとき、スキャナ制御部100は、第1系統の第1スキャナ21から出射されるレー

10

20

30

40

50

ザ光の焦点 f_1 が粉末庄からずれるように、第1スキャナ21における集光レンズ27の位置を制御してもよい。これにより、図5Aに示すように、スキャナ制御部100は、第1系統の第1スキャナ21から出射されるレーザ光（焦点 f_1 ）の粉末庄における照射領域 R_1 を、第2系統の第2スキャナ22から出射されるレーザ光（焦点 f_2 ）の粉末庄における照射領域 R_2 よりも大きくすることができる。この場合でも、スキャナ制御部100は、2系統のレーザ光が粉末庄における略同一箇所を照射し、同一経路（矢印上）を走査するように、2系統のスキャナ21、22の同期制御を行うことができる。

【0039】

レーザ制御部200は、第1系統の第1レーザ11を制御する第1系統と、第2系統の第2レーザ12を制御する第2系統とで構成される。レーザ制御部200の第1系統は、加工プログラム解析部210と、第1加工条件読取部221と、第1バッファ231と、第1レーザ制御部241とを備える。

10

【0040】

一方、レーザ制御部200の第2系統は、第2加工条件読取部222と、第2バッファ232と、第2レーザ制御部242とを備える。すなわち、レーザ制御部200の第2系統は、加工プログラム解析部を備えない。

また、レーザ制御部200は、記憶部250を備える。

【0041】

加工プログラム解析部210は、加工プログラムを解析し、第1レーザ11の加工条件を設定するための加工条件指令 E_{xx} を作成する。

20

【0042】

記憶部250は、第1レーザ11の複数の加工条件と複数の加工条件指令とがそれぞれ関連付けされた加工条件テーブルを記憶する。各加工条件は、例えば加工速度、レーザ出力、レーザ周波数、レーザデューティ、アシストガス等を含む。

記憶部250は、例えばEEPROM等の書き換え可能なメモリである。

【0043】

第1加工条件読取部221は、記憶部250に記憶された加工条件テーブルを参照して、加工プログラム解析部210によって解析された第1レーザ11の加工条件指令 E_{xx} に対応する第1加工条件251を読み取り、読み取った第1加工条件251を第1バッファ231を介して制御対象の第1レーザ11に設定する。

30

【0044】

同様に、第2加工条件読取部222は、記憶部250に記憶された加工条件テーブルを参照して、加工プログラム解析部210によって解析された第1レーザ11の加工条件指令 E_{xx} に基づいて、第2レーザ12の加工条件を読み取り、読み取った加工条件を第2バッファ232を介して制御対象の第2レーザ12に設定する。第2加工条件読取部222は、加工条件指令 E_{xx} に対応する第1加工条件251を読み取ってもよいし、加工条件指令 E_{xx} に対応する第1加工条件251とは異なる第2加工条件252を読み取ってもよい。

【0045】

第1バッファ231は、第1加工条件読取部221によって読み取られた第1加工条件251を一時保存する。

40

同様に、第2バッファ232は、第1加工条件読取部221によって読み取られた第1加工条件251又は第2加工条件252を一時保存する。

【0046】

第1及び第2バッファ231、232としては、例えばFIFOバッファが挙げられる。第1及び第2バッファ231、232は、2系統のレーザ11、12のレーザ出力の各々の制御タイミングを調整するタイミング調整部として機能する。

【0047】

第1レーザ制御部241は、第1加工条件251に基づいて、第1レーザ11のレーザ出力制御を行う。

50

同様に、第2レーザ制御部242は、第1加工条件251又は第2加工条件252に基づいて、第2レーザ12のレーザ出力制御を行う。

【0048】

制御装置30（記憶部250を除く）は、例えば、DSP（Digital Signal Processor）、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の演算プロセッサで構成される。制御装置30（記憶部250を除く）の各種機能は、例えば記憶部に格納された所定のソフトウェア（プログラム）を実行することで実現される。制御装置30（記憶部250を除く）の各種機能は、ハードウェアとソフトウェアとの協働で実現されてもよいし、ハードウェア（電子回路）のみで実現されてもよい。

10

【0049】

ところで、上述した特許文献1及び2に記載のように、2系統のスキヤナを制御するためには、2つの加工プログラムを準備し、2つの加工プログラムを個別に解析し、実行することが考えられる。この場合、2系統のレーザ光が粉末庄における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2系統のスキヤナを同期制御するためには、複雑な制御が必要となることが予想される。

【0050】

この点に関し、本実施形態のレーザ加工装置の制御装置30によれば、2系統のスキヤナ21、22を制御するために1つの加工プログラムを準備し、解析し、実行するだけで、2系統のレーザ光が粉末庄における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2

20

【0051】

また、上述した特許文献1及び2に記載のように、2系統のレーザを制御するためには、2つの加工プログラムを準備し、2つの加工プログラムを個別に解析し、実行することが考えられる。この場合、2系統のレーザ光が粉末庄における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2系統のレーザを同期制御するためには、複雑な制御が必要となることが予想される。

【0052】

この点に関し、本実施形態のレーザ加工装置の制御装置30によれば、2系統のレーザ11、12を制御するために1つの加工プログラムを準備し、解析し、実行するだけで、2系統のレーザ光が粉末庄における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2系統のレーザ11、12を容易に同期制御することができる。

30

【0053】

また、本実施形態のレーザ加工装置の制御装置30によれば、1つの加工プログラムにより2系統のスキヤナ21、22及び2系統のレーザ11、12の同期制御を行っても、2系統のレーザ11、12に異なるレーザ加工条件を設定することができる。

【0054】

（変形例）

図3の例では、スキヤナ制御部100は、第1系統の焦点座標更新部130でレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ座標、機械座標）（レーザ光の焦点又は中心の移動量を示す情報）を作成し、この第1系統の焦点座標更新部130で作成されたレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ座標、機械座標）に基づいて2系統のスキヤナ21、22を制御することにより、2系統のスキヤナ21、22の同期制御を行った。しかし、本発明はこれに限定されない。

40

【0055】

例えば、図4に示すように、スキヤナ制御部100は、第1系統の補間部120で作成されたレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量（補間データ）（レーザ光の焦点又は中心の移動量を示す情報）に基づいて2系統のスキヤナ21、22を制御することにより、2系統のスキヤナ21、22の同期制御を行ってもよい。

【0056】

50

この場合、スキャナ制御部 100 の第 1 系統及び第 2 系統は、補間データ、すなわち所定周期ごとの移動量に基づいて、レーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ 座標、機械座標）を更新する第 1 焦点座標更新部 131 及び第 2 焦点座標更新部 132 をそれぞれ備えればよい。

【0057】

この場合、スキャナ制御部 100 の第 1 系統は、レーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量（補間データ）と制御対象の第 1 スキャナ 21 の位置情報とに基づいてキネマティクス変換を行い、制御対象の第 1 スキャナ 21 を制御することとなる。また、スキャナ制御部 100 の第 2 系統は、レーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量（補間データ）と制御対象の第 2 スキャナ 22 の位置情報とに基づいてキネマティクス変換を行い、制御対象の第 2 スキャナ 22 を制御することとなる。

10

【0058】

（変形例）

図 3 及び図 4 の例では、制御装置 30 の 2 系統が 1 つの数値制御装置及びサーボ制御装置で構成される例を示したが、制御装置 30 の 2 系統は、異なる数値制御装置及びサーボ制御装置で構成されてもよい。この場合、第 2 系統が第 1 系統から取得するレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（XYZ 座標、機械座標）、又はレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量（補間データ）は、第 1 系統のそれに比べて遅延する。この場合、第 1 バッファ 151 及び第 2 バッファ 152 による制御タイミングの調整が有効に機能する。

20

【0059】

図 3 及び図 4 の例では、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 は、第 1 及び第 2 キネマティクス変換部 141、142 と第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 との間にそれぞれ配置されたが、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 の配置位置はこれに限定されない。例えば、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 は、第 1 及び第 2 焦点座標更新部 131、132 と第 1 及び第 2 キネマティクス変換部 141、142 との間にそれぞれ配置されてもよいし、第 1 及び第 2 焦点座標更新部 131、132 の前段にそれぞれ配置されてもよい。

【0060】

このように、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 が第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 の前段に配置されると、第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 は、タイミング調整後の第 1 スキャナ 21 のミラー 25、26 の角度、すなわちサーボモータ 25a、26a の回転位置、及びレンズ 27 の位置、すなわちレンズ用サーボモータの回転位置を作成する。この場合、第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 によって作成された位置指令値と、実際に制御される第 1 スキャナ 21 のミラー 25、26 の角度、すなわちサーボモータ 25a、26a の回転位置、及びレンズ 27 の位置、すなわちレンズ用サーボモータの回転位置とは一致する。

30

【0061】

また、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 は、第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 と第 1 及び第 2 サーボ制御部 171、172 との間にそれぞれ配置されてもよい。このように、第 1 及び第 2 バッファ 151、152 が第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 の後段に配置されると、実際に制御される第 1 スキャナ 21 のミラー 25、26 の角度、すなわちサーボモータ 25a、26a の回転位置、及びレンズ 27 の位置、すなわちレンズ用サーボモータの回転位置は、第 1 及び第 2 座標更新部 161、162 によって作成された位置指令値に対して遅延することとなる。

40

【0062】

また、第 1 バッファ 151 及び第 2 バッファ 152 は、先行する系統側に少なくとも 1 つ備えられればよい。この場合、レーザ制御部 200 の第 1 バッファ 231 及び第 2 バッファ 232 も、先行する系統側に少なくとも 1 つ備えられればよい。

【0063】

50

また、制御装置 30 の 2 系統が 1 つの数値制御装置及びサーボ制御装置で構成され、第 2 系統が第 1 系統から取得するレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの座標（X Y Z 座標、機械座標）、又はレーザ光の焦点（又は中心）の所定周期ごとの移動量（補間データ）が、第 1 系統のそれに比べてあまり遅延しない場合、第 1 バッファ 151 及び第 2 バッファ 152 は備えられなくてもよい。この場合、レーザ制御部 200 の第 1 バッファ 231 及び第 2 バッファ 232 も備えられなくてもよい。

【0064】

（第 2 実施形態）

上述した第 1 実施形態では、制御装置 30 は、2 系統のレーザ光が粉末庄（加工対象）における同一箇所を照射し、同一経路を走査するように、2 系統のスキャナ 21、22 の同期制御を行った。

10

第 2 実施形態では、制御装置 30 は、2 系統のスキャナ 21、22 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）を異ならせ、第 1 系統のスキャナ 21 から出射されるレーザ光が第 2 系統のスキャナ 22 から出射されるレーザ光に対して先行して粉末庄（加工対象）を照射し、第 2 系統のスキャナ 22 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）が第 1 系統のスキャナ 21 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）を同一経路で追従させるように、2 系統のスキャナ 21、22 の追従制御を行う。

【0065】

第 2 実施形態に係るレーザ加工装置の構成は、図 1 に示す第 1 実施形態のレーザ加工装置 1 の構成と同一である。また、第 2 実施形態に係るレーザ加工装置の制御装置の構成は、図 3 又は図 4 に示す第 1 実施形態のレーザ加工装置の制御装置 30 の構成と同一である。なお、第 2 実施形態に係るレーザ加工装置の制御装置では、スキャナ制御部 100 及びレーザ制御部 200 の機能及び動作が第 1 実施形態のレーザ加工装置の制御装置 30 のスキャナ制御部 100 及びレーザ制御部 200 の機能及び動作と異なる。

20

【0066】

スキャナ制御部 100 の第 2 バッファ 152 は、動作を遅延させる第 2 スキャナ 22 の制御指令を一時保存し、遅延させる機能を有する。また、レーザ制御部 200 の第 2 バッファ 232 は、レーザ出力を遅延させる第 2 レーザ 12 の制御指令を一時保存し、遅延させる機能を有する。

【0067】

これにより、スキャナ制御部 100 は、第 2 スキャナ 22 の動作を第 1 スキャナ 21 の動作に対して遅延させる、すなわち第 1 スキャナ 21 の動作を第 2 スキャナ 22 の動作に対して先行させる追従制御を行う。このとき、レーザ制御部 200 は、第 2 スキャナ 22 に対応する第 2 レーザ 12 のレーザ出力を第 1 スキャナ 21 に対応する第 1 レーザ 11 のレーザ出力に対して遅延させる、すなわち第 1 レーザ 11 のレーザ出力を第 2 レーザ 12 のレーザ出力に対して先行させる追従制御を行う。

30

【0068】

より具体的には、図 5 B に示すように、スキャナ制御部 100 は、第 1 系統の第 1 スキャナ 21 から出射されるレーザ光が、第 2 系統の第 2 スキャナ 22 から出射されるレーザ光に対して先行して粉末庄を照射し、第 2 系統の第 2 スキャナ 22 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心） f_2 が、第 1 系統の第 1 スキャナ 21 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心） f_1 を同一経路（矢印上）で追従するように、第 1 スキャナ 21 及び第 2 スキャナ 22 の各々におけるミラー 25、26 の角度（すなわちサーボモータ 25a、26a の回転位置）及び集光レンズ 27 の位置（すなわちレンズ用サーボモータの回転位置）を制御する。これにより、スキャナ制御部 100 は、2 系統のスキャナ 21、22 の追従制御を行う。

40

【0069】

また、スキャナ制御部 100 は、第 1 系統の第 1 スキャナ 21 から出射されるレーザ光の焦点 f_1 が粉末庄からずれるように、第 1 スキャナ 21 における集光レンズ 27 の位置を制御する。これにより、スキャナ制御部 100 は、第 1 系統の第 1 スキャナ 21 から出

50

射されるレーザ光の粉末庄における照射領域（ビーム径）R 1 を、第 2 系統の第 2 スキャナ 2 2 から出射されるレーザ光の粉末庄における照射領域（ビーム径）R 2 よりも大きくすることができる。

【0070】

このとき、レーザ制御部 200 は、第 1 系統の第 1 レーザ 1 1 の加工条件と第 2 系統の第 2 レーザ 1 2 の加工条件とを異ならせてもよい。

具体的には、スキャナ制御部 100 は、照射領域（ビーム径）が大きい第 1 スキャナ 2 1 に対応する第 1 レーザ 1 1 のレーザ出力が第 2 レーザ 1 2 のレーザ出力よりも小さくなるように、第 1 レーザ 1 1 の加工条件を設定する。

【0071】

10

以上説明したように、第 2 実施形態の制御装置 30 によれば、レーザ加工装置 1 の同期制御において、2 系統のスキャナ 2 1, 2 2 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）を異ならせ、第 1 系統のスキャナ 2 1 から出射されるレーザ光が第 2 系統のスキャナ 2 2 から出射されるレーザ光に対して先行して粉末庄を照射し、第 2 系統のスキャナ 2 2 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）が第 1 系統のスキャナ 2 1 から出射されるレーザ光の焦点（又は中心）を同一経路で追従させる追従制御を行うことができる。

【0072】

また、第 2 実施形態のレーザ加工装置の制御装置 30 によれば、先行する第 1 系統の第 1 スキャナ 2 1 から出射されるレーザ光の粉末庄における照射領域（ビーム径）を大きくすることにより、第 1 スキャナ 2 1 からのレーザ光による予熱が長時間行われ、追従する第 2 スキャナ 2 2 からのレーザ光による溶解が短時間になる（図 5 B 参照）。更に、追従する第 2 スキャナ 2 2 からのレーザ光による溶解後、第 1 スキャナ 2 1 からのレーザ光の照射が早く終了し、溶解箇所が早く冷え（熱引き）、早く硬化する（図 5 B 参照）。

20

【0073】

なお、図 5 B の例では、第 2 スキャナ 2 2 からのレーザ光が第 1 スキャナ 2 1 からのレーザ光と重なっているが、第 2 スキャナ 2 2 からのレーザ光が第 1 スキャナ 2 1 からのレーザ光と離間していてもよい。

【0074】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、種々の変更及び変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、第 1 スキャナ 2 1 及び第 2 スキャナ 2 2 としてガルバノスキャナを例示したが、第 1 スキャナ及び第 2 スキャナはこれに限定されず、トレパニングスキャナ等の種々のスキャナであってもよい。

30

【0075】

また、上述した実施形態では、2 つのレーザ 1 1, 1 2 と 2 つのスキャナ 2 1, 2 2 とを備えるレーザ加工装置 1 を例示したが、本発明はこれに限定されない。上述した実施形態の特徴は、複数のレーザと、複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナとを備えるレーザ加工装置に適用可能である。この場合、上述した実施形態のレーザ加工装置の制御装置において、スキャナ制御部が第 2 キネマティクス変換部、第 2 バッファ、第 2 座標変換部、及び第 2 サーボ制御部（図 3 参照）（図 4 では更に第 2 焦点座標更新部）を含む第 2 系統と同様な複数の系統を更に備え、レーザ制御部が第 2 加工条件読取部 2 2 2、第 2 バッファ、及び第 2 レーザ制御部を含む第 2 系統と同様な複数の系統を更に備えればよい。

40

【0076】

また、上述した実施形態では、粉末庄溶解結合方式の積層造形を行うレーザ加工装置 1 を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば、上述した実施形態の特徴は、複数のレーザと、複数のレーザから出射されるレーザ光をそれぞれ走査する複数のスキャナとを備える種々のレーザ加工を行う装置に適用可能である。

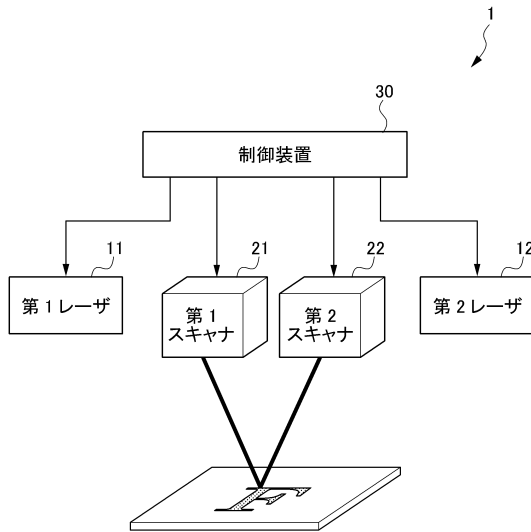
【符号の説明】

【0077】

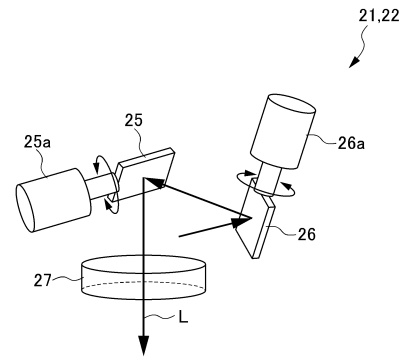
50

1	レーザ加工装置	
1 1	第1レーザ	
1 2	第2レーザ	
2 1	第1スキャナ	
2 2	第2スキャナ	
2 5, 2 6	ミラー	
2 5 a, 2 6 a	サーボモータ	
2 7	集光レンズ	
3 0	制御装置	
1 0 0	スキャナ制御部	10
1 1 0	加工プログラム解析部	
1 2 0	補間部	
1 3 0	焦点座標更新部	
1 3 1	第1焦点座標更新部	
1 3 2	第2焦点座標更新部	
1 4 1	第1キネマティクス変換部	
1 4 2	第2キネマティクス変換部	
1 5 1	第1バッファ	
1 5 2	第2バッファ	
1 6 1	第1座標更新部	20
1 6 2	第2座標更新部	
1 7 1	第1サーボ制御部	
1 7 2	第2サーボ制御部	
2 0 0	レーザ制御部	
2 1 0	加工プログラム解析部	
2 2 1	第1加工条件読取部	
2 2 2	第2加工条件読取部	
2 3 1	第1バッファ	
2 3 2	第2バッファ	
2 4 1	第1レーザ制御部	30
2 4 2	第2レーザ制御部	
2 5 0	記憶部	
2 5 1	第1加工条件	
2 5 2	第2加工条件	

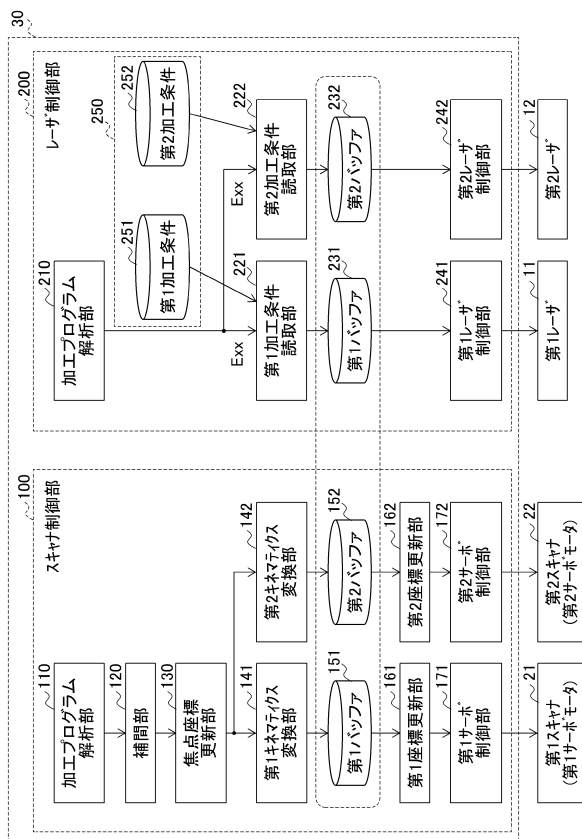
【図 1】



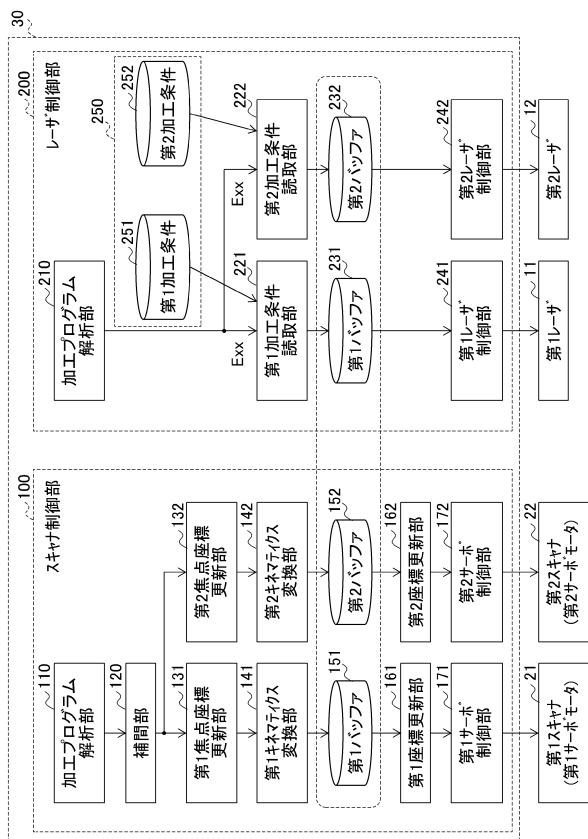
【図 2】



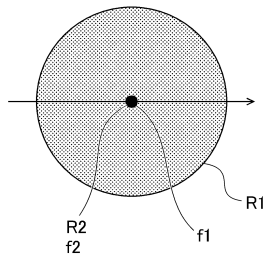
【図 3】



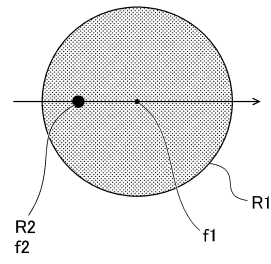
【図 4】



【図 5 A】



【図 5 B】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-264494 (JP, A)
特開2015-093284 (JP, A)
特開2013-091074 (JP, A)
特開2004-249364 (JP, A)
特開2017-030254 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/00 - 26/70
G02B 26/10