

【公報種別】 特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
【部門区分】 第 2 部門第 2 区分
【発行日】 令和 6 年 3 月 22 日 (2024.3.22)

【国際公開番号】 WO2023/199409
【出願番号】 特願 2022-560068 (P2022-560068)
【国際特許分類】
B 23 K 26/00 (2014.01)
【F I】
B 23 K 26/00 M

10

【手続補正書】
【提出日】 令和 4 年 9 月 30 日 (2022.9.30)
【手続補正 1】
【補正対象書類名】 特許請求の範囲
【補正対象項目名】 全文
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項 1】

20

加工ヘッド内に配置された温度センサが計測した温度の情報である温度情報と、前記加工ヘッドに配置された光学部品に照射されるレーザ光のビーム特性とに基づいて、前記光学部品の推定温度を推定する温度推定部と、

前記推定温度に基づいて、前記光学部品の熱レンズ量を推定する熱レンズ推定部と、

前記熱レンズ量に基づいて前記加工ヘッドの結像光学系の結像性能の加工開始前からの変化量である推定結像性能変化量を推定する結像性能変化推定部と、

前記推定結像性能変化量に基づいて、加工パラメータの補正量を算出する補正量算出部と、

を備える、

ことを特徴とするレーザ加工装置。

30

【請求項 2】

前記ビーム特性を算出するビーム特性算出部と、

前記レーザ光を用いたレーザ加工を制御するとともに、前記レーザ加工中に前記補正量に基づいて前記加工パラメータを変更する制御部と、

をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】

前記結像性能変化推定部は、

前記結像光学系の加工開始前からの結像点の位置の変化量を前記推定結像性能変化量として推定する、

40

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】

前記温度推定部は、

前記光学部品の温度を時系列に複数の時点で推定するとともに、前記光学部品の温度を推定する際には、推定する時点より少なくとも 1 ステップ前の時点の前記光学部品の温度に基づいて前記光学部品の温度を推定する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】

前記温度推定部は、

前記レーザ光のレーザ出力値が特定時間の間、特定値未満となる場合、前記温度センサ

50

が計測した前記温度情報を最新の温度情報に更新し、前記最新の温度情報と前記ビーム特性とに基づいて、前記推定温度を推定する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 6】

前記レーザ加工の種類を示す加工種類情報に基づいて、前記推定結像性能変化量を補正する補正係数を決定する補正係数決定部をさらに備え、

前記補正量算出部は、前記補正係数を用いて前記推定結像性能変化量を補正し、補正後の前記推定結像性能変化量に基づいて、前記補正量を算出する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 7】

前記加工種類情報は、被加工物の材質、前記被加工物の板厚、および前記レーザ加工に用いられる加工ガスの種類の少なくとも 1 つの情報を含んでいる、

ことを特徴とする請求項 6 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 8】

前記温度センサは、前記光学部品を把持する把持部に取り付けられている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 9】

前記温度推定部は、第 1 の機械学習装置を有し、

前記第 1 の機械学習装置は、

前記温度情報のうちの第 1 の温度情報と前記ビーム特性のうちの第 1 のビーム特性とを含む第 1 の状態量を取得する第 1 のデータ取得部と、

前記第 1 の状態量に基づいて前記推定温度を推定することを学習して第 1 の学習済みモデルを生成し、前記温度情報のうちの第 2 の温度情報と前記ビーム特性のうちの第 2 のビーム特性とを含む第 2 の状態量、および前記第 1 の学習済みモデルに基づいて、前記第 2 の状態量に対応する前記推定温度を推定する第 1 の学習部と、

を備える、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 10】

前記熱レンズ推定部は、第 2 の機械学習装置を備え、

前記第 2 の機械学習装置は、

前記推定温度のうちの第 1 の推定温度を含む第 3 の状態量を取得する第 2 のデータ取得部と、

前記第 3 の状態量に基づいて前記熱レンズ量を推定することを学習して第 2 の学習済みモデルを生成し、前記推定温度のうちの第 2 の推定温度を含む第 4 の状態量、および前記第 2 の学習済みモデルに基づいて、前記第 4 の状態量に対応する前記熱レンズ量を推定する第 2 の学習部と、

を備える、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 11】

前記結像性能変化推定部は、第 3 の機械学習装置を備え、

前記第 3 の機械学習装置は、

前記熱レンズ量のうちの第 1 の熱レンズ量を含む第 5 の状態量を取得する第 3 のデータ取得部と、

前記第 5 の状態量に基づいて前記推定結像性能変化量を推定することを学習して第 3 の学習済みモデルを生成し、前記熱レンズ量のうちの第 2 の熱レンズ量を含む第 6 の状態量、および前記第 3 の学習済みモデルに基づいて、前記第 6 の状態量に対応する前記推定結像性能変化量を推定する第 3 の学習部と、

を備える、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記補正量算出部は、第４の機械学習装置を備え、

前記第４の機械学習装置は、

前記推定結像性能変化量のうちの第１の推定結像性能変化量を含む第７の状態量を取得する第４のデータ取得部と、

前記第７の状態量に基づいて前記補正量を推定することを学習して第４の学習済みモデルを生成し、前記推定結像性能変化量のうちの第２の推定結像性能変化量を含む第８の状態量、および前記第４の学習済みモデルに基づいて、前記第８の状態量に対応する前記補正量を推定する第４の学習部と、

を備える、

ことを特徴とする請求項２から１１の何れか１つに記載のレーザ加工装置。

10

【請求項１３】

加工ヘッドに配置された光学部品に照射されるレーザ光のビーム特性を算出するビーム特性算出部と、

前記加工ヘッド内に配置された温度センサが計測した温度の情報である温度情報と、前記ビーム特性とに基づいて、前記光学部品の推定温度を推定する温度推定部と、

前記推定温度に基づいて、前記光学部品の熱レンズ量を推定する熱レンズ推定部と、

前記熱レンズ量に基づいて前記加工ヘッドの結像光学系の結像性能の加工開始前からの変化量である推定結像性能変化量を推定する結像性能変化推定部と、

前記推定結像性能変化量に基づいて、加工パラメータの補正量を算出する補正量算出部と、

20

前記レーザ光を用いたレーザ加工を制御するとともに、前記レーザ加工中に前記補正量に基づいて前記加工パラメータを変更する制御部と、

を備える、

ことを特徴とする制御装置。

【請求項１４】

光学部品が配置された加工ヘッドから被加工物にレーザ光を照射して前記被加工物へのレーザ加工を行うレーザ加工部と、

前記レーザ加工部を制御する加工制御部と、

を有し、

前記レーザ加工部は、

30

前記レーザ光を発振するレーザ発振器と、

前記加工ヘッド内に配置されて前記加工ヘッド内の温度を計測する温度センサと、

を備え、

前記加工制御部は、

前記光学部品に照射される前記レーザ光のビーム特性を算出するビーム特性算出部と、

前記温度センサが計測した温度の情報である温度情報と、前記ビーム特性とに基づいて

、前記光学部品の推定温度を推定する温度推定部と、

前記推定温度に基づいて、前記光学部品の熱レンズ量を推定する熱レンズ推定部と、

前記熱レンズ量に基づいて前記加工ヘッドの結像光学系の結像性能の加工開始前からの変化量である推定結像性能変化量を推定する結像性能変化推定部と、

40

前記推定結像性能変化量に基づいて、加工パラメータの補正量を算出する補正量算出部と、

前記レーザ光を用いた前記レーザ加工を制御するとともに、前記レーザ加工中に前記補正量に基づいて前記加工パラメータを変更する制御部と、

を備える、

ことを特徴とするレーザ加工システム。

【請求項１５】

レーザ加工部が、光学部品が配置された加工ヘッドから被加工物にレーザ光を照射して前記被加工物へのレーザ加工を行うレーザ加工ステップと、

加工制御部が、前記レーザ加工部を制御する加工制御ステップと、

50

を含み、
前記レーザ加工ステップは、
レーザ発振器が、前記レーザ光を発振するレーザ発振ステップと、
前記加工ヘッド内に配置された温度センサが、前記加工ヘッド内の温度を計測する温度計測ステップと、
を含み、
前記加工制御ステップは、
前記加工制御部が、前記光学部品に照射される前記レーザ光のビーム特性を算出するビーム特性算出ステップと、
前記加工制御部が、前記温度センサが計測した温度の情報である温度情報と、前記ビーム特性とに基づいて、前記光学部品の推定温度を推定する温度推定ステップと、
前記加工制御部が、前記推定温度に基づいて、前記光学部品の熱レンズ量を推定する熱レンズ推定ステップと、
前記加工制御部が、前記熱レンズ量に基づいて前記加工ヘッドの結像光学系の結像性能の加工開始前からの変化量である推定結像性能変化量を推定する結像性能変化推定ステップと、
前記加工制御部が、前記推定結像性能変化量に基づいて、加工パラメータの補正量を算出する補正量算出ステップと、
前記加工制御部が、前記レーザ光を用いた前記レーザ加工を制御するとともに、前記レーザ加工中に前記補正量に基づいて前記加工パラメータを変更する制御ステップと、
を含む、
ことを特徴とするレーザ加工方法。

10

20

30

40

50

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】０００７

【補正方法】変更

【補正の内容】

【０００７】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示のレーザ加工装置は、加工ヘッド内に配置された温度センサが計測した温度の情報である温度情報と、加工ヘッドに配置された光学部品に照射されるレーザ光のビーム特性とに基づいて、光学部品の推定温度を推定する温度推定部とを備える。また、本開示のレーザ加工装置は、推定温度に基づいて、光学部品の熱レンズ量を推定する熱レンズ推定部と、熱レンズ量に基づいて加工ヘッドの結像光学系の結像性能の加工開始前からの変化量である推定結像性能変化量を推定する結像性能変化推定部とを備える。また、本開示のレーザ加工装置は、推定結像性能変化量に基づいて、加工パラメータの補正量を算出する補正量算出部を備える。