

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7647530号
(P7647530)

(45)発行日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(24)登録日 令和7年3月10日(2025.3.10)

(51)国際特許分類	F I	
B 2 3 K 26/34 (2014.01)	B 2 3 K 26/34	
B 2 3 K 26/03 (2006.01)	B 2 3 K 26/03	
B 2 3 K 26/21 (2014.01)	B 2 3 K 26/21	N
B 2 9 C 64/268 (2017.01)	B 2 9 C 64/268	
B 2 9 C 64/393 (2017.01)	B 2 9 C 64/393	
請求項の数 39 (全51頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2021-203308(P2021-203308)	(73)特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都品川区西大井一丁目5番20号
(22)出願日	令和3年12月15日(2021.12.15)	(74)代理人	100104765 弁理士 江上 達夫
	基礎とした実用新案登録 実用新案登録第3231517号	(72)発明者	上野 和樹 東京都港区港南二丁目15番3号 株式 会社ニコン内
	原出願日 令和3年1月28日(2021.1.28)	審査官	岩見 勤
(65)公開番号	特開2022-115799(P2022-115799 A)		
(43)公開日	令和4年8月9日(2022.8.9)		
	審査請求日 令和5年11月29日(2023.11.29)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加工システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の物体に対して付加加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する付加加工とを行う

加工システム。

【請求項2】

前記複数の物体が載置される物体載置装置を更に備え、

前記加工装置が前記第1及び第2の物体を含む複数の第3の物体に対する付加加工を行った後に、前記物体載置装置には、前記複数の第3の物体とは異なる複数の第4の物体が載置され、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記複数の第4の物体に対する付加加工を行う

請求項1に記載の加工システム。

【請求項 3】

前記加工装置は、
前記複数の物体のそれぞれにエネルギービームを射出するエネルギービーム照射部と、
前記エネルギービームが照射された部位に造形材料を供給する材料供給部と
を備える
請求項 1 又は 2 に記載の加工システム。

【請求項 4】

前記複数の物体のうちの少なくとも二つのサイズが異なる
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 5】

前記加工装置が付加加工を行った後における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異は、前記加工装置が付加加工を行う前における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異よりも小さい
請求項 4 に記載の加工システム。

10

【請求項 6】

前記加工装置は、前記複数の物体に対して、選択的に付加加工を行う、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 7】

前記加工装置は、前記複数の物体のうち第 5 の物体の欠損箇所に対する補修を完了しない
請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の加工システム。

20

【請求項 8】

前記加工装置は、前記複数の物体のうち少なくとも前記第 5 の物体に対しては前記第 1 の加工制御情報に基づいた付加加工は行わない
請求項 7 に記載の加工システム。

【請求項 9】

前記加工装置は、前記複数の物体のうち少なくとも前記第 5 の物体に対しては補修のための付加加工は行わない
請求項 8 に記載の加工システム。

【請求項 10】

前記第 1 の計測動作が行われる前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作が行われ、
前記第 5 の物体は、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない物体である
請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の加工システム。

30

【請求項 11】

前記複数の物体のうち少なくとも前記第 5 の物体は、前記第 2 の計測動作が行われた後に付加加工が行われない
請求項 10 に記載の加工システム。

【請求項 12】

前記加工システムは、前記第 1 の加工制御情報を生成するための、前記第 5 の物体に対する前記第 1 の計測動作を行わない
請求項 7 から 10 のいずれか一項に記載の加工システム。

40

【請求項 13】

前記加工装置は、前記複数の物体のうちの前記第 5 の物体を除く他の物体に対する付加加工を行う
請求項 7 から 12 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 14】

前記第 1 の計測動作が行われる前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作が行われ、
前記加工装置は、前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状

50

が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体に対して付加加工を行う

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 1 5】

前記制御装置は、前記第 5 の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第 2 の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第 2 の加工制御情報に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行う

請求項 1 4 に記載の加工システム。

【請求項 1 6】

前記第 2 の加工制御情報は、前記第 1 の加工制御情報を補正したもの又は前記第 1 の加工制御情報とは別個に生成された加工制御情報である、

請求項 1 5 に記載の加工システム。

【請求項 1 7】

前記複数の物体のうち、前記第 5 の物体の形状を計測する第 3 の計測動作が行われ、

前記制御装置は、前記第 3 の計測動作の結果に基づいて、前記第 2 の加工制御情報を生成する

請求項 1 5 又は 1 6 に記載の加工システム。

【請求項 1 8】

前記第 2 の計測動作における計測視野は、前記第 3 の計測動作における計測視野よりも広い

請求項 1 7 に記載の加工システム。

【請求項 1 9】

前記第 2 の計測動作における精度は、前記第 3 の計測動作における精度よりも低い

請求項 1 7 又は 1 8 に記載の加工システム。

【請求項 2 0】

前記第 2 の計測動作における計測分解能は、前記第 3 の計測動作における計測分解能よりも低い

請求項 1 9 に記載の加工システム。

【請求項 2 1】

前記第 2 計測動作における計測視野は、前記第 1 計測動作における計測視野よりも広い

請求項 1 0 から 1 1 及び 1 4 から 2 0 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 2 2】

前記第 2 の計測動作における精度は、前記第 1 の計測動作における計測精度よりも低い

請求項 1 0 から 1 1 及び 1 4 から 2 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 2 3】

前記第 2 の計測動作における計測分解能は、前記第 1 の計測動作における計測分解能よりも低い

請求項 2 2 に記載の加工システム。

【請求項 2 4】

前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施された後に、前記第 2 の計測動作が行われる

請求項 1 0 から 1 1 及び 1 4 から 2 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 2 5】

前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施される前に、前記第 2 の計測動作が行われる

請求項 1 0 から 1 1 及び 1 4 から 2 4 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 2 6】

前記前加工処理は、前記物体の一部を除去する除去加工及び前記物体に造形物を付加する付加加工の少なくとも一方を含む

請求項 2 4 又は 2 5 に記載の加工システム。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記加工装置が前記第1及び第2の物体の少なくとも一方に対する付加加工を行った後に、前記第1及び第2の物体の少なくとも一方の形状を計測する第4の計測動作が行われ、前記加工装置は、前記第4の計測動作の結果に基づいて、前記第1及び第2の物体の少なくとも一方を加工する

請求項1から26のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 28】

前記加工装置は、前記複数の物体のそれぞれのうちの付加加工が行われる造形面と前記加工装置の加工ヘッドとの間の距離を変更することで、前記加工装置による加工量を変更する

請求項1から27のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 29】

前記複数の物体が載置される物体載置装置を更に備え、前記制御装置は、前記物体載置装置と前記加工装置との間の相対的な位置関係を変更可能である

請求項1から28のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 30】

前記制御装置は、前記加工装置を移動させる移動装置を制御することで、前記物体載置装置と前記加工装置との間の相対的な位置関係を変更する

請求項29に記載の加工システム。

【請求項 31】

前記制御装置は、前記物体載置装置の姿勢を変更する姿勢変更装置を制御することで、前記物体載置装置と前記加工装置との間の相対的な位置関係を変更する

請求項29又は30に記載の加工システム。

【請求項 32】

前記加工装置は、治具に載置された前記複数の物体に対する付加加工を行い、前記制御装置は、前記治具に載置された前記複数の物体と前記加工装置との相対的な位置関係を変更可能である

請求項1から31のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 33】

前記加工装置は、前記第1及び第2の物体のそれぞれの第1の面に対する付加加工を行い、前記制御装置が前記相対的な位置関係を変更した後に、前記第1及び第2の物体のそれぞれの前記第1の面とは異なる第2面に対する付加加工を行う

請求項29から32のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 34】

前記複数の物体のうちの少なくとも一つは、タービンブレード及びタービンシャフトを含む

請求項1から33のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 35】

前記加工装置は、前記複数の物体の補修加工が可能である

請求項1から34のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 36】

前記制御装置は、前記複数の物体上に形成される第1の造形物のモデルの形状に関する形状情報、及び、前記第1計測動作の結果の少なくとも一方に基づいて、前記第1の加工制御情報を生成する

請求項1から35のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 37】

前記制御装置は、前記複数の物体上に形成される第1の造形物のモデルの形状に関する形状情報、及び、前記第1計測動作の結果に基づいて、前記第1の加工制御情報を生成する

請求項1から36のいずれか一項に記載の加工システム。

10

20

30

40

50

【請求項 38】

前記加工システムは、レーザ肉盛り溶接法（LMD：Laser Metal Deposition）に基づく付加加工を行うことが可能である

請求項 1 から 37 のいずれか一項に記載の加工システム。

【請求項 39】

複数の物体のうちの第 1 の物体の形状を計測するための第 1 の計測動作を行うことと、
前記第 1 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工を行うための第 1 の加工制御情報を生成することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する付加加工とを行うことと

を含む加工方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、物体を加工する加工システムの技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、物体を加工する加工システムの一例が記載されている。このような加工システムでは、物体を効率的に加工するための構造を採用ことが技術的課題となる。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許第 8,636,496 号明細書

【発明の概要】

【0004】

第 1 の態様によれば、複数の物体に対して付加加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第 1 の物体の形状を計測するための第 1 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する付加加工とを行う加工システムが提供される。

30

【0005】

第 2 の態様によれば、複数の物体の補修加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第 1 の物体の補修後の形状に関する形状情報、及び、前記第 1 の物体の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の物体を加工するように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体とを補修加工する加工システムが提供される。

40

【0006】

第 3 の態様によれば、物体の複数の箇所の補修加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の箇所のうちの第 1 の箇所の補修後の形状に関する形状情報、および、前記第 1 の箇所の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の箇所を加工するように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の箇所と前記複数の箇所のうちの前記第 1 の箇所とは異なる第 2 の箇所とを補修加工する加工システムが提供される。

【0007】

第 4 の態様によれば、複数のワークに対して付加加工が可能な加工装置と、前記加工装

50

置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数のワーク上に形成される第1の物体のモデルの形状に関する形状情報、及び、前記複数のワークのうちの第1のワークの形状の計測結果の少なくとも一方に基づいて、前記第1のワークを加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1のワークと前記複数の物体のうちの前記第1のワークとは異なる第2のワークとを補修加工する加工システムが提供される。

【0008】

第5の態様によれば、複数の物体に対する加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する加工を行うように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する加工と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する加工を行う加工システムが提供される。

10

【0009】

第6の態様によれば、複数の物体に対して付加加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する付加加工とを行う加工システムが提供される。

20

【0010】

第7の態様によれば、複数の物体の補修加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の補修後の形状に関する形状情報、及び、前記第1の物体の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第1の物体を加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体とを補修加工する加工システムが提供される。

【0011】

30

第8の態様によれば、物体の複数の箇所への補修加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の箇所のうちの第1の箇所の補修後の形状に関する形状情報、および、前記第1の箇所の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第1の箇所を加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の箇所と前記複数の箇所のうちの前記第1の箇所とは異なる第2の箇所とを補修加工する加工システムが提供される。

【0012】

第9の態様によれば、複数のワークに対して付加加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数のワーク上に形成される第1の物体のモデルの形状に関する形状情報、及び、前記複数のワークのうちの第1のワークの形状の計測結果の少なくとも一方に基づいて、前記第1のワークを加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1のワークと前記複数の物体のうちの前記第1のワークとは異なる第2のワークとを補修加工する加工システムが提供される。

40

【0013】

第10の態様によれば、複数の物体に対する加工が可能な加工装置と、前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する加工を行うように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、前記加工装置は、

50

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する加工を行う加工システムが提供される。

【 0 0 1 4 】

本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、本実施形態の加工システムのシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、本実施形態の加工システムの構造を示す断面図である。

【図 3】図 3 は、本実施形態の加工システムの構造を示す断面図である。

【図 4】図 4 (a) から図 4 (e) のそれぞれは、ワーク上のある領域に加工光を照射し且つ造形材料を供給した場合の様子を示す断面図である。

10

【図 5】図 5 (a) から図 5 (c) のそれぞれは、3次元構造物を造形する過程を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の流れを示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、ステージに載置されている複数のワークを示す斜視図である。

【図 8】図 8 は、ステージに載置されている複数のワークを示す断面図である。

【図 9】図 9 は、ステージに載置されている複数のワークを示す断面図である。

【図 1 0】図 1 0 は、加工制御情報を生成する過程で用いられる 3次元モデルを模式的に示す。

20

【図 1 1】図 1 1 は、付加加工が行われた複数のワークを示す断面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の第 1 変形例の流れを示すフローチャートである。

【図 1 3】図 1 3 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の第 2 変形例の流れを示すフローチャートである。

【図 1 4】図 1 4 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の第 3 変形例の流れを示すフローチャートである。

【図 1 5】図 1 5 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の第 4 変形例の流れを示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 6 は、複数の材料ノズルからの造形材料の供給経路を示す断面図である。

30

【図 1 7】図 1 7 は、造形面と材料ノズルとの間の距離と、造形量との間の関係を示すグラフである。

【図 1 8】図 1 8 は、付加加工が行われる前の複数のワーク、複数のワークと材料ノズルとの間の距離、複数のワークに対する造形量及び付加加工が行われた後の複数のワークを示す。

【図 1 9】図 1 9 は、複数のワークに対して付加加工を行う動作の第 6 変形例の流れを示すフローチャートである。

【図 2 0】図 2 0 (a) は、複数のワークの姿勢を変更する前の加工ヘッドと複数のワークとの位置関係を示す断面図であり、図 2 0 (b) は、複数のワークの姿勢を変更した後の加工ヘッドと複数のワークとの位置関係を示す断面図である。

40

【図 2 1】図 2 1 (a) は、複数のワークの姿勢を変更する前の加工ヘッドと複数のワークとの位置関係を示す断面図であり、図 2 1 (b) は、複数のワークの姿勢を変更した後の加工ヘッドと複数のワークとの位置関係を示す断面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、ステージに載置されている複数のワークを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、図面を参照しながら、加工方法及び加工システムの実施形態について説明する。以下では、物体の一例であるワーク W に対する加工を行うことが可能な加工システム S Y S を用いて、加工方法及び加工システムの実施形態を説明する。特に、以下では、レーザー肉盛溶接法 (L M D : L a s e r M e t a l D e p o s i t i o n) に基づく付加加工

50

を行う加工システム S Y S を用いて、加工方法及び加工システムの実施形態を説明する。レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工は、ワーク W に供給した造形材料 M を加工光 E L (つまり、光の形態を有するエネルギービーム) で溶融することで、ワーク W と一体化された又はワーク W から分離可能な造形物を造形する付加加工である。但し、加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法とは異なる方法に基づく付加加工を行ってもよい。或いは、加工システム S Y S は、付加加工とは異なる任意の加工 (例えば、除去加工) を行ってもよい。

【 0 0 1 7 】

尚、レーザ肉盛溶接法 (L M D) は、ダイレクト・メタル・デポジション、ディレクテッド・エナジー・デポジション、レーザクラディング、レーザ・エンジニアード・ネット・シェイピング、ダイレクト・ライト・ファブリケーション、レーザ・コンソリデーション、シェイプ・デポジション・マニファクチャリング、ワイヤ・フィード・レーザ・デポジション、ガス・スルー・ワイヤ、レーザ・パウダー・フージョン、レーザ・メタル・フォーミング、セレクトティブ・レーザ・パウダー・リメルティング、レーザ・ダイレクト・キャストイング、レーザ・パウダー・デポジション、レーザ・アディティブ・マニファクチャリング、レーザ・ラピッド・フォーミングと称してもよい。

【 0 0 1 8 】

また、以下の説明では、互いに直交する X 軸、 Y 軸及び Z 軸から定義される X Y Z 直交座標系を用いて、加工システム S Y S を構成する各種構成要素の位置関係について説明する。尚、以下の説明では、説明の便宜上、 X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれが水平方向 (つまり、水平面内の所定方向) であり、 Z 軸方向が鉛直方向 (つまり、水平面に直交する方向であり、実質的には上下方向) であるものとする。また、 X 軸、 Y 軸及び Z 軸周りの回転方向 (言い換えれば、傾斜方向) を、それぞれ、 X 方向、 Y 方向及び Z 方向と称する。ここで、 Z 軸方向を重力方向としてもよい。また、 X Y 平面を水平方向としてもよい。

【 0 0 1 9 】

(1) 加工システム S Y S の構造

初めに、図 1 から図 3 を参照しながら、本実施形態の加工システム S Y S の構造について説明する。図 1 は、本実施形態の加工システム S Y S のシステム構成を示すシステム構成図である。図 2 及び図 3 のそれぞれは、本実施形態の加工システム S Y S の構造を模式的に示す断面図である。

【 0 0 2 0 】

加工システム S Y S は、ワーク W に対して付加加工を行うことが可能である。加工システム S Y S は、ワーク W に対して付加加工を行うことで、ワーク W と一体化された (或いは、分離可能な) 造形物を造形可能である。この場合、ワーク W に対して行われる付加加工は、ワーク W と一体化された (或いは、分離可能な) 造形物をワーク W に付加する加工に相当する。尚、本実施形態における造形物は、加工システム S Y S が造形する任意の物体を意味していてもよい。例えば、加工システム S Y S は、造形物の一例として、 3 次元構造物 (つまり、 3 次元方向のいずれの方向においても大きさを持つ 3 次元の物体であり、立体物、言い換えると、 X 軸方向、 Y 軸方向及び Z 軸方向において大きさを持つ物体) S T を造形可能である。

【 0 0 2 1 】

ワーク W が後述するステージ 3 1 である場合には、加工システム S Y S は、ステージ 3 1 に対して付加加工を行うことが可能である。ワーク W がステージ 3 1 に載置されている物体である載置物である場合には、加工システム S Y S は、載置物に対して付加加工を行うことが可能である。ステージ 3 1 に載置される載置物は、加工システム S Y S が造形した別の 3 次元構造物 S T (つまり、既存構造物) であってもよい。尚、図 1 は、ワーク W が、ステージ 3 1 によって保持されている既存構造物である例を示している。また、以下でも、ワーク W がステージ 3 1 によって保持されている既存構造物である例を用いて説明を進める。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

ワークWは、欠損箇所がある要修理品であってもよい。この場合、加工システムS Y Sは、欠損箇所を補填するための造形物を造形する付加加工を行うことで、要修理品を補修する補修加工を行ってもよい。つまり、加工システムS Y Sが行う付加加工は、欠損箇所を補填するための造形物をワークWに付加する付加加工を含んでいてもよい。

【0023】

上述したように、加工システムS Y Sは、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことが可能である。つまり、加工システムS Y Sは、積層造形技術を用いて物体を造形する3Dプリンタであるとも言える。尚、積層造形技術は、ラピッドプロトタイピング(Rapid Prototyping)、ラピッドマニュファクチャリング(Rapid Manufacturing)、又は、アディティブマニュファクチャリング(Additive Manufacturing)とも称されてもよい。

10

【0024】

加工システムS Y Sは、加工光E Lを用いて造形材料Mを加工することで付加加工を行う。造形材料Mは、所定強度以上の加工光E Lの照射によって溶融可能な材料である。このような造形材料Mとして、例えば、金属性の材料及び樹脂性の材料の少なくとも一方が使用可能である。但し、造形材料Mとして、金属性の材料及び樹脂性の材料とは異なるその他の材料が用いられてもよい。造形材料Mは、粉状の又は粒状の材料である。つまり、造形材料Mは、粉粒体である。但し、造形材料Mは、粉粒体でなくてもよい。例えば、造形材料Mとして、ワイヤ状の造形材料及びガス状の造形材料の少なくとも一方が用いられてもよい。

20

【0025】

付加加工を行うために、加工システムS Y Sは、図1から図3に示すように、材料供給源1と、加工ユニット2と、ステージユニット3と、計測装置4と、光源5と、気体供給源6と、制御装置7とを備える。加工ユニット2と、ステージユニット3とは、筐体8の内部空間に収容されていてもよい。

【0026】

材料供給源1は、加工ユニット2に造形材料Mを供給する。材料供給源1は、付加加工を行うために単位時間あたりに必要とする分量の造形材料Mが加工ユニット2に供給されるように、当該必要な分量に応じた所望量の造形材料Mを供給する。

【0027】

加工ユニット2は、材料供給源1から供給される造形材料Mを加工して造形物を造形する。造形物を造形するために、加工ユニット2は、加工ヘッド21と、ヘッド駆動系22とを備える。更に、加工ヘッド21は、照射光学系211と、材料ノズル(つまり造形材料Mを供給する供給系)212とを備えている。図1に示す例では、加工ヘッド21が複数の材料ノズル212(図1では、二つの材料ノズル212)を備えているが、加工ヘッド21は、単一の材料ノズル212を備えていてもよい。

30

【0028】

照射光学系211は、射出部213から加工光E Lを射出するための光学系(例えば、集光光学系)である。具体的には、照射光学系211は、加工光E Lを発する光源5と、光ファイバやライトパイプ等の光伝送部材51を介して光学的に接続されている。照射光学系211は、光伝送部材51を介して光源5から伝搬してくる加工光E Lを射出する。照射光学系211は、照射光学系211から下方(つまり、-Z側)に向けて加工光E Lを照射する。照射光学系211の下方には、ステージ31が配置されている。ステージ31にワークWが載置されている場合には、照射光学系211は、ワークWに向けてエネルギービームである加工光E Lを照射する。このため、照射光学系211は、エネルギービーム照射部と称されてもよい。具体的には、照射光学系211は、加工光E Lが照射される(典型的には、集光される)領域としてワークW上に又はワークWの近傍に設定される目標照射領域EAに加工光E Lを照射可能である。更に、照射光学系211の状態は、制御装置7の制御下で、目標照射領域EAに加工光E Lを照射する状態と、目標照射領域EAに加工光E Lを照射しない状態との間で切替可能である。尚、照射光学系211から射出さ

40

50

れる加工光 E L の方向は真下（つまり、 $-Z$ 軸方向と一致）には限定されず、例えば、 Z 軸に対して所定の角度だけ傾いた方向であってもよい。

【0029】

材料ノズル 212 には、供給アウトレット 214 が形成されている。材料ノズル 212 は、供給アウトレット 214 から造形材料 M を供給する（例えば、射出する、噴射する、噴出する、又は、吹き付ける）。このため、材料ノズル 212 は、材料供給部と称されてもよい。材料ノズル 212 は、供給管 11 及び混合装置 12 を介して造形材料 M の供給源である材料供給源 1 と物理的に接続されている。材料ノズル 212 は、供給管 11 及び混合装置 12 を介して材料供給源 1 から供給される造形材料 M を供給する。材料ノズル 212 は、供給管 11 を介して材料供給源 1 から供給される造形材料 M を圧送してもよい。即ち、材料供給源 1 からの造形材料 M と搬送用の気体（つまり、圧送ガスであり、例えば、窒素やアルゴン等の不活性ガス）とは、混合装置 12 で混合された後に供給管 11 を介して材料ノズル 212 に圧送されてもよい。その結果、材料ノズル 212 は、搬送用の気体と共に造形材料 M を供給する。搬送用の気体として、例えば、気体供給源 6 から供給されるパージガスが用いられる。但し、搬送用の気体として、気体供給源 6 とは異なる気体供給源から供給される気体を用いられてもよい。尚、図 1 において材料ノズル 212 は、チューブ状に描かれているが、材料ノズル 212 の形状は、この形状に限定されない。材料ノズル 212 は、材料ノズル 212 から下方（つまり、 $-Z$ 側）に向けて造形材料 M を供給する。材料ノズル 212 の下方には、ステージ 31 が配置されている。ステージ 31 にワーク W が搭載されている場合には、材料ノズル 212 は、ワーク W 又はワーク W の近傍に向けて造形材料 M を供給する。尚、材料ノズル 212 から供給される造形材料 M の進行方向は Z 軸方向に対して所定の角度（一例として鋭角）だけ傾いた方向であるが、 $-Z$ 側（つまり、真下）であってもよい。

10

20

【0030】

本実施形態では、材料ノズル 212 は、照射光学系 211 からの加工光 E L が照射される部位に造形材料 M を供給する。つまり、材料ノズル 212 は、照射光学系 211 が加工光 E L を照射する目標照射領域 E A に造形材料 M を供給する。このため、材料ノズル 212 が造形材料 M を供給する領域としてワーク W 上に又はワーク W の近傍に設定される目標供給領域 M A が、目標照射領域 E A と一致する（或いは、少なくとも部分的に重複する）ように、材料ノズル 212 と照射光学系 211 とが位置合わせされている。尚、材料ノズル 212 は、照射光学系 211 から射出された加工光 E L によって形成される溶融池 M P （後述する図 4 等参照）に造形材料 M を供給してもよい。但し、材料ノズル 212 は、溶融池 M P に造形材料 M を供給しなくてもよい。例えば、加工システム S Y S は、材料ノズル 212 からの造形材料 M がワーク W に到達する前に当該造形材料 M を照射光学系 211 によって溶融させ、溶融した造形材料 M をワーク W に付着させてもよい。

30

【0031】

ヘッド駆動系 22 は、加工ヘッド 21 を移動させる。ヘッド駆動系 22 は、例えば、 X 軸、 Y 軸、 Z 軸、 X 方向、 Y 方向及び Z 方向の少なくとも一つに沿って加工ヘッド 21 を移動させる。図 2 から図 3 に示す例では、ヘッド駆動系 22 は、 X 軸、 Y 軸及び Z 軸のそれぞれに沿って加工ヘッド 21 を移動させる。この場合、ヘッド駆動系 22 は、ヘッド駆動系 22 X と、ヘッド駆動系 22 Y と、ヘッド駆動系 22 Z とを備えていてもよい。ヘッド駆動系 22 X は、 X 軸に沿って加工ヘッド 21 を移動させる。ヘッド駆動系 22 Y は、 Y 軸に沿って加工ヘッド 21 を移動させる。ヘッド駆動系 22 Z は、 Z 軸に沿って加工ヘッド 21 を移動させる。

40

【0032】

ヘッド駆動系 22 Y は、筐体 8 の底面（或いは、筐体 8 の底面に配置される定盤）に空気ばね等の防振装置を介して設置される支持フレーム 224 に接続され且つ Y 軸に沿って延びる Y ガイド部材 221 Y と、 Y ガイド部材 221 Y に沿って移動可能な Y スライド部材 222 Y と、 Y スライド部材 222 Y を移動させる不図示のモータとを備える。ヘッド駆動系 22 X は、 Y スライド部材 222 Y に接続され且つ X 軸に沿って延びる X ガイド部

50

材 2 2 1 X と、X ガイド部材 2 2 1 X に沿って移動可能な X スライド部材 2 2 2 X と、X スライド部材 2 2 2 X を移動させる不図示のモータとを備える。ヘッド駆動系 2 2 Z は、X スライド部材 2 2 2 X に接続され且つ Z 軸に沿って延びる Z ガイド部材 2 2 1 Z と、Z ガイド部材 2 2 1 Z に沿って移動可能な Z スライド部材 2 2 2 Z と、Z スライド部材 2 2 2 Z を移動させる不図示のモータとを備える。Z スライド部材 2 2 2 Z には、加工ヘッド 2 1 が接続されている。Y スライド部材 2 2 2 Y が Y ガイド部材 2 2 1 Y に沿って移動すると、ヘッド駆動系 2 2 X 及び 2 2 Z を介して Y スライド部材 2 2 2 Y に接続されている加工ヘッド 2 1 が Y 軸に沿って移動する。X スライド部材 2 2 2 X が X ガイド部材 2 2 1 X に沿って移動すると、ヘッド駆動系 2 2 Z を介して X スライド部材 2 2 2 X に接続されている加工ヘッド 2 1 が X 軸に沿って移動する。Z スライド部材 2 2 2 Z が Z ガイド部材 2 2 1 Z に沿って移動すると、Z スライド部材 2 2 2 Z に接続されている加工ヘッド 2 1 が Z 軸に沿って移動する。

10

【 0 0 3 3 】

ヘッド駆動系 2 2 が加工ヘッド 2 1 を移動させると、加工ヘッド 2 1 とステージ 3 1 及びステージ 3 1 に載置されたワーク W のそれぞれとの相対位置が変わる。このため、ヘッド駆動系 2 2 は、加工ヘッド 2 1 とステージ 3 1 及びワーク W のそれぞれとの相対的な位置関係を変更するための位置変更装置として機能してもよい。更に、加工ヘッド 2 1 とステージ 3 1 及びワーク W のそれぞれとの相対位置が変わると、目標照射領域 E A 及び目標供給領域 M A (更には、溶融池 M P) がワーク W に対して相対的に移動する。

【 0 0 3 4 】

ステージユニット 3 は、ステージ 3 1 と、ステージ駆動系 3 2 とを備えている。

20

【 0 0 3 5 】

ステージ 3 1 には、物体であるワーク W が載置される。このため、ステージ 3 1 は、物体載置装置と称されてもよい。具体的には、ステージ 3 1 の上面の少なくとも一部である載置面 3 1 1 には、ワーク W が載置される。ステージ 3 1 は、ステージ 3 1 に載置されたワーク W を支持可能である。ステージ 3 1 は、ステージ 3 1 に載置されたワーク W を保持可能であってもよい。この場合、ステージ 3 1 は、ワーク W を保持するために、機械的なチャック、静電チャック及び真空吸着チャック等の少なくとも一つを備えていてもよい。或いは、ステージ 3 1 は、ステージ 3 1 に載置されたワーク W を保持可能でなくてもよい。この場合、ワーク W は、クランプレスでステージ 3 1 に載置されていてもよい。上述した照射光学系 2 1 1 は、ステージ 3 1 にワーク W が載置されている期間の少なくとも一部において加工光 E L を射出する。更に、上述した材料ノズル 2 1 2 は、ステージ 3 1 にワーク W が載置されている期間の少なくとも一部において造形材料 M を供給する。

30

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、ステージ 3 1 は、ステージ 3 1 X と、ステージ 3 1 Z とを含む。ステージ 3 1 がステージ 3 1 X とステージ 3 1 Z とを含む理由は、後に詳述するように、後述するステージ駆動系 3 2 によってステージ 3 1 を X 方向及び Z 方向のそれぞれに沿って移動させるためである。ワーク W は、ステージ 3 1 Z に載置される。このため、ステージ 3 1 Z の上面の少なくとも一部が、ワーク W が載置される載置面 3 1 1 として用いられる。ステージ 3 1 X は、後述するように、ステージ駆動系 3 2 によって X 方向に沿って移動可能(つまり、X 軸に沿った回転軸周りに回転可能)である。ステージ 3 1 Z は、ステージ 3 1 X の回転に合わせてステージ 3 1 X と共に X 軸に沿った回転軸周りに回転可能となるように、ステージ 3 1 X に形成された凹部に配置されている。ステージ 3 1 Z は、後述するように、ステージ 3 1 X の回転とは無関係にステージ駆動系 3 2 によって Z 方向に沿って移動可能(つまり、Z 軸に沿った回転軸周りに回転可能)となるように、ステージ 3 1 X に形成された凹部に配置されている。尚、ステージ 3 1 の構成は、図 2 及び図 3 に示した構成には限定されない。一例として、ステージ 3 1 Z がステージ 3 1 X に形成された凹部に配置されていなくてもよい。

40

【 0 0 3 7 】

ステージ駆動系 3 2 は、ステージ 3 1 を移動させる。ステージ駆動系 3 2 は、例えば、

50

X軸、Y軸、Z軸、X方向、Y方向及びZ方向の少なくとも一つに沿ってステージ31を移動させる。尚、X方向、Y方向及びZ方向の少なくとも一つに沿ってステージ31を移動させる動作は、X軸に沿った回転軸、Y軸に沿った回転軸及びZ軸に沿った回転軸の少なくとも一つの周りにステージ31を回転させることで、加工ヘッド21に対するステージ31の姿勢（更には、ステージ31載置されているワークWの姿勢）を変更する動作と等価である。このため、ステージ駆動系32は、姿勢変更装置と称されてもよい。図2から図3に示す例では、ステージ駆動系32は、X方向及びZ方向のそれぞれに沿ってステージ31を移動させる。つまり、ステージ駆動系32は、X軸に沿った回転軸周りにステージ31を回転させ、Z軸に沿った回転軸周りにステージ31を回転させる。この場合、ステージ駆動系32は、ステージ駆動系32 Xと、ステージ駆動系32 Zとを備えていてもよい。ステージ駆動系32 Xは、X軸に沿った回転軸周りにステージ31（特に、ステージ31 X）を回転させる。ステージ駆動系32 Zは、Z軸に沿った回転軸周りにステージ31（特に、ステージ31 Z）を回転させる。ステージ駆動系32 Xは、筐体8の底面（或いは、筐体8の底面に配置される定盤）に空気ばね等の防振装置を介して設置される一对の支持フレーム323にそれぞれ回転可能に接続される一对の回転シャフト321 Xと、一对の回転シャフト321 XをX軸に沿った回転軸周りに回転させる駆動装置であるモータ322 Xとを備える。一对の回転シャフト321 Xは、X軸方向に沿って延びる。一对の回転シャフト321 Xは、X軸方向に沿ってステージ31 Xを挟み込むように、ステージ31 Xに接続されている。ステージ駆動系32 Zは、Z軸方向に沿って延び且つステージ31 Zの底面（具体的には、ステージ31 Xに対向する面）に接続される回転シャフト321 Zと、回転シャフト321 ZをZ軸に沿った回転軸周りに回転させるモータ322 Zとを備える。一对の回転シャフト321 Xが回転すると、ステージ31 XがX軸に沿った回転軸周りに回転する。その結果、ステージ31 Xが支持するステージ31 Z（更には、ステージ31 Zが支持するワークW）もまた、X軸に沿った回転軸周りに回転する。回転シャフト321 Zが回転すると、ステージ31 Z（更には、ステージ31 Zが支持するワークW）もまた、Z軸に沿った回転軸周りに回転する。尚、図2及び図3に示したステージ31は、ステージ31 Xが支持フレーム323によって両側から支持される両持ち構造を有している。しかしながら、ステージ31は、ステージ31 Xが支持フレーム323によって片側から支持される片持ち構造を有していてもよい。

【0038】

ステージ駆動系32がステージ31を移動させると、加工ヘッド21とステージ31及びステージ31に載置されたワークWのそれぞれとの相対位置が変わる。このため、ステージ駆動系32は、加工ヘッド21とステージ31及びワークWのそれぞれとの相対的な位置関係を変更するための位置変更装置として機能してもよい。更に、加工ヘッド21とステージ31及びワークWのそれぞれとの相対位置が変わると、目標照射領域EA及び目標供給領域MA（更には、溶融池MP）がワークWに対して相対的に移動する。

【0039】

ステージ31を回転軸周りに回転させる動作は、実質的には、ステージ31の姿勢を変更する（例えば、加工ヘッド21に対するステージ31の相対的な姿勢を変更する）動作と等価であるとみなしてもよい。このため、ステージ駆動系32は、加工ヘッド21に対するステージ31の相対的な姿勢を変更することで、加工ヘッド21とステージ31及びワークWのそれぞれとの相対的な位置関係を変更するための位置変更装置として機能してもよい。

【0040】

計測装置4は、計測対象物の少なくとも一部を計測可能な装置である。計測装置4は、計測対象物の少なくとも一部の特性を計測可能な装置である。具体的には、計測装置4は、計測対象物の少なくとも一部の特性として、計測対象物の少なくとも一部の形状を計測可能である。尚、計測装置4は、計測対象物の少なくとも一部の特性として、計測対象物の少なくとも一部の形状を計測するために、計測対象物の少なくとも一部の位置を計測可

10

20

30

40

50

能であってもよい。このような計測装置の一例として、計測対象物を3次元計測する3次元計測機（言い換えれば、3Dスキャナ）があげられる。この場合、計測装置4は、計測対象物の表面に計測光MLを照射することで当該表面に光パターンを投影し、投影されたパターンの形状を計測するパターン投影法又は光切断法を用いて、計測対象物を計測してもよい。或いは、計測装置4は、計測対象物の表面に計測光MLを投射し、投射された計測光MLが戻ってくるまでの時間から物体までの距離を測定し、これを物体上の複数の位置で行うタイム・オブ・フライト法を用いて、計測対象物を計測してもよい。或いは、計測装置4は、モアレトポグラフィ法（具体的には、格子照射法若しくは格子投影法）、ホログラフィック干渉法、オートコリメーション法、ステレオ法、非点収差法、臨界角法及びナイフエッジ法のうちの少なくとも一つを用いて、計測対象物を計測してもよい。尚、計測対象物の一例として、ワークW、造形物及びステージ31の少なくとも一つがあげられる。

10

【0041】

光源5は、例えば、赤外光、可視光及び紫外光のうちの少なくとも一つを、加工光ELとして射出する。但し、加工光ELとして、その他の種類の光が用いられてもよい。加工光ELは、複数のパルス光（つまり、複数のパルスビーム）を含んでいてもよい。加工光ELは、レーザ光であってもよい。この場合、光源5は、レーザ光源（例えば、レーザダイオード（LD：Laser Diode）等の半導体レーザを含んでいてもよい。レーザ光源としては、ファイバ・レーザやCO₂レーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ等であってもよい。但し、加工光ELはレーザ光でなくてもよい。光源5は、任意の光源（例えば、LED（Light Emitting Diode）及び放電ランプ等の少なくとも一つ）を含んでいてもよい。

20

【0042】

気体供給源6は、筐体8の内部空間をパージするためのパージガスの供給源である。パージガスは、不活性ガスを含む。不活性ガスの一例として、窒素ガス又はアルゴンガスがあげられる。気体供給源6は、気体供給源6と筐体8とを接続する供給管61を介して、筐体8の内部空間にパージガスを供給する。その結果、筐体8の内部空間は、パージガスによってパージされた空間となる。尚、気体供給源6は、窒素ガスやアルゴンガス等の不活性ガスが格納されたボンベであってもよい。不活性ガスが窒素ガスである場合には、気体供給源6は、大気を原料として窒素ガスを発生する窒素ガス発生装置であってもよい。

30

【0043】

上述したように、材料ノズル212がパージガスと共に造形材料Mを供給する場合には、気体供給源6は、材料供給源1からの造形材料Mが供給される混合装置12にパージガスを供給してもよい。具体的には、気体供給源6は、気体供給源6と混合装置12とを接続する供給管62を介して混合装置12と接続されていてもよい。その結果、気体供給源6は、供給管62を介して、混合装置12にパージガスを供給する。この場合、材料供給源1からの造形材料Mは、供給管62を介して気体供給源6から供給されたパージガスによって、供給管11内を通過して材料ノズル212に向けて供給（具体的には、圧送）されてもよい。つまり、気体供給源6は、供給管62、混合装置12及び供給管11を介して、材料ノズル212に接続されていてもよい。その場合、材料ノズル212は、供給アウトレット214から、造形材料Mを圧送するためのパージガスと共に造形材料Mを供給することになる。

40

【0044】

制御装置7は、加工システムSYSの動作を制御する。例えば、制御装置7は、ワークWに対して付加加工を行うように、加工システムSYSが備える加工ユニット2（例えば、加工ヘッド21及びヘッド駆動系22の少なくとも一方）を制御してもよい。例えば、制御装置7は、ワークWに対して付加加工を行うように、加工システムSYSが備えるステージユニット3（例えば、ステージ駆動系32）を制御してもよい。このように、本実施形態では、主として加工ユニット2及びステージユニット3を用いて、ワークWに対して付加加工が行われる。このため、加工ユニット2及びステージユニット3を含む装置を

50

、加工装置と称してもよい。

【 0 0 4 5 】

制御装置 7 は、例えば、演算装置と、記憶装置とを備えていてもよい。演算装置は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 及び GPU (Graphics Processing Unit) の少なくとも一方を含んでいてもよい。記憶装置は、例えば、メモリを含んでいてもよい。制御装置 7 は、演算装置がコンピュータプログラムを実行することで、加工システム S Y S の動作を制御する装置として機能する。このコンピュータプログラムは、制御装置 7 が行うべき後述する動作を演算装置に行わせる (つまり、実行させる) ためのコンピュータプログラムである。つまり、このコンピュータプログラムは、加工システム S Y S に後述する動作を行わせるように制御装置 7 を機能させるためのコンピュータプログラムである。演算装置が実行するコンピュータプログラムは、制御装置 7 が備える記憶装置 (つまり、記録媒体) に記録されていてもよいし、制御装置 7 に内蔵された又は制御装置 7 に外付け可能な任意の記憶媒体 (例えば、ハードディスクや半導体メモリ) に記録されていてもよい。或いは、演算装置は、実行すべきコンピュータプログラムを、ネットワークインタフェースを介して、制御装置 7 の外部の装置からダウンロードしてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

制御装置 7 は、照射光学系 2 1 1 による加工光 E L の射出態様を制御してもよい。射出態様は、例えば、加工光 E L の強度及び加工光 E L の射出タイミングの少なくとも一方を含んでいてもよい。加工光 E L が複数のパルス光を含む場合には、射出態様は、例えば、パルス光の発光時間、パルス光の発光周期、及び、パルス光の発光時間の長さとの比 (いわゆる、デューティ比) の少なくとも一つを含んでいてもよい。更に、制御装置 7 は、ヘッド駆動系 2 2 による加工ヘッド 2 1 の移動態様を制御してもよい。制御装置 7 は、ステージ駆動系 3 2 によるステージ 3 1 の移動態様を制御してもよい。移動態様は、例えば、移動量、移動速度、移動方向及び移動タイミング (移動時期) の少なくとも一つを含んでいてもよい。更に、制御装置 7 は、材料ノズル 2 1 2 による造形材料 M の供給態様を制御してもよい。供給態様は、例えば、供給量 (特に、単位時間当たりの供給量) 及び供給タイミング (供給時期) の少なくとも一方を含んでいてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

制御装置 7 は、加工システム S Y S の内部に設けられていなくてもよい。例えば、制御装置 7 は、加工システム S Y S 外にサーバ等として設けられていてもよい。この場合、制御装置 7 と加工システム S Y S とは、有線及び / 又は無線のネットワーク (或いは、データバス及び / 又は通信回線) で接続されていてもよい。有線のネットワークとして、例えば I E E E 1 3 9 4、R S - 2 3 2 x、R S - 4 2 2、R S - 4 2 3、R S - 4 8 5 及び U S B の少なくとも一つに代表されるシリアルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、パラレルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、1 0 B A S E - T、1 0 0 B A S E - T X 及び 1 0 0 0 B A S E - T の少なくとも一つに代表されるイーサネット (登録商標) に準拠したインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。無線のネットワークとして、電波を用いたネットワークが用いられてもよい。電波を用いたネットワークの一例として、I E E E 8 0 2 . 1 x に準拠したネットワーク (例えば、無線 L A N 及び B l u e t o o t h (登録商標) の少なくとも一方) があげられる。無線のネットワークとして、赤外線を用いたネットワークが用いられてもよい。無線のネットワークとして、光通信を用いたネットワークが用いられてもよい。この場合、制御装置 7 と加工システム S Y S とはネットワークを介して各種の情報の送受信が可能となるように構成されていてもよい。また、制御装置 7 は、ネットワークを介して加工システム S Y S にコマンドや制御パラメータ等の情報を送信可能であってもよい。加工システム S Y S は、制御装置 7 からのコマンドや制御パラメータ等の情報を、上記ネットワークを介して受信する受信装置を備えていてもよい。加工システム S Y S は、制御装置 7 に対してコマンドや制御パラメータ等の情報を、上記ネットワークを介して送信する送信装置 (

30

40

50

つまり、制御装置 7 に対して情報を出力する出力装置)を備えていてもよい。或いは、制御装置 7 が行う処理のうちの一部を行う第 1 制御装置が加工システム S Y S の内部に設けられている一方で、制御装置 7 が行う処理のうちの一部を行う第 2 制御装置が加工システム S Y S の外部に設けられていてもよい。

【 0 0 4 8 】

尚、制御装置 7 が実行するコンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、C D - R O M、C D - R、C D - R W やフレキシブルディスク、M O、D V D - R O M、D V D - R A M、D V D - R、D V D + R、D V D - R W、D V D + R W 及び B l u - r a y (登録商標)等の光ディスク、磁気テープ等の磁気媒体、光磁気ディスク、U S B メモリ等の半導体メモリ、及び、その他プログラムを格納可能な任意の媒体の少なくとも一つが用いられてもよい。記録媒体には、コンピュータプログラムを記録可能な機器(例えば、コンピュータプログラムがソフトウェア及びファームウェア等の少なくとも一方の形態で実行可能な状態に実装された汎用機器又は専用機器)が含まれていてもよい。更に、コンピュータプログラムに含まれる各処理や機能は、制御装置 7 (つまり、コンピュータ)がコンピュータプログラムを実行することで制御装置 7 内に実現される論理的な処理ブロックによって実現されてもよいし、制御装置 7 が備える所定のゲートアレイ(F P G A、A S I C)等のハードウェアによって実現されてもよいし、論理的な処理ブロックとハードウェアの一部の要素を実現する部分的ハードウェアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

10

【 0 0 4 9 】

(2) 加工システム S Y S の動作

続いて、加工システム S Y S の動作について説明する。

20

【 0 0 5 0 】

(2 - 1) 付加加工の基本動作

初めに、加工システム S Y S がワーク W に対して行う付加加工の基本動作について説明する。ワーク W に対して行われる付加加工は、ワーク W と一体化された(或いは、分離可能な)造形物をワーク W に付加するように造形物を造形する動作に相当する。以下では、説明の便宜上、所望形状を有する造形物である 3 次元構造物 S T を造形する付加加工について説明する。上述したように、加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことで、3 次元構造物 S T を造形する。このため、加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法に準拠した既存の付加加工を行うことで、3 次元構造物 S T を造形してもよい。以下、レーザ肉盛溶接法を用いて 3 次元構造物 S T を造形する動作の一例について簡単に説明する。

30

【 0 0 5 1 】

加工システム S Y S は、造形するべき 3 次元構造物 S T の 3 次元モデルデータ(例えば、C A D (C o m p u t e r A i d e d D e s i g n)データ)等に基づいて、ワーク W 上に 3 次元構造物 S T を造形する。3 次元モデルデータとして、加工システム S Y S 内に設けられた不図示の計測装置及び加工システム S Y S とは別に設けられた 3 次元形状計測機の少なくとも一方で計測された立体物の計測データが用いられてもよい。加工システム S Y S は、3 次元構造物 S T を造形するために、例えば、Z 軸方向に沿って並ぶ複数の層状の部分構造物(以下、“構造層”と称する)S L を順に造形していく。例えば、加工システム S Y S は、3 次元構造物 S T のモデルを Z 軸方向に沿って輪切りにすることで得られる複数の層のデータに基づいて複数の構造層 S L を 1 層ずつ順に造形していく。その結果、複数の構造層 S L が積層された積層構造体である 3 次元構造物 S T が造形される。以下、複数の構造層 S L を 1 層ずつ順に造形していくことで 3 次元構造物 S T を造形する動作の流れについて説明する。

40

【 0 0 5 2 】

まず、各構造層 S L を造形する動作について図 4 (a) から図 4 (e) を参照して説明する。加工システム S Y S は、制御装置 7 の制御下で、ワーク W の表面又は造形済みの構造層 S L の表面に相当する造形面 M S 上の所望領域に目標照射領域 E A が設定されるよう

50

に、加工ヘッド 2 1 及びステージ 3 1 の少なくとも一方を移動させる。その後、加工システム S Y S は、目標照射領域 E A に対して照射光学系 2 1 1 から加工光 E L を照射する。この際、Z 軸方向において加工光 E L が集光される集光面は、造形面 M S に一致していてもよい。或いは、Z 軸方向において集光面は、造形面 M S から外れていてもよい。その結果、図 4 (a) に示すように、加工光 E L が照射された造形面 M S 上に溶融池 (つまり、加工光 E L によって溶融した金属等のプール) M P が形成される。更に、加工システム S Y S は、制御装置 7 の制御下で、材料ノズル 2 1 2 から造形材料 M を供給する。その結果、溶融池 M P に造形材料 M が供給される。溶融池 M P に供給された造形材料 M は、溶融池 M P に照射されている加工光 E L によって溶融する。或いは、材料ノズル 2 1 2 から供給された造形材料 M は、溶融池 M P に到達する前に加工光 E L によって溶融し、溶融した造形材料 M が溶融池 M P に供給されてもよい。その後、加工ヘッド 2 1 及びステージ 3 1 の少なくとも一方の移動に伴って溶融池 M P に加工光 E L が照射されなくなると、溶融池 M P において溶融した造形材料 M は、冷却されて固化 (つまり、凝固) する。その結果、図 4 (c) に示すように、固化した造形材料 M から構成される造形物が造形面 M S 上に堆積される。

【 0 0 5 3 】

加工システム S Y S は、このような加工光 E L の照射による溶融池 M P の形成、溶融池 M P への造形材料 M の供給、供給された造形材料 M の溶融及び溶融した造形材料 M の固化を含む一連の造形処理を、図 4 (d) に示すように、造形面 M S に対して加工ヘッド 2 1 を、X 軸方向及び Y 軸方向の少なくとも一方に沿って移動させながら繰り返す。この際、加工システム S Y S は、造形面 M S 上において造形物を造形したい領域に加工光 E L を照射する一方で、造形面 M S 上において造形物を造形したくない領域に加工光 E L を照射しない。つまり、加工システム S Y S は、造形面 M S 上を所定の移動軌跡に沿って目標照射領域 E A を移動させながら、造形物を造形したい領域の分布の態様に応じたタイミングで加工光 E L を造形面 M S に照射する。その結果、溶融池 M P もまた、目標照射領域 E A の移動軌跡に応じた移動軌跡に沿って造形面 M S 上を移動することになる。具体的には、溶融池 M P は、造形面 M S 上において、目標照射領域 E A の移動軌跡に沿った領域のうち加工光 E L が照射された部分に順次形成される。その結果、図 4 (e) に示すように、造形面 M S 上に、溶融した後に固化した造形材料 M の集合体である造形物に相当する構造層 S L が造形される。つまり、溶融池 M P の移動軌跡に応じたパターンで造形面 M S 上に造形された造形物の集合体に相当する構造層 S L (つまり、平面視において、溶融池 M P の移動軌跡に応じた形状を有する構造層 S L) が造形される。尚、造形物を造形したくない領域に目標照射領域 E A が設定されている場合、加工システム S Y S は、加工光 E L を目標照射領域 E A に照射するとともに、造形材料 M の供給を停止してもよい。また、造形物を造形したくない領域に目標照射領域 E A が設定されている場合に、加工システム S Y S は、造形材料 M を目標照射領域 E A に供給するとともに、溶融池 M P ができない強度の加工光 E L を目標照射領域 E A に照射してもよい。

【 0 0 5 4 】

加工システム S Y S は、このような構造層 S L を造形するための動作を、制御装置 7 の制御下で、3次元モデルデータに基づいて繰り返し行う。具体的には、まず、制御装置 7 は、構造層 S L を造形するための動作を行う前に、3次元モデルデータを積層ピッチでスライス処理してスライスデータを作成する。加工システム S Y S は、ワーク W の表面に相当する造形面 M S 上に 1 層目の構造層 S L # 1 を造形するための動作を、構造層 S L # 1 に対応するスライスデータに基づいて行う。具体的には、制御装置 7 は、構造層 S L # 1 に対応するスライスデータに基づいて、1 層目の構造層 S L # 1 を造形するように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御するための加工制御情報を生成する。加工制御情報は、例えば、造形面 M S 上での加工光 E L の目標照射領域 E A の造形面 M S に対する相対的な移動軌跡を示す加工パス情報を含んでいてもよい。その後、制御装置 7 は、加工パス情報に基づいて、1 層目の構造層 S L # 1 を造形するように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御する。その結果、造形面 M S 上には、図 5 (a) に示すように、構造

10

20

30

40

50

層 S L # 1 が造形される。尚、加工システム S Y S が付加加工を開始する前に、加工制御情報が予め生成されていてもよい。この場合、制御装置 7 は、加工制御情報を生成することに代えて、予め生成されている加工制御情報を取得し、取得した加工制御情報に基づいて構造層 S L を造形するように、加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御してもよい。その後、加工システム S Y S は、構造層 S L # 1 の表面（つまり、上面）を新たな造形面 M S に設定した上で、当該新たな造形面 M S 上に 2 層目の構造層 S L # 2 を造形する。構造層 S L # 2 を造形するために、制御装置 7 は、まず、ステージ 3 1 に対して加工ヘッド 2 1 が Z 軸に沿って移動するように、ヘッド駆動系 2 2 及びステージ駆動系 3 2 の少なくとも一方を制御する。具体的には、制御装置 7 は、ヘッド駆動系 2 2 及びステージ駆動系 3 2 の少なくとも一方を制御して、目標照射領域 E A が構造層 S L # 1 の表面（つまり、新たな造形面 M S ）に設定されるように、+ Z 側に向かって加工ヘッド 2 1 を移動させる及び / 又は - Z 側に向かってステージ 3 1 を移動させる。その後、加工システム S Y S は、制御装置 7 の制御下で、構造層 S L # 1 を造形する動作と同様の動作で、構造層 S L # 2 に対応するスライスデータに基づいて、構造層 S L # 1 上に構造層 S L # 2 を造形する。その結果、図 5 (b) に示すように、構造層 S L # 2 が造形される。以降、同様の動作が、ワーク W 上に造形するべき 3 次元構造物 S T を構成する全ての構造層 S L が造形されるまで繰り返される。その結果、図 5 (c) に示すように、複数の構造層 S L が積層された積層構造物によって、3 次元構造物 S T が造形される。

10

【 0 0 5 5 】

(2 - 2) 複数のワーク W に対する付加加工

20

本実施形態では、ステージ 3 1 には、複数のワーク W が載置されていてもよい。この場合、加工システム S Y S は、複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。以下、図 6 を参照しながら、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作について説明する。図 6 は、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 5 6 】

図 6 に示すように、まず、複数のワーク W がステージ 3 1 に載置される（ステップ S 1 1 ）。尚、以下の説明では、ステージ 3 1 に載置される複数のワーク W のセットを、“ワークセット W S ” と称する。

【 0 0 5 7 】

ステージ 3 1 に載置されている複数のワーク W の一例が、図 7 に示されている。尚、図 7 は、複数のワーク W のそれぞれが、タービンブレードである例を示している。しかしながら、複数のワーク W のそれぞれがタービンブレードに限定されることはない。図 7 に示すように、複数のワーク W は、治具 3 3 を介してステージ 3 1 の載置面 3 1 1 に載置されてもよい。具体的には、治具 3 3 には、複数のワーク W が載置される。この際、治具 3 3 上において複数のワーク W が載置される載置位置は、予め決められていてもよい。つまり、複数のワーク W は、治具 3 3 上の決められた位置に載置されてもよい。治具 3 3 上において複数のワーク W が載置される載置位置が予め決められている場合には、治具 3 3 上における複数のワーク W の載置位置に関する載置位置情報は、制御装置 7 にとって既知の情報であってもよい。但し、複数のワーク W は、治具 3 3 上の任意の位置に載置されてもよい。複数のワーク W が載置された治具 3 3 は、ステージ 3 1 の載置面 3 1 1 に載置されてもよい。但し、複数のワーク W は、治具 3 3 を介することなく、ステージ 3 1 の載置面 3 1 1 に載置されてもよい。

30

40

【 0 0 5 8 】

治具 3 3 は、治具 3 3 に載置される複数のワーク W を保持してもよい。例えば、治具 3 3 は、固定爪 3 3 1 を用いて各ワーク W を挟み込むことで、複数のワーク W を保持してもよい。この場合、治具 3 3 上において複数のワーク W が載置される載置位置（つまり、治具 3 3 が複数のワーク W を保持する保持位置）は、固定爪 3 3 1 が配置される位置によって決まる。但し、治具 3 3 は、複数のワーク W を保持しなくてもよい。複数のワーク W は、クランプレスで治具 3 3 に載置されていてもよい。

【 0 0 5 9 】

50

治具 3 3 は、ステージ 3 1 の載置面 3 1 1 上の決められた位置に載置されてもよい。但し、治具 3 3 は、ステージ 3 1 の載置面 3 1 1 上の任意の位置に載置されてもよい。治具 3 3 を載置面 3 1 1 上の決められた位置に載置するために、治具 3 3 及び載置面 3 1 1 の少なくとも一方に、位置合わせ用の目印が形成されていてもよい。図 7 に示す例では、治具 3 3 及び載置面 3 1 1 の双方に、位置合わせ用の目印が形成されている。

【 0 0 6 0 】

例えば、図 7 に示すように、載置面 3 1 1 には、位置合わせ用の目印として、複数のピン 3 1 2 が形成されていてもよい。図 7 に示す例では、載置面 3 1 1 には、二つのピン 3 1 2 が形成されているが、三つ以上のピン 3 1 2 が形成されていてもよい。ピン 3 1 2 は、載置面 3 1 1 から Z 軸方向に沿って突き出る部材である。尚、ステージ 3 1 上でのピン 3 1 2 の位置に関する情報は、制御装置 7 にとって既知の情報であってもよい。更に、図 7 に示すように、治具 3 3 には、位置合わせ用の目印として、複数の貫通孔 3 3 2 が形成されていてもよい。図 7 に示す例では、治具 3 3 には、二つの貫通孔 3 3 2 が形成されているが、三つ以上の貫通孔 3 3 2 が形成されていてもよい。貫通孔 3 3 2 は、Z 軸方向に沿って治具 3 3 を貫通する。この場合、図 7 に示すように、治具 3 3 は、貫通孔 3 3 2 にピン 3 1 2 が挿入されるように、載置面 3 1 1 上に載置されてもよい。治具 3 3 は、貫通孔 3 3 2 にピン 3 1 2 が挿入された状態で載置面 3 1 1 上に載置されてもよい。このため、貫通孔 3 3 2 の配列態様は、ピン 3 1 2 の配列態様と同一である。更に、貫通孔 3 3 2 の数は、ピン 3 1 2 の数と同一である（或いは、多くてもよい）。その結果、治具 3 3 は、載置面 3 1 1 上において、ピン 3 1 2 及び貫通孔 3 3 2 によって定まる位置に載置される。従って、この場合には、ステージ 3 1 上における治具 3 3 の載置位置に関する載置位置情報は、制御装置 7 にとって既知の情報となる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、ステージ 3 1 に載置される複数のワーク W は、同じ特性を有する。ワーク W の特性は、ワーク W を構成する材料の種類及びワーク W の形状を含んでいてもよい。例えば、タービンには、上述した同じ特性を有する多数のタービンブレードが取り付けられている。この場合、多数のタービンブレードの一部が、複数のワーク W としてステージ 3 1 に載置されていてもよい。

【 0 0 6 2 】

「複数のワーク W が同じ特性を有する」状態は、「複数のワーク W が完全に全く同じ特性を有する」状態のみならず、「複数のワーク W が概ね同じ特性を有する」状態をも含んでいてもよい。「複数のワーク W が概ね同じ特性を有する」状態は、「複数のワーク W のうちの少なくとも二つのワーク W の特性が異なるものの、当該少なくとも二つのワーク W の特性の違いが特性許容値以下に収まる状態」を含んでいてもよい。具体的には、例えば、「複数のワーク W が概ね同じ形状を有する」状態は、「複数のワーク W のうちの少なくとも二つのワーク W の形状が異なるものの、当該少なくとも二つのワーク W の形状の違いが形状許容値以下に収まる状態」を含んでいてもよい。また、「複数のワーク W が同じ特性を有する」状態は、「複数のワーク W のうちの少なくとも一部同士が同じ特性を有する」状態を含んでいてもよい。例えば、「複数のワーク W が同じ形状を有する」状態は、「複数のワーク W のうちの少なくとも一部同士が同じ形状を有する」状態を含んでいてもよい。

【 0 0 6 3 】

少なくとも二つのワーク W の形状が異なる状態は、ステージに載置されている複数のワークを示す図 8 に示すように、少なくとも二つのワーク W の形状そのものが異なる状態を含んでいてもよい。少なくとも二つのワーク W の形状が異なる状態は、ステージに載置されている複数のワークを示す図 9 に示すように、少なくとも二つのワーク W のサイズが異なることに起因して少なくとも二つのワーク W の形状が異なる状態を含んでいてもよい。このため、本実施形態における「ワーク W の形状」は、ワーク W のサイズを考慮したワーク W の形状を意味していてもよい。尚、少なくとも二つのワーク W の形状が異なる状態は、複数のワーク W のうちの一部同士が同じ形状を有する状態を含んでいてもよい。少なく

とも二つのワークWの形状が異なる状態は、複数のワークWのうちの一部同士が異なる形状を有する状態を含んでいてもよい。少なくとも二つのワークWの形状が異なる状態は、複数のワークWのうちの一部同士が異なる形状を有する一方で、複数のワークWのうち他の一部同士が同じ形状を有する状態を含んでいてもよい。

【 0 0 6 4 】

ワークWの一例として、タービンを構成するタービンブレードが用いられてもよいことは上述したとおりである。タービンブレードは、典型的には、タービンを構成し且つ回転軸周りに回転可能なローターに取り付けられる。ローターには、通常、同じ特性を有する複数のタービンブレードが取り付けられる。しかしながら、タービンが使用されると、流体とタービンブレードとの間に生ずる摩擦によって、タービンブレードが摩耗する。その結果、タービンの使用開始前は同じ特性を有していた複数のタービンブレードのうち少なくとも二つの特性（特に、形状）が、タービンの使用に起因して異なるものとなる可能性がある。但し、この場合であっても、複数のタービンブレードの摩耗量は、概ね同じになる可能性が高い。その結果、タービンの使用開始前は同じ特性を有していた複数のタービンブレードのうち少なくとも二つの特性は、タービンの使用後であっても、厳密には異なるものの、概ね同じであるとみなしてもよい。本実施形態では、このような特性が概ね同じになる少なくとも二つのタービンブレードを含む複数のタービンブレードが、複数のワークWとしてステージ31に載置されてもよい。

10

【 0 0 6 5 】

尚、摩耗した複数のタービンブレードが複数のワークWとしてステージ31に載置される場合には、複数のワークW（つまり、摩耗した複数のタービンブレード）は、欠損箇所がある要修理品であるとみなしてもよい。欠損箇所は、摩耗箇所に相当する。この場合、加工システムSYSは、ワークWに対して付加加工を行うことで、要修理品であるワークWの欠損箇所（タービンブレードの摩耗箇所）を補填する造形物を造形してもよい。つまり、加工システムSYSは、ワークWの欠損箇所を造形物で補填するようにワークWを補修する補修加工を行ってもよい。例えば、加工システムSYSは、ワークWの欠損箇所の特性と同じ特性（例えば、材料の種類及び形状）を有する造形物をワークWの欠損箇所に付加する付加加工を行うことで、ワークWの欠損箇所を補填するようにワークWを加工（つまり、補修）してもよい。

20

【 0 0 6 6 】

ステージ31に載置される複数のワークWのうちの一つに対して、前加工処理が施されてもよい。例えば、複数のワークWがステージ31に載置される前に、複数のワークWのうちの一つに対して前加工処理が施されてもよい。つまり、ステージ31に載置されていない複数のワークWのうちの一つに対して前加工処理が施されてもよい。例えば、複数のワークWがステージ31に載置された後に、複数のワークWのうちの一つに対して前加工処理が施されてもよい。つまり、ステージ31に載置されている複数のワークWのうちの一つに対して前加工処理が施されてもよい。

30

【 0 0 6 7 】

前加工処理は、複数のワークWの特性が概ね同じになるように複数のワークWのうち少なくとも一つを加工する第1の前加工処理を含んでいてもよい。例えば、複数のワークWが、形状の違いが形状許容値以下に収まらない少なくとも二つのワークWを含む場合には、第1の前加工処理は、形状の違いが形状許容値以下に収まっていなかった少なくとも二つのワークWの形状の違いが形状許容値以下に収まるように少なくとも一つのワークWを加工する処理を含んでいてもよい。第1の前加工処理は、典型的には、複数のワークWの特性が概ね同じになるように少なくとも一つのワークWの一部を除去する除去加工処理を含む。除去加工処理は、グラインダ等の工具を用いて少なくとも一つのワークWの一部を除去する処理を含んでいてもよい。除去加工処理は、エネルギービームを少なくとも一つのワークWに照射することで少なくとも一つのワークWの一部を除去する処理を含んでいてもよい。但し、第1の前加工処理は、複数のワークWの特性が概ね同じになるように少

40

50

なくとも一つのワークWに造形物を付加する付加加工処理を含んでいてもよい。

【0068】

前加工処理は、複数のワークWのうちの少なくとも一つの表面（特に、付加加工によって造形物が造形される造形面MSとして設定される面部分）が、前加工処理が行われる前よりも平坦になるように複数のワークWのうちの少なくとも一つを加工する第2の前加工処理を含んでいてもよい。この場合、第2の前加工処理が行われていないワークWに対して付加加工が行われる場合と比較して、第2の前加工処理が行われたワークWに対して付加加工が行われる場合には、ワークWとより強固に結合した造形物が造形可能となる。第2の前加工処理は、典型的には、少なくとも一つのワークWの表面が相対的に平坦になるように少なくとも一つのワークWの一部を除去する除去加工処理を含む。尚、除去加工処理そのものについては、第1の前加工処理を説明する際に既に説明済みであるため、その説明を省略する。但し、第2の前加工処理は、少なくとも一つのワークWの表面が相対的に平坦になるように少なくとも一つのワークWに造形物を付加する付加加工処理を含んでいてもよい。

10

【0069】

加工システムSYSは、前加工処理を行うための装置を備えていてもよい。例えば、加工システムSYSは、グラインダ等の工具を用いて少なくとも一つのワークWの一部を除去可能な装置を、前加工処理を行うための装置として備えていてもよい。例えば、加工システムSYSは、エネルギービームを少なくとも一つのワークWに照射することで少なくとも一つのワークWの一部を除去可能な装置を、前加工処理を行うための装置として備えていてもよい。尚、加工光ELが、除去加工処理を行うためのエネルギービームとして用いられてもよい。この場合、加工システムSYSは、加工ユニット2を、前加工処理を行うための装置として用いてもよい。或いは、加工システムSYSの外部の装置が、少なくとも一つのワークWに対して前加工処理を行ってもよい。

20

【0070】

再び図6において、計測装置4は、制御装置7の制御下で、ステージ31に載置されたワークWのうちのいずれか一つの形状を計測する計測動作を行う（ステップS12）。尚、以下の説明では、ステップS12において計測されたワークWを、“計測対象ワークW”と称する。

【0071】

その後、制御装置7は、ステップS12における計測動作の結果（つまり、計測対象ワークWの形状の計測結果）に基づいて、計測対象ワークWに対して付加加工を行うための加工制御情報を生成する（ステップS13）。つまり、制御装置7は、ステップS12における計測動作の結果に基づいて、計測対象ワークWに造形物を造形するように加工ユニット2及びステージユニット3を制御するための加工制御情報を生成する（ステップS13）。

30

【0072】

制御装置7は、ステップS12における計測動作の結果と、付加加工が行われた後に計測対象ワークWが有するべき形状（つまり、造形物が付加された計測対象ワークWが有するべき形状であり、造形物及び計測対象ワークWから構成される物体が有するべき形状）に関する形状情報とに基づいて、加工制御情報を生成してもよい。具体的には、制御装置7は、ステップS12における計測動作の結果に基づいて、計測対象ワークWの実際の形状を示す3次元モデル（以降、“計測モデル”と称する）を生成してもよい。更に、制御装置7は、付加加工が行われた後に計測対象ワークWが有するべき形状に関する形状情報として、付加加工が行われた後に計測対象ワークWが有するべき形状を示す3次元モデル（以降、“目標モデル”と称する）を取得してもよい。制御装置7は、制御装置7の記憶装置に記憶されている目標モデルを取得してもよいし、加工システムSYSの外部の装置に記憶されている目標モデルを所得してもよい。目標モデルと計測モデルとの差分は、加工システムSYSが付加加工を行うことで造形するべき造形物の形状を示す3次元モデル（以降、“造形モデル”と称する）に相当する。このため、制御装置7は、目標モデルと計測モ

40

50

デルとの差分に基づいて、加工制御情報を生成してもよい。つまり、制御装置 7 は、目標モデルと計測モデルとの比較結果に基づいて、加工制御情報を生成してもよい。

【 0 0 7 3 】

一例として、上述したように欠損箇所がある要修理品がワーク W として用いられる場合には、制御装置 7 は、計測対象ワーク W の欠損箇所を補填する造形物を計測対象ワーク W に付加するための付加加工を行うように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御するための加工制御情報を生成してもよい。この場合、制御装置 7 は、ステップ S 1 2 における計測動作の結果に基づいて、計測モデルを生成してもよい。更に、制御装置 7 は、目標モデル（つまり、補修加工が行われた後に計測対象ワーク W が有すべき形状（つまり、補修後の計測対象ワーク W の形状）を示す 3 次元モデル）を取得してもよい。目標モデルとして、計測対象ワーク W の設計上の形状（典型的には、欠損箇所が存在しない計測対象ワーク W の形状）を示す 3 次元モデルが用いられてもよい。或いは、目標モデルとして、計測対象ワーク W の設計上の形状を修正することで得られる形状（例えば、計測対象ワーク W の設計上の形状と比較して、計測対象ワーク W の機能性を向上させるための修正が施された形状）を示す 3 次元モデルが用いられてもよい。尚、計測モデル及び目標モデルのそれぞれの一例が、図 1 0 において模式的に示されている。その後、制御装置 7 は、図 1 0 に示すように、目標モデルと計測モデルとを比較する（典型的には、目標モデルと計測モデルとの差分を算出する）ことで、計測対象ワーク W の欠損箇所の形状を示す 3 次元モデル（つまり、造形モデル）を生成してもよい。その後、制御装置 7 は、造形モデルが示す造形物を造形するための加工制御情報を生成してもよい。

10

20

【 0 0 7 4 】

但し、制御装置 7 は、目標モデルを取得し且つ計測モデルを生成することに加えて又は代えて、加工システム S Y S が付加加工を行うことで造形すべき造形物の形状に関する形状情報（例えば、上述した造形モデル）を取得し、取得した形状情報に基づいて加工制御情報を生成してもよい。この場合、制御装置 7 は、目標モデルを取得しなくてもよいし、計測モデルを生成しなくてもよい。

【 0 0 7 5 】

尚、加工システム S Y S が備える計測装置 4 に加えて又は代えて、加工システム S Y S の外部の計測装置が、計測対象ワーク W の形状を計測する計測動作を行ってもよい。この場合、制御装置 7 は、外部の計測装置から、外部の計測装置が行った計測動作の結果に関する情報を取得し、取得した情報に基づいて加工制御情報を生成してもよい。

30

【 0 0 7 6 】

本実施形態では、計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報は、複数のワーク W のうちの計測対象ワーク W 以外の残りのワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報として流用される。つまり、計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報は、複数のワーク W のそれぞれに対して付加加工を行うための共通する加工制御情報として用いられる。なぜならば、上述したように、ステージ 3 1 に載置される複数のワーク W が同じ特性を有する（少なくとも二つのワーク W の特性が仮に異なっていたとしても、当該少なくとも二つのワーク W の特性の違いが特性許容値以下に収まる）がゆえに、一のワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報は、一のワーク W とは異なる他のワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報として利用可能であるからである。このため、本実施形態では、計測対象ワーク W の形状を計測するための計測動作の結果に基づいて生成された加工制御情報を、“共通加工制御情報”と称する。

40

【 0 0 7 7 】

その後、加工システム S Y S は、ステージ 3 1 上において複数のワーク W が載置される載置位置を算出するためのアライメント動作を行う（ステップ S 1 4）。例えば、上述したように、治具 3 3 上における複数のワーク W の載置位置に関する載置位置情報及びステージ 3 1 上における治具 3 3 の載置位置に関する載置位置情報が制御装置 7 にとって既知の情報である場合には、制御装置 7 は、載置位置情報に基づいて、ステージ 3 1 上における複数のワーク W の載置位置を算出してもよい。

50

【 0 0 7 8 】

或いは、載置位置情報が制御装置 7 にとって既知でない場合には、計測装置 4 が複数のワーク W の位置を計測し、制御装置 7 は、計測装置 4 による複数のワーク W の位置の計測結果に基づいて、ステージ 3 1 上における複数のワーク W の載置位置を算出してもよい。具体的には、計測装置 4 は、ステージ 3 1 に対する位置に関する情報が制御装置 7 にとって既知である基準部材と共に、複数のワーク W の形状を計測してもよい。ステージ 3 1 に対する位置が既知である基準部材として、例えば、図 7 に示すピン 3 1 2 が用いられてもよいし、ステージ 3 1 上に形成されるその他の任意の部材が用いられてもよい。その後、制御装置 7 は、計測装置 4 による複数のワーク W 及び基準部材の計測結果に基づいて、ステージ 3 1 上における複数のワーク W の載置位置を算出してもよい。具体的には、制御装置 7 は、計測装置 4 による複数のワーク W 及び基準部材の計測結果に基づいて、基準部材と複数のワーク W との位置関係を特定し、ステージ 3 1 に対する基準部材の位置に関する情報と特定した位置関係とに基づいて、ステージ 3 1 上における複数のワーク W の載置位置を算出してもよい。尚、アライメント動作を行うために計測装置 4 が複数のワーク W の形状を計測する一方で共通加工制御情報を生成するために計測装置 4 が単一の計測対象ワーク W の形状を計測するがゆえに、アライメント動作を行うための計測動作を行う計測装置 4 の計測特性は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置 4 の計測特性と異なってもよい。計測特性は、計測装置 4 の計測視野（つまり、計測装置 4 が計測可能な領域）の大きさを含んでもよい。例えば、アライメント動作を行うための計測動作を行う計測装置 4 の計測視野は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置 4 の計測視野よりも大きくてもよい。計測特性は、計測装置 4 の計測分解能（つまり、計測精度であり、計測装置 4 が計測可能な物体の細かさの限界値）を含んでもよい。例えば、アライメント動作を行うための計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能よりも粗くてもよい（つまり、大きくてもよい）てもよい。言い換えれば、アライメント動作を行うための計測動作を行う計測装置 4 の計測精度は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置 4 の計測精度よりも低くてもよい

その後、制御装置 7 は、ステップ S 1 3 で生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W に対して付加加工を行うように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御する（ステップ S 1 5）。つまり、加工システム S Y S は、ステップ S 1 3 で生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W に対して付加加工を行う（ステップ S 1 5）。具体的には、制御装置 7 は、共通加工制御情報に基づいて、計測対象ワーク W に対して付加加工を行うように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御してもよい。更に、制御装置 7 は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のうちの計測対象ワーク W 以外の残りのワーク W に対して付加加工を行うように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御してもよい。以降の説明では、計測対象ワーク W とは異なるワーク W を、“非計測対象ワーク W” と称する。この際、制御装置 7 は、ステップ S 1 4 において算出された複数のワーク W の載置位置に基づいて、計測対象ワーク W と非計測対象ワーク W との位置関係を算出し、算出した位置関係と共通加工制御情報とに基づいて、非計測対象ワーク W に対して付加加工を行うように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御してもよい。一例として、加工制御情報が、造形面 M S 上での加工光 E L の目標照射領域 E A の相対的な移動軌跡を示す加工パス情報を含んでもよいことは上述したとおりである。上述したように複数のワーク W の特性（特に、形状）が同じである（特に、複数のワーク W の特性が異なっていたとしても、その違いが特性許容値以下に収まる）がゆえに、非計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための目標照射領域 E A の移動軌跡と、計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための目標照射領域 E A の移動軌跡とは、非計測対象ワーク W の載置位置と計測対象ワーク W の載置位置との差分に応じた分量だけ造形面 M S に沿って離れるはずである。このため、制御装置 7 は、計測対象ワーク W の載置位置と非計測対象ワーク W の載置位置との差分に基づいて共通加工制御情報を補正し、補正した共通加工制御情報に基づいて、非計測対象ワーク W に対して付加加工を行うように加工ユニット

10

20

30

40

50

2及びステージユニット3を制御してもよい。或いは、制御装置7は、共通加工制御情報に基づき加工ユニット2及びステージユニット3の制御量を、計測対象ワークWの載置位置と非計測対象ワークWの載置位置との差分に基づいて補正してもよい。

【0079】

このように加工システムSYSが共通加工制御情報を用いて複数のワークWに対して付加加工を行う場合には、加工システムSYSは、複数のワークWを同じように加工することになる。この場合であっても、上述したように、複数のワークWの特性（特に、形状）が同じである（特に、複数のワークWの特性が異なっていたとしても、その違いが特性許容値以下に収まる）がゆえに、加工システムSYSは、共通加工制御情報を用いて複数のワークWに対して付加加工を適切に行うことができる。その結果、付加加工が行われた複数のワークW（例えば、補修された複数のワークW）を示す図11に示すように、付加加工が行われた複数のワークWの特性もまた同じになる（特に、複数のワークWの特性が異なっていたとしても、その違いが特性許容値以下に収まる）。例えば、図11に示すように、付加加工が行われた複数のワークWの形状が同じになってもよい。例えば、図11に示すように、付加加工が行われた複数のワークWのサイズが同じになってもよい。一例として、摩耗した複数のタービンプレードが複数のワークWとしてステージ31に載置される場合には、加工システムSYSは、図11に示すように、複数のワークW（つまり、摩耗した複数のタービンプレード）に対して付加加工を行うことで、欠損箇所（タービンプレードの摩耗箇所）が造形物によって補填されるように複数のワークWを補修する（つまり、摩耗していない複数のタービンプレードを生成する）ことができる。

10

20

【0080】

その後、ステージ31に載置された複数のワークWを含むワークセットWSに対する付加加工が完了した後に、制御装置7は、加工システムSYSが新たに付加加工を行うべき複数のワークWを含む新たなワークセットWS（つまり、次のワークセットWS）が存在するか否かを判定する（ステップS16）。つまり、制御装置7は、加工システムSYSが未だ付加加工を行っていない複数のワークWを含む新たなワークセットWSが存在するか否かを判定する（ステップS16）。

【0081】

本実施形態では、新たなワークセットWSに含まれる複数のワークWのそれぞれの特性は、加工済みのワークセットWSに含まれる複数のワークWのそれぞれの特性と同じであってもよい。尚、「一のワークWの特性と他のワークWの特性とが同じになる（つまり、一のワークWと他のワークWとが同じ特性を有する）」状態は、既に説明済みであるためここでの説明は省略する。

30

【0082】

ステップS16における判定の結果、加工システムSYSが付加加工を行うべき新たなワークセットWSが存在すると判定された場合には（ステップS16：Yes）、新たなワークセットWSに含まれる複数のワークWがステージ31に載置される（ステップS17）。その後、加工システムSYSは、ステップS17でステージ31に載置された複数のワークWを対象に、ステップS14からステップS15までの動作を行う。つまり、加工システムSYSは、ステップS17でステージ31に載置された複数のワークWの載置位置を算出するためのアライメント動作を行い（ステップS14）、ステップS13で生成された共通加工制御情報に基づいて、ステップS17でステージ31に載置された複数のワークWに対して付加加工を行う（ステップS15）。この際、新たなワークセットWSに含まれる複数のワークWのそれぞれの特性が、加工済みのワークセットWSに含まれる複数のワークWのそれぞれの特性と同じである限りは、制御装置7は、新たなワークセットWSに含まれる複数のワークWに対して付加加工を行うための加工制御情報を新たに生成しなくてもよい。つまり、制御装置7は、加工済みのワークWに対して付加加工を行うために用いた共通加工制御情報に基づいて、未加工のワークWに対して付加加工を行うように加工ユニット2及びステージユニット3を制御してもよい。

40

【0083】

50

他方で、ステップ S 1 6 における判定の結果、加工システム S Y S が付加加工を行うべき新たなワークセット W S が存在しないと判定された場合には（ステップ S 1 6 : N o ）、加工システム S Y S は、図 6 に示す動作を終了する。

【 0 0 8 4 】

（ 3 ）技術的効果

このように、本実施形態は、加工システム S Y S は、計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報を用いて、計測対象ワーク W のみならず、非計測対象ワーク W に対して付加加工を行うことができる。このため、加工システム S Y S は、被計測対象ワーク W の形状を計測し且つ被計測対象ワーク W の計測結果に基づいて被計測対象ワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報を生成しなくてもよくなる。つまり、加工システム S Y S は、複数のワーク W の全てを個別に計測し且つ複数のワーク W の計測結果に基づいて複数のワーク W に対して付加加工をそれぞれ行うための複数の加工制御情報を生成しなくてもよくなる。このため、加工システム S Y S は、複数のワーク W の全てを個別に計測し且つ複数のワーク W の計測結果に基づいて複数のワーク W に対する付加加工をそれぞれ行うための複数の加工制御情報を生成する必要がある比較例の加工システムと比較して、複数のワーク W に対する付加加工に要する時間を短縮することができる。

10

【 0 0 8 5 】

（ 4 ）変形例

続いて、複数のワーク W に対する付加加工を行う動作の変形例について説明する。

【 0 0 8 6 】

20

（ 4 - 1 ）第 1 変形例

はじめに、図 1 2 を参照しながら、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 1 変形例について説明する。図 1 2 は、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 1 変形例の流れを示すフローチャートである。尚、既に説明済みの動作については、同一のステップ番号を付することでその詳細な説明については省略する。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 に示すように、第 1 変形例においても、複数のワーク W がステージ 3 1 に載置される（ステップ S 1 1 ）。その後、第 1 変形例では、計測装置 4 は、複数のワーク W の形状を計測する計測動作を行う（ステップ S 2 1 a ）。その後、制御装置 7 は、ステップ S 2 1 a における計測動作の結果（つまり、複数のワーク W の計測結果）に基づいて、複数のワーク W の中から、形状が所定の形状基準を満たさない少なくとも一つのワーク W を特定する（ステップ S 2 2 a ）。所定の形状基準は、一のワーク W の形状と他のワーク W の形状との違いが形状許容値以下に収まるという基準を含んでいてもよい。つまり、所定の形状基準は、一のワーク W の形状と他のワーク W の形状とが同じになるという基準を含んでいてもよい。この場合、制御装置 7 は、他のワーク W の形状との違いが形状許容値を上回る形状を有する一のワーク W を、形状が所定の形状基準を満たさないワーク W として特定してもよい。制御装置 7 は、他のワーク W の形状と同じにならない形状を有する一のワーク W を、形状が所定の形状基準を満たさないワーク W として特定してもよい。尚、以下の説明では、形状が所定の形状基準を満たさないワーク W を、“異常ワーク W ”と称する一方で、形状が所定の形状基準を満たすワーク W を、“正常ワーク W ”と称することで、両者を区別する。

30

40

【 0 0 8 8 】

本実施形態における「ワーク W の形状」がワーク W のサイズを考慮したワーク W の形状を意味していてもよいことは上述したとおりである。この場合、所定の形状基準は、一のワーク W のサイズと他のワーク W のサイズとの違いがサイズ許容値以下に収まるという基準を含んでいてもよい。つまり、所定の形状基準は、一のワーク W のサイズと他のワーク W のサイズとが同じになるという基準を含んでいてもよい。この場合、制御装置 7 は、他のワーク W のサイズとの違いがサイズ許容値を上回るサイズを有する一のワーク W を、形状が所定の形状基準を満たさないワーク W として特定してもよい。制御装置 7 は、他のワーク W のサイズと同じにならないサイズを有する一のワーク W を、形状が所定の形状基準

50

を満たさないワークWとして特定してもよい。

【 0 0 8 9 】

異常ワークWを特定するために計測装置4が複数のワークWの形状を計測する一方で共通加工制御情報を生成するために計測装置4が単一の計測対象ワークWの形状を計測するがゆえに、異常ワークWを特定するための計測動作を行う計測装置4の計測特性は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置4の計測特性と異なってもよい。上述したように、計測特性は、計測装置4の計測視野及び計測分解能の少なくとも一つを含んでいてもよい。この場合、異常ワークWを特定するための計測動作を行う計測装置4の計測視野は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置4の計測視野よりも広くてもよい。異常ワークWを特定するための計測動作を行う計測装置4の計測分解能は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置4の計測分解能よりも粗くてもよい。つまり、異常ワークWを特定するための計測動作を行う計測装置4の計測精度は、共通加工制御情報を生成するための計測動作を行う計測装置4の計測精度よりも低くてもよい。以下の説明では、説明の便宜上、共通加工制御情報を生成するために、計測装置4は、相対的に狭い計測視野及び相対的に細かい計測分解能（つまり、相対的に高い計測精度）を有するファイン状態で計測対象ワークWの形状を計測し、異常ワークWを特定するために、計測装置4は、ファイン状態と比較して相対的に広い計測視野及び相対的に粗い計測分解能（つまり、相対的に低い計測精度）を有するラフ状態で計測対象ワークWの形状を計測する例について説明する。この場合、共通加工制御情報を生成するための計測動作をファイン計測動作と称する一方で、異常ワークWを特定するための計測動作をラフ計測動作と称することで、両者を区別する。尚、図6を参照して説明したアライメント動作を行うための計測動作もまた、ラフ状態にある計測装置4によって行われてもよい。

10

20

【 0 0 9 0 】

その後、制御装置7は、ステージ31に載置されている複数のワークWに対して付加加工を行うために利用可能な共通加工制御情報を生成済みであるか否かを判定する（ステップS23a）。

【 0 0 9 1 】

ステップS23aにおける判定の結果、共通加工制御情報を生成済みでないと判定された場合には（ステップS23a：No）、制御装置7は、共通加工制御情報を生成する。具体的には、計測装置4は、制御装置7の制御下で、ステージ31に載置されたワークWのうちのいずれか一つである計測対象ワークWの形状を計測する計測動作を行う（ステップS12a）。但し、第1変形例のステップS12aは、上述した図6のステップS12と比較して、計測装置4が、ステップS22aにおいて特定された異常ワークWの形状を計測対象ワークWの形状として計測しないという点で異なる。つまり、第1変形例のステップS12aは、上述した図6のステップS12と比較して、計測装置4が、ステップS22aにおいて異常ワークWとして特定されていない正常ワークWの形状を計測対象ワークWの形状として計測するという点で異なる。第1変形例のステップS12aのその他の特徴は、上述した図6のステップS12のその他の特徴と同一であってもよい。その後、制御装置7は、ステップS12aにおける計測動作の結果に基づいて、計測対象ワークWに対して付加加工を行うための加工制御情報（つまり、共通加工制御情報）を生成する（ステップS13）。

30

40

【 0 0 9 2 】

その後、加工システムSYSは、ステージ31上において複数のワークWが載置される載置位置を算出するためのアライメント動作を行う（ステップS14）。その後、加工システムSYSは、ステップS13で生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワークWに対して付加加工を行う（ステップS15a）。但し、第1変形例のステップS15aは、上述した図6のステップS15と比較して、加工システムSYSが、ステップS22aにおいて特定された異常ワークWに対して付加加工を行わなくてもよいという点で異なる。つまり、第1変形例のステップS15aは、上述した図6のステップS15と比較

50

して、加工システム S Y S が、ステップ S 2 2 a において異常ワーク W として特定されていない正常ワーク W に対して付加加工を行えばよいという点で異なる。第 1 変形例のステップ S 1 5 a のその他の特徴は、上述した図 6 のステップ S 1 5 のその他の特徴と同一であってよい。

【 0 0 9 3 】

その後、ステージ 3 1 に載置された複数のワーク W を含むワークセット W S に対する付加加工が完了した後に、制御装置 7 は、加工システム S Y S が新たに付加加工を行うべき複数のワーク W を含む新たなワークセット W S (つまり、次のワークセット W S) が存在するか否かを判定する (ステップ S 1 6)。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 6 における判定の結果、加工システム S Y S が付加加工を行うべき新たなワークセット W S が存在すると判定された場合には (ステップ S 1 6 : Y e s)、新たなワークセット W S に含まれる複数のワーク W がステージ 3 1 に載置される (ステップ S 1 7)。その後、加工システム S Y S は、ステップ S 1 7 でステージ 3 1 に載置された複数のワーク W を対象に、ステップ S 2 1 a からステップ S 1 5 a までの動作を行う。つまり、加工システム S Y S は、ステップ S 1 7 でステージ 3 1 に載置された複数のワーク W の形状を計測し (ステップ S 2 1 a)、異常ワーク W を特定し (ステップ S 2 2 a)、複数のワーク W の載置位置を算出するためのアライメント動作を行い (ステップ S 1 4)、既に生成済みの共通加工制御情報に基づいて、ステップ S 1 7 でステージ 3 1 に載置された正常ワーク W に対して付加加工を行う (ステップ S 1 5 a)。この段階では、ステップ S 2 3 a において共通加工制御情報が生成済みであると判定されるため、加工システム S Y S は、共通加工制御情報を改めて生成しなくてもよい。

【 0 0 9 5 】

他方で、ステップ S 1 6 における判定の結果、加工システム S Y S が付加加工を行うべき新たなワークセット W S が存在しないと判定された場合には (ステップ S 1 6 : N o)、加工システム S Y S は、図 1 2 に示す動作を終了する。

【 0 0 9 6 】

尚、上述した説明では、加工システム S Y S が備える計測装置 4 が、異常ワーク W を特定するために複数のワーク W の形状を計測する計測動作を行っている。しかしながら、加工システム S Y S の外部の計測装置が、異常ワーク W を特定するために複数のワーク W の形状を計測する計測動作を行ってもよい。この場合、制御装置 7 は、外部の計測装置から、外部の計測装置が行った計測動作の結果に関する情報を取得し、取得した情報に基づいて異常ワーク W を特定してもよい。異常ワーク W を特定する後述の第 2 及び第 3 変形例においても同様である。

【 0 0 9 7 】

ステージ 3 1 に載置される複数のワーク W の少なくとも一つに対して前加工処理が行われる場合には、計測装置 4 は、異常ワーク W を特定するために、前加工処理が行われた後の複数のワーク W の形状を計測してもよい。或いは、計測装置 4 は、異常ワーク W を特定するために、前加工処理が行われる前の複数のワーク W の形状を計測してもよい。前加工処理が行われる前の複数のワーク W が計測装置 4 によって計測される場合には、制御装置 7 は、前加工処理による加工量 (例えば、除去加工処理による除去量) と計測装置 4 による複数のワーク W の計測結果とに基づいて、前加工処理が行われた後の複数のワーク W の形状を推定し、推定した形状が形状基準を満たしていないワーク W を異常ワーク W として特定してもよい。異常ワーク W を特定する後述の第 2 及び第 3 変形例においても同様である。

【 0 0 9 8 】

前加工処理が行われる前の複数のワーク W が計測装置 4 によって計測される場合には、制御装置 7 は、計測装置 4 による計測結果に基づいて、前加工処理による加工量を決定してもよい。例えば、摩耗した複数のタービンブレードが複数のワーク W として用いられる場合には、制御装置 7 は、計測装置 4 による計測結果に基づいて、複数のワーク W のそれ

10

20

30

40

50

それぞれの摩耗量を算出し、算出した摩耗量に基づいて、複数のワークWの形状を同じにするための前加工処理による加工量を決定してもよい。尚、計測装置4は、異常ワークWを特定する目的に加えて又は代えて、前加工処理による加工量を決定する目的で、前加工処理が行われる前の複数のワークWの形状を計測してもよい。後述の第2及び第3変形例においても同様である。

【0099】

(4-2) 第2変形例

続いて、図13を参照しながら、複数のワークWに対して付加加工を行う動作の第2変形例について説明する。図13は、複数のワークWに対して付加加工を行う動作の第2変形例の流れを示すフローチャートである。

【0100】

図13に示すように、第2変形例では、第1変形例と同様に、ステップS11からステップS13までの動作が行われる。つまり、複数のワークWがステージ31に載置され(ステップS11)、計測装置4は、複数のワークWの形状を計測する計測動作を行い(ステップS21a)、制御装置7は、異常ワークWを特定する(ステップS22a)。更に、共通加工制御情報が生成済みでない場合には(ステップS23a: No)、計測装置4は、計測対象ワークWの形状を計測する計測動作を行い(ステップS12a)、制御装置7は、共通加工制御情報を生成する(ステップS13)。

【0101】

その後、制御装置7は、ステップS21aにおける計測動作の結果(特に、異常ワークWの計測結果)に基づいて、ステップS13で生成された共通加工制御情報を補正する(ステップS31b)。ステップS31bでは、制御装置7は、補正された共通加工制御情報が、異常ワークWに対して付加加工を行うための加工制御情報となるように、共通加工制御情報を補正してもよい。つまり、制御装置7は、補正された共通加工制御情報が、ステップS21aで計測された特性(特に、形状)を有する異常ワークWに対して付加加工を行うための加工制御情報となるように、共通加工制御情報を補正する。

【0102】

その後、加工システムSYSは、ステージ31上において複数のワークWが載置される載置位置を算出するためのアライメント動作を行う(ステップS14)。その後、加工システムSYSは、ステップS13で生成された共通加工制御情報(特に、ステップS31bにおいて補正されていない共通加工制御情報)に基づいて、複数のワークWのうちの異常ワークW以外の正常ワークWに対して付加加工を行う(ステップS15a)。更に、加工システムSYSは、ステップS13で生成された共通加工制御情報(特に、ステップS31bにおいて補正された共通加工制御情報)に基づいて、複数のワークWのうちの異常ワークWに対して付加加工を行う(ステップS32b)。

【0103】

その後、ステージ31に載置された複数のワークWを含むワークセットWSに対する付加加工が完了した後に、制御装置7は、加工システムSYSが新たに付加加工を行うべき複数のワークWを含む新たなワークセットWS(つまり、次のワークセットWS)が存在するか否かを判定する(ステップS16)。ステップS16における判定の結果、加工システムSYSが付加加工を行うべき新たなワークセットWSが存在すると判定された場合には(ステップS16: Yes)、新たなワークセットWSに含まれる複数のワークWがステージ31に載置される(ステップS17)。その後、加工システムSYSは、ステップS17でステージ31に載置された複数のワークWを対象に、ステップS21aからステップS32bまでの動作を行う。他方で、ステップS16における判定の結果、加工システムSYSが付加加工を行うべき新たなワークセットWSが存在しないと判定された場合には(ステップS16: No)、加工システムSYSは、図13に示す動作を終了する。

【0104】

このように、第2変形例では、加工システムSYSは、形状が所定の形状基準を満たしている正常ワークWのみならず、形状が所定の形状基準を満たしていない異常ワークWに

10

20

30

40

50

対しても付加加工を行うことができる。この際、加工システム S Y S は、正常ワーク W である計測対象ワーク W の計測結果に基づいて生成される共通加工制御情報を、異常ワーク W の計測結果に基づいて補正し、補正された共通加工制御情報を用いて異常ワーク W に対して付加加工を行う。このため、加工システム S Y S は、異常ワーク W に対しても適切に付加加工を行うことができる。具体的には、加工システム S Y S は、付加加工が行われた後の異常ワーク W の形状が、付加加工が行われた後の正常ワーク W の形状と同じになるように、異常ワーク W に対して付加加工を行うことができる。

【 0 1 0 5 】

(4 - 3) 第 3 変形例

続いて、図 1 4 を参照しながら、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 3 変形例について説明する。図 1 4 は、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 3 変形例の流れを示すフローチャートである。

【 0 1 0 6 】

図 1 4 に示すように、第 3 変形例では、第 2 変形例と同様に、ステップ S 1 1 からステップ S 1 3 までの動作が行われる。つまり、複数のワーク W がステージ 3 1 に載置され (ステップ S 1 1)、計測装置 4 は、複数のワーク W の形状を計測する計測動作を行い (ステップ S 2 1 a)、制御装置 7 は、異常ワーク W を特定する (ステップ S 2 2 a)。更に、共通加工制御情報が生成済みでない場合には (ステップ S 2 3 a : No)、計測装置 4 は、計測対象ワーク W の形状を計測する計測動作を行い (ステップ S 1 2 a)、制御装置 7 は、共通加工制御情報を生成する (ステップ S 1 3)。

【 0 1 0 7 】

その後、計測装置 4 は、ステップ S 2 2 a において特定された異常ワーク W の形状を計測する計測動作を行う (ステップ S 4 1 c)。その後、制御装置 7 は、ステップ S 4 1 c における計測動作の結果 (つまり、異常ワーク W の計測結果) に基づいて、異常ワーク W に対して付加加工を行うための加工制御情報を生成する (ステップ S 4 2 c)。つまり、第 3 変形例では、制御装置 7 は、正常ワーク W に対して付加加工を行うための共通加工制御情報とは別個に、異常ワーク W に対して付加加工を行うための専用の加工制御情報を生成する。尚、以下の説明では、異常ワーク W に対して付加加工を行うための専用の加工制御情報を、“専用加工制御情報” と称する。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 4 1 c における計測動作 (つまり、専用加工制御情報を特定するための計測動作) を行う計測装置 4 の計測視野は、ステップ S 2 1 a における計測動作 (つまり、異常ワーク W を特定するための計測動作) を行う計測装置 4 の計測視野よりも狭くてもよい。ステップ S 4 1 c における計測動作を行う計測装置 4 の計測視野は、ステップ S 1 2 a における計測動作 (つまり、共通加工制御情報を生成するための計測動作) を行う計測装置 4 の計測視野と同じであってもよい。ステップ S 4 1 c における計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能は、ステップ S 2 1 a における計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能よりも細くてもよい。つまり、ステップ S 4 1 c における計測動作を行う計測装置 4 の計測精度は、ステップ S 2 1 a における計測動作を行う計測装置 4 の計測精度よりも高くてもよい。ステップ S 4 1 c における計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能は、ステップ S 1 2 a における計測動作を行う計測装置 4 の計測分解能と同じであってもよい。つまり、ステップ S 4 1 c における計測動作を行う計測装置 4 の計測精度は、ステップ S 1 2 a における計測動作を行う計測装置 4 の計測精度と同じであってもよい。専用加工制御情報を生成するために、計測装置 4 は、相対的に狭い計測視野及び相対的に細かい計測分解能 (つまり、相対的に高い計測精度) を有するファイン状態で異常ワーク W の形状を計測してもよい。その結果、ステップ S 4 1 c において専用加工制御情報を生成するために計測装置 4 が相対的に広い計測視野及び相対的に粗い計測分解能 (つまり、相対的に低い計測精度) を有するラフ状態で異常ワーク W の形状を計測する場合と比較して、異常ワーク W をより高精度に加工可能な加工制御情報が生成される。

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

その後、加工システム S Y S は、ステージ 3 1 上において複数のワーク W が載置される載置位置を算出するためのアライメント動作を行う（ステップ S 1 4）。その後、加工システム S Y S は、ステップ S 1 3 で生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のうちの異常ワーク W 以外の正常ワーク W に対して付加加工を行う（ステップ S 1 5 a）。更に、加工システム S Y S は、ステップ S 4 2 c で生成された専用加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のうちの異常ワーク W に対して付加加工を行う（ステップ S 4 3 c）。

【 0 1 1 0 】

その後、ステージ 3 1 に載置された複数のワーク W を含むワークセット W S に対する付加加工が完了した後に、制御装置 7 は、加工システム S Y S が新たに付加加工を行うべき複数のワーク W を含む新たなワークセット W S（つまり、次のワークセット W S）が存在するか否かを判定する（ステップ S 1 6）。ステップ S 1 6 における判定の結果、加工システム S Y S が付加加工を行うべき新たなワークセット W S が存在すると判定された場合には（ステップ S 1 6：Y e s）、新たなワークセット W S に含まれる複数のワーク W がステージ 3 1 に載置される（ステップ S 1 7）。その後、加工システム S Y S は、ステップ S 1 7 でステージ 3 1 に載置された複数のワーク W を対象に、ステップ S 2 1 a からステップ S 4 3 c までの動作を行う。他方で、ステップ S 1 6 における判定の結果、加工システム S Y S が付加加工を行うべき新たなワークセット W S が存在しないと判定された場合には（ステップ S 1 6：N o）、加工システム S Y S は、図 1 4 に示す動作を終了する。

【 0 1 1 1 】

このように、第 3 変形例では、加工システム S Y S は、形状が所定の形状基準を満たしている正常ワーク W のみならず、形状が所定の形状基準を満たしていない異常ワーク W に対しても付加加工を行うことができる。この際、加工システム S Y S は、異常ワーク W の計測結果（特に、ファイン状態にある計測装置 4 による異常ワーク W の計測結果）に基づいて、異常ワーク W に対して付加加工を行うための専用加工制御情報を生成し、専用加工制御情報を用いて異常ワーク W に対して付加加工を行う。このため、加工システム S Y S は、異常ワーク W に対して付加加工を適切に行うことができる。具体的には、加工システム S Y S は、付加加工が行われた後の異常ワーク W の形状が、付加加工が行われた後の正常ワーク W の形状と同じになるように、異常ワーク W に対して付加加工を行うことができる。

【 0 1 1 2 】

（ 4 - 4 ）第 4 変形例

続いて、図 1 5 を参照しながら、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 4 変形例について説明する。図 1 5 は、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 4 変形例の流れを示すフローチャートである。

【 0 1 1 3 】

図 1 5 に示すように、第 4 変形例では、上述した図 6 に示す動作と同様に、ステップ S 1 1 からステップ S 1 5 までの動作が行われる。つまり、複数のワーク W がステージ 3 1 に載置され（ステップ S 1 1）、計測装置 4 は、計測対象ワーク W の形状を計測する計測動作を行い（ステップ S 1 2）、制御装置 7 は、共通加工制御情報を生成し（ステップ S 1 3）、加工システム S Y S は、アライメント動作を行い（ステップ S 1 4）、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W に対して付加加工を行う（ステップ S 1 5）。

【 0 1 1 4 】

その後、第 4 変形例では、加工システム S Y S が複数のワーク W に対して付加加工を行った後に、計測装置 4 は、ステップ S 1 5 において付加加工が行われた複数のワーク W のうちの少なくとも一つの形状の計測する計測動作を行う（ステップ S 5 1 d）。例えば、計測装置 4 は、ステップ S 1 5 において加工された計測対象ワーク W の形状を計測する計測動作を行ってもよい。例えば、計測装置 4 は、ステップ S 1 5 において加工された複数のワーク W のうちの計測対象ワーク W 以外の他のワーク W の形状を計測する計測動作を行

ってもよい。

【0115】

後に詳述するように、ステップS51dにおける計測動作の結果は、ワークWに対して行われた付加加工が適切であったか否かを判定するために用いられる。この場合、ステップS51dにおける計測動作（つまり、ワークWに対して行われた付加加工が適切であったか否かを判定するための計測動作）を行う計測装置4の計測視野は、ステップS12における計測動作（つまり、共通加工制御情報を生成するための計測動作）を行う計測装置4の計測視野と同じであってもよいし、広くてもよいし、狭くてもよい。ステップS51dにおける計測動作を行う計測装置4の計測分解能は、ステップS12における計測動作を行う計測装置4の計測分解能と同じであってもよいし、粗くてもよいし、細くてもよい。つまり、ステップS51dにおける計測動作を行う計測装置4の計測精度は、ステップS12における計測動作を行う計測装置4の計測精度と同じであってもよいし、低くてもよいし、高くてもよい。ワークWに対して行われた付加加工が適切であったか否かを判定するために、計測装置4は、相対的に狭い計測視野及び相対的に細かい計測分解能（つまり、相対的に高い計測精度）を有するファイン状態でワークWの形状を計測してもよい。ワークWに対して行われた付加加工が適切であったか否かを判定するために、計測装置4は、相対的に広い計測視野及び相対的に粗い計測分解能（つまり、相対的に低い計測精度）を有するラフ状態でワークWを計測してもよい。

10

【0116】

その後、制御装置7は、ステップS51dにおける計測動作の結果（つまり、付加加工後のワークWの計測結果）に基づいて、ステップS15において複数のワークWのうちの少なくとも一つに対して行われた付加加工が適切であったか否かを判定する（ステップS52d）。例えば、制御装置7は、ステップS51dにおける計測動作の結果に基づいて、付加加工後のワークWの形状（つまり、造形物が付加されたワークWの形状であり、造形物及びワークWを含む物体の形状）を特定し、付加加工後のワークWの形状が所望形状になっているか否かを判定することで、付加加工が適切であったか否かを判定してもよい。所望形状として、例えば、付加加工が行われた後にワークWが有するべき形状（つまり、上述した目標モデルの形状）が用いられてもよい。この場合、例えば、制御装置7は、付加加工後のワークWの形状が所望形状になっている場合には、付加加工が適切であったと判定してもよい。

20

30

【0117】

ステップS52dにおける判定の結果、付加加工が適切でなかったと判定された場合には（ステップS52d：No）、加工システムSYSは、適切でない付加加工が行われたワークWに対して追加工（言い換えれば、二次加工）を行ってもよい。

【0118】

例えば、付加加工後のワークWの形状が所望形状よりも小さい場合には、付加加工による加工量（つまり、付加された造形物のサイズ）が不足したことに起因して付加加工が適切でないと判定されていると推定される。この場合には、加工システムSYSは、付加加工による加工量の不足を補填するための造形物をワークWに付加する追加工（つまり、付加加工）を行ってもよい。この際、制御装置7は、ステップS51dにおける計測動作の結果に基づいて、付加加工による加工量の不足を補填するための造形物を造形するための加工制御情報を生成し、加工システムSYSは、生成された加工制御情報に基づいて追加工を行ってもよい。つまり、加工システムSYSは、ステップS51dにおける計測動作の結果に基づいて、追加工を行ってもよい。その結果、加工システムSYSは、追加工後のワークWの形状が所望形状となるように、ワークWに対して追加工を行うことができる。

40

【0119】

或いは、例えば、付加加工後のワークWの形状が所望形状よりも大きい場合には、付加加工による加工量（つまり、付加された造形物のサイズ）が過剰であったことに起因して付加加工が適切でないと判定されていると推定される。この場合には、加工システムSYSは、付加加工によって付加された過剰な造形物を除去する追加工（つまり、除去加工）

50

を行ってもよい。例えば、加工システム S Y S は、加工光 E L を用いて除去加工を行ってもよい。例えば、加工システム S Y S は、工具（例えば、切削工具）を用いて除去加工を行ってもよい。この際、制御装置 7 は、ステップ S 5 1 d における計測動作の結果に基づいて、付加加工によって付加された過剰な造形物を除去するように加工ユニット 2 及びステージユニット 3 を制御するための加工制御情報を生成し、加工システム S Y S は、生成された加工制御情報に基づいて追加工を行ってもよい。つまり、加工システム S Y S は、ステップ S 5 1 d における計測動作の結果に基づいて、追加工を行ってもよい。その結果、加工システム S Y S は、追加工後のワーク W の形状が所望形状となるように、ワーク W に対して追加工を行うことができる。

【 0 1 2 0 】

追加工が行われた後、加工システム S Y S は、加工システム S Y S が新たに付加加工を行うべき複数のワーク W を含む新たなワークセット W S （つまり、次のワークセット W S ）が存在しないと判定されるまでは、新たなワークセット W S に含まれる複数のワーク W に対して付加加工を継続する（ステップ S 1 6 からステップ S 1 7 及びステップ S 1 4 からステップ S 5 3 d ）。

【 0 1 2 1 】

尚、上述した説明では、加工システム S Y S がワーク W に対して追加工を行っている。しかしながら、加工システム S Y S の外部の装置が、ワーク W に対して追加工を行ってもよい。この場合、制御装置 7 は、図 1 5 のステップ S 5 1 d における計測動作の結果に関する情報を、追加工を行う外部の装置に送信（つまり、出力）してもよい。

【 0 1 2 2 】

また、上述した説明では、加工システム S Y S は、追加工後のワーク W の形状が、付加加工（例えば、補修加工）が行われた後にワーク W が有すべき所望形状となるようにワーク W を加工するための追加工を行っている。しかしながら、加工システム S Y S は、任意の追加工を行ってもよい。例えば、加工システム S Y S は、ワーク W に穴を形成するための追加工を行ってもよいし、ワーク W に溝を形成するための追加工を行ってもよいし、ワーク W に所望構造（例えば、ワーク W の表面の流体に対する抵抗を低減するためのリブレット構造）を形成するための追加工を行ってもよい。

【 0 1 2 3 】

また、上述した実施形態に加えて、第 1 変形例から第 3 変形例のうちの少なくとも一つにおいても、第 4 変形例に特有の動作が行われてもよい。第 4 変形例に特有の動作は、複数のワーク W に対して付加加工が行われた後に後に複数のワーク W のうちの少なくとも一つの形状を計測し、必要に応じて複数のワーク W のうちの少なくとも一つに対して追加工を行う動作を含んでいてもよい。

【 0 1 2 4 】

（ 4 - 5 ） 第 5 変形例

続いて、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 5 変形例について説明する。第 5 変形例では、加工システム S Y S は、付加加工が行われた後における複数のワーク W のうちの少なくとも二つのサイズの差異（つまり、形状の差異）が、付加加工が行われる前における複数のワーク W のうちの少なくとも二つのサイズの差異よりも小さくなるように、複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 2 5 】

このように複数のワーク W に対して付加加工を行うために、加工システム S Y S は、例えば、「造形面 M S と加工ヘッド 2 1 との間の距離 D 1 （特に、造形面 M S と材料ノズル 2 1 2 （特に、供給アウトレット 2 1 4 ）との間の距離 D 1 ）に応じて、付加加工による加工量（つまり、付加加工によって造形面 M S に付加された造形物のサイズであり、例えば、上述した構造層 S L の高さ）が変動する」という機能（以降、この機能を、“セルフアライメント機能”と称する）を有していてもよい。以下、セルフアライメント機能について、図 1 6 及び図 1 7 を参照しながら説明する。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

図 1 6 は、複数の材料ノズル 2 1 2 からの造形材料 M の供給経路を示している。図 1 6 に示すように、セルフアライメント機能を実現するために、複数の材料ノズル 2 1 2 の供給アウトレット 2 1 4 は、それぞれ異なる方向を向いていてもよい。例えば、第 1 の材料ノズル 2 1 2 の供給アウトレット 2 1 4 は、第 1 の方向を向いており、第 2 の材料ノズル 2 1 2 の供給アウトレット 2 1 4 は、第 2 の方向を向いていてもよい。更に、セルフアライメント機能を実現するために、複数の材料ノズル 2 1 2 は、それぞれ異なる方向を向いている複数の供給アウトレット 2 1 4 からの造形材料 M の供給経路が集中領域 C P において交差するように位置合わせされていてもよい。つまり、複数の材料ノズル 2 1 2 は、それぞれ異なる方向を向いている複数の供給アウトレット 2 1 4 から供給される造形材料 M が集中領域 C P に向かって供給されるように位置合わせされていてもよい。

10

【 0 1 2 7 】

図 1 6 に示す例では、集中領域 C P は、造形面 M S の下方（つまり、造形面 M S から - Z 側に離れた位置）に位置している。この場合、加工システム S Y S は、材料ノズル 2 1 2 から供給される造形材料 M が集中領域 C P に実際に到達する前に造形面 M S に到達する状態で、ワーク W に対して付加加工を行う。但し、集中領域 C P は、造形面 M S に位置していてもよい。つまり、加工システム S Y S は、材料ノズル 2 1 2 から供給される造形材料 M が集中領域 C P に到達すると同時に造形面 M S に到達する状態で、ワーク W を加工してもよい。或いは、集中領域 C P は、造形面 M S の上方（つまり、造形面 M S から + Z 側に離れた位置）に位置していてもよい。つまり、加工システム S Y S は、材料ノズル 2 1 2 から供給される造形材料 M が集中領域 C P に実際に到達した後に造形面 M S に到達する状態で、ワーク W を加工してもよい。

20

【 0 1 2 8 】

この場合、造形面 M S と加工ヘッド 2 1 との間の距離 D 1 に応じて、付加加工によって造形面 M S に付加される造形物のサイズ（図 1 6 に示す例では、Z 軸方向におけるサイズであり、以降、“造形量”と称する）が変動する。

【 0 1 2 9 】

具体的には、図 1 6 に示すように、距離 D 1 が長くなるほど、集中領域 C P と造形面 M S との間の距離 D 2 が短くなる。その結果、材料ノズル 2 1 2 から溶融池 M P に供給される造形材料 M の分量が多くなる。なぜならば、距離 D 2 が短くなるほど、造形材料 M が集中する集中領域 C P が造形面 M S に近づくからである。溶融池 M P に供給される造形材料 M の分量が多くなるほど、溶融池 M P において溶融する造形材料 M の分量が多くなる。溶融池 M P において溶融する造形材料 M の分量が多くなるほど、造形面 M S で固化する造形材料 M の分量が多くなる。その結果、固化した造形材料 M による造形物の高さが高くなる。このため、図 1 7 に示すように、距離 D 2 と造形量との間には、距離 D 2 が短くなるほど造形量が多くなるという関係がある。つまり、距離 D 2 と造形量との間には、距離 D 2 が長くなるほど造形量が少なくなるという関係がある。同様に、図 1 7 に示すように、距離 D 1 と造形量との間には、距離 D 1 が長くなるほど造形量が多くなるという関係がある。つまり、距離 D 1 と造形量との間には、距離 D 1 が短くなるほど造形量が少なくなるという関係がある。

30

【 0 1 3 0 】

尚、図 1 7 は、集中領域 C P が造形面 M S の上方に位置する場合の距離 D 2 を正の距離とし且つ集中領域 C P が造形面 M S の下方に位置する場合の距離 D 2 を負の距離とするグラフを示している。上述したように、加工システム S Y S は、集中領域 C P が造形面 M S よりも下方に位置する（つまり、集中領域 C P と材料ノズル 2 1 2 との間に造形面 M S が位置する）状態で、ワーク W に対して付加加工を行う。このため、距離 D 2 は、ゼロよりも小さい領域（使用領域と称する）の範囲の値を有する。この場合、距離 D 2 が短くなるほど造形量が多くなるという関係は、距離 D 2 の絶対値が小さくなるほど造形量が多くなるという関係を意味する。同様に、距離 D 2 が長くなるほど造形量が少なくなるという関係は、距離 D 2 の絶対値が大きくなるほど造形量が少なくなるという関係を意味する。このため、以下の説明では、特段の説明がない場合には、距離 D 2 は、距離 D 2 の絶対値を

40

50

意味するものとする。

【 0 1 3 1 】

加工システム S Y S は、このようなセルフアライメント機能を用いて、付加加工が行われた後における複数のワーク W のうちの少なくとも二つのサイズの差異（つまり、形状の差異）が、付加加工が行われる前における複数のワーク W のうちの少なくとも二つのサイズの差異よりも小さくなるように、複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。以下、図 1 8 を参照しながら、セルフアライメント機能を用いた付加加工について説明する。

【 0 1 3 2 】

図 1 8 の最上段には、サイズ（図 1 8 に示す例では、Z 軸方向におけるサイズであり、高さ）が異なる少なくとも二つのワーク W を含む複数のワーク W が示されている。図 1 8 に示す例では、ワーク W # 1、W # 3 及び W # 5 のそれぞれの高さが、ワーク W # 2 及び W # 4 の高さよりも高くなっている。このようなワーク W # 1 から W # 5 を含む複数のワーク W に対する付加加工が行われる場合には、図 1 8 に示すように、ワーク W # 1 を加工する場合の造形面 M S（つまり、ワーク W # 1 の表面）と材料ノズル 2 1 2 との間の距離 D 1 # 1、ワーク W # 3 を加工する場合の造形面 M S（つまり、ワーク W # 3 の表面）と材料ノズル 2 1 2 との間の距離 D 1 # 3 及びワーク W # 5 を加工する場合の造形面 M S（つまり、ワーク W # 5 の表面）と材料ノズル 2 1 2 との間の距離 D 1 # 5 のそれぞれは、ワーク W # 2 を加工する場合の造形面 M S（つまり、ワーク W # 2 の表面）と材料ノズル 2 1 2 との間の距離 D 1 # 2 及びワーク W # 4 を加工する場合の造形面 M S（つまり、ワーク W # 4 の表面）と材料ノズル 2 1 2 との間の距離 D 1 # 4 のそれぞれよりも短くなる。その結果、図 1 8 に示すように、ワーク W # 1 に対する造形量、ワーク W # 3 に対する造形量及びワーク W # 5 に対する造形量のそれぞれは、ワーク W # 2 に対する造形量及びワーク W # 4 に対する造形量よりも少なくなる。このため、図 1 8 に示すように、付加加工が行われた後におけるワーク W # 1、W # 3 及び W # 5 のそれぞれとワーク W # 2 及び W # 4 のそれぞれとの間のサイズの差異は、付加加工が行われる前におけるワーク W # 1、W # 3 及び W # 5 のそれぞれとワーク W # 2 及び W # 4 のそれぞれとの間のサイズの差異よりも小さくなる。

【 0 1 3 3 】

このように、第 5 変形例では、加工システム S Y S は、付加加工が行われる前と比較して、付加加工が行われた後における複数のワーク W の間のサイズの差異が小さくなるように、複数のワーク W に対して付加加工を行うことができる。典型的には、加工システム S Y S は、付加加工が行われた後における複数のワーク W のサイズが揃うように、複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 3 4 】

尚、上述した実施形態に加えて、第 1 変形例から第 4 変形例のうちの少なくとも一つにおいても、第 5 変形例に特有の動作が行われてもよい。第 5 変形例に特有の動作は、セルフアライメント機能を用いた動作を含んでいてもよい。

【 0 1 3 5 】

（ 4 - 6 ）第 6 変形例

続いて、図 1 9 を参照しながら、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 7 変形例について説明する。図 1 9 は、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 7 変形例の流れを示すフローチャートである。

【 0 1 3 6 】

図 1 6 示すように、第 6 変形例では、上述した図 6 に示す動作と同様に、ステップ S 1 1 からステップ S 1 4 までの動作が行われる。つまり、複数のワーク W がステージ 3 1 に載置され（ステップ S 1 1）、計測装置 4 は、計測対象ワーク W の形状を計測する計測動作を行い（ステップ S 1 2）、制御装置 7 は、共通加工制御情報を生成し（ステップ S 1 3）、加工システム S Y S は、アライメント動作を行う（ステップ S 1 4）。

【 0 1 3 7 】

その後、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W に対し

10

20

30

40

50

て付加加工を行う（ステップ S 6 1 f）。特に、ステップ S 6 1 f では、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの第 1 の面（例えば、加工ヘッド 2 1 側を向いている面）に造形面 M S を設定し、当該第 1 の面に対して付加加工を行う。

【 0 1 3 8 】

その後、加工システム S Y S は、加工ヘッド 2 1 に対する複数のワーク W の姿勢（つまり、複数のワーク W が載置されているステージ 3 1 の姿勢）を変更する（ステップ S 6 2 f）。この際、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の面（具体的には、ステップ S 6 1 f において付加加工が行われた第 1 の面とは異なる面）に造形面 M S が設定可能となるように、複数のワーク W の姿勢を変更する。例えば、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の面が加工ヘッド 2 1 側を向くように、複数のワーク W の姿勢を変更してもよい。

10

【 0 1 3 9 】

その後、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W に対して付加加工を行う（ステップ S 6 3 f）。特に、ステップ S 6 3 f では、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の面（例えば、加工ヘッド 2 1 側を向いている面）に造形面 M S を設定し、当該第 2 の面に対して付加加工を行う。

【 0 1 4 0 】

加工システム S Y S は、ステージ駆動系 3 2 を用いてステージ 3 1 を移動させる（つまり、ステージ 3 1 の姿勢を変更する）ことで、複数のワーク W の姿勢を変更してもよい。例えば、図 2 0 (a) は、複数のワーク W の姿勢を変更するためにステージ 3 1 を移動させる前の加工ヘッド 2 1 と複数のワーク W との位置関係を示す断面図である。図 2 0 (a) に示す状態では、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 1 の面 W 1（例えば、上面）に加工光 E L を照射することで、第 1 の面 W 1 に対して付加加工を行うことが可能である。一方で、図 2 0 (b) は、複数のワーク W の姿勢を変更するためにステージ 3 1 を移動させた後の加工ヘッド 2 1 と複数のワーク W との位置関係を示す断面図である。図 2 0 (a) に示す状態では、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の面 W 2（例えば、側面）に加工光 E L を照射することで、第 2 の面 W 2 に対して付加加工を行うことが可能である。

20

30

【 0 1 4 1 】

加工システム S Y S は、治具 3 3 を用いて、複数のワーク W の姿勢を変更してもよい。この場合、治具 3 3 は、複数のワーク W の姿勢を変更可能に構成されていてもよい。例えば、治具 3 3 は、ワーク W を保持する固定爪 3 3 1 を動かすことで、固定爪 3 3 1 によって保持されているワーク W の姿勢を変更してもよい。例えば、図 2 1 (a) は、治具 3 3 が複数のワーク W の姿勢を変更する前の加工ヘッド 2 1 と複数のワーク W との位置関係を示す断面図である。図 2 1 (a) に示す状態では、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 1 の面 W 1（例えば、上面）に加工光 E L を照射することで、第 1 の面 W 1 に対して付加加工を行うことが可能である。一方で、図 2 1 (b) は、治具 3 3 が複数のワーク W の姿勢を変更した後の加工ヘッド 2 1 と複数のワーク W との位置関係を示す断面図である。図 2 1 (a) に示す状態では、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の面 W 2（例えば、側面）に加工光 E L を照射することで、第 2 の面 W 2 に対して付加加工を行うことが可能である。

40

【 0 1 4 2 】

尚、加工システム S Y S は、複数のワーク W のそれぞれの更に他の面（具体的には、ステップ S 6 1 f 及び 6 3 f において付加加工が行われた二つの面とは異なる面）に造形面 M S が設定可能となるように、複数のワーク W の姿勢を変更してもよい。その後、加工システム S Y S は、共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの更に他の面に対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 4 3 】

50

その後、加工システム S Y S は、加工システム S Y S が新たに付加加工を行うべき複数のワーク W を含む新たなワークセット W S (つまり、次のワークセット W S) が存在しないと判定されるまでは、新たなワークセット W S に含まれる複数のワーク W に対して付加加工を継続する (ステップ S 1 6 からステップ S 1 7 及びステップ S 1 4 からステップ S 6 3 f)。

【 0 1 4 4 】

このように、第 6 変形例では、加工システム S Y S は、各ワーク W の複数の箇所 (例えば、複数の面) に対して付加加工を行うことができる。

【 0 1 4 5 】

尚、ワーク W の姿勢を変更することでワーク W の複数の箇所に対して付加加工が行われる場合には、図 1 9 のステップ S 1 2 において、計測装置 4 は、計測対象ワーク W の複数の箇所のうちの第 1 の箇所の形状を計測し、図 1 9 のステップ S 1 3 において、制御装置 7 は、第 1 の箇所の形状の計測結果に基づいて、共通加工制御情報を生成してもよい。更に、図 1 9 のステップ S 6 1 f において、加工システム S Y S は、第 1 の箇所の形状の計測結果から生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの第 1 の箇所に対して付加加工を行ってもよい。更に、図 1 9 のステップ S 6 3 f において、加工システム S Y S は、第 1 の箇所の形状の計測結果から生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の箇所に対して付加加工を行ってもよい。或いは、加工システム S Y S は、ワーク W の姿勢を変更することなく、ワーク W の複数の箇所に対して付加加工を行ってもよい。この場合においても、加工システム S Y S は、第 1 の箇所の形状の計測結果から生成された共通加工制御情報に基づいて、複数のワーク W のそれぞれの第 2 の箇所に対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 4 6 】

また、上述した実施形態に加えて、第 1 変形例から第 5 変形例のうちの少なくとも一つにおいても、第 6 変形例に特有の動作が行われてもよい。第 6 変形例に特有の動作は、ワーク W の複数の箇所 (例えば、複数の面) に対して付加加工を行う動作を含んでいてもよい。

【 0 1 4 7 】

(4 - 7) 第 7 変形例

続いて、複数のワーク W に対して付加加工を行う動作の第 7 変形例について説明する。第 7 変形例では、加工システム S Y S は、回転対称な形状を有する複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 4 8 】

回転対称な形状を有するワーク W の一例として、長手方向に沿って延びる軸部材があげられる。軸部材の一例として、タービンを構成するタービンシャフトがあげられる。

【 0 1 4 9 】

このような回転対称な形状を有するワーク W に対して付加加工が行われる場合には、図 2 2 に示すように、複数のワーク W は、回転対称な形状を有するワーク W の回転中心に沿って延びる軸 (以降、“中心軸”と称し、例えば、軸部材の中心軸又はタービンシャフトの回転軸) とステージ 3 1 の回転軸とが一致するように、ステージ 3 1 に載置されてもよい。図 2 2 に示す例では、複数のワーク W は、ワーク W の中心軸とステージ 3 1 X の回転軸 (つまり、回転シャフト 3 2 1 X に沿って延びる回転軸) とが一致するように、ステージ 3 1 に載置されている。

【 0 1 5 0 】

図 2 2 に示すように、加工システム S Y S は、ワーク W の中心軸に交差する方向から加工光 E L をワーク W に照射してもよい。この場合、加工システム S Y S が上述したセルフアライメント機能を有していれば、加工システム S Y S は、付加加工が行われた後における複数のワーク W のうちの少なくとも二つの半径のサイズの差異が、付加加工が行われる前における複数のワーク W のうちの少なくとも二つの半径のサイズの差異よりも小さくなるように、複数のワーク W に対して付加加工を行ってもよい。典型的には、加工システム

10

20

30

40

50

S Y S は、付加加工が行われた後における複数のワークWの半径のサイズが揃うように、複数のワークWに対して付加加工を行ってもよい。

【 0 1 5 1 】

(4 - 8) その他の変形例

上述した説明では、加工システム S Y S は、共通加工制御情報を生成するために、計測装置 4 を用いて、複数のワークWのうちのいずれか一つである計測対象ワークWを計測する計測動作を行っている。つまり、加工システム S Y S は、共通加工制御情報を生成するために、計測装置 4 を用いて単一の計測対象ワークWを計測する計測動作を行っている。しかしながら、加工システム S Y S は、共通加工制御情報を生成するために、計測装置 4 を用いて複数の計測対象ワークWを計測する計測動作を行ってもよい。この場合、制御装置 7 は、複数の計測対象ワークWを計測する計測動作の計測結果に基づいて、共通加工制御情報を生成してもよい。例えば、図 10 に示すように計測モデルと目標モデルとを用いて共通加工制御情報が生成される場合には、制御装置 7 は、複数の計測対象ワークWを計測する計測動作の計測結果に基づいて、複数の計測対象ワークWの実際の平均的なサイズ及び平均的な形状を示す 3 次元モデルに相当する計測モデルを生成してもよい。

10

【 0 1 5 2 】

上述した説明では、加工システム S Y S は、ステージ駆動系 3 2 を備えている。つまり、上述した説明では、ステージ 3 1 が移動可能である。加工システム S Y S は、ステージ駆動系 3 2 を備えていなくてもよい。つまり、ステージ 3 1 が移動可能でなくてもよい。上述した説明では、加工システム S Y S は、ヘッド駆動系 2 2 を備えている。つまり、上述した説明では、加工ヘッド 2 1 が移動可能である。加工システム S Y S は、ヘッド駆動系 2 2 を備えていなくてもよい。つまり、加工ヘッド 2 1 が移動可能でなくてもよい。

20

【 0 1 5 3 】

上述した説明では、加工システム S Y S は、加工光 E L をワークWに照射することでワークWを加工している。しかしながら、加工システム S Y S は、任意のエネルギービームをワークWに照射することで、ワークWを加工してもよい。この場合、加工システム S Y S は、光源 5 及び照射光学系 2 1 1 に加えて又は代えて、任意のエネルギービームを照射可能なビーム照射装置を備えていてもよい。任意のエネルギービームの一例として、荷電粒子ビーム及び電磁波等の少なくとも一方があげられる。荷電粒子ビームの一例として、電子ビーム及びイオンビーム等の少なくとも一方があげられる。

30

【 0 1 5 4 】

(5) 付記

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

[付記 1]

複数の物体に対して付加加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第 1 の物体の形状を計測するための第 1 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、

40

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する付加加工とを行う

加工システム。

[付記 2]

前記複数の物体が載置される物体載置装置を更に備え、

前記加工装置が前記第 1 及び第 2 の物体を含む複数の第 3 の物体に対する付加加工を行った後に、前記物体載置装置には、前記複数の第 3 の物体とは異なる複数の第 4 の物体が載置され、

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記複数の第 4 の物体に対する

50

付加加工を行う

付記 1 に記載の加工システム。

[付記 3]

前記加工装置は、

前記複数の物体のそれぞれにエネルギービームを射出するエネルギービーム照射部と、

前記エネルギービームが照射された部位に造形材料を供給する材料供給部と

を備える

付記 1 又は 2 に記載の加工システム。

[付記 4]

前記複数の物体のうちの少なくとも二つのサイズが異なる

付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

10

[付記 5]

前記加工装置が付加加工を行った後における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異は、前記加工装置が付加加工を行う前における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異よりも小さい

付記 4 に記載の加工システム。

[付記 6]

前記第 1 の計測動作を行う計測装置を更に備える

付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 7]

前記加工装置が前記複数の物体に対する付加加工を行う前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作が行われ、

前記加工装置は、前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体に対する付加加工を行わない

付記 1 から 6 のいずれか一項に記載の加工システム。

20

[付記 8]

前記加工装置が前記複数の物体に対する付加加工を行う前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作が行われ、

前記制御装置は、前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体の形状の前記第 2 の計測動作による計測結果に基づいて、前記第 1 の加工制御情報を補正し、

前記加工装置は、補正された前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行う

付記 1 から 7 のいずれか一項に記載の加工システム。

30

[付記 9]

前記加工装置が前記複数の物体に対する付加加工を行う前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を第 1 の計測精度で計測する第 2 の計測動作が行われ、

前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体の形状を、前記第 1 の計測精度よりも高い第 2 の計測精度で計測する第 3 の計測動作が行われ、

前記制御装置は、前記第 3 の計測動作の結果に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を制御するための第 2 の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第 2 の加工制御情報に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行う

付記 1 から 8 のいずれか一項に記載の加工システム。

40

[付記 10]

前記第 3 の計測動作を行う計測装置を更に備える

付記 9 に記載の加工システム。

[付記 11]

前記第 2 の計測動作を行う計測装置を更に備える

50

付記 7 から 1 0 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 2]

前記第 2 の計測動作は、前記複数の物体のそれぞれの形状を第 1 の計測精度で計測する動作であり、

前記第 1 の計測動作は、前記第 1 の物体の形状を前記第 1 の計測精度よりも高い第 2 の計測精度で計測する動作である

付記 7 から 1 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 3]

前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施された後に、前記第 2 の計測動作が行われる

付記 7 から 1 2 に記載の加工システム。

[付記 1 4]

前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施される前に、前記第 2 の計測動作が行われる

付記 7 から 1 3 に記載の加工システム。

[付記 1 5]

前記前加工処理は、前記複数の物体のうちの少なくとも一つの一部を除去する除去加工処理を含む

付記 1 3 又は 1 4 に記載の加工システム。

[付記 1 6]

前記加工装置が前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方に対する付加加工を行った後に、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方の形状を計測する第 4 の計測動作が行われる

付記 1 から 1 5 に記載の加工システム。

[付記 1 7]

前記加工装置は、前記第 4 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方を加工する

付記 1 6 に記載の加工システム。

[付記 1 8]

前記加工装置は、前記第 4 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方の形状が所望形状となるように、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方を加工する

付記 1 6 又は 1 7 に記載の加工システム。

[付記 1 9]

前記第 4 の計測動作を行う計測装置を更に備える

付記 1 6 から 1 8 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 0]

前記計測装置は、前記第 4 の計測動作の結果に関する情報を、前記加工システムの外部の装置に出力する

付記 1 9 に記載の加工システム。

[付記 2 1]

前記複数の物体が載置される物体載置装置と、

前記物体載置装置の姿勢を変更可能な姿勢変更装置と

を更に備え、

前記加工装置は、前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの第 1 の面に対する付加加工を行い、前記姿勢変更装置が前記物体載置装置の姿勢を変更した後に、前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの前記第 1 の面とは異なる第 2 面に対する付加加工を行う

付記 1 から 2 0 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 2]

前記加工装置は、治具に載置された前記複数の物体に対する付加加工を行い、

前記治具に載置された前記複数の物体の姿勢が変更可能であり、

10

20

30

40

50

前記加工装置は、前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの第 1 の面に対する付加加工を行い、前記治具が前記複数の物体の姿勢を変更した後に、前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの前記第 1 の面とは異なる第 2 面に対する付加加工を行う

付記 1 から 2 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 3]

前記複数の物体のうちの少なくとも一つは、タービンブレード及びタービンシャフトを含む

付記 1 から 2 2 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 4]

複数の物体の補修加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第 1 の物体の補修後の形状に関する形状情報、及び、前記第 1 の物体の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の物体を加工するように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体とを補修加工する

加工システム。

[付記 2 5]

前記制御装置は、前記第 1 の物体の補修後の形状に関する前記形状情報と前記第 1 の物体の形状の計測結果との比較結果に基づいて、前記第 1 の加工制御情報を生成する

付記 2 4 に記載の加工システム。

[付記 2 6]

物体の複数の箇所を補修加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の箇所のうちの第 1 の箇所の補修後の形状に関する形状情報、および、前記第 1 の箇所の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の箇所を加工するように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の箇所と前記複数の箇所のうちの前記第 1 の箇所とは異なる第 2 の箇所とを補修加工する

加工システム。

[付記 2 7]

複数のワークに対して付加加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数のワーク上に形成される第 1 の物体のモデルの形状に関する形状情報、及び、前記複数のワークのうちの第 1 のワークの形状の計測結果の少なくとも一方に基づいて、前記第 1 のワークを加工するように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 のワークと前記複数の物体のうちの前記第 1 のワークとは異なる第 2 のワークとを補修加工する

加工システム。

[付記 2 8]

複数の物体に対する加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第 1 の物体の形状を計測するための第 1 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 の物体に対する加工を行うように前記加工装置を制御するための第 1 の加工制御情報を生成し、

10

20

30

40

50

前記加工装置は、前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する加工を行う加工システム。

[付記 2 9]

複数の物体のうちの前記第 1 の物体の形状を計測するための第 1 の計測動作を行うことと、前記第 1 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工を行うための第 1 の加工制御情報を生成することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体に対する付加加工と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体に対する付加加工とを行うこととを含む加工方法。

10

[付記 3 0]

前記第 1 及び第 2 の物体を含む複数の第 3 の物体を物体載置装置に載置することと、前記物体載置装置に載置された前記複数の第 3 の物体に対する付加加工が行われた後に、前記複数の第 3 の物体とは異なる複数の第 4 の物体を前記物体載置装置に載置することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記複数の第 4 の物体に対する付加加工を行うことと

を含む付記 2 9 に記載の加工方法。

[付記 3 1]

前記複数の物体のうち少なくとも二つのサイズが異なる

付記 2 9 又は 3 0 に記載の加工方法。

20

[付記 3 2]

付加加工が行われた後における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異は、付加加工が行われる前における前記少なくとも二つの物体のサイズの差異よりも小さい

付記 3 1 に記載の加工方法。

[付記 3 3]

前記複数の物体に対する付加加工が行われる前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作を行うことを更に含み、

前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体に対する付加加工を行わない

付記 2 9 から 3 2 のいずれか一項に記載の加工方法。

30

[付記 3 4]

前記複数の物体に対する付加加工が行われる前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作を行うことと、

前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体の形状の前記第 2 の計測動作による計測結果に基づいて、前記第 1 の加工制御情報を補正することと、

補正された前記第 1 の加工制御情報に基づいて前記第 5 の物体に対する付加加工を行うことと

を含む付記 2 9 から 3 3 のいずれか一項に記載の加工方法。

40

[付記 3 5]

前記複数の物体に対する付加加工が行われる前に、前記複数の物体のそれぞれの形状を計測する第 2 の計測動作を行うことと、

前記複数の物体のうち、前記第 2 の計測動作によって計測された形状が所定の形状基準を満たしていない第 5 の物体の形状を、前記第 1 の計測精度よりも高い第 2 の計測精度で計測する第 3 の計測動作を行うことと、

前記第 3 の計測動作の結果に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行うための第 2 の加工制御情報を生成することと、

前記第 2 の加工制御情報に基づいて、前記第 5 の物体に対する付加加工を行うことと

を含む付記 2 9 から 3 4 のいずれか一項に記載の加工方法。

50

[付記 3 6]

前記第 2 の計測動作は、前記複数の物体のそれぞれの形状を第 1 の計測精度で計測する動作であり、

前記第 1 の計測動作は、前記第 1 の物体の形状を前記第 1 の計測精度よりも高い第 2 の計測精度で計測する動作である

付記 3 3 から 3 5 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 3 7]

前記第 2 の計測動作を行うことは、前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施された後に、前記第 2 の計測動作を行うことを含む

付記 3 3 から 3 6 に記載の加工方法。

10

[付記 3 8]

前記第 2 の計測動作を行うことは、前記複数の物体のうちの少なくとも一つに対して前加工処理が施される前に、前記第 2 の計測動作を行うことを含む

付記 3 3 から 3 7 に記載の加工方法。

[付記 3 9]

前記前加工処理は、前記複数の物体のうちの少なくとも一つの一部を除去する除去加工処理を含む

付記 3 7 又は 3 8 に記載の加工方法。

[付記 4 0]

前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方に対する付加加工が行われた後に、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方の形状を計測する第 4 の計測動作を行うことを含む

付記 2 9 から 3 9 に記載の加工方法。

20

[付記 4 1]

前記第 4 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方を加工することを含む

付記 4 0 に記載の加工方法。

[付記 4 2]

前記第 4 の計測動作の結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方の形状が所望形状となるように、前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方を加工することを含む

付記 4 0 又は 4 1 に記載の加工方法。

30

[付記 4 3]

前記第 4 の計測動作の結果に関する情報を、前記第 4 の計測動作の結果に基づいて前記第 1 及び第 2 の物体の少なくとも一方を加工する加工装置に出力することを含む

付記 4 0 から 4 2 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 4 4]

前記第 1 及び第 2 の物体に対する付加加工を行うことは、
前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの第 1 の面に対する付加加工を行うことと、
前記第 1 及び第 2 物体が載置された物体載置装置の姿勢を変更することと、
前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの前記第 1 の面とは異なる第 2 面に対する付加加工を行うことと

を含む付記 2 9 から 4 3 のいずれか一項に記載の加工方法。

40

[付記 4 5]

前記第 1 及び第 2 の物体に対する付加加工を行うことは、
前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの第 1 の面に対する付加加工を行うことと、
治具に載置された前記複数の物体の姿勢を変更することと、
前記第 1 及び第 2 の物体のそれぞれの前記第 1 の面とは異なる第 2 面に対する付加加工を行うことと

を含む付記 2 9 から 4 4 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 4 6]

50

前記複数の物体のうちの少なくとも一つは、タービンプレード及びタービンシャフトを含む

付記 29 から 45 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 47]

前記付加加工は、補修加工を含み、

前記第 1 の加工制御情報を生成することは、前記第 1 の物体の補修後の形状に関する形状情報、及び、前記第 1 の計測動作の結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 第 1 の加工制御情報を生成することを含む

請求項 29 から 46 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 48]

前記形状情報及び前記第 1 の計測結果の少なくとも一つに基づいて前記第 1 の加工制御情報を生成することは、前記形状情報と前記第 1 の計測動作の結果との比較結果に基づいて、前記第 1 の加工制御情報を生成することを含む

付記 47 に記載の加工方法。

[付記 49]

前記複数の物体は、前記第 1 及び第 2 の物体にそれぞれ相当する第 1 及び第 2 のワークを含む複数のワークであり、

前記第 1 の加工制御情報を生成することは、複数のワーク上に形成される第 6 の物体のモデルの形状に関する形状情報及び前記第 1 の計測動作の結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 のワークを加工するための加工制御情報を、前記第 1 の加工制御情報として生成することを含む、

前記付加加工は、補修加工を含む

付記 29 から 48 のいずれか一項に記載の加工方法。

[付記 50]

複数の物体のうちの第 1 の物体の補修後の形状に関する形状情報、及び、前記第 1 の物体の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の物体を加工するための第 1 の加工制御情報を生成することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の物体と前記複数の物体のうちの前記第 1 の物体とは異なる第 2 の物体とを補修加工することと

を含む加工方法。

[付記 51]

前記形状情報及び前記計測結果の少なくとも一つに基づいて前記第 1 の加工制御情報を生成することは、前記前記形状情報と前記計測結果との比較結果に基づいて、前記第 1 の加工制御情報を生成することを含む

付記 50 に記載の加工方法。

[付記 52]

物体の複数の箇所うちの第 1 の箇所の補修後の形状に関する形状情報及び前記第 1 の箇所の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 の箇所を加工するための第 1 の加工制御情報を生成することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 の箇所と前記複数の箇所うちの前記第 1 の箇所とは異なる第 2 の箇所とを補修加工することと

を含む加工方法。

[付記 53]

複数のワーク上に形成される第 1 の物体のモデルの形状に関する形状情報及び前記複数のワークのうちの第 1 のワークの形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 のワークを加工するための第 1 の加工制御情報を生成することと、

前記第 1 の加工制御情報に基づいて、前記第 1 のワークと前記複数のワークのうちの前記第 1 のワークとは異なる第 2 のワークとを補修加工することと

を含む加工方法。

[付記 54]

10

20

30

40

50

複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作を行うことと、
前記第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する加工を行うための第1
の加工制御情報を生成することと、

前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する加工と前記複数の物体の
うちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する加工を行うことと
を含む加工方法。

[付記55]

複数の物体に対して付加加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計
測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する付加加工を行うように前記加工装置を
制御するための第1の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する付加加
工と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する付加加工とを
行う

加工システム。

[付記56]

複数の物体の補修加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の補修後の形状に関する形状情報
、及び、前記第1の物体の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第1の物体
を加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体と前記複数の物
体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体とを補修加工する

加工システム。

[付記57]

物体の複数の箇所への補修加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数の箇所のうちの第1の箇所の補修後の形状に関する形状情報
、および、前記第1の箇所の形状の計測結果の少なくとも一つに基づいて、前記第1の箇
所を加工するように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の箇所と前記複数の箇
所のうちの前記第1の箇所とは異なる第2の箇所とを補修加工する

加工システム。

[付記58]

複数のワークに対して付加加工が可能な加工装置と、
前記加工装置を制御可能な制御装置と
を備え、

前記制御装置は、前記複数のワーク上に形成される第1の物体のモデルの形状に関する
形状情報、及び、前記複数のワークのうちの第1のワークの形状の計測結果の少なくとも
一方に基づいて、前記第1のワークを加工するように前記加工装置を制御するための第1
の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1のワークと前記複数の
物体のうちの前記第1のワークとは異なる第2のワークとを補修加工する

加工システム。

[付記59]

複数の物体に対する加工が可能な加工装置と、

10

20

30

40

50

前記加工装置を制御可能な制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記複数の物体のうちの第1の物体の形状を計測するための第1の計測動作の結果に基づいて、前記第1の物体に対する加工を行うように前記加工装置を制御するための第1の加工制御情報を生成し、

前記加工装置は、前記第1の加工制御情報に基づいて、前記第1の物体に対する加工と前記複数の物体のうちの前記第1の物体とは異なる第2の物体に対する加工を行う加工システム。

[付記 6 0]

物体を加工可能な加工装置と、

前記物体を保持可能な構造を有しており、且つ、貫通孔が形成された治具と、前記貫通孔に挿入可能なピン構造が形成されており、前記ピン構造が前記貫通孔に挿入された状態で前記治具が載置されるステージ装置と

を備える加工システム。

【 0 1 5 5 】

上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

【 0 1 5 6 】

本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う加工システムもまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 7 】

2 造形装置

2 1 造形ヘッド

2 2 ヘッド駆動系

3 ステージ装置

3 1、3 1 X、3 1 Z ステージ

3 2 ステージ駆動系

7 制御装置

W ワーク

E L 加工光

S T 3次元構造物

10

20

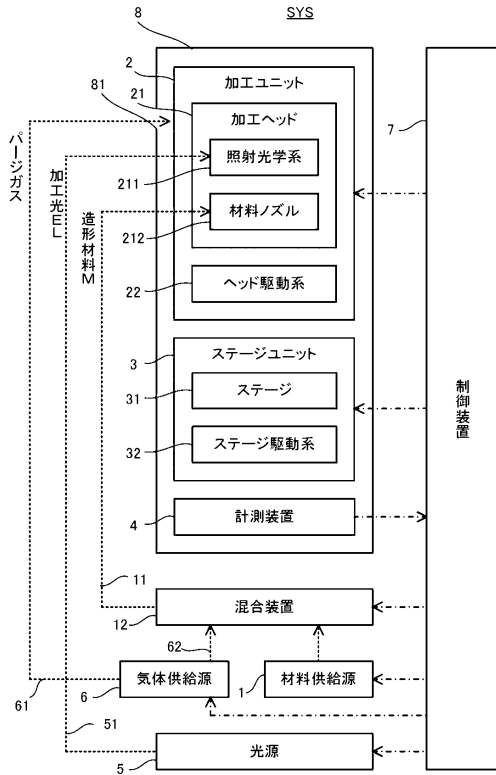
30

40

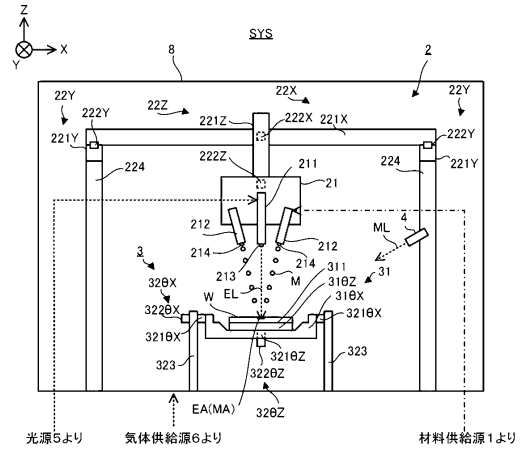
50

【図面】

【図 1】



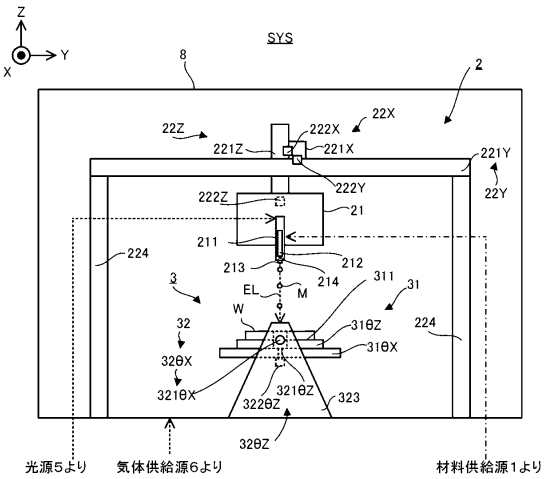
【図 2】



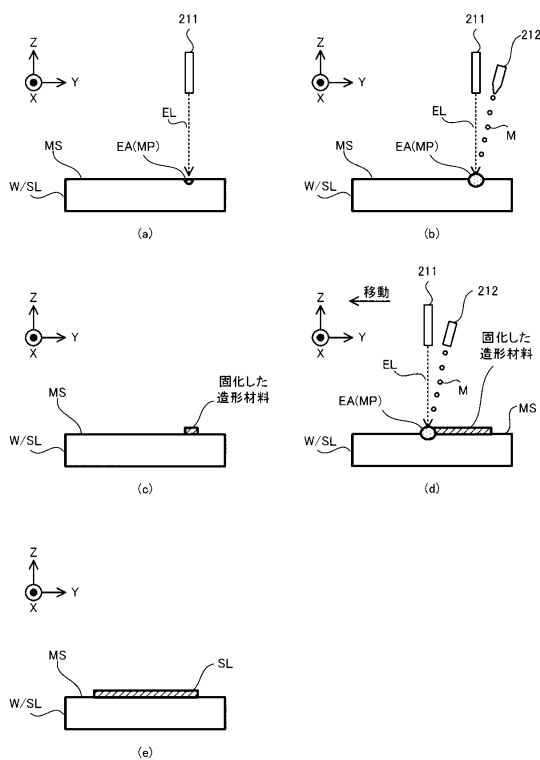
10

20

【図 3】



【図 4】

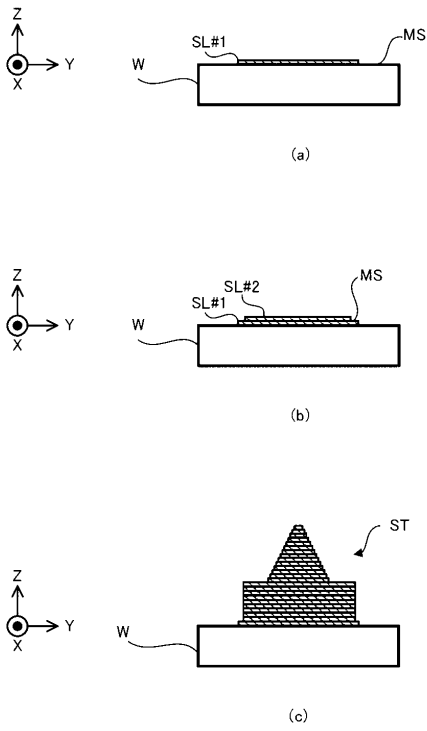


30

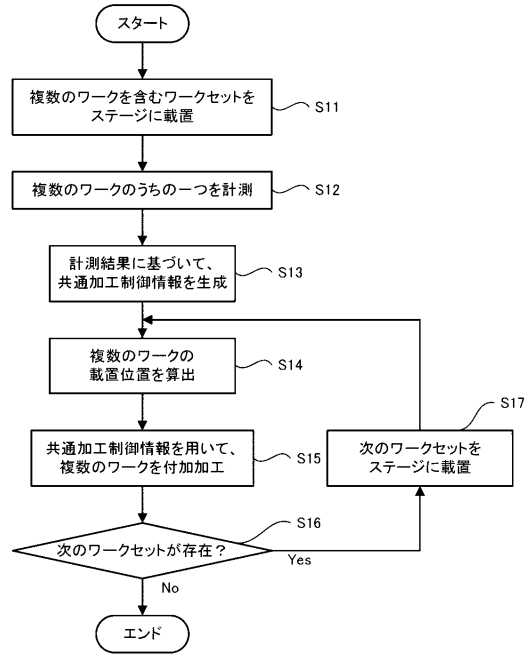
40

50

【図5】



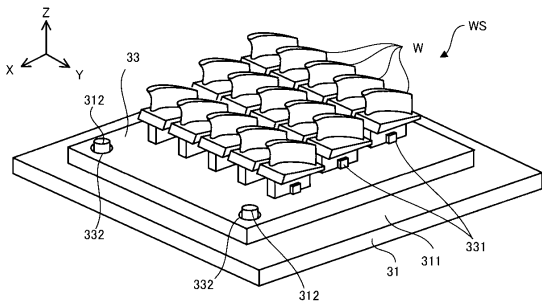
【図6】



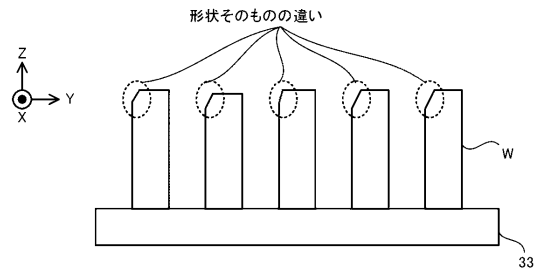
10

20

【図7】



【図8】

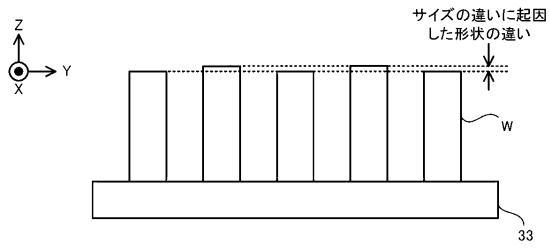


30

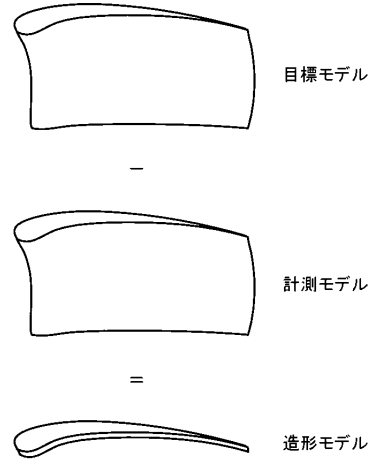
40

50

【図 9】

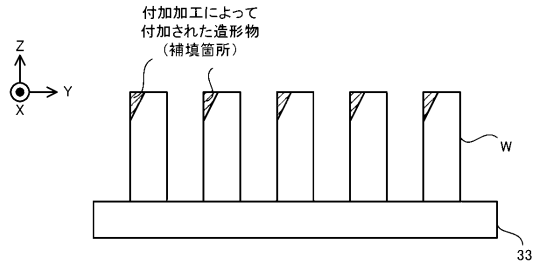


【図 10】

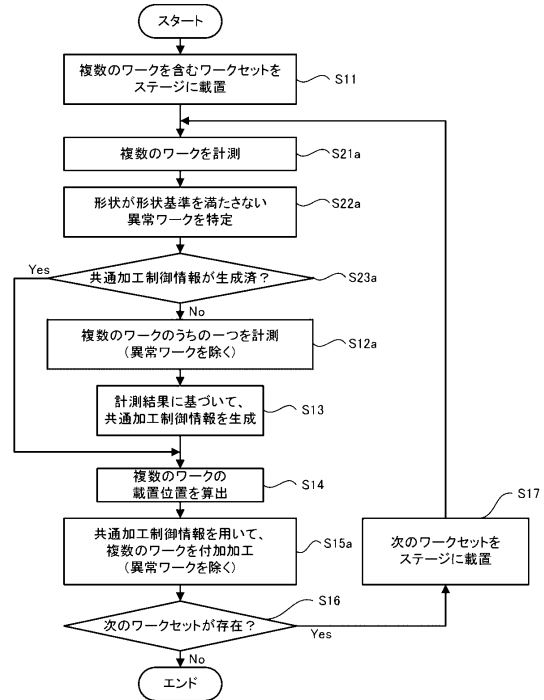


10

【図 11】



【図 12】



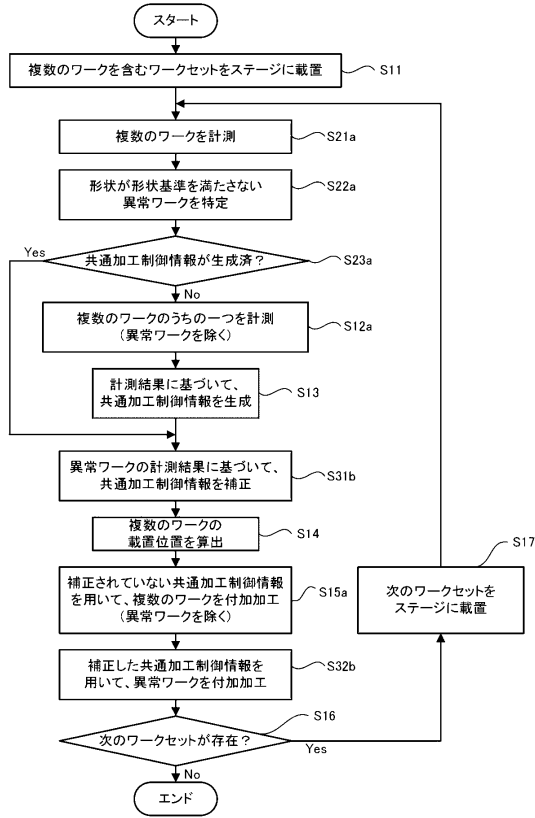
20

30

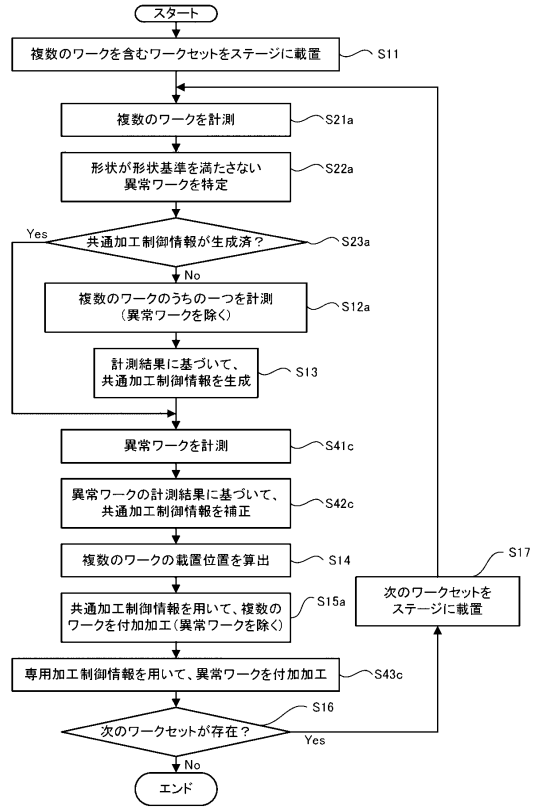
40

50

【図 1 3】



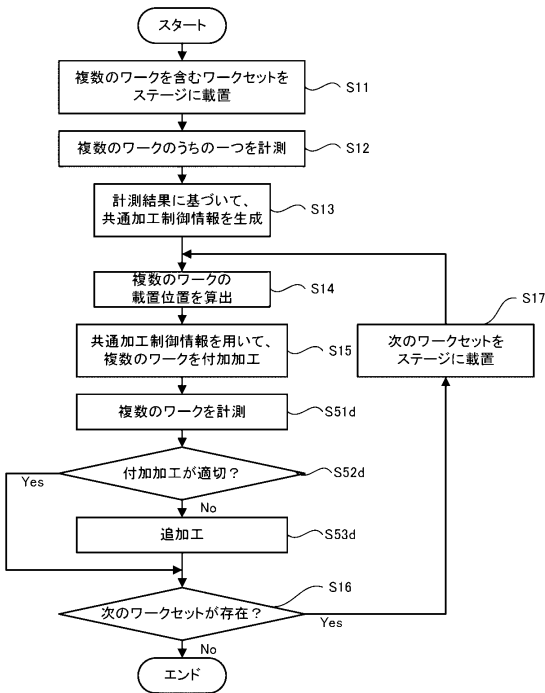
【図 1 4】



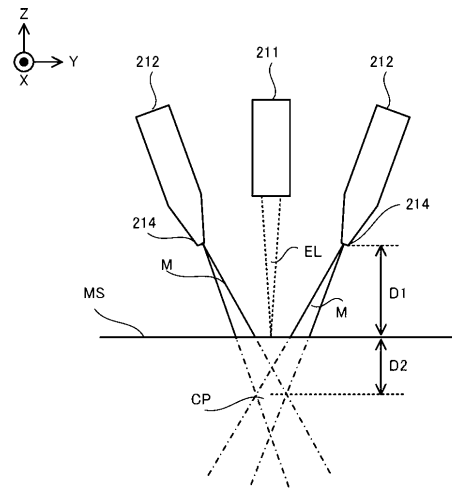
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

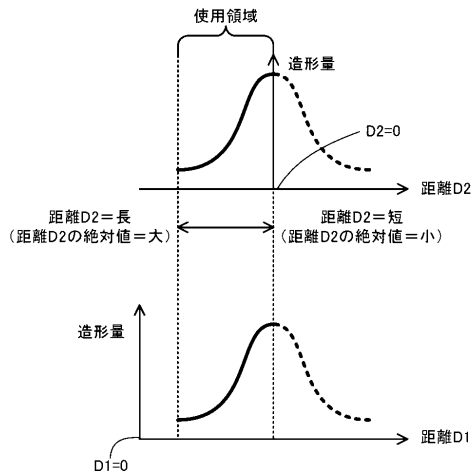


30

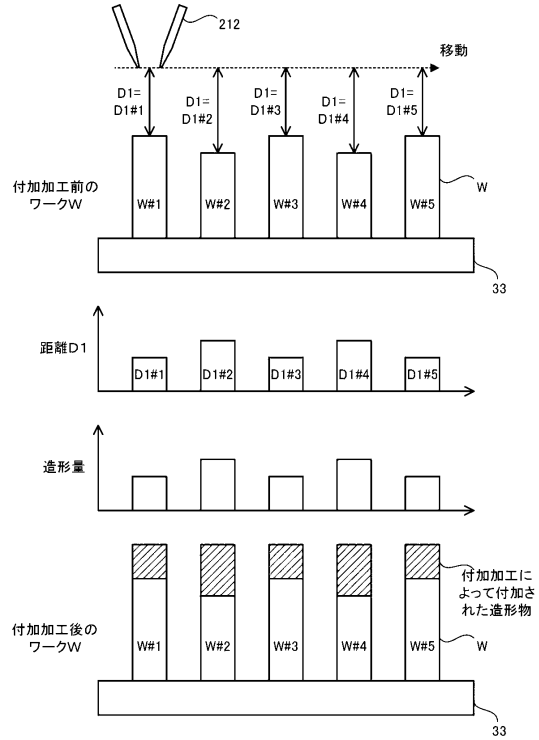
40

50

【図 17】



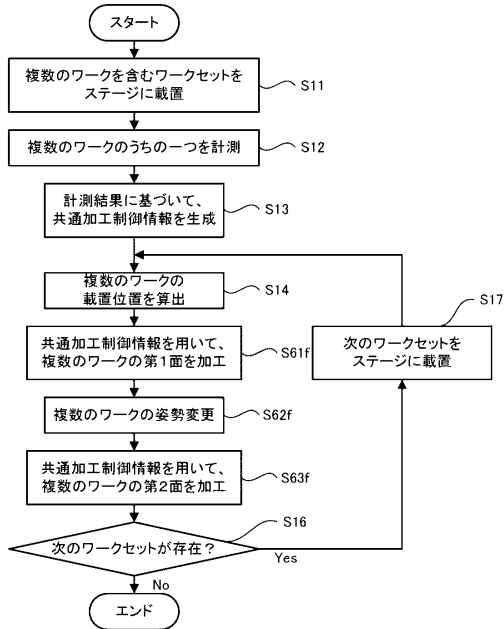
【図 18】



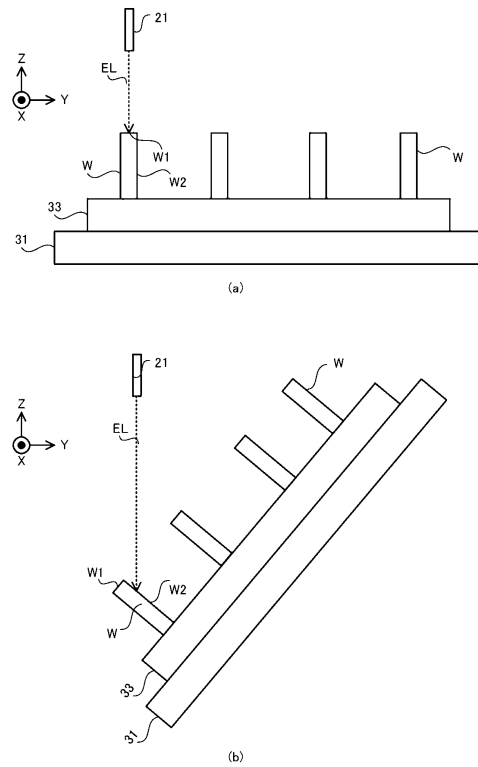
10

20

【図 19】



【図 20】

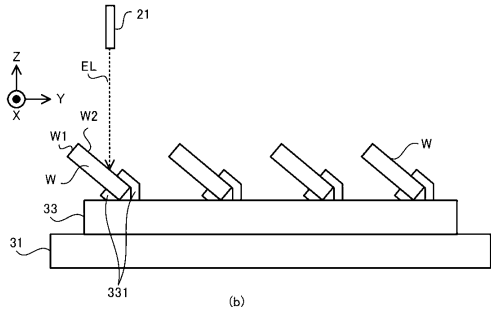
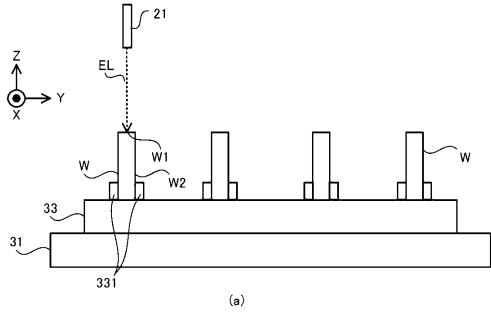


30

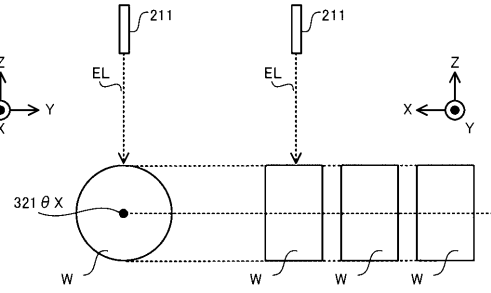
40

50

【 2 1 】



【 2 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
<i>B 3 3 Y</i>	<i>10/00 (2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y</i>	<i>10/00</i>
<i>B 3 3 Y</i>	<i>30/00 (2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y</i>	<i>30/00</i>
<i>B 3 3 Y</i>	<i>50/02 (2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y</i>	<i>50/02</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>10/85 (2021.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>10/85</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>10/25 (2021.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>10/25</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>12/90 (2021.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>12/90</i>

(56)参考文献	特開 2 0 2 0 - 1 2 2 7 8 7 (J P , A)
	特開 2 0 0 7 - 2 1 0 0 1 2 (J P , A)
	特開昭 5 9 - 1 9 9 1 7 2 (J P , A)
	特開 2 0 1 9 - 0 3 8 0 4 3 (J P , A)
	米国特許第 8 6 3 6 4 9 6 (U S , B 2)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)	
	<i>B 2 3 K 2 6 / 3 4</i>
	<i>B 2 3 K 2 6 / 0 3</i>
	<i>B 2 3 K 2 6 / 2 1</i>
	<i>B 2 9 C 6 4 / 2 6 8</i>
	<i>B 2 9 C 6 4 / 3 9 3</i>
	<i>B 3 3 Y 1 0 / 0 0</i>
	<i>B 3 3 Y 3 0 / 0 0</i>
	<i>B 3 3 Y 5 0 / 0 2</i>
	<i>B 2 2 F 1 0 / 8 5</i>
	<i>B 2 2 F 1 0 / 2 5</i>
	<i>B 2 2 F 1 2 / 9 0</i>