

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/154203 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/34 (2014.01) B23K 26/21 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001033

(22) 国際出願日: 2023年1月16日(16.01.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 村田 啓通 (MURATA, Hiromichi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 船津 貴行 (FUNATSU, Takayuki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 一條 司 (ICHIJO, Tsukasa); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン

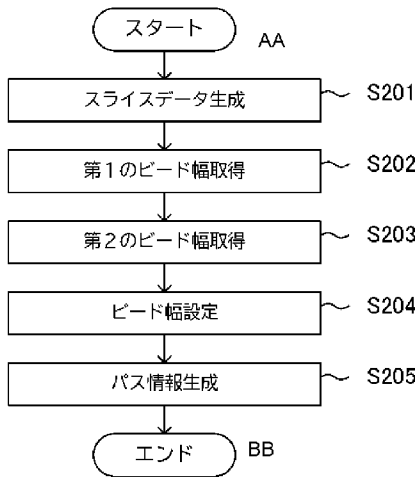
内 Tokyo (JP). 百瀬 淳美 (MOMOSE, Atsumi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 道井 亮介 (DOI, Ryosuke); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 橘田 慎 (KITSUDA, Shin); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 江上 達夫 (EGAMI, Tatsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 V P O 京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

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

(54) Title: DATA GENERATION METHOD, DATA STRUCTURE, MANUFACTURING METHOD, AND ADDITIVE MANUFACTURING DEVICE

(54) 発明の名称: データ生成方法、データ構造、加工方法及び付加加工装置



S201 Generate slice data
S202 Acquire first bead width
S203 Acquire second bead width
S204 Set bead widths
S205 Generate path information
AA Start
BB End

(57) Abstract: Provided is a data generation method for generating manufacturing control information to be used by an additive manufacturing device to fabricate an object composed of a plurality of layers. This data generation method includes: acquiring first bead width information, which is information for fabricating beads with a first width, input by a user; acquiring second bead width information, which is information for fabricating beads with a second width, input by the user; and using the first bead width information and the second bead width information to generate manufacturing control information including first path information indicating a path for fabricating an object with the first width within a first layer among a plurality of layers, and second path information indicating a path for fabricating an object with the second width within the first layer.

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：データ生成方法は、付加加工装置が、複数の層で構成される造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成する。当該データ生成方法は、使用者により入力された、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を取得することと、使用者により入力された第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を取得することと、第1ビード幅情報及び第2ビード幅情報に基づいて、複数の層のうちの第1の層内において第1の幅で造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、第1の層内において第2の幅で造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む加工制御情報を生成することと、を含む。

明 細 書

発明の名称：

データ生成方法、データ構造、加工方法及び付加加工装置

技術分野

[0001] 本発明は、造形物を造形するために使用されるデータを生成するデータ生成方法、データ構造、並びに、該生成されたデータを使用する加工方法及び付加加工装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] この種の方法として、物体の三次元データから複数のスライス画像を生成し、複数のスライス画像に基づいて三次元造形装置のツールパスを生成する方法が提案されている（特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国 2 0 1 9 / 2 1 2 7 1 7

発明の概要

[0004] 第 1 の態様によれば、付加加工装置が、複数の層で構成される造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、使用者により入力された、第 1 の幅でビードを造形するための情報である第 1 ビード幅情報を取得することと、前記使用者により入力された、前記第 1 の幅とは異なる第 2 の幅でビードを造形するための情報である第 2 ビード幅情報を取得することと、前記第 1 ビード幅情報、及び、前記第 2 ビード幅情報に基づいて、前記複数の層のうちの第 1 の層内において前記第 1 の幅で前記造形物を造形する経路を示す第 1 パス情報、及び、前記第 1 の層内において前記第 2 の幅で前記造形物を造形する経路を示す第 2 パス情報を含む前記加工制御情報を生成することと、を含むデータ生成方法が提供される。

[0005] 第 2 の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造

形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第1造形材料から前記第2造形材料に変更するための位置に前記加工ヘッドを移動させるための情報を含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0006] 第3の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、使用者により入力された、前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射することにより溶融する溶融領域に関する情報を取得することと、前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記溶融領域に前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0007] 第4の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、使用者により入力された、前記付加加工装置によって造形される造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行う計測領域に関する情報を取得することと、前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記計測領

域を計測する計測装置が移動する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0008] 第5の態様によれば、造形物の3次元モデルを示すモデル情報と、前記造形物を造形する加工装置に係る造形条件を示す条件情報との対応付けを示す第1データを含む管理情報を読み込むことと、前記管理情報に含まれる前記第1データにより示される前記モデル情報及び前記条件情報を読み込むことと、前記モデル情報により示される3次元モデルと、前記モデル情報に対応付けられた前記条件情報により示される造形条件とに基づいて、前記加工装置を制御するための加工制御情報の一部として、変更可能なパラメータを含むパラメータ情報を生成することと、を含むデータ生成方法が提供される。

[0009] 第6の態様によれば、付加加工装置が複数の層で構成される造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、使用者により入力された、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を取得することと、前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を自動で設定することと、前記第1ビード幅情報、及び、前記第2ビード幅情報に基づいて、前記複数の層のうちの第1の層内において、前記第1の幅で造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、前記第1の層内において前記第2の幅で造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む加工制御情報を生成することと、を含むデータ生成方法が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを

移動させるための情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0011] 第8の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記第1加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部を、前記造形材料を供給することなしに前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射することにより加工する追加工領域に関する情報を取得することと、前記第1加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記追加工領域に前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0012] 第9の態様によれば、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を設定することと、前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を設定することと、前記第1ビード幅情報、及び、前記第2ビード幅情報に基づいて、記第1の幅で造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、前記第2の幅で造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む前記加工制御情報を生成することと、を含むデータ生成方法が提供される。

[0013] 第10の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記

加工ヘッドを移動させるための情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0014] 第11の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、前記第1加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射することによる追加工の経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0015] 第12の態様によれば、少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うための経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法が提供される。

[0016] 第13の態様によれば、造形物の3次元モデルを示すモデル情報と、前記造形物を造形する加工装置に係る造形条件を示す条件情報との対応付けを示す第1データを含むデータ構造が提供される。

[0017] 第14の態様によれば、第9の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記第1の幅でビードを造形することと、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記第2の幅でビードを造形することと、を含む加工方法が提供される。

[0018] 第15の態様によれば、第10の態様により提供されるデータ生成方法に

より生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記材料供給口から供給される前記第1造形材料でビードを造形することと、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記材料供給口から供給される前記第2造形材料でビードを造形することと、前記第1パス情報に基づくビードが造形された後であって、前記第2パス情報に基づくビードが造形される前に、前記加工制御情報に含まれる前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記加工ヘッドを移動させることと、を含む加工方法が提供される。

[0019] 第16の態様によれば、第11の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第1加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第1加工ビーム又は前記第2加工ビームを照射して前記追加工を行うことと、を含む加工方法が提供される。

[0020] 第17の態様によれば、第12の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うことと、を含む加工方法が提供される。

[0021] 第18の態様によれば、第9の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記第1の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記加工制御情報に含まれ

る前記第2パス情報に基づいて、前記第2の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御する付加加工装置が提供される。

[0022] 第19の態様によれば、第10の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第1造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第2造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記加工制御情報に含まれる前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを移動させる付加加工装置が提供される。

[0023] 第20の態様によれば、第11の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、造形材料を供給するための材料供給口とを含む加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第1加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射して前記追加工を行うように前記加工ヘッドを制御する付加加工装置が提供される。

[0024] 第21の態様によれば、第12の態様により提供されるデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、造形材料を供給

する材料供給口とを含む加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記加工制御情報に含まれる前記第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、前記加工制御情報に含まれる前記第 2 パス情報に基づいて、前記造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うように前記加工ヘッドを制御する付加加工装置が提供される。

[0025] 第 2 2 の態様によれば、造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に変更するための位置に前記加工ヘッドを移動させる付加加工装置が提供される。

[0026] 第 2 3 の態様によれば、造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、前記加工ヘッドを制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パ

ス情報に基づくビードを造形する前に、前記加工ヘッドを移動させる付加工装置が提供される。

[0027] 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

[0028] [図1]図1は、加工システムの構成を示す断面図である。

[図2]図2は、加工システムの構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、照射光学系の構造を示す図である。

[図4]図4（a）は、加工単位領域内での目標照射領域の移動軌跡を示す平面図であり、図4（b）は、造形面上での目標照射領域の移動軌跡を示す平面図である。

[図5]図5（a）及び図5（b）のそれぞれは、加工単位領域内での目標照射領域の移動軌跡を示す平面図であり、図5（c）は、造形面上での目標照射領域の移動軌跡を示す平面図である。

[図6]図6（a）から図6（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。

[図7]図7（a）は、加工単位領域の目標移動軌跡を示す平面図であり、図7（b）は、図7（a）に示す目標移動軌跡に沿って加工単位領域が移動した場合に造形面に造形される線状の造形物を示す平面図である。

[図8]図8（a）から図8（c）のそれぞれは、三次元造形物を造形する過程を示す断面図である。

[図9]データフローの一例を示す概念図である。

[図10]複数の部分を含む三次元造形物の一例を示す図である。

[図11]データフローの一例を示すフローチャートである。

[図12]情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図13]ユーザに提示されるビード幅情報に関する画面の一例である。

[図14]情報処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図15]スライスデータにより示される層状構造物の断面の一例である。

[図16]ビードを造形するための経路の一例を示す図である。

[図17]造形材料の切替処理を説明するための図である。

[図18]情報処理装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

[図19]造形材料の切替処理に係る材料切替位置の一例を示す図である。

[図20]溶融領域の一例を示す図である。

[図21]情報処理装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

[図22]図 2 2 (a) は、第 1 時点までに造形された配管の断面図を示す図である。図 2 2 (b) は、第 1 時点より前の第 2 時点までに造形された配管の断面図を示す図である。

[図23]情報処理装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

[図24]図 2 4 (a) は、計測器が撮像装置である場合の計測パス情報により示される経路の一例を示す図である。図 2 4 (b) は、計測器がレーザスキャナである場合の計測パス情報により示される経路の一例を示す図である。

[図25]一の三次元モデル情報に紐づけられた計測パス情報を、他の三次元モデル情報に係る計測パス情報として用いる場合の、計測パス情報の生成方法の一例を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図面を参照しながら、データ生成方法、データ構造、加工方法及び付加加工装置の実施形態について説明する。

[0030] (1) 加工システム S Y S

先ず、物体の一例であるワーク W を加工可能な加工システム S Y S について説明する。加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法 (L M D : L a s e r M e t a l D e p o s i t i o n) に基づく付加加工を行ってよい。尚、レーザ肉盛溶接法は、D E D (D i r e c t E n e r g y D e p o s i t i o n) と称されてもよい。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。加工システム S Y S は、付

加加工を行うので付加加工装置と称されてもよい。

[0031] 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XYZ直交座標系を用いて、加工システムSYS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、 θ X方向、 θ Y方向及び θ 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、XY平面を水平方向としてもよい。

[0032] （1-1）加工システムSYSの全体構成

図1及び図2を参照しながら、加工システムSYSの構成について説明する。図1は、加工システムSYSの構成を模式的に示す断面図である。図2は、加工システムSYSの構成を示すブロック図である。

[0033] 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が可能である。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、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、造形物は、加工システムSYS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SYSは、造形物の一例として、三次元造形物（つまり、三次元方向のいずれの方向においても大きさを持つ三次元の造形物であり、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造形物）STを造形可能である。

[0034] ワークWが後述するステージ31である場合には、加工システムSYSは、ステージ31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31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SYS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31

に載置される載置物は、加工システム S Y S が造形した別の三次元造形物 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 に載置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 に載置されている既存構造物である例を用いて説明を進める。

[0035] 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。

[0036] 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、積層加工技術を用いて物体を加工する 3 D プリンタであるとも言える。尚、積層加工技術は、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。

[0037] 積層加工技術を用いる加工システム S Y S は、複数の構造層 S L（後述する図 7 参照）を順に形成することで、複数の構造層 S L が積層された三次元造形物 S T を造形する。この場合、加工システム S Y S は、まず、ワーク W の表面を、造形物を実際に造形する造形面 M S に設定し、当該造形面 M S 上に、1 層目の構造層 S L を造形する。その後、加工システム S Y S は、1 層目の構造層 S L の表面を新たな造形面 M S に設定し、当該造形面 M S 上に、2 層目の構造層 S L を造形する。以降、加工システム S Y S は、同様の動作を繰り返すことで、複数の構造層 S L が積層された三次元造形物 S T を造形する。

[0038] 加工システム S Y S は、エネルギービームである加工光 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。金属性の材料の一例として、銅を含む材料、タングステンを含む材料、及び、ステンレスを含む材料の少なくとも一つがあげられる。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、粉状の材料である。つまり、造形材料Mは、粉体である。但し、造形材料Mは、粉体でなくてもよい。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。

[0039] ワークWもまた、造形材料Mと同様に、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を含む物体であってもよい。ワークWの材料は、造形材料Mと同一であってもよいし、異なってもよい。ワークWの材料として、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。金属性の材料の一例として、銅を含む材料、タングステンを含む材料、及び、ステンレスを含む材料の少なくとも一つがあげられる。但し、ワークWの材料として、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。

[0040] 付加加工を行うために、加工システムS Y Sは、図1及び図2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、光源4と、気体供給源5と、制御ユニット7と、撮像ユニット8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6の内部のチャンバ空間6 3 1 Nに收容されていてもよい。この場合、加工システムS Y Sは、チャンバ空間6 3 1 Nにおいて付加加工を行ってもよい。尚、加工ユニット2と、ステージユニット3との少なくとも一方は、筐体6の内部のチャンバ空間6 3 1 Nに收容されていなくてもよい。

[0041] 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。

[0042] 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、複数の材料ノズル212とを備えている。但し、加工ヘッド21は、複数の照射光学系211を備えていてもよい。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。

[0043] 照射光学系211は、加工光ELを射出するための光学系である。具体的には、照射光学系211は、加工光ELを射出する（生成する）光源4と、光伝送部材41を介して光学的に接続されている。光伝送部材41の一例として、光ファイバ及びライトパイプの少なくとも一つがあげられる。

[0044] 図1及び図2に示す例では、加工システムSYSが二つの光源4（具体的には、光源4#1及び4#2）を備えており、照射光学系211は、光伝送部材41#1及び41#2を介して、それぞれ、光源4#1及び4#2と光学的に接続されている。照射光学系211は、光伝送部材41#1を介して光源4#1から伝搬してくる加工光ELと、光伝送部材41#2を介して光源4#2から伝搬してくる加工光ELとの双方を射出する。尚、以下の説明では、照射光学系211が射出する二つの加工光ELを区別する必要がある場合には、必要に応じて、光源4#1が生成した加工光ELを、“加工光EL#1”と称し、且つ、光源4#2が生成した加工光ELを、“加工光EL#2”と称する。

[0045] 但し、加工システムSYSは、複数の光源4に代えて、単一の光源4を備えていてもよい。照射光学系211は、複数の加工光ELを射出することに代えて、単一の加工光ELを射出してもよい。

[0046] 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ELを射出する。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、射出した加工光ELを造形面MSに照射する。具体的には

、照射光学系 2 1 1 は、加工光 E L が照射される（典型的には、集光される）領域として造形面 M S に設定される目標照射領域（目標照射位置）E A に加工光 E L を照射可能である。尚、以下の説明では、照射光学系 2 1 1 が二つの加工光 E L をそれぞれ照射する二つの目標照射領域 E A を区別する必要がある場合には、必要に応じて、照射光学系 2 1 1 が加工光 E L # 1 を照射する目標照射領域 E A を、“目標照射領域 E A # 1”と称し、且つ、照射光学系 2 1 1 が加工光 E L # 2 を照射する目標照射領域 E A を、“目標照射領域 E A # 2”と称する。更に、照射光学系 2 1 1 の状態は、制御ユニット 7 の制御下で、目標照射領域 E A に加工光 E L を照射する状態と、目標照射領域 E A 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 2 1 1 から射出される加工光 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。つまり、後述する第 3 光学系 2 1 6（或いは後述する $f \theta$ レンズ 2 1 6 2）は、物体側にテレセントリックな光学系には限定されず、物体側が非テレセントリックな光学系であってもよい。

[0047] 照射光学系 2 1 1 は、造形面 M S に加工光 E L を照射することで、造形面 M S に溶融池 M P を形成してもよい。例えば、照射光学系 2 1 1 は、造形面 M S に加工光 E L # 1 を照射することで、造形面 M S に溶融池 M P # 1 を形成してもよい。例えば、照射光学系 2 1 1 は、造形面 M S に加工光 E L # 2 を照射することで、造形面 M S に溶融池 M P # 2 を形成してもよい。溶融池 M P # 1 と溶融池 M P # 2 とは、一体化されていてもよい。或いは、溶融池 M P # 1 と溶融池 M P # 2 とは、互いに離れていてもよい。但し、加工光 E L # 1 の照射によって造形面 M S に溶融池 M P # 1 が形成されなくてもよい。加工光 E L # 2 の照射によって造形面 M S に溶融池 M P # 2 が形成されなくてもよい。尚、照射光学系 2 1 1 は、加工光 E L（つまり、光の形態を有するエネルギービーム）を照射するので、ビーム照射装置と称されてもよい。

[0048] 材料ノズル 2 1 2 は、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）。材料ノズル 2 1 2 は、供給管 1 1 及び

混合装置 1 2 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 2 1 2 は、供給管 1 1 及び混合装置 1 2 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 2 1 2 は、供給管 1 1 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 1 2 で混合された後に供給管 1 1 を介して材料ノズル 2 1 2 に圧送されてもよい。その結果、材料ノズル 2 1 2 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 5 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 5 とは異なる気体供給源から供給される気体が用いられてもよい。

[0049] 尚、図 1 において材料ノズル 2 1 2 は、チューブ状に描かれているが、材料ノズル 2 1 2 の形状は、この形状に限定されない。材料ノズル 2 1 2 は、材料ノズル 2 1 2 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 2 1 2 の下方には、ステージ 3 1 が配置されている。ステージ 3 1 にワーク W が搭載されている場合には、材料ノズル 2 1 2 は、造形面 M S に向けて造形材料 M を供給する。尚、材料ノズル 2 1 2 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。

[0050] 材料ノズル 2 1 2 は、加工光 E L # 1 及び E L # 2 の少なくとも一つが照射される位置（つまり、目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 の少なくとも一つ）に造形材料 M を供給してよい。このため、材料ノズル 2 1 2 が造形材料 M を供給する領域として造形面 M S に設定される目標供給領域 M A が、目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 の少なくとも一つと少なくとも部分的に重複するように、材料ノズル 2 1 2 と照射光学系 2 1 1 # 1 及び 2 1 1 # 2 とが位置合わせされていてよい。目標供給領域 M A のサイズは、目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 の少なくとも一つのサイズよりも大きいてもよいし、小さくてもよいし、同じであってもよい。

- [0051] 材料ノズル 2 1 2 は、溶融池 M P に造形材料 M を供給してもよい。具体的には、材料ノズル 2 1 2 は、溶融池 M P # 1 及び溶融池 M P # 2 の少なくとも一つに造形材料 M を供給してもよい。但し、材料ノズル 2 1 2 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 2 1 2 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 2 1 1 から射出される加工光 E L 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。尚、材料ノズル 2 1 2 は、造形材料 M を供給するので、材料供給口と称されてもよい。
- [0052] 照射光学系 2 1 1 及び材料ノズル 2 1 2 は、加工ヘッド 2 1 が備えるヘッド筐体 2 1 3 に收容されていてもよい。ヘッド筐体 2 1 3 は、内部に照射光学系 2 1 1 及び材料ノズル 2 1 2 を收容するための收容空間が形成された筐体である。この場合、照射光学系 2 1 1 及び材料ノズル 2 1 2 は、ヘッド筐体 2 1 3 の内部の收容空間に收容されていてもよい。
- [0053] ヘッド駆動系 2 2 は、制御ユニット 7 の制御下で、加工ヘッド 2 1 を移動させる。つまり、ヘッド駆動系 2 2 は、制御ユニット 7 の制御下で、照射光学系 2 1 1 及び材料ノズル 2 1 2 を移動させる。ヘッド駆動系 2 2 は、例えば、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、 θ X 方向、 θ Y 方向及び θ Z 方向の少なくとも一つに沿って加工ヘッド 2 1 を移動させる。尚、 θ X 方向、 θ Y 方向及び θ Z 方向の少なくとも一つに沿って加工ヘッド 2 1 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加工ヘッド 2 1 を回転させる動作と等価であるとみなしてもよい。
- [0054] 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 のそれぞれとの間の相対的な位置関係が変わる。その結果、ステージ 3 1 及びワーク W のそれぞれと加工ヘッド 2 1 が備える照射光学系 2 1 1 との間の相対的な位置関係が変わる。このため、ヘッド駆動系 2 2 は、ステージ 3 1 及びワーク W のそれぞれと照射光学系 2 1 1 との間の相対的な位置関係を変更可能な位置変更装置と

して機能しているとみなしてもよい。更に、ステージ31及びワークWのそれぞれと加工ヘッド21との間の相対的な位置関係が変わると、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれとワークWとの間の相対的な位置関係もまた変わる。つまり、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれが、ワークWの表面（より具体的には、付加加工が行われる造形面MS）上において、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向の少なくとも一つに沿って移動する。この場合、ヘッド駆動系22は、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれが造形面MS上において移動するように、加工ヘッド21を移動させているとみなしてもよい。

[0055] ステージユニット3は、ステージ31と、ステージ駆動系32とを備えている。尚、ステージ31は、テーブルと称されてもよい。

[0056] ステージ31には、ワークWが載置される。具体的には、ステージ31の一の表面（例えば、+Z側を向いた上面）であるステージ載置面311には、ワークWが載置される。ステージ31は、ステージ31に載置されたワークWを支持可能である。ステージ31は、ステージ31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31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31は、ステージ31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31に載置されていてもよい。また、ワークWは、保持具に取り付けられていてもよく、ワークWが取り付けられた保持具がステージ31に載置されていてもよい。上述した照射光学系211は、ステージ31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EL#1及びEL#2のそれぞれを射出する。更に、上述した材料ノズル212は、ステージ31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。

[0057] ステージ駆動系32は、ステージ31を移動させる。ステージ駆動系32

は、例えば、X軸、Y軸、Z軸、 θ X方向、 θ Y方向及び θ 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、 θ X方向、 θ Y方向及び θ 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（つまり、A軸）、Y軸に沿った回転軸（つまり、B軸）及びZ軸に沿った回転軸（つまり、C軸）の少なくとも一つの周りにステージ31を回転させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0058] 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及びワークWのそれぞれとの間の相対的な位置関係が変わる。その結果、ステージ31及びワークWのそれぞれと加工ヘッド21が備える照射光学系211との間の相対的な位置関係が変わる。このため、ステージ駆動系32は、ヘッド駆動系22と同様に、ステージ31及びワークWのそれぞれと照射光学系211との間の相対的な位置関係を変更可能な位置変更装置として機能しているとみなしてもよい。更に、ステージ31及びワークWのそれぞれと加工ヘッド21との間の相対的な位置関係が変わると、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれとワークWとの間の相対的な位置関係もまた変わる。つまり、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれが、ワークWの表面（より具体的には、造形面MS）上において、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向の少なくとも一つに沿って移動する。この場合、ステージ駆動系32は、目標照射領域EA#1及びEA#2並びに目標供給領域MAのそれぞれが造形面MS上において移動するように、ステージ31を移動させているとみなしてもよい。

[0059] 光源4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4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、CO₂レーザ、YAGレーザ及びエキシマレーザ等の少なくとも一つが用いられてもよい。但し、加工光ELはレーザ光でなくてもよい。光源4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。

[0060] 上述したように、加工システムSYSは、複数の光源4（具体的には、光源4 # 1 及び4 # 2）を備えている。この場合、光源4 # 1 が射出する加工光EL # 1 の特性と、光源4 # 2 が射出する加工光EL # 2 の特性とは、同一であってもよい。例えば、加工光EL # 1 の波長（典型的には、加工光EL # 1 の波長帯域において強度が最大となる波長であるピーク波長）と、加工光EL # 2 の波長（典型的には、ピーク波長）とは、同一であってもよい。例えば、加工光EL # 1 の波長帯域（典型的には、強度が一定値以上となる波長の範囲）と、加工光EL # 2 の波長帯域とは、同一であってもよい。例えば、加工光EL # 1 の強度と、加工光EL # 2 の強度とは、同一であってもよい。例えば、加工光EL # 1 に対するワークWの吸収率（或いは、造形面MSが表面となる物体、以下同じ）と、加工光EL # 2 に対するワークWの吸収率とは、同一であってもよい。特に、加工光EL # 1 のピーク波長に対するワークWの吸収率と、加工光EL # 2 のピーク波長に対するワークWの吸収率とは、同一であってもよい。或いは、光源4 # 1 が射出する加工光EL # 1 の特性と、光源4 # 2 が射出する加工光EL # 2 の特性とは、異なってもよい。例えば、加工光EL # 1 の波長（典型的には、ピーク波長）と、加工光EL # 2 の波長（典型的には、ピーク波長）とは、異なってもよい。例えば、加工光EL # 1 の波長帯域と、加工光EL # 2 の波長帯域とは、異なってもよい。例えば、加工光EL # 1 の強度と、加工光EL # 2 の強度とは、異なってもよい。例えば、加工光EL # 1 に対するワークWの吸収率と、加工光EL # 2 に対するワークWの吸収率とは、異なってもよい。特に、加工光EL # 1 のピーク波長に対するワークWの吸収率と、加工光EL # 2 のピーク波長に対するワークWの吸収率とは、異

なっているもよい。

[0061] 尚、図2に示す加工システムS Y Sは、複数（例えば、二つ）の光源4を備えている。しかしながら、加工システムS Y Sは、複数の光源4を備えていなくてもよい。加工システムS Y Sは、単一の光源4を備えていてもよい。一例として、加工システムは、単一の光源4として、広波長帯域又は複数波長の光を射出（供給）する光源を備えていてもよい。この場合には、加工システムS Y Sは、この光源から射出される光を波長分割することで、互いに異なる波長の加工光E L # 1と加工光E L # 2とを生成してもよい。

[0062] 気体供給源5は、筐体6の内部のチャンバ空間6 3 I N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5は、筐体6の隔壁部材6 1に形成された供給口6 2及び気体供給源5と供給口6 2とを接続する供給管5 1を介して、チャンバ空間6 3 I Nに接続されている。気体供給源5は、供給管5 1及び供給口6 2を介して、チャンバ空間6 3 I Nにパージガスを供給する。その結果、チャンバ空間6 3 I Nは、パージガスによってパージされた空間となる。チャンバ空間6 3 I Nに供給されたパージガスは、隔壁部材6 1に形成された不図示の排出口から排出されてもよい。尚、気体供給源5は、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5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。

[0063] 上述したように、材料ノズル2 1 2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5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1 2にパージガスを供給してもよい。具体的には、気体供給源5は、気体供給源5と混合装置1 2とを接続する供給管5 2を介して混合装置1 2と接続されていてもよい。その結果、気体供給源5は、供給管5 2を介して、混合装置1 2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5 2を介して気体供給源5から供給されたパージガスによって、供給管1 1内を通して材料ノズル2 1 2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5は、供給管52、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、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。

[0064] 制御ユニット7は、加工システムSYSの動作を制御する。例えば、制御ユニット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、制御ユニット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。例えば、制御ユニット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が備える材料供給源1を制御してもよい。例えば、制御ユニット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が備える光源4を制御してもよい。例えば、制御ユニット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が備える気体供給源5を制御してもよい。

[0065] 制御ユニット7は、例えば、演算装置71と、記憶装置72とを備えていてもよい。演算装置71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72は、例えば、メモリを含んでいてもよい。制御ユニット7は、演算装置71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SYS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、制御ユニット7が行うべき後述する動作を演算装置71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SYSに後述する動作を行わせるように制御ユニット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71が実行するコンピュータプログラムは、制御ユニット7が備える記憶装置72（つま

り、記録媒体）に記録されていてもよいし、制御ユニット 7 に内蔵された又は制御ユニット 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 7 1 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、制御ユニット 7 の外部の装置からダウンロードしてもよい。尚、記憶装置 7 2 は、記録装置と称されてもよい。

[0066] 制御ユニット 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はパルス光の発光周期との比（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、制御ユニット 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。制御ユニット 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、制御ユニット 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、単位時間あたりの供給量）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。

[0067] 制御ユニット 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、制御ユニット 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、制御ユニット 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、10BASE-T、100BASE-TX及び1000BASE-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、IEEE 802.1xに準拠したネットワーク（例えば、無線LAN及びBluetooth（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、制御ユニット7と加工システムSYS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、制御ユニット7は、ネットワークを介して加工システムSYS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SYSは、制御ユニット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SYSは、制御ユニット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（つまり、制御ユニット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、制御ユニット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SYSの内部に設けられている一方で、制御ユニット7が行う処理のうち他の一部を行う第2制御装置が加工システムSYSの外部に設けられていてもよい。

[0068] 制御ユニット7内には、演算装置71がコンピュータプログラムを実行することで、機械学習によって構築可能な演算モデルが実装されてもよい。機械学習によって構築可能な演算モデルの一例として、例えば、ニューラルネットワークを含む演算モデル（いわゆる、人工知能（AI: Artificial Intelligence））があげられる。この場合、演算モデルの学習は、ニューラルネットワークのパラメータ（例えば、重み及びバイ

アスの少なくとも一つ）の学習を含んでいてもよい。制御ユニット7は、演算モデルを用いて、加工システムS Y Sの動作を制御してもよい。つまり、加工システムS Y Sの動作を制御する動作は、演算モデルを用いて加工システムS Y Sの動作を制御する動作を含んでいてもよい。尚、制御ユニット7には、教師データを用いたオフラインでの機械学習により構築済みの演算モデルが実装されてもよい。また、制御ユニット7に実装された演算モデルは、制御ユニット7上においてオンラインでの機械学習によって更新されてもよい。或いは、制御ユニット7は、制御ユニット7に実装されている演算モデルに加えて又は代えて、制御ユニット7の外部の装置（つまり、加工システムS Y Sの外部に設けられる装置に実装された演算モデルを用いて、加工システムS Y Sの動作を制御してもよい。

[0069] 尚、制御ユニット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、CD-ROM、CD-R、CD-RWやフレキシブルディスク、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW及びBlu-ray（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、USB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、制御ユニット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ユニット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、制御ユニット7が備える所定のゲートアレイ（FPGA（Field Programmable Gate Array）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）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。

[0070] 撮像ユニット8は、制御ユニット7の制御下で、撮像対象物を撮像可能な撮像装置である。このため、撮像ユニット8は、撮像対象物を撮像可能なカメラを含んでいてもよい。カメラは、撮像素子を含んでいてもよい。撮像素子は、CCD (C h a r g e d C o u p l e d D e v i c e) センサを含んでいてもよい。撮像素子は、CMOS (C o m p l e m e n t a r y M e t a l O x i d e S e m i c o n d u c t o r) センサを含んでいてもよい。この場合、撮像ユニット8は、撮像対象物からの光を撮像素子で受光することで、撮像対象物を撮像してもよい。つまり、撮像ユニット8は、撮像対象物からの光で撮像素子を露光することで、撮像対象物を撮像してもよい。尚、「撮像対象物からの光を用いた撮像素子の露光」を、「撮像素子による（つまり、撮像ユニット8による）露光（撮像対象物の露光）」と称してもよい。

[0071] 撮像対象物は、ワークWの少なくとも一部を含んでいてもよい。撮像対象物は、加工システムS Y Sが造形した造形物の少なくとも一部を含んでいてもよい。特に、撮像対象物は、造形面M Sが設定されている物体の少なくとも一部を含んでいてもよい。上述したように、造形面M Sは、ワークW又は構造層S Lの表面に設定される。このため、撮像対象物は、ワークWの少なくとも一部又は構造層S Lの少なくとも一部を含んでいてもよい。

[0072] 上述したように、造形面M Sには、加工光E Lによって溶融池M Pが形成される。この場合、撮像ユニット8は、溶融池M Pを撮像可能であってもよい。つまり、撮像ユニット8は、溶融池M Pを含む領域（つまり、溶融池M Pを含む造形面M S上の領域）を撮像可能であってもよい。以下の説明では、撮像ユニット8が溶融池M Pを撮像する例について説明する。つまり、以下の説明では、撮像ユニット8が溶融池M Pを含む領域（つまり、溶融池M Pを含む造形面M S上の領域）を撮像する例について説明する。

[0073] 撮像ユニット8は、加工ヘッド2 1に備え付けられていてもよい。例えば、図1に示すように、撮像ユニット8は、加工ヘッド2 1のヘッド筐体2 1

3に備え付けられていてもよい。この場合、ヘッド駆動系22によって加工ヘッド21が移動すると、加工ヘッド21に備え付けられた撮像ユニット8もまた、加工ヘッド21と共に移動する。この場合、加工ヘッド21と撮像ユニット8との間の相対的な位置関係が固定される。但し、撮像ユニット8は、加工ヘッド21に備え付けられていなくてもよい。撮像ユニット8は、加工ヘッド21とは異なる物体に備え付けられていてもよい。

[0074] 撮像ユニット8は、撮像対象物を撮像することで、撮像対象物が写り込んだ画像を生成する。本実施形態では、上述したように撮像ユニット8が熔融池MPを撮像するがゆえに、撮像ユニット8は、熔融池MPが写り込んだ画像を生成する。以下の説明では、撮像ユニット8が生成する画像（つまり、熔融池MPが写り込んだ画像）を、“熔融池画像IMG”と称する。

[0075] 撮像ユニット8は、生成した熔融池画像IMGを制御ユニット7に出力してもよい。制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、加工システムSYSを制御してもよい。例えば、制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、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（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、制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、ワークWに対して付加加工を行うように、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。例えば、制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、ワークWに対して付加加工を行うように、材料供給源1を制御してもよい。例えば、制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、ワークWに対して付加加工を行うように、光源4を制御してもよい。例えば、制御ユニット7は、熔融池画像IMGに基づいて、ワークWに対して付加加工を行うように、気体供給源5を制御してもよい。

[0076] 撮像ユニット8は、ワークWの少なくとも一部又は構造層SLの少なくとも一部を含む撮像対象物や熔融池MPからの光を受光することから受光装置と称されてもよい。そして撮像ユニット8は、ワークWの少なくとも一部又は構造層SLの少なくとも一部を含む撮像対象物や熔融池MPからの光を検

出する検出装置と称されてもよい。また、撮像ユニット 8 は、ワーク W の少なくとも一部又は構造層 S L の少なくとも一部を含む撮像対象物や溶融池 M P を計測してもよく、この場合には、撮像ユニット 8 を計測装置と称してもよい。

[0077] (1-2) 照射光学系 211 の構造

照射光学系 211 の構造について図 3 を参照して説明する。図 3 は、照射光学系 211 の構造を示す図である。

[0078] 図 3 に示すように、照射光学系 211 は、第 1 光学系 214 と、第 2 光学系 215 と、第 3 光学系 216 とを備える。第 1 光学系 214 は、光源 4 # 1 から射出される加工光 E L # 1 が入射する光学系である。第 1 光学系 214 は、光源 4 # 1 から射出される加工光 E L # 1 を、第 3 光学系 216 に向けて射出する光学系である。第 2 光学系 215 は、光源 4 # 2 から射出される加工光 E L # 2 が入射する光学系である。第 2 光学系 215 は、光源 4 # 2 から射出される加工光 E L # 2 を、第 3 光学系 216 に向けて射出する光学系である。第 3 光学系 216 は、第 1 光学系 214 から射出される加工光 E L # 1 と、第 2 光学系 215 から射出される加工光 E L # 2 とが入射する光学系である。第 3 光学系 216 は、第 1 光学系 214 から射出される加工光 E L # 1 及び第 2 光学系 215 から射出される加工光 E L # 2 を、造形面 M S に向けて射出する光学系である。

[0079] 第 1 光学系 214 は、コリメータレンズ 2141 と、平行平板 2142 と、パワーメータ 2143 と、ガルバノスキャナ 2144 とを備える。ガルバノスキャナ 2144 は、フォーカス制御光学系 2145 と、ガルバノミラー 2146 とを備える。但し、第 1 光学系 214 は、コリメータレンズ 2141、平行平板 2142、パワーメータ 2143 及びガルバノスキャナ 2144 の少なくとも一つを備えていなくてもよい。ガルバノスキャナ 2144 は、フォーカス制御光学系 2145 及びガルバノミラー 2146 の少なくとも一つを備えていなくてもよい。

[0080] 光源 4 # 1 から射出される加工光 E L # 1 は、コリメータレンズ 2141

に入射する。コリメータレンズ2141は、コリメータレンズ2141に入射した加工光EL#1を平行光に変換する。尚、光源4#1から射出される加工光EL#1が平行光である（つまり、平行光である加工光EL#1が第1光学系214に入射する）場合には、第1光学系214は、コリメータレンズ2141を備えていなくてもよい。コリメータレンズ2141が平行光に変換した加工光EL#1は、平行平板2142に入射する。平行平板2142に入射した加工光EL#1の一部は、平行平板2142を通過する。平行平板2142に入射した加工光EL#1の他の一部は、平行平板2142によって反射される。

[0081] 平行平板2142を通過した加工光EL#1は、ガルバノスキャナ2144に入射する。具体的には、平行平板2142を通過した加工光EL#1は、ガルバノスキャナ2144のフォーカス制御光学系2145に入射する。

[0082] フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP（以降、“集光位置CP#1”と称する）を変更可能な光学部材である。具体的には、フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1を、造形面MSに照射される加工光EL#1の照射方向に沿って変更可能である。図3に示す例では、造形面MSに照射される加工光EL#1の照射方向は、Z軸方向が主成分となる方向である。この場合、フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1をZ軸方向に沿って変更可能である。また、照射光学系211がワークWの上方から加工光ELを造形面MSに照射するがゆえに、加工光EL#1の照射方向は、造形面MS（例えば、ワークW又は構造層SLの表面）に交差する方向である。このため、フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1を、造形面MS（例えば、ワークW又は構造層SLの表面）に交差する方向に沿って変更可能であるとみなしてもよい。フォーカス光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1を、照射光学系211（典型的には第3光学系216）の光軸AXの方向に沿って変更可能であるとみなしてもよい。

[0083] 尚、加工光EL#1の照射方向は、第3光学系216から射出される加工

光E L # 1の照射方向を意味していてもよい。この場合、加工光E L # 1の照射方向は、第3光学系2 1 6の光軸に沿った方向と同一であってもよい。加工光E L # 1の照射方向は、第3光学系2 1 6を構成する光学部材のうち最も造形面M S側に配置される最終光学部材の光軸に沿った方向と同一であってもよい。最終光学部材は、後述するf θ レンズ2 1 6 2であってもよい。また、後述するf θ レンズ2 1 6 2が複数の光学部材で構成される場合、最終光学部材は、f θ レンズ2 1 6 2を構成する複数の光学部材のうち最も造形面M S側に配置される光学部材であってもよい。

[0084] フォーカス制御光学系2 1 4 5は、例えば、加工光E L # 1の照射方向に沿って並ぶ複数枚のレンズを含んでいてもよい。この場合、フォーカス制御光学系2 1 4 5は、複数枚のレンズのうちの少なくとも一つをその光軸方向に沿って移動させることで、加工光E L # 1の集光位置C P # 1を変更してもよい。

[0085] フォーカス制御光学系2 1 4 5が加工光E L # 1の集光位置C P # 1を変更すると、加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。特に、加工光E L # 1の照射方向における加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。このため、フォーカス制御光学系2 1 4 5は、フォーカス制御光学系2 1 4 5が加工光E L # 1の集光位置C P # 1を変更することで、加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係を変更しているとみなしてもよい。

[0086] 尚、上述したように、ガルバノスキャナ2 1 4 4は、フォーカス制御光学系2 1 4 5を備えていなくてもよい。この場合であっても、加工光E L # 1の照射方向における照射光学系2 1 1と造形面M Sとの位置関係が変わると、加工光E L # 1の照射方向における加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。このため、ガルバノスキャナ2 1 4 4がフォーカス制御光学系2 1 4 5を備えていない場合であっても、加工システムS Y Sは、加工光E L # 1の照射方向における加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係を変更することができる。例え

ば、加工システムS Y Sは、ヘッド駆動系2 2を用いて、加工光E L # 1の照射方向に沿って加工ヘッド2 1を移動させることで、加工光E L # 1の照射方向における加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係を変更してもよい。例えば、加工システムS Y Sは、ステージ駆動系3 2を用いて、加工光E L # 1の照射方向に沿ってステージ3 1を移動させることで、加工光E L # 1の照射方向における加工光E L # 1の集光位置C P # 1と造形面M Sとの間の位置関係を変更してもよい。

[0087] フォーカス制御光学系2 1 4 5から射出された加工光E L # 1は、ガルバノミラー2 1 4 6に入射する。ガルバノミラー2 1 4 6は、加工光E L # 1を偏向することで、ガルバノミラー2 1 4 6から射出される加工光E L # 1の射出方向を変更する。このため、ガルバノミラー2 1 4 6は、偏向光学系と称されてもよい。ガルバノミラー2 1 4 6から射出される加工光E L # 1の射出方向が変更されると、加工ヘッド2 1から加工光E L # 1が射出される位置が変更される。加工ヘッド2 1から加工光E L # 1が射出される位置が変更されると、造形面M S上において加工光E L # 1が照射される目標照射領域E A # 1が移動する。つまり、造形面M S上において加工光E L # 1が照射される照射位置が移動する。このため、ガルバノミラー2 1 4 6は、造形面M S上での加工光E L # 1の照射位置を造形面M S上で移動させることが可能な照射位置移動装置として機能しているとみなしてもよい。

[0088] 特に、ガルバノミラー2 1 4 6から射出される加工光E L # 1の射出方向が変更されると、ガルバノミラー2 1 4 6を備える加工ヘッド2 1に対する加工光E L # 1の照射位置が変更される。このため、ガルバノミラー2 1 4 6は、加工ヘッド2 1に対する加工光E L # 1の照射位置を変更可能な位置変更装置として機能しているとみなしてもよい。

[0089] ガルバノミラー2 1 4 6は、例えば、X走査ミラー2 1 4 6 M Xと、X走査モータ2 1 4 6 A Xと、Y走査ミラー2 1 4 6 M Yと、Y走査モータ2 1 4 6 A Yとを含む。フォーカス制御光学系2 1 4 5から射出された加工光E L # 1は、X走査ミラー2 1 4 6 M Xに入射する。X走査ミラー2 1 4 6 M

Xは、X走査ミラー2146MXに入射した加工光EL#1を、Y走査ミラー2146MYに向けて反射する。Y走査ミラー2146MYは、Y走査ミラー2146MYに入射した加工光EL#1を、第3光学系216に向けて反射する。尚、X走査ミラー2146MX及びY走査ミラー2146MYのそれぞれが、ガルバノミラーと称されてもよい。

[0090] X走査モータ2146AXは、X走査ミラー2146MXを、Y軸に沿った回転軸周りに揺動又は回転させる。その結果、X走査ミラー2146MXに入射する加工光EL#1の光路に対するX走査ミラー2146MXの角度が変更される。この場合、X走査ミラー2146MXの揺動又は回転により、加工光EL#1は、造形面MSをX軸方向に沿って走査する。つまり、目標照射領域EA#1（つまり、加工光EL#1の照射位置）は、造形面MS上をX軸方向に沿って移動する。

[0091] Y走査モータ2146AYは、Y走査ミラー2146MYを、X軸に沿った回転軸周りに揺動又は回転させる。その結果、Y走査ミラー2146MYに入射する加工光EL#1の光路に対するY走査ミラー2146MYの角度が変更される。この場合、Y走査ミラー2146MYの揺動又は回転により、加工光EL#1は、造形面MSをY軸方向に沿って走査する。つまり、目標照射領域EA#1（つまり、加工光EL#1の照射位置）は、造形面MS上をY軸方向に沿って移動する。

[0092] 本実施形態では、ガルバノミラー2146が造形面MS上で目標照射領域EA#1を移動させる仮想的な領域を、加工単位領域BSA（特に、加工単位領域BSA#1）と称する。この場合、目標照射領域EA#1は、造形面MSのうち加工単位領域BSA#1と重複する面上を移動するとみなしてもよい。具体的には、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で（つまり、変更することなく）ガルバノミラー2146が造形面MS上で目標照射領域EA#1を移動させる仮想的な領域を、加工単位領域BSA（特に、加工単位領域BSA#1）と称する。加工単位領域BSA#1は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で加工ヘッド

21が加工光EL#1を用いて実際に付加加工を行う仮想的な領域（言い換えれば、範囲）を示す。加工単位領域BSA#1は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で加工ヘッド21が加工光EL#1で実際に走査する仮想的な領域（言い換えれば、範囲）を示す。加工単位領域BSA#1は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で目標照射領域EA#1が実際に移動する領域（言い換えれば、範囲）を示す。このため、加工単位領域BSA#1は、加工ヘッド21（特に、照射光学系211）を基準に定まる仮想的な領域であるとみなしてもよい。つまり、加工単位領域BSA#1は、造形面MS上において、加工ヘッド21（特に、照射光学系211）を基準に定まる位置に位置する仮想的な領域であるとみなしてもよい。尚、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態でガルバノミラー2146が造形面MS上で目標照射領域EA#1を移動することが可能な最大領域を、加工単位領域BSA#1と称してもよい。

[0093] この場合、加工システムSYSは、ガルバノミラー2146を用いて、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1を移動させることができる。このため、ガルバノミラー2146を用いて加工光EL#1を偏向する動作は、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。更に、目標照射領域EA#1に加工光EL#1が照射されることで、溶融池MP#1が形成されることは、上述したとおりである。この場合、加工システムSYSは、ガルバノミラー2146を用いて、加工単位領域BSA#1内において溶融池MP#1を移動させているとみなしてもよい。このため、ガルバノミラー2146を用いて加工光EL#1を偏向する動作は、加工単位領域BSA#1内において溶融池MP#1を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。つまり、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1を移動させる動作は、加工単位領域BSA#1内において溶融池MP#1を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0094] 尚、上述したように、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方が移動しても、目標照射領域EA#1が造形面MS上において移動する。しかしながら、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方が移動する場合には、ガルバノミラー2146と造形面MSとの相対的な位置関係が変わる。その結果、加工ヘッド21を基準に定まる加工単位領域BSA#1（つまり、ガルバノミラー2146が造形面MS上で目標照射領域EA#1を移動させる加工単位領域BSA#1）が造形面MS上で移動する。このため、本実施形態では、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方を移動させる動作は、造形面MSに対して加工単位領域BSA#1を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0095] 加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1を移動させる動作の一例として、図4（a）に示すように、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1が造形面MS上で静止している（つまり、移動していない）と仮定した状況下において、加工単位領域BSA#1内において、目標照射領域EA#1が、造形面MSに沿った単一の走査方向に沿って移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。つまり、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1を基準に定まる座標系内において、目標照射領域EA#1が単一の走査方向に沿って移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。特に、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1が単一の走査方向に沿って周期的に往復移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。つまり、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1が単一の走査方向に沿った軸上で周期的に往復移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。この場合、目標照射領域EA#1が移動する加工単位領域BSA#1の形状は、目標照射領域EA#1の移動方向が長手方向となる矩形の形状となってもよい。

[0096] 加工単位領域BSA#1内において溶融池MP#1を移動させる動作の他の一例として、図5（a）及び図5（b）に示すように、ガルバノミラー2

146は、加工単位領域BSA#1が造形面MS上で静止している（つまり、移動していない）と仮定した状況下において、加工単位領域BSA#1内において、目標照射領域EA#1が、造形面MSに沿った複数の走査方向に沿って移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。つまり、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1を基準に定まる座標系内において、目標照射領域EA#1が複数の走査方向に沿って移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。特に、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1が複数の走査方向のそれぞれに沿って周期的に往復移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。つまり、ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1が複数の走査方向のそれぞれに沿った軸上で周期的に往復移動するように、加工光EL#1を偏向してもよい。

[0097] 図5（a）は、加工単位領域BSA#1内における目標照射領域EA#1の移動軌跡が円形となるように、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1がX軸方向及びY軸方向のそれぞれに沿って往復移動する例を示している。この場合、目標照射領域EA#1が移動する加工単位領域BSA#1の形状は、円形となってもよい。図5（b）は、加工単位領域BSA#1内における目標照射領域EA#1の移動軌跡が網目状の形状となるように、加工単位領域BSA#1内において目標照射領域EA#1がX軸方向及びY軸方向のそれぞれに沿って往復移動する例を示している。この場合、目標照射領域EA#1が移動する加工単位領域BSA#1の形状は、矩形となってもよい。

[0098] 尚、図4（a）、図5（a）及び図5（b）のそれぞれに示すように造形面MS上で目標照射領域EA#1を周期的に移動させる動作を、ウォブリング動作と称してもよい。言い換えれば、造形面MS上で目標照射領域EA#1が周期的に移動するように加工光EL#1を周期的に移動させる（言い換えれば、偏向する）動作を、ウォブリング動作と称してもよい。

[0099] 制御ユニット7は、ガルバノミラー2146を用いて加工単位領域BSA

1 内において目標照射領域 E A # 1 を移動させている期間中に、造形面 M S 上を加工単位領域 B S A # 1 が移動するように、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てもよい。つまり、制御ユニット 7 は、ガルバノミラー 2 1 4 6 を用いて加工単位領域 B S A # 1 内において目標照射領域 E A # 1 を移動させている期間中に、造形面 M S 上を加工単位領域 B S A # 1 が移動するように、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してもよい。

[0100] 例えば、図 4 (a) に示す例において、制御ユニット 7 は、加工単位領域 B S A # 1 内での目標照射領域 E A # 1 の移動方向（つまり、走査方向）と交差する（場合によっては、直交する）目標移動軌跡 M T O に沿って、加工単位領域 B S A # 1 が移動するように、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してもよい。逆に言えば、制御ユニット 7 は、造形面 M S 上での加工単位領域 B S A # 1 の目標移動軌跡 M T O と交差する（場合によっては、直交する）走査方向に沿って、目標照射領域 E A # 1 が周期的に移動するように、ガルバノミラー 2 1 4 6 を制御してもよい。その結果、造形面 M S 上において、目標照射領域 E A # 1 は、図 4 (b) に示す移動軌跡 M T # 1 に沿って移動してもよい。具体的には、目標照射領域 E A # 1 は、加工単位領域 B S A # 1 の目標移動軌跡 M T O に沿って移動しながら、目標移動軌跡 M T O に交差する走査方向に沿って移動してもよい。つまり、目標照射領域 E A # 1 は、目標移動軌跡 M T O を中心に振動する波形状（例えば、正弦波形状）の移動軌跡 M T # 1 に沿って移動してもよい。

[0101] 例えば、図 5 (a) 又は図 5 (b) に示す例において、制御ユニット 7 は、加工単位領域 B S A # 1 内での目標照射領域 E A # 1 の移動方向（つまり、走査方向）に沿った方向及び加工単位領域 B S A # 1 内での目標照射領域 E A # 1 の移動方向に交差する（場合によっては、直交する）方向の少なくとも一つに沿って延びる目標移動軌跡 M T O に沿って、加工単位領域 B S A # 1 が移動するように、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してもよい。逆に言えば、制御ユニット 7 は、造形面 M S 上

での加工単位領域B S A # 1 の目標移動軌跡M T O に沿った走査方向及び目標移動軌跡M T O に交差する（場合によっては、直交する）走査方向のそれぞれに沿って、目標照射領域E A # 1 が周期的に移動するように、ガルバノミラー2 1 4 6 を制御してもよい。尚、図5（c）は、図5（a）に示す加工単位領域B S A # 1 が造形面M S 上を目標移動軌跡M T O に沿って移動した場合の、造形面M S 上での目標照射領域E A # 1 の移動軌跡M T # 1 を示している。

[0102] 加工単位領域B S A # 1 の単位で加工光E L # 1 が造形面M S に照射される場合には、加工単位領域B S A # 1 の少なくとも一部に溶融池M P # 1 が形成される。その結果、加工単位領域B S A # 1 内に造形物が造形される。ここで、上述したように、加工単位領域B S A # 1 は、造形面M S 上での加工単位領域B S A # 1 の移動方向（具体的には、目標移動軌跡M T O が延びる方向）と交差する方向に幅を有する領域である。この場合、加工単位領域B S A # 1 の目標移動軌跡M T O に交差する方向に沿って幅を有する造形物が造形面M S 上に造形される。例えば、図4（a）及び図4（b）に示す例では、X軸方向に沿って幅を有すると共にY軸方向に沿って延びる造形物が造形される。例えば、図5（a）及び図5（c）に示す例では、X軸方向に沿って幅を有すると共にY軸方向に沿って延びる造形物が造形される。

[0103] 加工単位領域B S A # 1 の単位で加工光E L # 1 が造形面M S に照射される場合には、ガルバノミラー2 1 4 6 によって加工単位領域B S A # 1 が加工光E L # 1 で走査される。このため、ガルバノミラー2 1 4 6 を用いることなく加工光E L # 1 が造形面M S に照射される場合と比較して、加工光E L # 1 から加工単位領域B S A # 1 に伝達されるエネルギー量の大きさが、加工単位領域B S A # 1 内においてばらつく可能性が低くなる。つまり、加工光E L # 1 から加工単位領域B S A # 1 に伝達されるエネルギー量の分布の均一化を図ることができる。その結果、加工システムS Y S は、造形面M S に造形物を相対的に高い造形精度で造形することができる。

[0104] 但し、加工システムS Y S は、加工単位領域B S A # 1 の単位で加工光E

Ｌ＃１を造形面ＭＳに照射しなくてもよい。加工システムＳＹＳは、ガルバノミラー２１４６を用いることなく、加工光ＥＬ＃１を造形面ＭＳに照射してもよい。この場合、目標照射領域ＥＡ＃１は、加工ヘッド２１及びステージ３１の少なくとも一方の移動に伴って、造形面ＭＳ上を移動してもよい。

[0105] 図３に戻り、平行平板２１４２によって反射された加工光ＥＬ＃１は、パワーメータ２１４３に入射する。パワーメータ２１４３は、パワーメータ２１４３に入射した加工光ＥＬ＃１の強度を検出可能である。例えば、パワーメータ２１４３は、加工光ＥＬ＃１を光として検出する受光素子を含んでいてもよい。或いは、加工光ＥＬ＃１の強度が高くなるほど、加工光ＥＬ＃１が生成するエネルギー量が多くなる。その結果、加工光ＥＬ＃１が発生する熱量が多くなる。このため、パワーメータ２１４３は、加工光ＥＬ＃１を熱として検出することで、加工光ＥＬ＃１の強度を検出してもよい。この場合、パワーメータ２１４３は、加工光ＥＬ＃１の熱を検出する熱検出素子を含んでいてもよい。

[0106] 上述したように、パワーメータ２１４３には、平行平板２１４２によって反射された加工光ＥＬ＃１が入射する。このため、パワーメータ２１４３は、平行平板２１４２によって反射された加工光ＥＬ＃１の強度を検出する。平行平板２１４２が光源４＃１とガルバノミラー２１４６との間における加工光ＥＬ＃１の光路上に配置されているがゆえに、パワーメータ２１４３は、光源４＃１とガルバノミラー２１４６との間における光路を進行する加工光ＥＬ＃１の強度を検出しているとみなしてもよい。この場合、パワーメータ２１４３は、ガルバノミラー２１４６による加工光ＥＬ＃１の偏向の影響を受けることなく、加工光ＥＬ＃１の強度を安定的に検出することができる。但し、パワーメータ２１４３の配置位置が、図３に示す例に限定されることはない。例えば、パワーメータ２１４３は、ガルバノミラー２１４６と造形面ＭＳとの間における光路を進行する加工光ＥＬ＃１の強度を検出してもよい。パワーメータ２１４３は、ガルバノミラー２１４６内における光路を進行する加工光ＥＬ＃１の強度を検出してもよい。

[0107] パワーメータ 2 1 4 3 の検出結果は、制御ユニット 7 に出力される。制御ユニット 7 は、パワーメータ 2 1 4 3 の検出結果（つまり、加工光 E L # 1 の強度の検出結果）に基づいて、加工光 E L # 1 の強度を制御（言い換えれば、変更）してもよい。例えば、制御ユニット 7 は、造形面 M S における加工光 E L # 1 の強度が所望強度となるように、加工光 E L # 1 の強度を制御してもよい。加工光 E L # 1 の強度を制御するために、例えば、制御ユニット 7 は、パワーメータ 2 1 4 3 の検出結果に基づいて、光源 4 # 1 から射出される加工光 E L # 1 の強度を変更するように、光源 4 # 1 を制御してもよい。その結果、加工システム S Y S は、適切な強度を有する加工光 E L # 1 を造形面 M S に照射することで、造形面 M S に造形物を適切に造形することができる。

[0108] 上述したように、加工光 E L # 1 は、造形材料 M を溶融させることが可能な強度を有している。このため、パワーメータ 2 1 4 3 に入射する加工光 E L # 1 が、造形材料 M を溶融させることが可能な強度を有する可能性がある。しかしながら、造形材料 M を溶融させることが可能な強度を有する加工光 E L # 1 がパワーメータ 2 1 4 3 に入射すると、パワーメータ 2 1 4 3 が加工光 E L # 1 によって損傷する可能性がある。このため、パワーメータ 2 1 4 3 には、パワーメータ 2 1 4 3 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L # 1 が入射してもよい。言い換えれば、第 1 光学系 2 1 4 は、パワーメータ 2 1 4 3 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L # 1 がパワーメータ 2 1 4 3 に入射するように、パワーメータ 2 1 4 3 に入射する加工光 E L # 1 の強度を弱めてもよい。

[0109] 例えば、パワーメータ 2 1 4 3 に入射する加工光 E L # 1 の強度を弱めるために、加工光 E L # 1 に対する平行平板 2 1 4 2 の反射率が適切な値に設定されていてもよい。具体的には、加工光 E L # 1 に対する平行平板 2 1 4 2 の反射率が低くなればなるほど、パワーメータ 2 1 4 3 に入射する加工光 E L # 1 の強度が低くなる。このため、平行平板 2 1 4 2 の反射率は、パワーメータ 2 1 4 3 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L #

1がパワーメータ2143に入射する状態を実現することが可能な程度に低い値に設定されていてもよい。例えば、平行平板2142の反射率は、10%未満であってもよい。例えば、平行平板2142の反射率は、数%未満であってもよい。このような反射率が低い平行平板2142として、素ガラスが用いられてもよい。

[0110] 例えば、パワーメータ2143に入射する加工光EL#1の強度を弱めるために、第1光学系214は、複数の平行平板2142を介して、加工光EL#1をパワーメータ2143に入射させてもよい。具体的には、複数の平行平板2142によってそれぞれ複数回反射された加工光EL#1が、パワーメータ2143に入射してもよい。この場合、複数の平行平板2142によってそれぞれ複数回反射された加工光EL#1の強度は、一枚の平行平板2142によって一回反射された加工光EL#1の強度よりも弱くなる。このため、パワーメータ2143を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光EL#1がパワーメータ2143に入射する可能性が高くなる。

[0111] 平行平板2142の表面（特に、加工光EL#1が入射する入射面及び加工光EL#1が反射される反射面の少なくとも一つ）には、所望のコーティング処理が施されていてもよい。例えば、平行平板2142の表面には、反射防止コーティング処理（AR: Anti Reflection Coating）が施されていてもよい。

[0112] 第2光学系215は、コリメータレンズ2151と、平行平板2152と、パワーメータ2153と、ガルバノスキャナ2154とを備える。ガルバノスキャナ2154は、フォーカス制御光学系2155と、ガルバノミラー2156とを備える。但し、第2光学系215は、コリメータレンズ2151、平行平板2152、パワーメータ2153及びガルバノスキャナ2154の少なくとも一つを備えていなくてもよい。ガルバノスキャナ2154は、フォーカス制御光学系2155及びガルバノミラー2156の少なくとも一つを備えていなくてもよい。

[0113] 光源4#2から射出される加工光EL#2は、コリメータレンズ2151

に入射する。コリメータレンズ2151は、コリメータレンズ2151に入射した加工光EL#2を平行光に変換する。尚、光源4#2から射出される加工光EL#2が平行光である（つまり、平行光である加工光EL#2が第2光学系215に入射する）場合には、第2光学系215は、コリメータレンズ2151を備えていなくてもよい。コリメータレンズ2151が平行光に変換した加工光EL#2は、平行平板2152に入射する。平行平板2152に入射した加工光EL#2の一部は、平行平板2152を通過する。平行平板2152に入射した加工光EL#2の他の一部は、平行平板2152によって反射される。

[0114] 平行平板2152を通過した加工光EL#2は、ガルバノスキャナ2154に入射する。具体的には、平行平板2152を通過した加工光EL#2は、ガルバノスキャナ2154のフォーカス制御光学系2155に入射する。

[0115] フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP（以降、“集光位置CP#2”と称する）を変更可能な光学部材である。具体的には、フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2を、造形面MSに照射される加工光EL#2の照射方向に沿って変更可能である。図3に示す例では、造形面MSに照射される加工光EL#2の照射方向は、Z軸方向が主成分となる方向である。この場合、フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2をZ軸方向に沿って変更可能である。また、照射光学系211がワークWの上方から加工光ELを造形面MSに照射するがゆえに、加工光EL#2の照射方向は、造形面MS（例えば、ワークW又は構造層SLの表面）に交差する方向である。このため、フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2を、造形面MS（例えば、ワークW又は構造層SLの表面）に交差する方向に沿って変更可能であるとみなしてもよい。フォーカス光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2を、照射光学系211（典型的には第3光学系216）の光軸AXの方向に沿って変更可能であるとみなしてもよい。

[0116] 尚、加工光EL#2の照射方向は、第3光学系216から射出される加工

光E L # 2の照射方向を意味していてもよい。この場合、加工光E L # 2の照射方向は、第3光学系2 1 6の光軸に沿った方向と同一であってもよい。加工光E L # 2の照射方向は、第3光学系2 1 6を構成する光学部材のうち最も造形面M S側に配置される最終光学部材の光軸に沿った方向と同一であってもよい。最終光学部材は、後述するf θ レンズ2 1 6 2であってもよい。また、後述するf θ レンズ2 1 6 2が複数の光学部材で構成される場合、最終光学部材は、f θ レンズ2 1 6 2を構成する複数の光学部材のうち最も造形面M S側に配置される光学部材であってもよい。

[0117] フォーカス制御光学系2 1 5 5は、例えば、加工光E L # 2の照射方向に沿って並ぶ複数枚のレンズを含んでいてもよい。この場合、フォーカス制御光学系2 1 5 5は、複数枚のレンズのうちの少なくとも一つをその光軸方向に沿って移動させることで、加工光E L # 2の集光位置C Pを変更してもよい。

[0118] フォーカス制御光学系2 1 5 5が加工光E L # 2の集光位置C P # 2を変更すると、加工光E L # 2の集光位置C P # 2と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。特に、加工光E L # 2の照射方向における加工光E L # 2の集光位置C P # 2と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。このため、フォーカス制御光学系2 1 5 5は、フォーカス制御光学系2 1 5 5が加工光E L # 2の集光位置C P # 2を変更することで、加工光E L # 2の集光位置C P # 2と造形面M Sとの間の位置関係を変更しているとみなしてもよい。

[0119] 尚、上述したように、ガルバノスキャナ2 1 5 4は、フォーカス制御光学系2 1 5 5を備えていなくてもよい。この場合であっても、加工光E L # 2の照射方向における照射光学系2 1 1と造形面M Sとの位置関係が変わると、加工光E L # 2の照射方向における加工光E L # 2の集光位置C P # 2と造形面M Sとの間の位置関係が変わる。このため、ガルバノスキャナ2 1 5 4がフォーカス制御光学系2 1 5 5を備えていない場合であっても、加工システムS Y Sは、加工光E L # 2の照射方向における加工光E L # 2の集光位置C P # 2と造形面M Sとの間の位置関係を変更することができる。例え

ば、加工システム S Y S は、ヘッド駆動系 2 2 を用いて、加工光 E L # 2 の照射方向に沿って加工ヘッド 2 1 を移動させることで、加工光 E L # 2 の照射方向における加工光 E L # 2 の集光位置 C P # 2 と造形面 M S との間の位置関係を変更してもよい。例えば、加工システム S Y S は、ステージ駆動系 3 2 を用いて、加工光 E L # 2 の照射方向に沿ってステージ 3 1 を移動させることで、加工光 E L # 2 の照射方向における加工光 E L # 2 の集光位置 C P # 2 と造形面 M S との間の位置関係を変更してもよい。

[0120] フォーカス制御光学系 2 1 5 5 から射出された加工光 E L # 2 は、ガルバノミラー 2 1 5 6 に入射する。ガルバノミラー 2 1 5 6 は、加工光 E L # 2 を偏向することで、ガルバノミラー 2 1 5 6 から射出される加工光 E L # 2 の射出方向を変更する。このため、ガルバノミラー 2 1 5 6 は、偏向光学系と称されてもよい。ガルバノミラー 2 1 5 6 から射出される加工光 E L # 2 の射出方向が変更されると、加工ヘッド 2 1 から加工光 E L # 2 が射出される位置が変更される。加工ヘッド 2 1 から加工光 E L # 2 が射出される位置が変更されると、造形面 M S 上において加工光 E L # 2 が照射される目標照射領域 E A # 2 が移動する。つまり、造形面 M S 上において加工光 E L # 2 が照射される照射位置が移動する。このため、ガルバノミラー 2 1 5 6 は、造形面 M S 上での加工光 E L # 2 の照射位置を造形面 M S 上で移動させることが可能な照射位置移動装置として機能しているとみなしてもよい。

[0121] 特に、ガルバノミラー 2 1 5 6 から射出される加工光 E L # 2 の射出方向が変更されると、ガルバノミラー 2 1 5 6 を備える加工ヘッド 2 1 に対する加工光 E L # 2 の照射位置が変更される。このため、ガルバノミラー 2 1 5 6 は、加工ヘッド 2 1 に対する加工光 E L # 2 の照射位置が変更可能な位置変更装置として機能しているとみなしてもよい。

[0122] ガルバノミラー 2 1 5 6 は、例えば、X 走査ミラー 2 1 5 6 M X と、X 走査モータ 2 1 5 6 A X と、Y 走査ミラー 2 1 5 6 M Y と、Y 走査モータ 2 1 5 6 A Y とを含む。フォーカス制御光学系 2 1 5 5 から射出された加工光 E L # 2 は、X 走査ミラー 2 1 5 6 M X に入射する。X 走査ミラー 2 1 5 6 M

Xは、X走査ミラー2156MXに入射した加工光EL#2を、Y走査ミラー2156MYに向けて反射する。Y走査ミラー2156MYは、Y走査ミラー2156MYに入射した加工光EL#2を、第3光学系216に向けて反射する。尚、X走査ミラー2156MX及びY走査ミラー2156MYのそれぞれが、ガルバノミラーと称されてもよい。

[0123] X走査モータ2156AXは、X走査ミラー2156MXを、Y軸に沿った回転軸周りに揺動又は回転させる。その結果、X走査ミラー2156MXに入射する加工光EL#2の光路に対するX走査ミラー2156MXの角度が変更される。この場合、X走査ミラー2156MXの揺動又は回転により、加工光EL#2は、造形面MSをX軸方向に沿って走査する。つまり、目標照射領域EA#2（つまり、加工光EL#2の照射位置）は、造形面MS上をX軸方向に沿って移動する。

[0124] Y走査モータ2156AYは、Y走査ミラー2156MYを、X軸に沿った回転軸周りに揺動又は回転させる。その結果、Y走査ミラー2156MYに入射する加工光EL#2の光路に対するY走査ミラー2156MYの角度が変更される。この場合、Y走査ミラー2156MYの揺動又は回転により、加工光EL#2は、造形面MSをY軸方向に沿って走査する。つまり、目標照射領域EA#2（つまり、加工光EL#2の照射位置）は、造形面MS上をY軸方向に沿って移動する。

[0125] 本実施形態では、ガルバノミラー2156が造形面MS上で目標照射領域EA#2を移動させる仮想的な領域を、加工単位領域BSA（特に、加工単位領域BSA#2）と称する。この場合、目標照射領域EA#2は、造形面MSのうち加工単位領域BSA#2と重複する面（第1面）上を移動するとみなしてもよい。具体的には、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で（つまり、変更することなく）ガルバノミラー2156が造形面MS上で目標照射領域EA#2を移動させる仮想的な領域を、加工単位領域BSA（特に、加工単位領域BSA#2）と称する。加工単位領域BSA#2は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で

加工ヘッド21が加工光EL#2を用いて実際に付加加工を行う仮想的な領域（言い換えれば、範囲）を示す。加工単位領域BSA#2は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で加工ヘッド21が加工光EL#2で実際に走査する仮想的な領域（言い換えれば、範囲）を示す。加工単位領域BSA#2は、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態で目標照射領域EA#2が実際に移動する領域（言い換えれば、範囲）を示す。このため、加工単位領域BSA#2は、加工ヘッド21（特に、照射光学系211）を基準に定まる仮想的な領域であるとみなしてもよい。つまり、加工単位領域BSA#2は、造形面MS上において、加工ヘッド21（特に、照射光学系211）を基準に定まる位置に位置する仮想的な領域であるとみなしてもよい。尚、照射光学系211と造形面MSとの位置関係を固定した状態でガルバノミラー2146が造形面MS上で目標照射領域EA#2を移動することが可能な最大領域を、加工単位領域BSA#2と称してもよい。

[0126] この場合、加工システムSYSは、ガルバノミラー2156を用いて、加工単位領域BSA#2内において目標照射領域EA#2を移動させることができる。このため、ガルバノミラー2156を用いて加工光EL#2を偏向する動作は、加工単位領域BSA#2内において目標照射領域EA#2を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。更に、目標照射領域EA#2に加工光EL#2が照射されることで、溶融池MP#2が形成されることは、上述したとおりである。この場合、加工システムSYSは、ガルバノミラー2156を用いて、加工単位領域BSA#2内において溶融池MP#2を移動させているとみなしてもよい。このため、ガルバノミラー2156を用いて加工光EL#2を偏向する動作は、加工単位領域BSA#2内において溶融池MP#2を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。つまり、加工単位領域BSA#2内において目標照射領域EA#2を移動させる動作は、加工単位領域BSA#2内において溶融池MP#2を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0127] 尚、上述したように、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方が移動すると、目標照射領域EA#2が造形面MS上において移動する。しかしながら、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方が移動する場合には、ガルバノミラー2146と造形面MSとの相対的な位置関係が変わる。その結果、加工ヘッド21を基準に定まる加工単位領域BSA#2（つまり、ガルバノミラー2156が造形面MS上で目標照射領域EA#2を移動させる加工単位領域BSA#2）が造形面MS上で移動する。このため、本実施形態では、加工ヘッド21及びステージ31の少なくとも一方を移動させる動作は、造形面MSに対して加工単位領域BSA#2を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0128] 加工単位領域BSA#2の特徴（例えば、形状及び移動態様等）は、上述した加工単位領域BSA#1の特徴と同一であってもよい。加工単位領域BSA#2内での目標照射領域EA#2の移動態様（例えば、移動軌跡等）は、上述した加工単位領域BSA#1内での目標照射領域EA#1の移動態様と同一であってもよい。このため、加工単位領域BSA#2の特徴及び加工単位領域BSA#2内での目標照射領域EA#2の移動態様（例えば、移動軌跡等）の詳細な説明は省略するが、以下のその一例について簡単に説明する。図4（a）に示すように、ガルバノミラー2156は、加工単位領域BSA#2が造形面MS上で静止している（つまり、移動していない）と仮定した状況下において、加工単位領域BSA#2内において、目標照射領域EA#2が、造形面MSに沿った単一の走査方向に沿って移動するように、加工光EL#2を偏向してもよい。図4（a）に示す加工単位領域BSA#2が造形面MS上で目標移動軌跡MTOに沿って移動することで、造形面MS上において、目標照射領域EA#2は、図4（b）に示す移動軌跡MT#2（例えば、目標移動軌跡MTOを中心に振動する波形状の移動軌跡MT#2）に沿って移動してもよい。図5（a）及び図5（b）に示すように、ガルバノミラー2156は、加工単位領域BSA#2が造形面MS上で静止している（つまり、移動していない）と仮定した状況下において、加工単位領域

B S A # 2 内において目標照射領域 E A # 2 が複数の走査方向に沿って移動するように、加工光 E L # 2 を偏向してもよい。

[0129] 尚、図 4 (a)、図 5 (a) 及び図 5 (b) のそれぞれに示すように造形面 M S 上で目標照射領域 E A # 2 を周期的に移動させる動作を、ウォブリング動作と称してもよい。言い換えれば、造形面 M S 上で目標照射領域 E A # 2 を周期的に移動させるように加工光 E L # 2 を周期的に移動させる（言い換えれば、偏向する）動作を、ウォブリング動作と称してもよい。

[0130] 典型的には、加工単位領域 B S A # 1 と加工単位領域 B S A # 2 とは一致している。つまり、加工単位領域 B S A # 1 は、加工単位領域 B S A # 2 と同一である。このため、ガルバノミラー 2 1 5 6 は、加工単位領域 B S A # 1 内で目標照射領域 E A # 2 が移動するように加工光 E L # 2 を偏向しているとみなしてもよい。ガルバノミラー 2 1 4 6 は、加工単位領域 B S A # 2 内で目標照射領域 E A # 1 が移動するように加工光 E L # 1 を偏向しているとみなしてもよい。但し、加工単位領域 B S A # 1 と加工単位領域 B S A # 2 とは、部分的に異なってもよい。

[0131] 加工単位領域 B S A # 2 の単位で加工光 E L # 2 が造形面 M S に照射される場合には、加工単位領域 B S A # 2 の少なくとも一部に溶融池 M P # 2 が形成される。その結果、加工単位領域 B S A # 2 内に造形物が造形される。ここで、上述したように、加工単位領域 B S A # 2 は、造形面 M S 上での加工単位領域 B S A # 2 の移動方向（具体的には、目標移動軌跡 M T O が延びる方向）と交差する方向に幅を有する領域である。この場合、加工単位領域 B S A # 2 の目標移動軌跡 M T O に交差する方向に沿って幅を有する造形物が造形面 M S 上に造形される。例えば、図 4 (a) 及び図 4 (b) に示す例では、X 軸方向に沿って幅を有すると共に Y 軸方向に沿って延びる造形物が造形される。例えば、図 5 (a) 及び図 5 (c) に示す例では、X 軸方向に沿って幅を有すると共に Y 軸方向に沿って延びる造形物が造形される。

[0132] 加工単位領域 B S A # 2 の単位で加工光 E L # 2 が造形面 M S に照射される場合には、ガルバノミラー 2 1 5 6 によって加工単位領域 B S A # 2 が加

工光E L # 2で走査される。このため、ガルバノミラー2 1 5 6を用いることなく加工光E L # 2が造形面M Sに照射される場合と比較して、加工光E L # 2から加工単位領域B S A # 2に伝達されるエネルギー量の大きさが、加工単位領域B S A # 2内においてばらつく可能性が低くなる。つまり、加工光E L # 2から加工単位領域B S A # 2に伝達されるエネルギー量の均一化を図ることができる。その結果、加工システムS Y Sは、造形面M Sに造形物を相対的に高い造形精度で造形することができる。

[0133] 但し、加工システムS Y Sは、加工単位領域B S A # 2の単位で加工光E L # 2を造形面M Sに照射しなくてもよい。加工システムS Y Sは、ガルバノミラー2 1 5 6を用いることなく、加工光E L # 2を造形面M Sに照射してもよい。この場合、目標照射領域E A # 2は、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、造形面M S上を移動してもよい。

[0134] 図3に戻り、平行平板2 1 5 2によって反射された加工光E L # 2は、パワーメータ2 1 5 3に入射する。パワーメータ2 1 5 3は、加工光E L # 2を制御するために用いられる電気部品の一具体例である。具体的には、パワーメータ2 1 5 3は、パワーメータ2 1 5 3に入射した加工光E L # 2の強度を検出可能である。例えば、パワーメータ2 1 5 3は、加工光E L # 2を光として検出する受光素子を含んでもよい。或いは、加工光E L # 2の強度が高くなるほど、加工光E L # 2が生成するエネルギー量が多くなる。その結果、加工光E L # 2が発生する熱量が多くなる。このため、パワーメータ2 1 5 3は、加工光E L # 2を熱として検出することで、加工光E L # 2の強度を検出してもよい。この場合、パワーメータ2 1 5 3は、加工光E L # 2の熱を検出する熱検出素子を含んでもよい。

[0135] 上述したように、パワーメータ2 1 5 3には、平行平板2 1 5 2によって反射された加工光E L # 2が入射する。このため、パワーメータ2 1 5 3は、平行平板2 1 5 2によって反射された加工光E L # 2の強度を検出する。平行平板2 1 5 2が光源4 # 2とガルバノミラー2 1 5 6との間における加工光E L # 2の光路上に配置されているがゆえに、パワーメータ2 1 5 3は

、光源４＃２とガルバノミラー２１５６との間における光路を進行する加工光ＥＬ＃２の強度を検出しているとみなしてもよい。この場合、パワーメータ２１５３は、ガルバノミラー２１５６による加工光ＥＬ＃２の偏向の影響を受けることなく、加工光ＥＬ＃２の強度を安定的に検出することができる。但し、パワーメータ２１５３の配置位置が、図３に示す例に限定されることはない。例えば、パワーメータ２１５３は、ガルバノミラー２１５６と造形面ＭＳとの間における光路を進行する加工光ＥＬ＃２の強度を検出してもよい。パワーメータ２１５３は、ガルバノミラー２１５６内における光路を進行する加工光ＥＬ＃２の強度を検出してもよい。

[0136] パワーメータ２１５３の検出結果は、制御ユニット７に出力される。制御ユニット７は、パワーメータ２１５３の検出結果（つまり、加工光ＥＬ＃２の強度の検出結果）に基づいて、加工光ＥＬ＃２の強度を制御（言い換えれば、変更）してもよい。例えば、制御ユニット７は、造形面ＭＳにおける加工光ＥＬ＃２の強度が所望強度となるように、加工光ＥＬ＃２の強度を制御してもよい。加工光ＥＬ＃２の強度を制御するために、例えば、制御ユニット７は、パワーメータ２１５３の検出結果に基づいて、光源４＃２から射出される加工光ＥＬ＃２の強度を変更するように、光源４＃２を制御してもよい。その結果、加工システムＳＹＳは、適切な強度を有する加工光ＥＬ＃２を造形面ＭＳに照射することで、造形面ＭＳに造形物を適切に造形することができる。

[0137] 上述したように、加工光ＥＬ＃２は、造形材料Ｍを溶融させることが可能な強度を有している。このため、パワーメータ２１５３に入射する加工光ＥＬ＃２が、造形材料Ｍを溶融させることが可能な強度を有する可能性がある。しかしながら、造形材料Ｍを溶融させることが可能な強度を有する加工光ＥＬ＃２がパワーメータ２１５３に入射すると、パワーメータ２１５３が加工光ＥＬ＃２によって損傷する可能性がある。このため、パワーメータ２１５３には、パワーメータ２１５３を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光ＥＬ＃２が入射してもよい。言い換えれば、第２光学系２１５は、

パワーメータ 2153 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L # 2 がパワーメータ 2153 に入射するように、パワーメータ 2153 に入射する加工光 E L # 2 の強度を弱めてもよい。

[0138] 例えば、パワーメータ 2153 に入射する加工光 E L # 2 の強度を弱めるために、加工光 E L # 2 に対する平行平板 2152 の反射率が適切な値に設定されていてもよい。具体的には、加工光 E L # 2 に対する平行平板 2152 の反射率が低くなればなるほど、パワーメータ 2153 に入射する加工光 E L # 2 の強度が低くなる。このため、平行平板 2152 の反射率は、パワーメータ 2153 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L # 2 がパワーメータ 2153 に入射する状態を実現することが可能な程度に低い値に設定されていてもよい。例えば、平行平板 2152 の反射率は、10%未満であってもよい。例えば、平行平板 2152 の反射率は、数%未満であってもよい。このような反射率が低い平行平板 2152 として、素ガラスが用いられてもよい。

[0139] 例えば、パワーメータ 2153 に入射する加工光 E L # 2 の強度を弱めるために、第2光学系 215 は、複数の平行平板 2152 を介して、加工光 E L # 2 をパワーメータ 2153 に入射させてもよい。具体的には、複数の平行平板 2152 によってそれぞれ複数回反射された加工光 E L # 2 が、パワーメータ 2153 に入射してもよい。この場合、複数の平行平板 2152 によってそれぞれ複数回反射された加工光 E L # 2 の強度は、一枚の平行平板 2152 によって一回反射された加工光 E L # 2 の強度よりも弱くなる。このため、パワーメータ 2153 を損傷させるほどには高くない強度を有する加工光 E L # 2 がパワーメータ 2153 に入射する可能性が高くなる。

[0140] 平行平板 2152 の表面（特に、加工光 E L # 2 が入射する入射面及び加工光 E L # 2 が反射される反射面の少なくとも一つ）には、所望のコーティング処理が施されていてもよい。例えば、平行平板 2152 の表面には、反射防止コーティング処理（AR: Anti Reflection Coating）が施されていてもよい。

- [0141] 第3光学系216は、プリズムミラー2161と、 $f\theta$ レンズ2162とを備える。
- [0142] 第1光学系214から射出された加工光EL#1及び第2光学系215から射出された加工光EL#2のそれぞれは、プリズムミラー2161に入射する。プリズムミラー2161は、加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを、 $f\theta$ レンズ2162に向けて反射する。プリズムミラー2161は、それぞれ異なる方向からプリズムミラー2161に入射してくる加工光EL#1及びEL#2を、同じ方向に向けて（具体的には、 $f\theta$ レンズ2162に向けて）反射する。
- [0143] 尚、第1光学系214から射出された加工光EL#1及び第2光学系215から射出された加工光EL#2のそれぞれが直接的に $f\theta$ レンズ2162に入射可能である場合には、第3光学系216は、プリズムミラー2161を備えていなくてもよい。
- [0144] $f\theta$ レンズ2162は、プリズムミラー2161が反射した加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを造形面MSに向けて射出するための光学系である。つまり、 $f\theta$ レンズ2162は、プリズムミラー2161が反射した加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを造形面MSに照射するための光学系である。その結果、 $f\theta$ レンズ2162を通過した加工光EL#1及びEL#2が、造形面MSに照射される。
- [0145] $f\theta$ レンズ2162は、加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを、集光面に集光可能な光学素子であってもよい。この場合、 $f\theta$ レンズ2162は、集光光学系と称されてもよい。 $f\theta$ レンズ2162の集光面は、例えば、造形面MSに設定されてもよい。この場合、第3光学系216は、射影特性が $f\theta$ となる集光光学系を備えているとみなしてもよい。但し、第3光学系216は、射影特性が $f\theta$ とは異なる特性となる集光光学系を備えていてもよい。例えば、第3光学系216は、射影特性が $f \cdot \tan \theta$ となる集光光学系を備えていてもよい。例えば、第3光学系216は、射影特性が $f \cdot \sin \theta$ となる集光光学系を備えていてもよい。

[0146] $f\theta$ レンズ 2162 の光軸 AX は、Z 軸に沿った軸である。このため、 $f\theta$ レンズ 2162 は、加工光 EL #1 及び EL #2 のそれぞれを、Z 軸方向に沿って射出する。この場合、加工光 EL #1 の照射方向と、加工光 EL #2 の照射方向とは、同一の方向であってもよい。加工光 EL #1 の照射方向と、加工光 EL #2 の照射方向とは、共に Z 軸方向であってもよい。加工光 EL #1 の照射方向と、加工光 EL #2 の照射方向とは、共に $f\theta$ レンズ 2162 の光軸 AX に沿った方向であってもよい。但し、加工光 EL #1 の照射方向と、加工光 EL #2 の照射方向とは、同一の方向でなくてもよい。加工光 EL #1 の照射方向と、加工光 EL #2 の照射方向とは、互いに異なる方向であってもよい。

[0147] (2) 加工システム SYS の動作

上述の如く構成された加工システム SYS がワーク W に対して行う付加加工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三次元造形物 ST 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 SYS は、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことで、三次元造形物 ST を造形する。このため、加工システム SYS 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、三次元造形物 ST を造形してもよい。以下、レーザ肉盛溶接法を用いて三次元造形物 ST を造形する動作の一例について簡単に説明する。

[0148] 加工システム SYS は、造形すべき三次元造形物 ST の三次元モデルデータ（言い換えれば、三次元モデル情報）等に基づいて、ワーク W 上に三次元造形物 ST を造形する。三次元モデルデータとして、加工システム SYS 内に設けられた計測装置及び加工システム SYS とは別に設けられた三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 SYS は、三次元造形物 ST 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、三次元造形物 S T の三次元モデルを 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三次元造形物 S T が造形される。尚、構造層 S L は、必ずしも層状の形状を有する造形物でなくてもよい。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三次元造形物 S T を造形する動作の流れについて説明する。

[0149] まず、各構造層 S L を造形する動作について図 6 (a) から図 6 (e) を参照して説明する。加工システム S Y S は、制御ユニット 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 上の所望領域に加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 が設定されるように、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、照射光学系 2 1 1 は、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 に加工光 E L # 1 及び E L # 2 をそれぞれ照射する。この際、Z 軸方向において加工光 E L # 1 # 1 及び E L # 2 がそれぞれ集光される集光位置 C P # 1 及び C P # 2 は、造形面 M S に一致していてもよい。或いは、Z 軸方向において加工光 E L # 1 # 1 及び E L # 2 がそれぞれ集光される集光位置 C P # 1 及び C P # 2 は、造形面 M S から外れていてもよい。その結果、図 6 (a) に示すように、加工光 E L # 1 及び E L # 2 が照射された造形面 M S 上に溶融池 M P # 1 及び M P # 2 がそれぞれ形成される。更に、図 6 (b) に示すように、加工システム S Y S は、制御ユニット 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 # 1 及び M P # 2 のそれぞれに造形材料 M が供給される。溶融池 M P # 1 に供給された造形材料 M は、溶融池 M P # 1 に照射されている加工光 E L # 1 によって溶融する。同様に、溶融池 M P # 2 に供給された造形材料 M は、溶融池 M P # 2 に照射されている加工光 E L # 2 によって溶融する。

[0150] 更に、照射光学系 2 1 1 は、ガルバノミラー 2 1 4 6 及び 2 1 5 6 を用いて、それぞれ、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 内で目標照射領域 E

A # 1 及び E A # 2 を移動させる。つまり、照射光学系 2 1 1 は、それぞれ、ガルバノミラー 2 1 4 6 及び 2 1 5 6 を用いて、それぞれ、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 を加工光 E L # 1 及び E L # 2 で走査する。目標照射領域 E A # 1 の移動に伴って溶融池 M P # 1 に加工光 E L # 1 が照射されなくなると、溶融池 M P # 1 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。同様に、目標照射領域 E A # 2 の移動に伴って溶融池 M P # 2 に加工光 E L # 2 が照射されなくなると、溶融池 M P # 2 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。更に、目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 の移動に伴って、溶融池 M P # 1 及び M P # 2 もまた移動する。その結果、図 6（c）に示すように、溶融池 M P # 1 及び M P # 2 が移動する加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 内において、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。

[0151] 尚、図 6（c）では、説明の便宜上、加工単位領域 B S A # 1 内において固化した造形材料 M から構成される造形物と、加工単位領域 B S A # 2 内において固化した造形材料 M から構成される造形物とが物理的に分離している。しかしながら、加工単位領域 B S A # 1 内において固化した造形材料 M から構成される造形物と、加工単位領域 B S A # 2 内において固化した造形材料 M から構成される造形物とが一体化していてもよい。特に、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 が一致している（或いは、部分的に重複している）場合には、加工単位領域 B S A # 1 内において固化した造形材料 M から構成される造形物と、加工単位領域 B S A # 2 内において固化した造形材料 M から構成される造形物とが一体化していてもよい。物理的に分離している

加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 内で目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 がそれぞれ移動している期間中において、加工システム S Y S は、造形面 M S 上を加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 が移動するように、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てもよい。つまり、加工システム S Y S は、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 内での

目標照射領域E A # 1 及びE A # 2 のそれぞれの移動と、造形面MS 上での加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 の移動とを並行して行ってもよい。

[0152] 或いは、加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 内で目標照射領域E A # 1 及びE A # 2 がそれぞれ移動している期間中において、加工システムS Y S は、造形面MS 上を加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が移動しないように、加工ヘッド2 1 及びステージ3 1 を移動させなくてもよい。この場合、加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 内での付加加工（つまり、造形）が完了した後は、加工システムS Y S は、造形面MS 上の別の領域に加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が設定されるように、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てもよい。つまり、加工システムS Y S は、加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 内での付加加工（つまり、造形）が完了した後に、造形面MS 上において加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が移動するように、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てもよい。この場合、加工システムS Y S は、造形面MS 上で既に加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が設定された領域（つまり、付加加工が既に行われた領域）と、造形面MS 上で加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が新たに設定された領域（つまり、付加加工が今から行われる領域）とが隣接するように、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てもよい。特に、加工システムS Y S は、造形面MS 上で既に加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が設定された領域と、造形面MS 上で加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が新たに設定された領域とが重複しないように、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てもよい。但し、加工システムS Y S は、造形面MS 上で既に加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が設定された領域と、造形面MS 上で加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2 が新たに設定された領域とが部分的に重複するように、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てもよい。

[0153] 加工システムS Y S は、加工単位領域B S A # 1 内での加工光E L # 1 の

照射による溶融池MP # 1 の形成、加工単位領域BSA # 2 内での加工光EL # 2 の照射による溶融池MP # 2 の形成、溶融池MP # 1 及びMP # 2 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6 (d) に示すように、造形面MS上で加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 を目標移動軌跡MTOに沿って移動させながら繰り返す。この場合、加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 のそれぞれの移動に伴い、目標移動軌跡MTOに交差する方向に沿って幅を有する造形物が造形面MS上に造形される。例えば、図4 (a) 及び図4 (b) に示すように加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 のそれぞれが移動する場合には、X軸方向に沿って幅を有すると共にY軸方向に沿って延びる造形物が造形される。例えば、図5 (a) 及び図5 (c) に示すように加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 のそれぞれが移動する場合には、X軸方向に沿って幅を有すると共にY軸方向に沿って延びる造形物が造形される。

[0154] その結果、図6 (e) に示すように、造形面MS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SLが造形される。つまり、加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 の目標移動軌跡MTOに応じたパターンで造形面MS上に造形された造形物の集合体に相当する構造層SLが造形される。つまり、平面視において、加工単位領域BSA # 1 及びBSA # 2 の目標移動軌跡MTOに応じた形状を有する構造層SLが造形される。

[0155] 尚、造形物を造形したくない領域に目標照射領域EA # 1 が設定されている場合、加工システムSYSは、目標照射領域EA # 1 に、加工光EL # 1 を照射しなくてもよい。或いは、加工システムSYSは、加工光EL # 1 を目標照射領域EA # 1 に照射すると共に、造形材料Mの供給を停止してもよい。或いは、加工システムSYSは、造形材料Mを目標照射領域EA # 1 に供給すると共に、溶融池MPができない強度の加工光EL # 1 を目標照射領域EA # 1 に照射してもよい。造形物を造形したくない領域に目標照射領域EA # 2 が設定されている場合も同様である。

- [0156] 尚、加工システムS Y Sは、材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mに加工光E L（例えば、E L # 1 及びE L # 2の少なくとも一方）を照射してもよい。この場合、材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mは、造形面M Sに到達する前に、加工光E Lにより溶融される。この結果、造形面M Sには、溶融された造形材料Mが滴下することになる。
- [0157] 尚、加工システムS Y Sは、溶融池M Pを形成することに代えて、又は加えて、材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mに加工光E Lを照射してもよい。尚、加工システムS Y Sが溶融池M Pを形成することに加えて、材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mに加工光E Lを照射する場合、加工システムS Y Sは、加工光E Lの一部（例えば、3 0 %）を溶融池M Pの形成に用いるとともに、加工光E Lの残りの部分（例えば、7 0 %）を材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mに照射してもよい（言い換えれば、材料ノズル2 1 2から射出された造形材料Mの溶融に用いてもよい）。
- [0158] 加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2のそれぞれの目標移動軌跡M T Oは、加工パス（言い換えれば、ツールパス）と称されてもよい。この場合、制御ユニット7は、目標移動軌跡M T Oを示すパス情報（つまり、加工パスを示すパス情報）に基づいて、造形面M S上において加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2のそれぞれが目標移動軌跡M T Oに沿って移動するように、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てもよい。
- [0159] パス情報は、目標移動軌跡M T Oを示すことに加えて、造形物の幅の目標値（以降、“目標幅”と称する）に関する情報を含んでいてもよい。尚、目標幅は、目標移動軌跡M T Oと直交する方向における寸法（即ち、幅）の目標値であってもよい。尚、目標幅は、線幅又はビード幅と称されてもよい。具体的には、上述したように、目標移動軌跡M T Oに沿った加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2のそれぞれの移動に伴い、造形面M S上には、目標移動軌跡M T Oに交差する方向に沿って幅を有する造形物が造形面M S上に造形される。例えば、図7（a）に示すように、加工単位領域B S A # 1 及びB S A # 2のそれぞれがY軸方向に沿って移動する場合には、図7（b）

に示すように、造形面MS上には、X軸方向に沿って幅を有すると共にY軸方向に沿って延びる線状の造形物が造形される。尚、上述した構造層SLは、図7(b)に示す線状の造形物の集合体に相当する。この場合、パス情報は、図7(b)に示すように、線状の造形物の幅Dの目標値（つまり、目標幅）に関する情報を含んでいてもよい。つまり、パス情報は、造形面MSに造形されるべき線状の造形物の幅に関する情報を含んでいてもよい。尚、目標幅がビード幅と称されてもよいので、線状の造形物は、ビードと称されてもよい。

[0160] この場合、制御ユニット7は、ライン幅情報に基づいて、加工単位領域BSA#1及びBSA#2内で目標照射領域EA#1及びEA#2がそれぞれ移動するように、ガルバノミラー2146及び2156をそれぞれ制御してもよい。例えば、制御ユニット7は、ライン幅情報が示すラインの幅の内側において目標照射領域EA#1及びEA#2が周期的に移動するように、ガルバノミラー2146及び2156をそれぞれ制御してもよい。つまり、制御ユニット7は、ライン幅情報が示すラインの幅の外側に目標照射領域EA#1及びEA#2が逸脱しないように、ガルバノミラー2146及び2156をそれぞれ制御してもよい。言い換えれば、制御ユニット7は、ライン幅情報が示す造形物の目標幅の内側において目標照射領域EA#1及びEA#2が周期的に移動するように、ガルバノミラー2146及び2156をそれぞれ制御してもよい。つまり、制御ユニット7は、ライン幅情報が示す造形物の目標幅の外側に目標照射領域EA#1及びEA#2が逸脱しないように、ガルバノミラー2146及び2156をそれぞれ制御してもよい。

[0161] その結果、溶融池MP#1及びMP#2もまた、ライン幅情報が示すラインの幅の内側において周期的に移動する。つまり、溶融池MP#1及びMP#2は、ライン幅情報が示すラインの幅の外側に逸脱しなくなる。言い換えれば、溶融池MP#1及びMP#2は、ライン幅情報が示す造形物の目標幅の内側において周期的に移動する。つまり、溶融池MP#1及びMP#2は、ライン幅情報が示す造形物の目標幅の外側に逸脱しなくなる。このため、

加工システム S Y S は、ライン幅情報が示す目標幅を有する線状の造形物を適切に造形することができる。

[0162] ライン幅情報が示すラインの幅（つまり、造形物の目標幅）は、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 のそれぞれの幅と同一であってもよい。或いは、ライン幅情報が示すラインの幅（つまり、造形物の目標幅）は、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 のそれぞれの幅よりも小さくてもよい。尚、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 のそれぞれの X 軸方向のサイズ及び Y 軸方向のサイズのそれぞれは、数ミリメートルであってもよい。但し、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 のそれぞれのサイズが数ミリメートルに限定されることはない。

[0163] 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、制御ユニット 7 の制御下で、三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、制御ユニット 7 は、構造層 S L を造形するための動作を行う前に、三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、制御ユニット 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生成された、1 層目の構造層 S L # 1 を造形するためのパス情報を取得する。尚、加工システム S Y S が付加加工を開始した後に又は開始する前に、制御ユニット 7 がパス情報を生成してもよい。その後、制御ユニット 7 は、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 8 (a) に示すように、構造層 S L # 1 が造形される。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、制御ユニット 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、制御ユニット 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、加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 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、制御ユニット 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 8（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 上に造形するべき三次元造形物 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 8（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、三次元造形物 S T が造形される。

[0164] （3）加工制御情報の生成方法

上述したように、制御ユニット 7 は、パス情報に基づいて、造形面 M S 上において加工単位領域 B S A # 1 及び B S A # 2 のそれぞれが目標移動軌跡 M T O に沿って移動するように、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てもよい。以下では、制御ユニット 7 が、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ための（言い換えれば、加工ヘッド 2 1 及びステージ 3 1 の少なくとも一方を制御するための）パス情報を含む加工制御情報の生成方法について説明する。

[0165] （3-1）データフロー

造形物の形状を示す三次元モデル情報から、加工制御情報が生成されるまでのデータフローについて図 9 乃至図 11 を参照して説明する。以下では、図 9 に示すレシピ作成ソフトウェア S W 1、C A M（C o m p u t e r A i d e d M a n u f a c t u r i n g）ソフトウェア S W 2、及び、装置オペレーションソフトウェア S W 3 を用いて、加工制御情報を生成する生成方法について説明する。

[0166] 尚、レシピ作成ソフトウェア S W 1、C A M ソフトウェア S W 2 及び装置

オペレーションソフトウェアSW3は、単一の装置（例えば、パーソナルコンピュータ）に含まれていてもよいし、互いに異なる装置に含まれていてもよい。尚、装置オペレーションソフトウェアSW3を含む装置は、加工システムSYSの一部（例えば、制御ユニット7の一部）を構成していてもよいし、加工システムSYSとは異なる装置であってもよい。尚、三次元モデル情報は、CAD（Computer Aided Design）モデルを示す情報であってよい。この場合、三次元モデル情報は、STLファイル形式又はSTPファイル形式の情報であってよい。尚、三次元モデル情報は、造形物の形状を示すので、三次元造形物モデル情報と称されてもよい。

[0167] 造形物として、互いに異なる造形材料M1及び造形材料M2を用いて造形される造形物OBを一例としてあげる。尚、造形物は、単一の造形材料を用いて造形されてもよいし、3以上の造形材料を用いて造形されてもよい。

[0168] 図10に示すように、造形物OBは、造形材料M1及び造形材料M2の配合率が互いに異なる11の部分（具体的には、部分OB#1乃至OB#11）を含む。部分OB#1は、造形材料M1のみ（つまり、造形材料M1の配合率が100%）の部分である。部分OB#2は、造形材料M1の配合率が90%、且つ、造形材料M2の配合率が10%の部分である。部分OB#3は、造形材料M1の配合率が80%、且つ、造形材料M2の配合率が20%の部分である。部分OB#4は、造形材料M1の配合率が70%、且つ、造形材料M2の配合率が30%の部分である。部分OB#5は、造形材料M1の配合率が60%、且つ、造形材料M2の配合率が40%の部分である。部分OB#6は、造形材料M1の配合率が50%、且つ、造形材料M2の配合率が50%の部分である。部分OB#7は、造形材料M1の配合率が40%、且つ、造形材料M2の配合率が60%の部分である。部分OB#8は、造形材料M1の配合率が30%、且つ、造形材料M2の配合率が70%の部分である。部分OB#9は、造形材料M1の配合率が20%、且つ、造形材料M2の配合率が80%の部分である。部分OB#10は、造形材料M1の配合率が10%、且つ、造形材料M2の配合率が90%の部分である。部分O

B # 1 1 は、造形材料 M 2 のみ（つまり、造形材料 M 2 の配合率が 1 0 0 % ）の部分である。

[0169] 本実施形態では、部分 O B # 1 乃至 O B # 1 1 に夫々対応する 1 1 の三次元モデル情報（具体的には、三次元モデル情報 M I # 1 乃至 M I # 1 1 ）が存在するものとする。尚、造形物 O B に対応する三次元モデル情報の数は、ユーザが任意に決定してよい。つまり、造形物 O B に対応する三次元モデル情報の数は 1 1 に限定されない。図 9 における 3 D モデルファイル F 1 1 は、三次元モデル情報を格納するファイルである。3 D モデルファイル F 1 1 の数は、三次元モデル情報の数に対応してよい。造形物 O B に係る三次元モデル情報の数は 1 1 であるので、造形物 O B に係る 3 D モデルファイル F 1 1 の数は 1 1 であってよい。尚、3 D モデルファイル F 1 1 の数は、三次元モデル情報の数と異なってもよい。

[0170] レシピ作成ソフトウェア S W 1 は、3 D モデルファイル F 1 1 を読み込むことによって、工程管理ファイル F 2 1 及びレシピファイル F 2 2 を生成する。レシピ作成ソフトウェア S W 1 は更に、全体レシピファイル F 2 3 を生成してもよい。尚、レシピ作成ソフトウェア S W 1 は、全体レシピファイル F 2 3 を生成しなくてもよい。

[0171] ここで、一つの造形物について、複数の 3 D モデルファイル F 1 1 を含む一群の 3 D モデルファイルが存在する場合、レシピ作成ソフトウェア S W 1 は、該一群の 3 D モデルファイルを読み込む。例えば、造形物 O B について、三次元モデル情報 M I # 1 乃至 M I # 1 1 を夫々格納する 1 1 の 3 D モデルファイル F 1 1 を含む一群の 3 D モデルファイルが存在する場合、レシピ作成ソフトウェア S W 1 は、該一群の 3 D モデルファイルを読み込む。

[0172] レシピファイル F 2 2 は、3 D モデルファイル F 1 1 に格納されている三次元モデル情報により示される造形物又は造形物の部分が造形される場合の加工装置（例えば、加工システム S Y S ）の造形条件を示す。レシピ作成ソフトウェア S W 1 は、一つの 3 D モデルファイル F 1 1 について、一つのレシピファイル F 2 2 を生成する。

- [0173] レシピ作成ソフトウェアSW1が一群の3Dモデルファイルを読み込んだ場合、レシピ作成ソフトウェアSW1は、一群の3Dモデルファイルに含まれる複数の3DモデルファイルF11に夫々対応する複数のレシピファイルF22を生成する。この場合、レシピ作成ソフトウェアSW1は、各3DモデルファイルF11に格納されている三次元モデル情報により示される造形物の部分が造形される場合の加工装置の造形条件のうち、該部分に固有の造形条件を示すレシピファイルF22を生成してよい。レシピ作成ソフトウェアSW1は、複数の3DモデルファイルF11に夫々格納されている複数の三次元モデル情報各々により示される造形物の部分が造形される場合の加工装置の造形条件のうち、全て部分に共通の造形条件を示す全体レシピファイルF23を生成してよい。固有の造形条件には、造形速度が含まれていてよい。尚、造形物が複数の層が積層されることによって造形される場合、固有の造形条件には、複数の層に夫々対応する複数の造形速度が含まれていてもよい。共通の造形条件には、加工装置（例えば、加工システムSYS）のヒータ温度が含まれていてよい。
- [0174] 尚、ヒータ温度は、造形物を造形する時のステージ31を加熱するためのヒータに関する温度を意味する。尚、ヒータ温度は、ヒータの目標温度であってもよいし、ヒータにより加熱されるステージ31の温度であってもよいし、ステージ31を介してヒータにより加熱される造形物の温度であってもよいし、ステージ31を介してヒータにより加熱されるチャンバ空間631Nの気体の温度（言い換えれば、雰囲気温度）であってもよい。
- [0175] 工程管理ファイルF21は、3DモデルファイルF11とレシピファイルF22との対応付けを示すデータを含んでいる。工程管理ファイルF21は、全体レシピファイルF23を特定するための情報（例えば、ファイル名）を含んでいてよい。一群の3Dモデルファイルを読み込んだレシピ作成ソフトウェアSW1が、複数のレシピファイルF21を生成した場合、工程管理ファイルF21には、一群の3Dモデルファイルに含まれる複数の3DモデルファイルF11と、複数のレシピファイルF21との対応付けを示すデー

タが含まれる。

[0176] 尚、３ＤモデルファイルＦ１１は、造形物の三次元モデルを示す三次元モデル情報を格納しているので、モデル情報と称されてもよい。レシピファイルＦ２２は、造形物を造形する加工装置の造形条件を示すので、条件情報と称されてもよい。このため、３ＤモデルファイルＦ１１とレシピファイルＦ２２との対応付けを示すデータは、モデル情報と条件情報との対応付けを示すデータであると言える。従って、工程管理ファイルＦ２１に係るデータ構造は、モデル情報と条件情報との対応付けを示すデータを含む、と言える。レシピ作成ソフトウェアＳＷ１が一群の３Ｄモデルファイルを読み込んだ場合、工程管理ファイルＦ２１に係るデータ構造は、複数のモデル情報と複数の条件情報との対応付けを示すデータを含む、と言える。

[0177] 例えば、レシピ作成ソフトウェアＳＷ１（言い換えれば、コンピュータプログラム）を実行するコンピュータは、３ＤモデルファイルＦ１１を読み込んでよい。該コンピュータは、レシピ作成ソフトウェアＳＷ１により規定された処理を行うことによって、工程管理ファイルＦ２１及びレシピファイルＦ２２を生成してよい。該コンピュータは更に、レシピ作成ソフトウェアＳＷ１により規定された処理を行うことによって、全体レシピファイルを生成してよい。

[0178] ＣＡＭソフトウェアＳＷ２は、工程管理ファイルＦ２１を読み込む。ＣＡＭソフトウェアＳＷ２は、工程管理ファイルＦ２１に含まれる３ＤモデルファイルＦ１１とレシピファイルＦ２２との対応付けを示すデータに基づいて、３ＤモデルファイルＦ１１及びレシピファイルＦ２２を読み込む。

[0179] ＣＡＭソフトウェアＳＷ２は、レシピファイルＦ２２に基づいて、レシピファイルＦ３３を生成する。ここで、ＣＡＭソフトウェアＳＷ２は、ユーザの入力に応じて、読み込まれたレシピファイルＦ２２により示される造形条件の少なくとも一部を変更してよい。ユーザの入力に応じて、レシピファイルＦ２２により示される造形条件の少なくとも一部が変更された場合、ＣＡＭソフトウェアＳＷ２は、変更された造形条件を含む造形条件を示すレシピ

ファイルF 3 3を生成する。尚、レシピファイルF 2 2が複数存在する場合、C MソフトウェアS W 2は、複数のレシピファイルF 2 2に夫々対応する複数のレシピファイルF 3 3を生成してよい。このため、工程管理ファイルF 2 1に含まれる3 DモデルファイルF 1 1とレシピファイルF 2 2との対応付けを示すデータは、3 DモデルファイルF 1 1とレシピファイルF 3 3との対応付けを示す情報として利用されてよい。

[0180] C A MソフトウェアS W 2は、3 DモデルファイルF 1 1により示される三次元モデル情報と、レシピファイルF 3 3により示される造形条件とに基づいて、加工装置（例えば、加工システムS Y S）の動作を指令するプログラムとしての加工制御情報を生成する。ここでは、加工制御情報として、N C（N e u m e r i a l C o n t r o l）プログラムをあげる。尚、加工制御情報は、N Cプログラムに限定されない。

[0181] 加工制御情報を生成する際に、C A MソフトウェアS W 2は、レシピファイルF 3 3に対応する3 DモデルファイルF 1 1により示される三次元モデル情報に対応する造形物を造形するための加工経路を示す加工パス情報を生成する。C A MソフトウェアS W 2は、該生成された加工パス情報と、レシピファイルF 3 3により示される造形条件とを対応付けるデータを加工制御情報に格納する。

[0182] C A MソフトウェアS W 2は、3 DモデルファイルF 1 1及びレシピファイルF 3 3に基づいて生成された加工制御情報から変更可能なパラメータを抽出する。ここで、変更可能なパラメータは、造形物を造形する加工装置の造形条件に係るパラメータであってよい。C A MソフトウェアS W 2は、該抽出された変更可能なパラメータを含むN CヘッダーファイルF 3 1を出力する。C A MソフトウェアS W 2は、上記生成された加工制御情報のうち、上記抽出された変更可能なパラメータ以外の部分を、N CファイルF 3 2として出力する。尚、変更可能なパラメータは、加工装置による造形物の造形速度、及び、造形物を造形するための造形材料の加工装置による供給速度の少なくとも一方を含んでよい。

- [0183] 尚、CAMソフトウェアSW2は、レシピファイルF33に、NCヘッダーファイルF31及びNCファイルF32を特定するための情報（例えば、ファイル名）を格納してもよい。
- [0184] CAMソフトウェアSW2は、工程管理ファイルF21に、NCヘッダーファイルF31及びNCファイルF32を特定するための情報（例えば、ファイル名）を追加する。CAMソフトウェアSW2は、工程管理ファイルF21に含まれる3DモデルファイルF11とレシピファイルF22との対応付けを示すデータを更新する。例えば、CAMソフトウェアSW2は、3DモデルファイルF11とレシピファイルF22との対応付けを示すデータにおけるレシピファイルF22を特定するための情報（例えば、ファイル名）を、レシピファイルF22に対応するレシピファイルF33を特定するための情報（例えば、ファイル名）に置き換えることにより、上記データを更新してもよい。CAMソフトウェアSW2により情報が追加及び更新された工程管理ファイルF21を、工程管理ファイルF21aと表記する。
- [0185] NCヘッダーファイルF31は、変更可能なパラメータを含むので、パラメータ情報と称されてもよい。3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報と、レシピファイルF22により示される造形条件とに基づいて生成された加工装置の動作を指令するプログラム（例えば、NCプログラム）は、加工装置を制御するための情報であるので、加工制御情報と称されてもよい。このため、NCヘッダーファイルF31を特定するための情報（例えば、ファイル名）が追加された工程管理ファイルF21aに係るデータ構造は、加工制御情報の一部としてのパラメータ情報を含むデータを含む、と言える。
- [0186] 例えば、CAMソフトウェアSW2（言い換えれば、コンピュータプログラム）を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF21を読み込んでよい。つまり、該コンピュータは、3DモデルファイルF11とレシピファイルF22との対応付けを示すデータを含む工程管理ファイルF21を読み込んでよい。該コンピュータは、CAMソフトウェアSW2により規定された

処理を行うことによって、工程管理ファイルF 2 1に基づいて、3 DモデルファイルF 1 1及びレシピファイルF 2 2を読み込んでよい。該コンピュータは、CAMソフトウェアSW 2により規定された処理を行うことによって、3 DモデルファイルF 1 1により示される三次元モデル情報と、レシピファイルF 2 2に対応するレシピファイルF 3 3により示される造形条件とに基づいて、NCプログラムの一部として、変更可能なパラメータを含むNCヘッダーファイルF 3 1を生成してよい。該コンピュータは、CAMソフトウェアSW 2により規定された処理を行うことによって、工程管理ファイルF 2 1に、NCヘッダーファイルF 3 1を特定するための情報（例えば、ファイル名）を追加してよい。

[0187] 装置オペレーションソフトウェアSW 3は、工程管理ファイルF 2 1 aを読み込む。装置オペレーションソフトウェアSW 3は、工程管理ファイルF 2 1 aに含まれる3 DモデルファイルF 1 1とレシピファイルF 3 3との対応付けを示すデータに基づいて、レシピファイルF 3 3を読み込む。装置オペレーションソフトウェアSW 3は、工程管理ファイルF 2 1 aに含まれる全体レシピファイルF 2 3、NCヘッダーファイルF 3 1及びNCファイルF 3 2を特定するための情報に基づいて、全体レシピファイルF 2 3、NCヘッダーファイルF 3 1及びNCファイルF 3 2を読み込む。尚、装置オペレーションソフトウェアSW 3は、ユーザの入力に応じて、NCヘッダーファイルF 3 1に含まれるパラメータの少なくとも一部を変更してもよい。

[0188] 例えば、装置オペレーションソフトウェアSW 3（言い換えれば、コンピュータプログラム）を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1 aを読み込んでよい。該コンピュータは、装置オペレーションソフトウェアSW 3により規定された処理を行うことによって、工程管理ファイルF 2 1 aに基づいて、レシピファイルF 3 3、全体レシピファイルF 2 3、NCヘッダーファイルF 3 1及びNCファイルF 3 2を読み込んでよい。

[0189] 上述した処理について図1 1のフローチャートを参照して説明を加える。図1 1において、レシピ作成ソフトSW 1を実行するコンピュータは、工程

管理ファイルF 2 1を出力する（ステップS 1 0 1）。次に、CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1を読み込む（ステップS 1 0 2）。CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1に含まれる3 DモデルファイルF 1 1とレシピファイルF 2 2との対応付けを示すデータに基づいて、3 DモデルファイルF 1 1及びレシピファイルF 2 2を読み込む（ステップS 1 0 3）。

[0190] CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータのユーザは、該コンピュータを用いて、レシピファイルF 2 2により示される造形条件に係るパラメータの確認及び変更の少なくとも一方を行ってよい（ステップS 1 0 4）。CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、ユーザにより変更された造形条件に係るパラメータに応じて、造形条件を変更する。CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、造形物を造形するための加工経路を示す加工パス情報を生成する。CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、変更された造形条件及び加工パス情報を含む加工制御情報を生成する。

[0191] その後、CAMソフトウェアSW 2を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1 a、NCヘッダーファイルF 3 1、NCファイルF 3 2及びレシピファイルF 3 3を出力する（ステップS 1 0 5）。装置オペレーションソフトウェアSW 3を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1 aを読み込む（ステップS 1 0 6）。装置オペレーションソフトウェアSW 3を実行するコンピュータは、工程管理ファイルF 2 1 aに基づいて、NCヘッダーファイルF 3 1、NCファイルF 3 2、レシピファイルF 3 3及び全体レシピファイルF 2 3を読み込む（ステップS 1 0 7）。

[0192] 装置オペレーションソフトウェアSW 3を実行するコンピュータのユーザは、該コンピュータを用いて、NCヘッダーファイルF 3 1により示されるパラメータと、レシピファイルF 3 3により示される造形条件に係るパラメータと、全体レシピファイルF 2 3により示される造形条件に係るパラメータとの少なくとも一つの確認及び変更の少なくとも一方を行ってよい（ステ

ップS108)。

- [0193] 尚、レシピ作成ソフトウェアSW1を実行するコンピュータと、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータと、装置オペレーションソフトウェアSW3を実行するコンピュータとは、同じであってもよいし、異なってもよい。
- [0194] 上述したように、CAMソフトウェアSW2は、工程管理ファイルF21に基づいて、3DモデルファイルF11及びレシピファイルF22を読み込む。装置オペレーションソフトウェアSW3は、工程管理ファイルF21aに基づいて、レシピファイルF33、全体レシピファイルF23、NCヘッダーファイルF31及びNCファイルF32を読み込む。
- [0195] 仮に、工程管理ファイルF21及びF21aの少なくとも一方がなければ、CAMソフトウェアSW2及び装置オペレーションソフトウェアSW3の少なくとも一方のユーザは、ソフトウェアが読み込むべきファイル（言い換えれば、情報）を、手動で指定しなければならない。このユーザの作業は、3DモデルファイルF11及びレシピファイルF22の数が多くなればなるほど、煩雑になるとともに、作業に要する時間が長くなる。加えて、このユーザの作業の過程で、例えば指定間違い等の作業ミスが生じる可能性がある。
- [0196] 工程管理ファイルF21及びF21aがあれば、ユーザは、工程管理ファイルF21及びF21aの一方の読み込みを命じさえすれば、ソフトウェア（即ち、CAMソフトウェアSW2及び装置オペレーションソフトウェアSW3の一方）が自動で読み込むべきファイルを読み込む。このため、ユーザの作業を簡便にすることができるとともに、作業に要する時間を短縮することができる。
- [0197] ユーザが、装置オペレーションソフトウェアSW3を用いて、加工制御情報（例えば、NCプログラム）に含まれるパラメータを変更する場合、仮にNCヘッダーファイルF31がなければ、ユーザは、加工制御情報から目的のパラメータを探さなければならない。ここで、造形物の大きさが大きくなる

ほど、加工制御情報の情報量は多くなる。このため、加工制御情報の情報量が多くなるほど、ユーザが目的のパラメータを探し出すために要する時間は長くなる。

[0198] CAMソフトウェアSW2は、加工制御情報から変更可能なパラメータを抽出して、該抽出されたパラメータを含むNCヘッダーファイルF31を生成する。このため、ユーザは、NCヘッダーファイルF31に含まれるパラメータから目的のパラメータを探せばよいので、ユーザの作業に要する時間を短縮することができる。

[0199] (3-2) ビード幅可変造形

パス情報は、例えば図7(b)に示す線状の造形物の幅Dの目標値(つまり、目標幅)に関する情報を含んでいてもよい。目標幅はビード幅と称されてもよいので、線状の造形物の目標幅に関する情報(つまり、造形されるべき線状の造形物の幅に関する情報)は、ビード幅情報と称されてもよい。

[0200] 上述したように、パス情報は、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータにより生成される。先ず、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータについて説明する。その後、ビード幅情報について説明する。

[0201] ここでは、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータの一例として、情報処理装置COMをあげる。情報処理装置COMについて図12を参照して説明する。図12において、情報処理装置COMは、演算装置501、記憶装置502、通信装置503、入力装置504及び出力装置505を備える。

[0202] 演算装置501は、例えば、CPU(Central Processing Unit)、GPU(Graphics Processing Unit)、FPGA(Field Programmable Gate Array)、及び、TPU(Tensor Processing Unit)のうち少なくとも一つを含んでよい。

[0203] 記憶装置502は、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、ハードディスク

ク装置、光磁気ディスク装置、SSD (Solid State Drive)、及び、光ディスクアレイのうち少なくとも一つを含んでよい。つまり、記憶装置502は、一時的でない記録媒体を含んでよい。記憶装置502は、所望のデータを記憶可能である。例えば、記憶装置502は、演算装置501が実行するコンピュータプログラム（例えば、CAMソフトウェアSW2）を一時的に記憶してよい。記憶装置502は、演算装置501がコンピュータプログラムを実行している場合に演算装置501が一時的に使用するデータを一時的に記憶してよい。

[0204] 通信装置503は、情報処理装置COMの外部の装置と通信可能であってもよい。尚、通信装置503は、有線通信を行ってもよいし、無線通信を行ってもよい。尚、有線通信は、ネットワークを介した通信に限らず、例えばUSB (Universal Serial Bus) ケーブル等のケーブルを介した通信を含む概念である。無線通信は、ネットワークを介した通信に限らず、例えばBluetooth（登録商標）等の近距離無線通信を含む概念である。

[0205] 入力装置504は、外部から情報処理装置COMに対する情報の入力を受け付け可能な装置である。入力装置504は、情報処理装置COMのユーザが操作可能な操作装置（例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルの少なくとも一つ）を含んでよい。入力装置504は、例えばUSBメモリ等の、情報処理装置COMに着脱可能な記録媒体に記録されている情報を読み取り可能な記録媒体読取装置を含んでよい。尚、情報処理装置COMに、通信装置503を介して情報が入力される場合（言い換えれば、情報処理装置COMが通信装置503を介して情報を取得する場合）、通信装置503は入力装置として機能してよい。

[0206] 出力装置505は、情報処理装置COMの外部に対して情報を出力可能な装置である。出力装置505は、上記情報として、文字や画像等の視覚情報を出力してもよいし、音声等の聴覚情報を出力してもよいし、振動等の触覚情報を出力してもよい。出力装置505は、例えば、ディスプレイ、スピー

力、プリンタ及び振動モータの少なくとも一つを含んでいてよい。出力装置 505 は、例えば USB メモリ等の、情報処理装置 COM に着脱可能な記録媒体に情報を出力可能であってもよい。尚、情報処理装置 COM が通信装置 503 を介して情報を出力する場合、通信装置 503 は出力装置として機能してよい。

[0207] CAMソフトウェア SW2 を実行するコンピュータとしての、情報処理装置 COM は、工程管理ファイル F21 を読み込む。情報処理装置 COM は、工程管理ファイル F21 に含まれる 3D モデルファイル F11 とレシピファイル F22 との対応付けを示すデータに基づいて、3D モデルファイル F11 及びレシピファイル F22 を読み込む。情報処理装置 COM の演算装置 501 は、3D モデルファイル F11 により示される三次元モデル情報に対応する造形物（以降、適宜“造形物の 3D モデル”と称する）をスライスして、造形物を形成する複数の層の断面（つまり、層状の部分構造物）を夫々示す複数のスライスデータを生成してよい。このため、スライスデータは、層状の部分構造物（以降、適宜“構造層”と称する）を示すデータであると言える。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置 501 は、スライスデータを生成しなくてもよい。

[0208] 演算装置 501 は、複数のスライスデータに基づいて、複数のスライスデータにより夫々示される複数の構造層各々を造形する経路を示すパス情報を生成する。

[0209] パス情報を生成する際に、演算装置 501 は、ビード幅情報に関する画面がユーザに提示されるように出力装置 505 を制御する。この場合、ユーザに提示される画面は、複数のスライスデータに夫々対応する複数の層各々のビード幅情報を含んでいてよい。ユーザは、入力装置 504 を介して、複数の層各々のビード幅情報を変更してもよい。ここで、ユーザは、複数の層各々について、2 以上のビード幅情報を指定可能である。つまり、ユーザは、複数の層のうち一の層の一部が第 1 の幅のビードで造形されるとともに、該一の層の他の部分が、第 1 の幅とは異なる第 2 の幅のビードで造形されるよ

うに、ビード幅情報を指定可能である。

[0210] 例えば、演算装置501は、ビード幅情報に関する画面として、図13に示すような画面（例えば、ダイアログボックス）がユーザに提示されるよう出力装置505を制御してもよい。尚、図13には、第1のビード幅及び第2のビード幅を夫々入力可能な入力欄が示されているが、3以上のビード幅の入力欄を含む画面が、ビード幅情報に関する画面として、ユーザに提示されてもよい。

[0211] 例えば、ユーザが入力装置504を介して、複数の層のうち第1の層について、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報と、第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報とを入力した場合、演算装置501は、第1ビード幅情報及び第2ビード幅情報を取得する。演算装置501は、第1の層に対応するスライスデータと第1ビード幅情報とに基づいて、第1ビード幅情報により示される第1の幅でビード（言い換えれば、第1の層に相当する構造層の一部）を造形する経路を示す第1パス情報を生成する。演算装置501は、第1の層に対応するスライスデータと、第2ビード幅情報とに基づいて、第2ビード幅情報により示される第2の幅でビード（言い換えれば、第1の層に相当する構造層の他の部分）を造形する経路を示す第2パス情報を生成する。演算装置501は、第1パス情報及び第2パス情報を含む加工制御情報を生成する。このとき、演算装置501は、第1パス情報及び第2パス情報が、1つのファイルに含まれるように加工制御情報を生成してよい。

[0212] 情報処理装置COMの動作について図14のフローチャートを参照して説明を加える。情報処理装置COMの演算装置501は、造形物の3Dモデルをスライスして、スライスデータを生成してよい（ステップS201）。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、ステップS201の処理を行わなくてもよい。

[0213] 例えば、ユーザが入力装置504を介して、図13に示す画面の第1のビード幅を入力可能な入力欄に数値を入力した場合、演算装置501は、第1

のビード幅（上述した、第1ビード幅情報により示される第1の幅に相当）を取得してよい（ステップS202）。例えば、ユーザが入力装置504を介して、図13に示す画面の第2のビード幅を入力可能な入力欄に数値を入力した場合、演算装置501は、第2のビード幅（上述した、第2ビード幅情報により示される第2の幅に相当）を取得してよい（ステップS203）。

[0214] 演算装置501は、ステップS202の処理において取得された第1のビード幅と、ステップS203の処理において取得された第2のビード幅とに基づいて、ビード幅を設定する（ステップS204）。その後、演算装置501は、第1のビード幅でビードを造形する経路を示す第1パス情報と、第2のビード幅でビードを造形する経路を示す第2パス情報とを生成する（ステップS205）。

[0215] 尚、演算装置501は、第1パス情報及び第2パス情報に加えて、ビード幅を、第1のビード幅及び第2のビード幅の一方から、第1のビード幅及び第2のビード幅の他方に切り替えるための処理を行う位置に、加工装置（例えば、加工システムSYS）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を移動させるための経路を示すパス情報を生成してもよい。上記ビード幅を切り替えるための処理を行う位置は、造形物が造形される領域とは異なる領域内の位置であってもよい。この場合、該位置は、退避位置と称されてもよい。このため、上記ビード幅を切り替えるための処理を行う位置に加工ヘッドを移動させるための経路を示すパス情報は、退避パス情報と称されてもよい。

[0216] 退避パス情報は、上記ビード幅を切り替えるための処理を行う位置に加工ヘッドを移動させるための経路を示す情報に加えて、付加造形条件に関する情報を含んでもよい。付加造形条件は、切替後のビード幅を示す情報、及び、後述する重なり度合を切り替えるための情報の少なくとも一方を含んでもよい。

[0217] 第1パス情報及び第2パス情報を含む加工制御情報に基づいて動作する加工装置（例えば、加工システムSYS）は、加工制御情報に含まれる第1パ

ス情報に基づいて、第１の幅でビードを造形してよい。加工装置は更に、加工制御情報に含まれる第２パス情報に基づいて、第２の幅でビードを造形してよい。尚、ビードの造形方法については、上述した「（２）加工システムＳＹＳの動作」を参照されたい。

[0218] 尚、演算装置５０１は、ビードの幅の変更に要する時間を考慮して、第１パス情報及び第２パス情報を生成してもよい。例えば、演算装置５０１は、ビードの幅の変更回数が抑制されるように（例えば、ビード幅の変更回数が最小となるように）、第１パス情報及び第２パス情報を生成してもよい。

[0219] 上述したように、複数のスライスデータ各々は、造形物の一の層の断面を示す輪郭線を示す。輪郭線は、該一の層の層状構造物の造形形状を示す情報である、と言える。また、輪郭線は、該一の層の層状構造物の造形サイズを示す情報である、と言える。従って、複数のスライスデータ各々は、対応する層の造形形状及び造形サイズを示す情報を含んでいる、と言える。このため、第１パス情報は、３ＤモデルファイルＦ１１により示される三次元モデル情報から得られる造形形状及び造形サイズの少なくとも一方と、第１ビード幅情報とに基づいて生成される、と言える。同様に、第２パス情報は、３ＤモデルファイルＦ１１により示される三次元モデル情報から得られる造形形状及び造形サイズの少なくとも一方と、第２ビード幅情報とに基づいて生成される、と言える。

[0220] 上述したように、情報処理装置ＣＯＭは、工程管理ファイルＦ２１に基づいて、３ＤモデルファイルＦ１１及びレシピファイルＦ２２を読み込む。ここで、情報処理装置ＣＯＭが読み込む工程管理ファイルＦ２１は、ユーザにより指定される。このため、工程管理ファイルＦ２１に基づいて読み込まれた３ＤモデルファイルＦ１１は、ユーザにより指定された又は入力された３ＤモデルファイルＦ１１である、と言える。

[0221] 尚、演算装置５０１は、ビード幅情報に関する画面がユーザに提示される前に、造形物を形成する複数の層の中から一の層（例えば、第１の層）を指定（又は選択）可能な画面がユーザに提示されるように、出力装置５０５を

制御してもよい。複数の層の中から一の層を指定（又は選択）可能な画面がユーザに提示された後に、ユーザが入力装置 504 を介して、複数の層の中から一の層を指定（又は選択）した場合、演算装置 501 は、該指定（又は選択）された一の層のビード幅情報に関する画面がユーザに提示されるよう出力装置 505 を制御してもよい。尚、第 1 ビード幅情報を指定する画面と、第 2 ビード幅情報を指定する画面とは、同一の画面であってよい（例えば、図 13 参照）。つまり、一の層（例えば、第 1 の層）のビード幅情報に関する画面は、第 1 ビード幅情報を指定する部分と、第 2 ビード幅情報を指定する部分とを含んでいてよい。尚、一の層のビード幅情報に関する画面は、3 以上のビード幅情報を指定する部分を含んでいてもよい。

[0222] 第 1 パス情報及び第 2 パス情報を生成する場合、演算装置 501 は、第 1 パス情報に基づいて形成されるビード（つまり、第 1 の幅のビード）と、第 2 パス情報に基づいて形成されるビード（つまり、第 2 の幅のビード）とが、第 1 の層内で隙間なく造形されるように、第 1 パス情報及び第 2 パス情報を生成してよい。ここで、ビードが第 1 の層内で隙間なく造形されるとは、第 1 の層に対応するスライスデータに含まれる断面の輪郭線により規定される領域（つまり、構造層に相当する領域）が、ビードで隙間なく埋められることを意味してよい。

[0223] 尚、第 1 パス情報及び第 2 パス情報各々は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 21）と、造形物が載置されるテーブル（例えば、ステージ 31）とが相対的に移動してビードを造形するための移動方向を示す情報であると言える。このため、第 1 パス情報及び第 2 パス情報各々は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 21）の移動経路を示す情報であると言える。尚、移動方向は、走査方向と称されてもよい。

[0224] 移動方向については、例えば図 7（b）に示すように、ビードは連続して（言い換えれば、隙間なく）造形される。他方で、移動方向と交差する方向（つまり、幅方向）のビードの長さは、第 1 パス情報又は第 2 パス情報により規定されるビード幅（例えば、図 7（b）の幅 D 参照）に相当する長さで

ある。このため、一のビードに隣接するように他のビードが造形される場合、一のビードと他のビードとの間に隙間が生じる可能性がある。

[0225] 演算装置501は、上記移動方向と交差する方向（つまり、幅方向）に関して、第1パス情報に基づくビード（つまり、第1の幅のビード）と第2パス情報に基づくビード（つまり、第2の幅のビード）とが隙間なく造形されるように、第1パス情報及び第2パス情報を生成してもよい。

[0226] ユーザがビード幅を指定する場合、ユーザは、入力装置504を介して、第1の層内においてビード幅を指定する領域を指定してもよい。該領域について、ユーザは、1種類のビード幅を指定してもよいし、2以上のビード幅を指定してもよい。尚、ビード幅を指定する領域の形状及びサイズは、ユーザにより任意に決定されてよい。

[0227] 例えば図15に示すように、第1の層に係る断面の輪郭線（図15の実線参照）により示される構造層の造形形状が四角形であるとする。この場合、ユーザは、ビード幅を指定する領域として、第1領域R1及び第2領域R2を指定してよい。尚、第2領域R2は、第1領域R1がユーザにより指定された場合に、自動的に決定されてもよい。

[0228] ユーザにより第1領域R1のビード幅が第1の幅に指定された場合、演算装置501は、第1領域R1について、第1の幅で第1領域R1に相当する構造層の一部を造形する経路を示す第1パス情報を生成してよい。演算装置501は、第1の幅のビードのみで第1領域R1に相当する構造層の一部を造形しようとする、第1領域R1に隙間が生じる場合、第1領域R1の少なくとも一部を、第1の幅のビードと、第2の幅のビードとで造形することにより、第1領域R1内が隙間なく造形されるように、第1パス情報及び第2パス情報を生成してもよい。

[0229] 例えば、第1の幅が第2の幅より大きいものとする。図16に示すように、第1の幅のビードのみで第1領域R1に相当する構造層の一部を造形しようとする、領域R11に隙間が生じる場合、演算装置501は、領域R11に第2の幅のビードを造形することにより、第1領域R1内が隙間なく造形

されるように、第1パス情報及び第2パス情報を生成してもよい。

[0230] 尚、演算装置501は、第1の幅のビードのみで第1領域R1に相当する構造層の一部を造形しようとする、第1領域R1に第1の量の隙間が生じる場合、第1領域R1の少なくとも一部を、第1の幅のビードと、第2の幅のビードとで造形することにより、第1領域R1に相当する構造層の一部が第1の量よりも少ない隙間で造形されるように、第1パス情報及び第2パス情報を生成してもよい。「第1の量よりも少ない隙間」は、隙間がない（つまり、隙間の量がゼロである）場合も含む概念である。

[0231] 演算装置501は、隙間が生じることを防止するために、一のビードの一部と、該一のビードに隣り合う他のビードの一部とが重なるように、パス情報（例えば、第1パス情報及び第2パス情報の少なくとも一方）を生成してよい。尚、隣り合う2つのビードの重なり度合は、ビード幅に応じて変化してもよいし、一定であってもよい。

[0232] ところで、加工装置（例えば、加工システムSYS）の仕様により、ビードの幅が取り得る値（言い換えれば、ビードの幅を変更可能な範囲）が決定される。言い換えれば、加工装置の仕様により、ビードの幅が取り得る値が制限される。例えば、演算装置501は、通信装置503を介して、加工装置（例えば、加工システムSYS）に係る装置情報を取得してよい。或いは、ユーザは入力装置504を介して、加工装置に係る装置情報を情報処理装置COMに入力してもよい。この場合、演算装置501は、ユーザにより入力された装置情報を取得してもよい。演算装置501は、該取得した装置情報に基づいて、ビードの幅が取り得る値を決定してよい。演算装置501は、ビードの幅が取り得る値として、ビードの幅の最大値及び最小値を決定してよい。

[0233] 上記装置情報は、加工装置（例えば、加工システムSYS）の光学系に係る光学系情報を含んでよい。演算装置501は、該光学系情報に基づいて、ビードの幅が取り得る値を決定してよい。加工装置（例えば、加工システムSYS）の光学系は、加工ビーム（例えば、加工光EL）の集光位置を変更

可能なガルバノスキャナ（例えば、ガルバノスキャナ 2 1 4 4）を含んでよい。この場合、光学系情報は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）の光学系が有するガルバノスキャナ（例えば、ガルバノスキャナ 2 1 4 4）による加工ビーム（例えば、加工光 E L）の集光位置の可変範囲を示す第 1 範囲情報を含んでよい。演算装置 5 0 1 は、第 1 範囲情報に基づいて、ビードの幅が取り得る値を決定してよい。加工装置（例えば、加工システム S Y S）の光学系は、加工ビーム（例えば、加工光 E L）のスポット径を変更可能に構成されていてよい。この場合、光学系情報は、加工ビーム（例えば、加工光 E L）のスポット径の可変範囲を示す第 2 範囲情報を含んでよい。演算装置 5 0 1 は、第 2 範囲情報に基づいて、ビードの幅が取り得る値を決定してよい。

[0234] ユーザがビードの幅を指定する際に、ユーザは、入力装置 5 0 4 を介して、ビードの幅を示す数値を入力することにより、ビードの幅を指定してもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、ビード幅情報に関する画面に上述したビードの幅が取り得る値が含まれるように、出力装置 5 0 5 を制御してもよい。或いは、ユーザは、入力装置 5 0 4 を介して、予め設定された複数のビードの幅から一のビードの幅を選択することにより、ビードの幅を指定してもよい。例えば、ビードの幅の選択肢として、2 mm、1 mm 及び 0.1 mm が用意されている場合、ユーザは、2 mm、1 mm 及び 0.1 mm のうちの一つの値を選択することにより、ビードの幅としての第 1 の幅を指定してもよい。ユーザは、2 mm、1 mm 及び 0.1 mm のうち、第 1 の幅とは異なる値を選択することにより、ビードの幅としての第 2 の幅を指定してもよい。

[0235] ユーザがビードの幅を指定する際に、ユーザは、入力装置 5 0 4 を介して、隣り合う 2 つのビードの重なり度合を示す数値を入力することにより、重なり度合を指定してもよい。ユーザは、入力装置 5 0 4 を介して、ビードの幅ごとに重なり度合を示す数値を入力することにより、重なり度合を指定してもよい。或いは、ユーザは、入力装置 5 0 4 を介して、予め設定された複

数の重なり度合から一の重なり度合を選択することにより、重なり度合を指定してもよい。例えば、重なり度合の選択肢として、0.4 mm、0.2 mm及び0.08 mmが用意されている場合、ユーザは、0.4 mm、0.2 mm及び0.08 mmのうちの一つの値を選択することにより、第1の幅のビードの重なり度合を指定してもよい。ユーザは、0.4 mm、0.2 mm及び0.08 mmのうちの一つの値を選択することにより、第2の幅のビードの重なり度合を指定してもよい。尚、第1の幅のビードの重なり度合と第2の幅のビードの重なり度合とは、異なってもよいし、同じであってもよい。尚、ユーザがビードの重なり度合いを選択することは、ユーザが第1の層内でビードを隙間なく造形することを指示していることと同義である。

[0236] 演算装置501は、第1パス情報を生成する際に、ユーザにより指定された第1の幅と、ユーザにより指定された第1の幅のビードの重なり度合とに基づいて、第1パス情報を生成してもよい。演算装置501は、第2パス情報を生成する際に、ユーザにより指定された第2の幅と、ユーザにより指定された第2の幅のビードの重なり度合とに基づいて、第2パス情報を生成してもよい。

[0237] 尚、加工装置（例えば、加工システムSYS）の光学系が、加工ビーム（例えば、加工光EL）の集光位置を変更可能なガルバノスキャナ（例えば、ガルバノスキャナ2144）を含んでいる場合、演算装置501は、加工制御情報を生成する際に、パス情報（例えば、第1パス情報及び第2パス情報）に基づいて、ガルバノスキャナを制御するための制御情報を生成してよい。演算装置501は、該生成された制御情報を加工制御情報に含めてよい。

[0238] 尚、ユーザは、ビードの幅及び重なり度合を指定しなくてもよい。この場合、演算装置501は、予め定められたビードの幅（例えば、ビードの幅の初期値）及び予め定められた重なり度合（例えば、重なり度合の初期値）に基づいて、パス情報を生成してもよい。或いは、ユーザは、ビードの幅及び重なり度合を指定することに代えて、ビードの幅及び重なり度合を規定する造形モードを選択してもよい。例えば、造形モードは、高速モード、中間モ

ード及び高精細モードの少なくとも一つを含んでいてよい。

[0239] 高速モードは、太い幅（例えば、ビードが取り得る値の最大値）でビードを造形するモードである。例えば、高速モードでは、上記太い幅は2 mmであってよく、重なり度合は0.4 mmであってよい。高速モードが選択された場合、演算装置501は、ビードの幅が2 mm且つ重なり度合が0.4 mmという条件を満たしつつ、スライスデータにより示される構造層を造形するためのパス情報を生成してよい。このとき、ビードの幅が2 mm且つ重なり度合が0.4 mmという条件に起因して、造形される構造層に隙間が生じる場合、演算装置501は、該隙間を埋めるために、2 mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報を生成してもよい。言い換えれば、演算装置501は、上記構造層が隙間なく造形されるようにパス情報を生成してもよい。

[0240] ここで、2 mmのビードの幅を第1の幅とし、2 mmよりも小さい幅を第2の幅とする。上記「ビードの幅が2 mm且つ重なり度合が0.4 mmという条件を満たしつつ、スライスデータにより示される構造層を造形するためのパス情報」は、第1パス情報と称されてもよい。上記「隙間を埋めるために、2 mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報」は、第2パス情報と称されてもよい。

[0241] 中間モードは、スライスデータにより示される構造層の外縁部に相当する領域（例えば、図15の第2領域R2）について、中間の幅（例えば、ビードが取り得る値の中間値）でビードを造形し、上記構造層の外縁部以外の部分に相当する領域（例えば、図15の第1領域R1）について、太い幅（例えば、ビードが取り得る値の最大値）でビードを造形するモードである。例えば、中間モードでは、上記中間の幅は1 mmであってよく、上記太い幅は2 mmであってよい。また、中間の幅のビードの重なり度合は0.2 mmであってよく、太い幅のビードの重なり度合は0.4 mmであってよい。

[0242] 中間モードが選択された場合、演算装置501は、ビードの幅が1 mm且つ重なり度合が0.2 mmという条件を満たしつつ、上記外縁部に相当する

領域（例えば、図15の第2領域R2）に対応する構造層の一部を造形するためのパス情報を生成してもよい。このとき、ビードの幅が1mm且つ重なり度合が0.2mmという条件に起因して、造形される構造層の一部に隙間が生じる場合、演算装置501は、該隙間を埋めるために、1mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報を生成してもよい。ここで、1mmのビードの幅を第1の幅とし、1mmよりも小さい幅を第2の幅とする。上記「ビードの幅が1mm且つ重なり度合が0.2mmという条件を満たしつつ、外縁部に相当する領域に対応する構造層の一部を造形するためのパス情報」は、第1パス情報と称されてもよい。上記「1mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報」は、第2パス情報と称されてもよい。

[0243] 中間モードが選択された場合、演算装置501は、ビードの幅が2mm且つ重なり度合が0.4mmという条件を満たしつつ、上記外縁部以外の部分に相当する領域（例えば、図15の第1領域R1）に対応する構造層の他の部分を造形するパス情報を生成してもよい。このとき、ビードの幅が2mm且つ重なり度合が0.4mmという条件に起因して、造形される構造層の他の部分に隙間が生じる場合、演算装置501は、該隙間を埋めるために、2mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報を生成してもよい。ここで、2mmのビードの幅を第1の幅とし、2mmよりも小さい幅を第2の幅とする。上記「ビードの幅が2mm且つ重なり度合が0.4mmという条件を満たしつつ、外縁部以外の部分に相当する領域に対応する構造層の他の部分を造形するためのパス情報」は、第1パス情報と称されてもよい。上記「2mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報」は、第2パス情報と称されてもよい。

[0244] 高精細モードは、スライスデータにより示される構造層の外縁部に相当する領域（例えば、図15の第2領域R2）について、細い幅（例えば、ビードが取り得る値の最小値）でビードを造形し、上記外縁部以外の部分に相当する領域（例えば、図15の第1領域R1）について、中間の幅（例えば、ビードが取り得る値の中間値）でビードを造形するモードである。例えば、

高精細モードでは、上記細い幅は0.1 mmであってよく、上記中間の幅は1 mmであってよい。また、細い幅のビードの重なり度合は0.08 mmであってよく、中間の幅のビードの重なり度合は0.2 mmであってよい。

[0245] 高精細モードが選択された場合、演算装置501は、ビードの幅が0.1 mm且つ重なり度合が0.08 mmという条件を満たしつつ、上記外縁部に相当する領域（例えば、図15の第2領域R2）に対応する構造層の一部を造形するためのパス情報を生成してもよい。

[0246] 高精細モードが選択された場合、演算装置501は、ビードの幅が1 mm且つ重なり度合が0.2 mmという条件を満たしつつ、上記外縁部以外の部分に相当する領域（例えば、図15の第1領域R1）に対応する構造層の他の部分を造形するパス情報を生成してもよい。このとき、ビードの幅が1 mm且つ重なり度合が0.2 mmという条件に起因して、造形される構造層の他の部分に隙間が生じる場合、演算装置501は、該隙間を埋めるために、1 mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報を生成してもよい。ここで、1 mmのビードの幅を第1の幅とし、1 mmよりも小さい幅を第2の幅とする。上記「ビードの幅が1 mm且つ重なり度合が0.2 mmという条件を満たしつつ、外縁部以外の部分に相当する領域に対応する構造層の他の部分を造形するためのパス情報」は、第1パス情報と称されてもよい。上記「1 mmよりも小さい幅でビードを造形するためのパス情報」は、第2パス情報と称されてもよい。

[0247] ビードの幅が太いほど、スライスデータにより示される構造層は早く造形される。このため、ビードの幅は造形物の造形速度を示していると言える。また、ビードの幅が細いほど、スライスデータにより示される構造層の造形精度は高くなる。このため、ビードの幅は造形物の造形精度を示していると言える。従って、ビードの幅を規定する造形モードは、造形物を造形する造形速度及び造形精度の少なくとも一方を示すと言える。

[0248] 尚、上述した情報処理装置COMの動作は、演算装置501がCAMソフトウェアSW2を読み込むことにより実現されてよい。つまり、上述した情

報処理装置COMの動作は、CAMソフトウェアSW2が備える機能を情報処理装置COMに提供されることにより実現されてよい。

[0249] 加工装置が造形可能なビードの幅が固定である場合、目的の造形物を造形する方法として以下の方法が提案されている。ビードの幅が比較的太い場合、先ず、スライスデータにより示される構造層よりも大きな造形物が造形される。その後、造形された造形物が上記構造層に近づくように、造形された造形物のうち不要な部分が削られる。この方法では、目標の構造層の形状が比較的複雑な場合、切削加工処理を行うことが難しいことがある。また、造形材料に比較的高価な金属材料が用いられている場合、本来必要な量よりも多い造形材料が使用されるので、製造コストが増加する。これに対して、ビードの幅が比較的細い場合、切削加工処理を行うことなく、スライスデータにより示される構造層を造形することができる。しかしながら、ビードの幅が比較的細いことに起因して、構造層の造形速度が比較的遅くなってしまう。

[0250] スライスデータにより示される構造層が造形される際に、2種類以上のビードの幅が選択できる場合（言い換えれば、ビードの幅が可変である場合）、上述した切削加工処理による切削加工量を抑制しつつ、スライスデータにより示される構造層を比較的早く造形することができる。このため、ビードの幅の選択によって、比較的速い造形速度と、比較的高い造形精度との両立を図りつつ、造形物を造形することができる。尚、「切削加工量を抑制する」ことには、切削加工量をゼロにする（即ち、切削加工処理を行わない）ことが含まれていてもよい。

[0251] 加えて、2種類以上のビードの幅が選択できる場合、例えば、比較的太い外壁と、比較的細い内部壁とを有する中空構造の造形物を比較的容易に造形することができる。尚、中空構造の造形物は、内部流路、空冷配管、ラティス構造及びハニカム構造の少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0252] （3－3）材料切替処理

例えば図10に示す造形物OBのように、造形材料が互いに異なる2以上

の部分を含む造形物が、加工装置（例えば、加工システム S Y S）により造形される場合、該造形物の造形中に造形材料の切替処理が行われる。このため、C A Mソフトウェア S W 2 を実行するコンピュータ（例えば、情報処理装置 C O M）は、加工制御情報に含まれる情報として、造形材料の切替処理に関する情報を生成してもよい。

[0253] 以下では、C A Mソフトウェア S W 2 を実行するコンピュータの一例としての情報処理装置 C O M を用いて、造形材料の切替処理に関する情報について説明する。尚、以下では、造形材料が粉状の材料（つまり、粉体）であるものとして説明する。ただし、造形材料は、粉体に限らず、ワイヤ状の材料であってもよいし、ガス状の材料であってもよい。

[0254] 「（３－２）ビード幅可変造形」において説明したように、造形物を造形するためのパス情報は、造形物の 3 D モデルがスライスされることにより生成される複数のスライスデータに基づいて生成される。例えば、図 1 0 に示す造形物 O B が造形される場合、部分 O B # 1 の一の層の層状構造物が造形された後に、部分 O B # 1 の一の層に対応する（言い換えれば、同じ高さの）部分 O B # 2 の一の層の層状構造物が造形されてよい。尚、説明の便宜上、造形物 O B に含まれる部分 O B # 3 乃至 O B # 1 1 についての説明は省略する。

[0255] 部分 O B # 1 は、造形材料 M 1 のみから成る部分である。部分 O B # 2 は、造形材料 M 1 の配合率が 9 0 %、且つ、造形材料 M 2 の配合率が 1 0 % の造形材料から成る部分である。従って、部分 O B # 1 を造形するための造形材料と、部分 O B # 2 を造形するための造形材料とは異なる。このため、部分 O B # 1 の一の層が造形された後、部分 O B # 2 の一の層が造形される前に、造形材料の切り替え（言い換えれば、造形材料の変更）を行う必要がある。

[0256] 加工装置の一例としての加工 S Y S（図 1 参照）では、材料供給源 1 からの造形材料が、混合装置 1 2 及び供給管 1 1 を介して、材料ノズル 2 1 2 に搬送される。造形材料の切替は材料供給源 1 で行われる。このため、造形材

料が第1造形材料から第2造形材料に切り替わった後、第2造形材料が材料ノズル212から射出されるまでには、ある程度の時間を要する。また、材料供給源1において、造形材料が第1造形材料から第2造形材料に切り替わったとしても、例えば供給管11内に存在する、造形物の造形に用いられない第1造形材料を排出する必要がある。

[0257] このため、造形材料の切り替えを行う際には、造形物が造形される領域とは異なる所定の位置に加工装置（例えば、加工システムSYS）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）が移動される。情報処理装置COMは、造形材料の切替処理に関する情報として、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を、上記所定の位置に移動させるための情報を生成してよい。

[0258] 例えば、図10に示す造形物OBの部分OB#1及びOB#2各々の一の層が造形される場合の加工装置（例えば、加工システムSYS）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）の動作について、図17を参照して説明する。

[0259] 図17において、加工ヘッドは、経路P1に沿ってビードを造形することにより、部分OB#1の一の層を造形する。このとき、加工ヘッドの位置は、経路P1の終端位置P1eにあるものとする。その後、加工ヘッドは、終端位置P1eから材料切替位置P0に移動する。材料切替位置P0において造形材料の切り替えが行われた後、加工ヘッドは、経路P2の始端位置P2sに移動する。尚、加工ヘッドは、材料切替位置P0から終端位置P1eに移動した後、終端位置P1eから始端位置P2sに更に移動してもよい。或いは、加工ヘッドは、材料切替位置P0から始端位置P2sに移動してもよい。その後、加工ヘッドは、経路P2に沿ってビードを造形することにより、部分OB#2の一の層を造形する。

[0260] 例えば上記のように加工ヘッド（例えば加工ヘッド21）を動作させるために、情報処理装置COMの演算装置501は、経路P1を示す第1パス情報と、経路P2を示す第2パス情報と、材料切替位置P0に加工ヘッドを移動させるための情報と、を含む加工制御情報（例えば、NCプログラム）を

生成してよい。材料切替位置 P O は、加工ヘッドの目標位置であるので、加工ヘッドを移動させるための情報は、材料切替位置 P O を示す位置情報を含んでいてよい。このため、加工ヘッドを移動させるための情報を含む加工制御情報は、材料切替位置 P O を示す位置情報を含んでいると言える。尚、材料切替位置 P O は、互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸で規定される座標系の原点の位置であってもよい。この場合、材料切替位置 P O は、ホームポジションと称されてもよい。この場合、材料切替位置 P O を示す位置情報を含む加工ヘッドを移動させるための情報は、ホームポジションに関する情報を含んでいる、と言える。尚、演算装置 5 0 1 は、第 1 パス情報、第 2 パス情報及び加工ヘッドを移動させるための情報が、一つのファイルに含まれるように加工制御情報を生成してもよい。

[0261] 部分 O B # 1 を造形するための造形材料（つまり、造形材料 M 1）は、第 1 造形材料と称されてもよい。部分 O B # 2 を造形するための造形材料（つまり、造形材料 M 1 の配合率が 9 0 %、且つ、造形材料 M 2 の配合率が 1 0 % の造形材料）は、第 2 造形材料と称されてもよい。部分 O B # 1 は第 1 造形材料で造形されるので、第 1 パス情報は、第 1 造形材料でビードを造形する経路 P 1 を示すパス情報、と言える。部分 O B # 2 は第 2 造形材料で造形されるので、第 2 パス情報は、第 2 造形材料でビードを造形する経路 P 2 を示すパス情報、と言える。また、材料切替位置 P O は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）の材料供給口（例えば、材料ノズル 2 1 2）から供給される造形材料を第 1 造形材料から第 2 造形材料に切り替えるための位置、と言える。材料切替位置 P O は、造形物（例えば、部分 O B # 1 及び O B # 2 の少なくとも一方）が造形される領域から、加工ヘッドを退避させるための位置、とも言える。このため、材料切替位置 P O は、退避位置と称されてもよい。尚、造形物が造形される領域は、造形エリアと称されてもよい。

[0262] 情報処理装置 C O M の動作について図 1 8 のフローチャートを参照して説明を加える。情報処理装置 C O M の演算装置 5 0 1 は、造形物の 3 D モデルをスライスして、スライスデータを生成してよい（ステップ S 3 0 1）。尚

、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、ステップS301の処理を行わなくてもよい。

[0263] 演算装置501は、スライスデータにより示される造形物の一の層のうち第1造形材料で造形される部分（例えば、部分OB#1）について、第1造形材料でビードを造形する第1経路（例えば、経路P1）を示す第1パス情報を生成する（ステップS302）。

[0264] 演算装置501は、スライスデータにより示される造形物の一の層のうち第2造形材料で造形される部分（例えば、部分OB#2）について、第2造形材料でビードを造形する第2経路（例えば、経路P2）を示す第2パス情報を生成する（ステップS303）。

[0265] 演算装置501は、加工装置（例えば、加工システムSYS）が第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、第2パス情報に基づくビードを造形する前に、加工装置の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を、第1造形材料から第2造形材料に変更するための材料切替位置P0に移動させる経路を示す退避パス情報を生成する（ステップS304）。

[0266] 演算装置501は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を、材料切替位置P0から、第2パス情報に基づくビードの造形開始位置に移動させる経路を示す復帰パス情報を生成する（ステップS305）。尚、演算装置501は、加工ヘッドを移動させるための情報の少なくとも一部として、退避パス情報及び復帰パス情報を生成してよい。

[0267] 第1造形材料と第2造形材料はステンレス、銅、アルミ、チタンなどを含んでもよい。第1造形材料と第2造形材料は種類が異なる材料であってもよい。例えば、第1造形材料が銅であり、第2造形材料は第1造形材料の銅とは異なるチタンであってもよい。

[0268] 第1造形材料と第2造形材料は特徴が異なる材料であってもよい。例えば、第1造形材料と第2造形材料は粒径が異なってもよい。第1造形材料は粒径が粒径30 μ mにピークを有する粒度分布であり、第2造形材料は粒径が100 μ mにピークを有する粒度分布であってもよい。例えば、第1造

形材料と第2造形材料は、同じ種類の材料であり、粒径が異なってもよい。

[0269] 第1パス情報、第2パス情報及び加工ヘッドを移動させるための情報を含む加工制御情報に基づいて動作する加工装置（例えば、加工システムS Y S）は、加工制御情報に含まれる第1パス情報に基づいて、材料供給口（例えば、材料ノズル212）から供給される第1造形材料でビードを造形してよい。第1パス情報に基づくビードが造形された後に、加工装置は、加工制御情報に含まれる加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を材料切替位置P Oに移動させてよい。造形材料が第1造形材料から第2造形材料に切り替えられた後、加工装置は、加工制御情報に含まれる第2パス情報に基づいて、材料供給口（例えば、材料ノズル212）から供給される第2造形材料でビードを造形してよい。尚、ビードの造形方法については、上述した「（2）加工システムS Y Sの動作」を参照されたい。

[0270] 上記加工ヘッドを移動させるための情報は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）が終端位置P 1 eに位置する時に、加工装置（例えば、加工システムS Y S）に現在位置を取得させるための情報、加工装置に工具先端点制御モードを終了させるための情報、加工装置に、加工ヘッドを材料切替位置P Oに移動させるための情報、加工装置に造形材料を切り替えさせるための情報、加工装置に、加工ヘッドを上記記憶した現在位置に移動させるための情報、加工装置に、切り替え後の造形材料で造形物を造形するための準備をさせる情報、及び、加工装置に工具先端点制御モードを開始させるための情報、の少なくとも一つを含んでいてよい。尚、これらの情報の少なくとも一部は、Gコードにより規定されていてもよい。尚、工具先端点として、例えば、材料供給口（例えば、材料ノズル212）の先端及び加工ビーム（例えば、加工光E L）の集光位置があげられる。

[0271] 演算装置501は、加工装置（例えば、加工システムS Y S）に、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を材料切替位置P Oに移動させるための情

報として、加工ヘッドが材料切替位置 P O に移動するための経路を示す退避パス情報を生成してもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッドが造形物と接触しないように、造形物の形状に基づいて、退避パス情報を生成してもよい。尚、退避パス情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよい。つまり、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、退避パス情報を生成してもよい。

[0272] 尚、材料切替位置 P O は、固定されていてもよいし、変更可能であってもよい。例えば図 1 9 に示すように、材料切替位置 P O として、材料切替位置 P O a 及び P O b が設定されていてもよい。尚、図 1 9 において、材料切替位置 P O a と材料切替位置 P O b とは、その Z 座標が互いに異なっている。尚、材料切替位置は、3 以上設定されていてもよい。複数の材料切替位置は、X 座標、Y 座標及び Z 座標の少なくとも一つが互いに異なっていてよい。

[0273] 図 1 9 (a) に示すように、部分 O B # 1 及び O B # 2 の造形初期においては、部分 O B # 1 及び O B # 2 の高さが比較的低いので、造形材料を切り替えるための位置として材料切替位置 P O a が選択されてよい。図 1 9 (b) に示すように、部分 O B # 1 及び O B # 2 の造形が進んだ段階においては、部分 O B # 1 及び O B # 2 の高さが比較的高いので、造形材料を切り替えるための位置として材料切替位置 P O b が選択されてよい。つまり、複数の材料切替位置（例えば、材料切替位置 P O a 及び P O b ）が設定されている場合、演算装置 5 0 1 は、複数の材料切替位置から、部分 O B # 1 の造形終了位置（例えば、終端位置 P 1 e ）に最も近い材料切替位置を選択してもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、上記退避パス情報として、加工ヘッドが、選択された材料切替位置に移動するための経路を示す退避パス情報を生成してもよい。このように構成すれば、造形材料の切替処理に要する時間の短縮を図ることができる。

[0274] 尚、上記複数の材料切替位置は、予め設定されていなくてもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、造形材料を切替処理を開始する直前の造形物の外形寸法に基づいて、材料切替位置を設定してもよい。この場合、演算装置 5 0

1 は、上記外形寸法に基づいて、造形エリアの外側、且つ、部分OB#1の造形終了位置（例えば、終端位置P1e）に最も近い位置に、材料切替位置を設定してもよい。つまり、演算装置501は、上記外形寸法に基づいて、材料切替位置を任意に設定してもよい。

[0275] ところで、加工装置（例えば、加工システムSYS）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）の姿勢が変更されることによって、加工ヘッドが、造形物が載置されるテーブル（例えば、ステージ31）に対して傾いていることがある。また、テーブルの姿勢が変更されることによって、加工ヘッドがテーブルに対して傾いていることがある。つまり、加工ヘッド及びテーブルの少なくとも一方の姿勢が変更されることによって、加工ヘッドがテーブルに対して傾いていることがある。このため、演算装置501は、加工ヘッドとテーブルとの相対的な傾きに基づいて、加工ヘッドが、材料切替位置（例えば、材料切替位置P0）に移動するための経路を示す退避パス情報を生成してもよい。

[0276] 上述したように、演算装置501は、加工ヘッドが造形物と接触しないように、造形物の形状に基づいて、退避パス情報を生成してもよい。従って、演算装置501は、造形物の形状及び加工ヘッドとテーブルとの相対的な傾きの少なくとも一方に基づいて、退避パス情報を生成してもよい。

[0277] 加工ヘッドの姿勢が基準姿勢から変更された状態で第1造形材料でビードが造形されたことに起因して、加工ヘッドがテーブルに対して傾いている場合（例えば、終端位置P1eにおいて、加工ヘッドがテーブルに対して傾いている場合）、演算装置501は、加工装置に、加工ヘッドの姿勢を基準姿勢に変更させるための第1姿勢変更情報を生成してもよい。この場合、演算装置501は、第1姿勢変更情報に基づいて加工ヘッドの姿勢が基準姿勢に変更された後に、退避パス情報に基づいて加工ヘッドが材料切替位置に移動されるように、加工制御情報を生成してもよい。尚、加工ヘッドの基準姿勢は、テーブルに対する加工ヘッドの姿勢として規定されていてもよい。尚、第1姿勢変更情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよ

い。つまり、演算装置 501 は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、第 1 姿勢変更情報を生成してもよい。

[0278] 尚、上述したように、テーブルの姿勢が変更されることによって、加工ヘッドがテーブルに対して傾いていることがある。このため、第 1 姿勢変更情報は、加工ヘッドの姿勢を基準姿勢に変更させるための情報に加えて又は代えて、水平に対して傾いている（言い換えれば、チルトしている）テーブルの姿勢を基準姿勢（例えば、水平）に変更させるための情報を含んでいてもよい。

[0279] 演算装置 501 は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）に造形材料を切り替えさせるための情報として、加工ヘッドが材料切替位置（例えば、材料切替位置 P O）に移動した後に、加工装置に、造形材料を第 1 造形材料から第 2 造形材料に切り替えさせるための材料切替情報を生成してもよい。尚、材料切替情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよい。つまり、演算装置 501 は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、材料切替情報を生成してもよい。

[0280] 上述したように、造形材料の切り替え時には、配管（例えば、供給管 11）内に存在する造形材料（つまり、造形物の造形に用いられない造形材料）を排出する必要がある。仮に、配管内に存在する造形材料が適切に排出されなかった場合、造形材料の切り替え後に造形された造形物の品質が低下する可能性がある。このため、演算装置 501 は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 21）を材料切替位置（例えば、材料切替位置 P O）で所定時間待機させるための待機情報を生成してもよい。尚、待機情報は、材料切替情報に含まれていてよい。つまり、演算装置 501 は、材料切替情報の一部として、待機情報を生成してもよい。

[0281] 例えば、第 1 造形材料は第 1 フィーダ（例えば、材料供給源 1 に相当）から配管（例えば、供給管 11）を介して供給されてよい。第 2 造形材料は第 2 フィーダから上記配管を介して供給されてよい。尚、第 1 フィーダ及び第 2 フィーダは、同一の筐体に含まれていてもよいし、互いに異なる筐体に含まれていてもよい。

まれていてもよい。造形材料が第1造形材料から第2造形材料に切り替えられる場合、配管内に存在する第1造形材料を排出するために要する時間は、第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度に応じて変化する。このため、加工ヘッドが材料切替位置で待機する時間（上述の所定時間）は、第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度に応じて変化してもよい。

[0282] 第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度が固定値であり、且つ、既知である場合、演算装置501は、上記待機情報に、第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度を示す情報と、加工装置に、該送り出す速度に基づいて待機時間を算出させるための情報とを含めてよい。第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度が可変値である場合、演算装置501は、上記待機情報に、加工装置に、第2フィーダが第2造形材料を送り出す速度を取得させる情報と、加工装置に、該送り出す速度に基づいて待機時間を算出させるための情報とを含めてよい。尚、演算装置501は、加工装置に、造形材料を第1造形材料から第2造形材料に切り替えさせるための材料切替情報の一部として、加工装置に、第1フィーダから第2フィーダへの変更を指示するための情報を生成してもよい。

[0283] このように構成すれば、材料切替位置における加工ヘッドの待機時間を適切に決定することができる。このため、造形材料が第1造形材料から第2造形材料に切り替えられる際に、配管内に存在する第1造形材料を適切に排出することができる。この結果、造形材料の切り替え後に造形された造形物の品質を向上させることができる。

[0284] 尚、材料切替位置（例えば、材料切替位置P0）が、加工装置（例えば、加工システムSYS）のテーブル（例えば、ステージ31）の上方に位置する場合、造形材料の切替時に材料供給口（例えば、材料ノズル212）から排出された造形材料がテーブル上に堆積する可能性がある。演算装置501は、テーブル上に堆積した造形材料を除去するために、加工装置に、テーブル上に堆積した造形材料を除去させるための情報を生成してもよい。この場合、堆積した造形材料は、パージガス（例えば、チャンバ空間631Nに供

給口 6 2 から供給されるパージガス）によってパージされることにより取り除かれてもよい。堆積した造形材料は、テーブルが X 軸に平行な軸回りに回転されることに起因して、造形材料がテーブルからふり落とされることにより取り除かれてもよい。

[0285] 演算装置 5 0 1 は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）に、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 2 1）を、材料切替位置（例えば、材料切替位置 P 0）からビードの造形開始位置（例えば、始端位置 P 2 s）へ移動させるための情報として、加工ヘッドが材料切替位置から造形開始位置に移動するための経路を示す復帰パス情報を生成してもよい。尚、復帰パス情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよい。つまり、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、復帰パス情報を生成してもよい。

[0286] 加工ヘッドの姿勢が基準姿勢から変更された状態で第 1 造形材料でビードが造形されたことに起因して、加工ヘッドがテーブルに対して傾いている場合（例えば、終端位置 P 1 e において、加工ヘッドがテーブルに対して傾いている場合）、演算装置 5 0 1 は、第 1 造形材料でビードが造形されたときの加工ヘッドの姿勢（例えば、終端位置 P 1 e における加工ヘッドの姿勢）を取得してもよい。そして、退避パス情報に基づいて、加工ヘッドが材料切替位置（例えば、材料切替位置 P 0）に移動する前に、加工ヘッドの姿勢が基準姿勢に変更される場合、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッドの姿勢を、基準姿勢から第 1 造形材料でビードが造形されたときの加工ヘッドの姿勢に変更させるための第 2 姿勢変更情報を生成してもよい。

[0287] この場合、演算装置 5 0 1 は、復帰パス情報に基づいて加工ヘッドが造形開始位置に移行された後に、第 2 姿勢変更情報に基づいて、加工ヘッドの姿勢が、基準姿勢から第 1 造形材料でビードが造形されたときの加工ヘッドの姿勢に変更されるように、加工制御情報を生成してもよい。尚、第 2 姿勢変更情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよい。つまり、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、第

2 姿勢変更情報を生成してもよい。尚、第 1 造形材料でビードが造形されたときの加工ヘッドの姿勢は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）が第 1 パス情報に基づいてビードを造形した後の姿勢である、と言える。

[0288] 尚、退避パス情報は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 2 1）が材料切替位置（例えば、材料切替位置 P O）に移動するための経路を示す情報に加えて、付加造形条件に関する情報を含んでもよい。付加造形条件に関する情報には、造形材料を切り替えるための情報が含まれていてもよい。

[0289] 尚、演算装置 5 0 1 は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド 2 1）が造形エリアから材料切替位置（例えば、材料切替位置 P O）に移動しているときに、加工装置（例えば、加工システム S Y S）に、造形材料の第 1 造形材料から第 2 造形材料への切り替えを開始させるための情報を生成してもよい。このように構成すれば、加工ヘッドが材料切替位置に到達した後に、造形材料の第 1 造形材料から第 2 造形材料への切り替えが開始される場合に比べて、加工ヘッドが材料切替位置で待機する時間を減らすことができる。この結果、造形物（例えば、造形物 O B）の造形に要する時間を短縮することができる。

[0290] ところで、造形材料が粉体である場合、造形材料の切り替えに起因して材料供給口（例えば、材料ノズル 2 1 2）から排出された造形材料が、造形エリアの少なくとも一部（具体的には、既に造形された造形物の上、及び、将来的に造形物が造形される領域の少なくとも一部、の少なくとも一方）に堆積することがある。例えば、加工ヘッドが造形エリアから材料切替位置に移動しているときに、加工装置が造形材料の第 1 造形材料から第 2 造形材料への切り替えを開始する場合には、造形エリアの少なくとも一部に造形材料が堆積する現象が起こりやすい。

[0291] 演算装置 5 0 1 は、加工装置（例えば、加工システム S Y S）に、撮像装置（例えば、撮像ユニット 8）により造形エリアを撮像させるための撮像情報を生成してもよい。演算装置 5 0 1 は、加工装置に、撮像装置により撮像された造形エリアを含む画像に基づいて、造形材料が堆積しているか否かを

判定させるための判定情報を生成してもよい。演算装置501は、造形材料が堆積していると判定された場合に、加工装置に、堆積した造形材料を取り除かせるための除去情報を生成してもよい。尚、堆積した造形材料は、パージガス（例えば、チャンバ空間631Nに供給口62から供給されるパージガス）によってパージされることにより取り除かれてよい。

[0292] 例えば、演算装置501は、上述した材料切替情報に基づいて、造形材料が第1造形材料から第2造形材料に切り替えられた後、上述した復帰パス情報に基づいて、加工ヘッドが移動する前に、上記撮像情報、判定情報及び除去情報に基づく動作が行われるように、加工制御情報を生成してもよい。尚、上記撮像情報、判定情報及び除去情報は、加工ヘッドを移動させるための情報に含まれていてよい。つまり、演算装置501は、加工ヘッドを移動させるための情報の一部として、撮像情報、判定情報及び除去情報を生成してもよい。

[0293] 尚、上述した情報処理装置COMの動作は、演算装置501がCAMソフトウェアSW2を読み込むことにより実現されてよい。つまり、上述した情報処理装置COMの動作は、CAMソフトウェアSW2が備える機能を情報処理装置COMに提供されることにより実現されてよい。

[0294] (3-4) 平坦化处理

例えば図8を参照して説明したように、複数の構造層を積層する三次元造形物STを造形する造形処理では、三次元造形物STの平坦化处理は行われない。言い換えれば、三次元造形物STに平坦化处理を施す場合には、造形処理とは別に平坦化处理を行う必要がある。ところで、比較的複雑な構造を有する造形物及び中空構造の造形物（例えば、配管）の少なくとも一方が造形された後に、該造形物に平坦化处理を施すことが難しい場合がある。そこで、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータ（例えば、情報処理装置COM）は、加工制御情報の一部として、平坦化处理（つまり、平坦化加工）に関する情報を生成してもよい。

[0295] 以下では、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータの一例とし

ての情報処理装置COMを用いて、平坦化処理に関する情報について説明する。ここでは、平坦化処理として、加工ビーム（つまり、造形物が造形される際に、造形材料に照射されるビーム）、又は、加工ビームとは異なる溶融ビームにより造形物の一部を溶融して、造形物を平坦化する処理をあげる。このような平坦化処理は、リメルト加工処理及びアブレーション加工処理の少なくとも一方であってよい。尚、平坦化処理として、リメルト加工処理及びアブレーション加工処理の一方が行われてもよいし、リメルト加工処理及びアブレーション加工処理の両方が行われてもよい。尚、リメルト加工処理及びアブレーション加工処理を含む平坦化処理には、既存の各種態様を適用可能であるので、その詳細についての説明は省略する。

[0296] 尚、以下では、造形材料を供給してビードを造形するための経路を示すパス情報を造形パス情報と称する。また、造形物に平坦化処理を施すための経路を示すパス情報を溶融パス情報と称する。

[0297] 演算装置501は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報に対応する造形物をスライスして、造形物を形成する複数の層の断面（つまり、複数の層状構造物）を夫々示す複数のスライスデータを生成してよい。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、スライスデータを生成しなくてもよい。

[0298] 図8を参照して説明したように、複数の構造層SLが積層されることによって三次元造形物STが造形される。一の構造層（例えば、構造層SL#1）の造形時に、スライスデータにより示される断面の輪郭線（図15の太線参照）からはみ出る部分（所謂“バリ”）が生じることがある。例えば、平坦化処理は、該はみ出る部分を除去するために行われてよい。この場合、一の構造層をその上方から見て、一の構造層の形状が、一の構造層に係るスライスデータにより示される断面の輪郭線に近づく（典型的には、一致する）ように、平坦化処理が行われる。

[0299] 一の構造層をその上方から見た場合、平坦化処理が施される領域は、一の構造層に係るスライスデータにより示される断面のうち、一の構造層に相当

する領域に隣接する領域（例えば、図15の領域AR）であってよい。図8に示すように、一の構造層は、厚み（言い換えれば、Z軸方向の長さ）を有している。実際の平坦化処理において、加工ビーム又は溶融ビームは、一の構造層の側面に照射される。従って、平坦化処理が施される領域は、一の構造層の側面領域であると言える。

[0300] このため、複数の構造層が積層されることによって造形された造形物（例えば、三次元造形物ST）において、平坦化処理が施される領域は、該造形物の側面領域であると言える。例えば図20に示す中空構造を有する造形物OB2の場合、平坦化処理が施される領域は、造形物OB2の外側面領域OW及び内側面領域IWを含んでいてもよい。尚、中空構造を有する造形物OB2について、平坦化処理が施される領域は、外側面領域OW及び内側面領域IWの一方だけであってもよい。

[0301] 平坦化処理が施される領域は、加工ビーム又は溶融ビームにより造形物の一部が溶融される領域である。このため、平坦化処理が施される領域は、溶融領域と称されてもよい。

[0302] 演算装置501は、複数のスライスデータ各々に含まれる断面の輪郭線（つまり、層状構造物の輪郭線）と、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報とに基づいて、溶融領域を設定してよい。この結果、演算装置501は、溶融領域を示す溶融領域情報を取得してよい。尚、一の構造層（つまり、一の層状構造物）の厚みは、スライスデータを生成する際の、スライスの間隔から一義的に決定される。このため、演算装置501は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報に基づいて、一のスライスデータに係る一の構造層の側面領域を特定することができる。演算装置501は、該特定された側面領域を溶融領域の少なくとも一部として設定してよい。

[0303] 尚、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報がCADモデルを示す情報である場合、ユーザは、CADモデル上で溶融領域を予め指定してもよい。3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情

報がCADモデルを示す情報である場合、ユーザは、CADモデルに基づく三次元形状が表示されたGUI（Graphical User Interface）をタッチ操作又はクリック操作することによって、溶融領域を指定してもよい。ユーザは、造形された造形物を全方位から撮像したカメラ画像、及び、造形された造形物のライブ画像の少なくとも一方から、溶融領域を指定してもよい。

[0304] 尚、溶融領域は、ユーザではなく、情報処理装置COM（具体的には、演算装置501）が自動で設定してもよい。例えば、造形物としての曲がったパイプが造形される場合、パイプの形状に起因して、造形物の一部を溶融する加工ビーム又は溶融ビームが、溶融領域内の目標位置に照射できなくなる前に、該目標位置に加工ビーム又は溶融ビームが照射されるように、造形物の一部を溶融するタイミングが自動で設定されてもよい。

[0305] 演算装置501は、溶融領域に基づいて、平坦化処理のために照射される加工ビーム又は溶融ビームを照射する経路（例えば、図20の破線参照）を示す溶融パス情報を生成してよい。このとき、演算装置501は、溶融領域に基づいて、造形された層状構造物の外形をなぞるように、加工ビーム又は溶融ビームを照射する経路を示す溶融パス情報を生成してもよい。言い換えれば、演算装置501は、溶融領域に基づいて、造形された層状構造物の表面に加工ビーム又は溶融ビームが照射されるように溶融パス情報を生成してもよい。尚、「層状構造物の外形をなぞるように」とは、所定の大きさの、加工ビーム又は溶融ビームのスポットが、層状構造物の表面（例えば、側面）上を移動すること、或いは、加工ビーム又は溶融ビームの焦点位置が、層状構造物の表面（例えば、側面）上を移動することを意味する。

[0306] 尚、CAMソフトウェアSW2には、平坦化処理に係る加工ビーム及び溶融ビームの少なくとも一方のスポット径に関する情報が予め含まれていてもよい。尚、スポット径に関する情報には、加工装置（例えば、加工システムSYS）の光学系（例えば、照射光学系211）の基準面から加工点（つまり、平坦化処理の対象物上の点）までの距離が含まれていてもよい。尚、該

距離は、レーザスポット距離と称されてもよい。演算装置501は、溶融領域と、スポット径に関する情報とに基づいて、溶融パス情報を生成してもよい。演算装置501は、溶融パス情報を生成する際に、加工ビーム又は溶融ビームの照射角度を設定してもよい。この場合、溶融パス情報は、照射角度を規定する照射角度情報を含むと言える。

[0307] 演算装置501は、造形パス情報に基づいて造形物（例えば、三次元造形物ST）の少なくとも一部が造形された後に、溶融パス情報に基づいて、該造形された造形物の少なくとも一部に対して平坦化処理が施されるように、造形パス情報及び溶融パス情報を含む加工制御情報（例えば、NCプログラム）を生成してよい。尚、演算装置501は、造形パス情報及び溶融パス情報が1つのファイルに含まれるように加工制御情報を生成してもよい。尚、造形パス情報に基づいて造形物の少なくとも一部が造形されることによって、既に造形された部分に他の部分が付加される。このため、造形パス情報に基づいて造形物の少なくとも一部が造形されることは、付加加工と称されてもよい。溶融パス情報に基づいて行われる平坦化処理（つまり、平坦化加工）は、付加加工に追加して行われる加工であるので、追加工と称されてもよい。

[0308] 造形パス情報に基づいて造形物の少なくとも一部が造形された後に、溶融パス情報に基づいて平坦化処理が施されるように生成された加工制御情報は、造形物の少なくとも一部を造形するための造形処理と、平坦化処理との実行順序を規定している。このため、加工制御情報は、溶融パス情報に基づいて平坦化処理が実行されるタイミングを示すタイミング情報を含む、と言える。

[0309] 情報処理装置COMの動作について図21のフローチャートを参照して説明を加える。情報処理装置COMの演算装置501は、造形物の3Dモデルをスライスして、スライスデータを生成してよい（ステップS401）。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、ステップS401の処理を行わなくてもよい。

- [0310] ここでは、ステップS401の処理において、N個のスライスデータが生成されたものとする。演算装置501は、N個のスライスデータにより夫々示される造形物の第1層から第N層までを夫々造形するための造形パス情報を生成する（ステップS402）。
- [0311] 演算装置501は、溶融領域を示す溶融領域情報を取得する（ステップS403）。演算装置501は、溶融領域情報により示される溶融領域に基づいて、平坦化処理のために照射される加工ビーム又は溶融ビームを照射する経路を示す溶融パス情報を生成する（ステップS404）。ステップS404の処理において、演算装置501は、複数の溶融パス情報を生成してよい。
- [0312] 次に、演算装置501は、ステップS402の処理において生成された造形パス情報に基づいて行われる造形と、ステップS404の処理において生成された溶融パス情報に基づいて行われる平坦化処理との実行順序を設定する（ステップS405）。例えば、ステップS405の処理において、演算装置501は、造形パス情報に基づいて、造形物の第1層から第N層までが造形された後に、溶融パス情報に基づいて平坦化処理が行われるように、実行順序を設定してもよい。例えば、ステップS405の処理において、演算装置501は、複数の造形パス情報のうち一部の造形パス情報に基づいて、造形物の一部が造形された後に、溶融パス情報に基づいて、該造形された造形物の一部に対して平坦化処理が行われるように、実行順序を設定してもよい。
- [0313] 尚、演算装置501は、造形パス情報及び溶融パス情報に加えて、加工装置（例えば、加工システムSYS）が、造形パス情報に基づいて加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を動作させるモードと、溶融パス情報に基づいて加工ヘッドを動作させるモードとを切り替えるための処理を行う位置に、加工ヘッドを移動させるための経路を示すパス情報を生成してもよい。この場合、加工ヘッドは、造形パス情報により示される経路に沿って移動した後、溶融パス情報により示される経路に沿って移動する前に、上記生成された

パス情報により示される経路に沿って移動してよい。また、加工ヘッドは、溶融パス情報により示される経路に沿って移動した後、造形パス情報により示される経路に沿って移動する前に、上記生成されたパス情報により示される経路に沿って移動してよい。

[0314] 造形パス情報及び溶融パス情報を含む加工制御情報に基づいて動作する加工装置（例えば、加工システムS Y S）は、加工制御情報に含まれる造形パス情報に基づいて、ビーム照射装置（例えば、照射光学系2 1 1）により加工ビーム（例えば、加工光E L）が照射される位置に、材料供給口（例えば、材料ノズル2 1 2）から造形材料を供給して造形物の少なくとも一部を造形してよい。加工装置は更に、加工制御情報に含まれる溶融パス情報に基づいて、材料供給口から造形材料を供給することなく、ビーム照射装置から加工ビーム又は溶融ビームを照射して、造形された造形物の少なくとも一部に対して平坦化処理（つまり、平坦化加工）を行ってよい。尚、ビードの造形方法については、上述した「（2）加工システムS Y Sの動作」を参照されたい。

[0315] 演算装置5 0 1は、造形パス情報に基づいて、加工装置（例えば、加工システムS Y S）がビード（つまり、造形物の少なくとも一部）を造形するときの加工ビーム（例えば、加工光E L）のスポット径及びパワーの少なくとも一方を規定する第1ビーム情報を生成してもよい。この場合、加工装置は、第1ビーム情報に基づいて、第1ビーム情報により規定される加工ビームが造形材料に照射されるように、光源（例えば、光源4）を制御してもよい。また、演算装置5 0 1は、溶融パス情報に基づいて、加工装置（例えば、加工システムS Y S）が造形物の少なくとも一部に平坦化処理を施すときの、加工ビーム又は溶融ビームのスポット径及びパワーの少なくとも一方を規定する第2ビーム情報を生成してもよい。この場合、加工装置は、第2ビーム情報に基づいて、第2ビーム情報により規定される加工ビーム又は溶融ビームが造形物の少なくとも一部に照射されるように、光源を制御してもよい。尚、第1ビーム情報により規定されるスポット径は、第2ビーム情報によ

り規定されるスポット径と異なってもよい。第1ビーム情報により規定されるパワーは、第2ビーム情報により規定されるパワーと異なってもよい。尚、加工制御情報は、第1ビーム情報及び第2ビーム情報の少なくとも一方を含んでいてもよい。つまり、演算装置501は、加工制御情報の一部として、第1ビーム情報及び第2ビーム情報の少なくとも一方を生成してもよい。尚、加工制御情報は、加工装置（例えば、加工システムSYS）の加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）の移動速度に係るヘッド速度情報を含んでいてもよい。つまり、演算装置501は、加工制御情報の一部として、ヘッド速度情報を生成してもよい。

[0316] 尚、演算装置501は、第1の造形パス情報に基づいて造形物の一部が造形された後に、第1の溶融パス情報に基づいて、該造形された造形物の一部に対して平坦化処理が施され、その後、第2の造形パス情報に基づいて造形物の他の部分が造形された後に、第2の溶融パス情報に基づいて、該造形された造形物の他の部分に平坦化処理が施されるように、造形パス情報及び溶融パス情報を含む加工制御情報を生成してよい。

[0317] 図8を参照して説明したように、造形物（例えば、三次元造形物ST）は、その下層側の構造層（例えば、構造層SL#1）から順番に造形され、造形された複数の構造層が積層されることによって、造形される。このため、造形物の一部が造形された後に、該造形された造形物の一部に対して平坦化処理を施す場合に、何らの対策も採らなければ、加工装置（例えば、加工システムSYS）の光学系（例えば、照射光学系211）の一部が、造形物の一部に接触することに起因して、平坦化処理を適切に行うことができない可能性がある。

[0318] 図22（a）に示すような、比較的複雑な配管PIの場合、例えば点線円Cで囲まれた配管内部に対する平坦化処理は、図22（a）に示す状態まで配管PIが造形された後に行うことはできない。点線円Cで囲まれた配管内部に対する平坦化処理は、例えば図22（b）に示す状態で行われてよい。

[0319] これらのことに鑑みて、演算装置501は、造形パス情報に基づいて、i

番目のスライスデータにより示される第 i 層の層状構造物から j 番目のスライスデータにより示される第 j 層の層状構造物まで造形された後に、 i 番目のスライスデータから j 番目のスライスデータに基づいて生成された溶融パス情報に基づいて、第 i 層から第 j 層までの層状構造物に対して平坦化処理が施されるように、造形パス情報及び溶融パス情報を含む加工制御情報を生成してよい。尚、“ i ”は“ j ”より小さい値である。

[0320] 例えば、演算装置 501 は、第 i 層から第 j 層までの層状構造物の高さと、レーザスポット距離（つまり、加工装置の光学系の基準面から加工点までの距離）とに基づいて、第 j 層を決定してもよい。例えば、演算装置 501 は、第 i 層から第 j 層までの層状構造物の高さが、一層の層状構造物の高さ d_z に所定の定数を掛けた値を超えないように、第 j 層を決定してもよい。

[0321] 演算装置 501 は、次のように第 j 層を決定してもよい。演算装置 501 は、第 $k+1$ 番目のスライスデータにより示される第 $k+1$ 層の層状構造物の造形形状に起因して、第 k 層の層状構造物の少なくとも一部に対する平坦化処理が妨げられるか否かを判定してよい。第 $k+1$ 層の層状構造物の造形形状に起因して、第 k 層の層状構造物の少なくとも一部に対する平坦化処理が妨げられると判定された場合、演算装置 501 は、第 k 層を、上記第 j 層として決定してもよい。尚、ユーザは、入力装置 504 を介して、第 j 層を指定してもよい。

[0322] 尚、上述した情報処理装置 COM の動作は、演算装置 501 が CAM ソフトウェア SW2 を読み込むことにより実現されてよい。つまり、上述した情報処理装置 COM の動作は、CAM ソフトウェア SW2 が備える機能を情報処理装置 COM に提供されることにより実現されてよい。

[0323] 上述したように、演算装置 501 が、造形パス情報及び溶融パス情報を含む加工制御情報（例えば、NC プログラム）を生成することにより、一台の加工装置（例えば、加工システム SYS）が、造形物を造形する造形処理と、造形された造形物に対する平坦化処理とを行うことができる。例えば、中空構造の造形物（例えば、配管）について、造形物の一部の造形と、該造形

された部分に対する平坦化処理とを交互に行うことにより、特に、中空構造の造形物の内壁（つまり、造形物の造形終了後に平坦化処理を施すことが難しい部分）を平坦化しつつ、造形物を造形することができ、実用上非常に有利である。

[0324] (3-5) 計測パス情報

加工装置（例えば、加工システムS Y S）は、計測器を備えていてもよい。計測器は、造形物の、幾何精度（例えば、高さ、X Y寸法）、表面粗さ、欠陥、す（つまり、細かい泡のような穴）及び探傷の少なくとも一つを計測するための機器を意味してもよい。幾何精度等は、造形物が意図したとおりに（例えば、3 DモデルファイルF 1 1により示される三次元モデル情報どおりに）造形されたか否かを判定するための指標である。このため、計測器は、製品検査装置と称されてもよい。計測器は、造形物の温度（“ワーク温度”と称されてもよい）を計測するための機器を意味してもよい。この場合、計測器は、温度検出装置と称されてもよい。計測器は、熔融池（例えば、熔融池M P）を観察するための機器を意味してもよい。計測器は、加工装置（例えば、加工システムS Y S）の内部（例えば、チャンバ空間6 3 I N）のリアルタイムでの観察（言い換えれば、ライブビュー）を実現するための機器を意味してもよい。これらの場合、計測器は、観察装置と称されてもよい。

[0325] 計測器は、レーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方であってよい。尚、レーザスキャナは、三次元スキャナであってもよい。撮像装置は、ステレオカメラであってもよい。計測器は、加工装置内部（例えば、チャンバ空間6 3 I N）を移動可能なように加工装置に設置されている。例えば、計測器は、加工ヘッド（例えば、加工ヘッド2 1）を収容する筐体（例えば、ヘッド筐体2 1 3）に配置されていてもよい。この場合、計測器は、加工ヘッドと一緒に移動する。或いは、計測器は、加工ヘッドを収容する筐体とは異なる、計測器を移動させるための部材に配置されていてもよい。該計測器を移動させるための部材は、計測専用ヘッドと称されてもよい。この場合、計

測器及び加工ヘッドは、互いから独立して移動する。

[0326] CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータ（例えば、情報処理装置COM）は、加工制御情報の一部として、計測器による計測に関する情報を生成してもよい。以下では、CAMソフトウェアSW2を実行するコンピュータの一例としての情報処理装置COMを用いて、計測に関する情報について説明する。尚、以下では、造形材料を供給してビードを造形するための経路を示すパス情報を造形パス情報と称する。また、計測器が造形物を計測するための経路を示すパス情報を計測パス情報と称する。

[0327] 尚、計測器が加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）と一緒に移動する場合、造形パス情報と計測パス情報とは1つのファイルに含まれていてもよい。また、計測器及び加工ヘッドが、互いから独立して移動する場合にも、造形パス情報（つまり、加工ヘッドを移動させるための情報）と、計測パス情報（つまり、計測専用ヘッドを移動させるための情報）とは1つのファイルに含まれていてもよい。上述したように、計測器は、造形物の幾何精度等を計測してよい。幾何精度等は、構造部をその外部から計測することにより求めることができる。例えば図8を参照して説明したように、複数の構造層SLが積層されることによって三次元造形物STが造形される。図8に示すように、一の構造層（例えば、構造層SL#1）は、厚み（言い換えれば、Z軸方向の長さ）を有している。一の構造層が造形された場合、計測器は、一の構造層の側面及び上面を計測することができる。従って、複数の構造層SLが積層されてなる三次元構造物STが造形された場合、計測器は、三次元造形物STの側面及び上面を計測することができる。中空構造を有する造形物の場合、造形物の上面に開口が存在すれば（例えば、図20に示す造形物OB2参照）、計測器は、該造形物の外壁（即ち、外側面）、内壁（即ち、内側面）及び上面を計測することができる。

[0328] 造形物の側面（外側面及び内側面を含む）と上面とは、造形物の表面である。このため、計測器は、造形物の表面を計測する、と言える。従って、計測器が計測を行う領域は、造形物の表面領域を含んでよい。尚、造形物の内

壁は、造形物の内部の表面である。このため、計測器が造形物の内壁を計測することは、計測器が造形物の内部を計測することと言い換えることができる。尚、計測器が計測を行う領域は、計測領域と称されてもよい。例えば図20に示す中空構造を有する造形物OB2の場合、計測領域は、造形物OB2の外側面領域OW及び内側面領域IWを含んでいてもよい。尚、中空構造を有する造形物OB2について、計測領域は、外側面領域OW及び内側面領域IWの一方だけであってもよい。

[0329] 演算装置501は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報に対応する造形物をスライスして、造形物を形成する複数の層の断面（つまり、複数の層状構造物）を夫々示す複数のスライスデータを生成してよい。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、スライスデータを生成しなくてもよい。

[0330] 演算装置501は、複数のスライスデータ各々に含まれる断面の輪郭線（つまり、層状構造物の輪郭線）と、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報とに基づいて、計測領域を設定してよい。この結果、演算装置501は、計測領域を示す計測領域情報を取得してよい。尚、一の構造層（つまり、一の層状構造物）の厚みは、スライスデータを生成する際の、スライスの間隔から一義的に決定される。このため、演算装置501は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報に基づいて、一のスライスデータに係る一の構造層の側面領域を特定することができる。演算装置501は、該特定された側面領域を計測領域の少なくとも一部として設定してよい。つまり、計測領域は、ユーザではなく、情報処理装置COM（具体的には、演算装置501）が自動で設定してもよい。

[0331] 尚、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報がCADモデルを示す情報である場合、ユーザは、CADモデル上で計測領域を予め指定してもよい。3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報がCADモデルを示す情報である場合、ユーザは、CADモデルに基づく三次元形状が表示されたGUIをタッチ操作又はクリック操作することによ

って、計測領域を指定してもよい。ユーザは、造形された造形物を全方位から撮像したカメラ画像、及び、造形された造形物のライブ画像の少なくとも一方から、計測領域を指定してもよい。

[0332] 演算装置501は、計測領域に基づいて、計測器が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報を生成してよい。造形物の表面は、造形物の外形と言い換えることができる。造形される造形物は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報に対応する（言い換えれば、三次元モデル情報により示される）造形物である。このため、三次元モデル情報は、造形物の外形に関する情報を含んでいる、と言える。上述したように計測領域は、造形物の表面領域を含んでよい。このため、計測パス情報は、造形物を示す三次元モデル情報の外形に関する情報に基づいて生成される、と言える。

[0333] 計測器には、造形物を適切に計測可能な距離の範囲が存在する。このような距離の範囲はスタンドオフ距離と称されてもよい。演算装置501は、計測領域及びスタンドオフ距離に基づいて計測パス情報を生成してもよい。尚、CAMソフトウェアSW2には、計測機に係るスタンドオフ距離に関する情報が予め含まれていてもよい。

[0334] 演算装置501は、造形パス情報に基づいて造形物（例えば、三次元造形物ST）の少なくとも一部が造形された後に、計測パス情報に基づいて、該造形された造形物の少なくとも一部を計測器が計測するように、造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報（例えば、NCプログラム）を生成してよい。尚、演算装置501は、造形パス情報及び計測パス情報が1つのファイルに含まれるように加工制御情報を生成してもよい。

[0335] 情報処理装置COMの動作について図23のフローチャートを参照して説明を加える。情報処理装置COMの演算装置501は、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報を取得する（ステップS501）。

[0336] 演算装置501は、ステップS501の処理において取得された三次元モデル情報に対応する造形物（つまり、造形物の3Dモデル）をスライスして

、スライスデータを生成してよい。尚、造形物が一層で形成される場合、演算装置501は、スライスデータを生成しなくてもよい。演算装置501は、スライスデータに基づいて、造形パス情報を生成してよい（ステップS502）。尚、スライスデータが生成されない場合、演算装置501は、造形物の3Dモデルに基づいて造形パス情報を生成してもよい。

[0337] 演算装置501は、計測領域を示す計測領域情報を取得する（ステップS503）。演算装置501は、計測領域情報により示される計測領域に基づいて、計測器が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報を生成する（ステップS504）。ステップS504の処理において、演算装置501は、複数の計測パス情報を生成してよい。

[0338] 尚、演算装置501は、造形パス情報及び計測パス情報に加えて、加工装置（例えば、加工システムSYS）が、造形パス情報に基づいて加工ヘッド（例えば、加工ヘッド21）を動作させるモードと、計測パス情報に基づいて計測器を動作させるモードとを切り替えるための処理を行う位置に、加工ヘッドを移動させるための経路を示すパス情報を生成してもよい。この場合、加工ヘッドは、造形パス情報により示される経路に沿って移動した後、計測器が計測パス情報により示される経路に沿って移動する前に、上記生成されたパス情報により示される経路に沿って移動してよい。また、計測器は、計測パス情報により示される経路に沿って移動した後、加工ヘッドが造形パス情報により示される経路に沿って移動する前に、上記生成されたパス情報により示される経路に沿って移動してよい。

[0339] 造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報に基づいて動作する加工装置（例えば、加工システムSYS）は、加工制御情報に含まれる造形パス情報に基づいて、ビーム照射装置（例えば、照射光学系211）により加工ビーム（例えば、加工光EL）が照射される位置に、材料供給口（例えば、材料ノズル212）から造形材料を供給して造形物の少なくとも一部を造形してよい。加工装置は更に、加工制御情報に含まれる計測パス情報に基づいて、計測器を用いて造形された造形物の少なくとも一部の計測を行ってよ

い。

[0340] 計測器が撮像装置（例えば、カメラ）である場合、演算装置501は、造形物を計測するための経路上の撮像位置（つまり、撮像装置が造形物を撮像する位置）で撮像装置が一時的に停止するように、計測パス情報を生成してもよい。この場合、計測パス情報には、撮像装置を造形物を計測するための経路に沿って移動させるための移動情報と、撮像装置を一時的に停止させるための停止情報と、撮像装置に造形物を撮像させるための撮像情報とを含んでいてよい。

[0341] 具体的には、演算装置501は、第1の移動情報に基づいて撮像装置が移動した後に、第1の停止情報に基づいて撮像装置が停止し、第1の撮像情報に基づいて撮像装置が造形物を撮像し、その後、第2の移動情報に基づいて撮像装置が移動するように、計測パス情報を生成してもよい。

[0342] 計測器が撮像装置である場合の計測パス情報により示される経路の一例を図18（a）に示す。図18（a）において、矢印は経路を示している。図18（a）において、黒丸は撮像装置が一時的に停止する位置を示している。図18（a）において、点線の四角形は撮像装置の撮像範囲を示している。

[0343] 尚、停止情報は、撮像装置を一時的に停止させる位置を示す情報を含んでもよい。この場合、停止情報は位置情報と称されてもよい。尚、撮像装置を一時的に停止させる位置は、撮像装置の撮像範囲に関する情報（例えば、画角）に基づいて決定されてよい。例えば、撮像装置の画角が比較的に広い場合、撮像装置を一時的に停止させる第1の位置と、該第1の位置の次に、撮像装置を一時的に停止させる第2の位置との間隔は、比較的に広くてよい。例えば、撮像装置の画角が比較的に狭い場合、撮像装置を一時的に停止させる第1の位置と、該第1の位置の次に、撮像装置を一時的に停止させる第2の位置との間隔は、比較的に狭くてよい。いずれの場合においても、演算装置501は、第1の位置で撮像装置が撮像した画像の一部と、第2の位置で撮像装置が撮像した画像の一部とが重複するように、撮像装置を一時的に停止さ

せる位置を決定してよい。

[0344] 演算装置501は、計測器としての撮像装置が、造形物を計測するための経路を移動するときの移動速度を決定してもよい。この場合、計測装置501は、移動速度に基づいて、撮像装置が撮像する画像の枚数を決定してもよい。計測装置501は、移動速度が大きいほど、画像の枚数を少なくしてよい。言い換えれば、計測装置501は、移動速度が小さいほど、画像の枚数を多くしてよい。この場合、計測装置501は、撮像装置が撮像する画像の枚数に基づいて、撮像装置を一時的に停止させる位置を決定してもよい。尚、演算装置501は、移動速度を示す速度情報、及び、撮像装置により撮像される画像の枚数を示す画像数情報の少なくとも一方を計測パス情報に含めてもよい。

[0345] 尚、撮像装置が単一の二次元カメラである場合、演算装置501は、撮像装置が一時的に停止された位置（つまり、撮像位置）に基づいて、複数の画像を繋ぎ合わせることによって、計測データを生成してもよい。撮像装置がステレオカメラである場合、演算装置501は、先ず、撮像装置が一時的に停止された複数の位置で撮像装置が撮像した画像に基づいて、複数の点群データを生成してもよい。演算装置501は、次に、撮像装置が一時的に停止された位置（つまり、撮像位置）に基づいて、複数の点群データを繋ぎ合わせるによって、計測データを生成してもよい。或いは、演算装置501は、ベストフィット処理により、複数の点群データを繋ぎ合わせるによって、計測データを生成してもよい。尚、演算装置501は、計測データを記憶装置502に記憶させてよい。演算装置501は、計測データをユーザに提示するように出力装置505を制御してもよい。

[0346] 計測器がレーザスキャナである場合、演算装置501は、造形物を計測するための経路上の計測範囲（つまり、レーザスキャナが造形物の計測を行う範囲）でレーザスキャナの移動速度が一時的に低下するように、計測パス情報を生成してもよい。この場合、計測パス情報には、レーザスキャナを造形物を計測するための経路に沿って移動させるための移動情報と、レーザスキ

ャナの移動速度を一時的に低下させる範囲を示す範囲情報と、レーザスキャナに造形物の計測を行わせるための計測情報とを含んでいてよい。

[0347] 計測器がレーザスキャナである場合の計測パス情報により示される経路の一例を図18(b)に示す。図18(b)において、矢印は経路を示している。矢印のうち破線で示した部分は、レーザスキャナの移動速度を一時的に低下させる範囲に対応している。

[0348] 計測器がレーザスキャナである場合、演算装置501は、レーザスキャナが造形物の計測を行った位置に基づいて、レーザスキャナの計測結果としての点群データを繋ぎ合わせることによって、計測データを生成してもよい。尚、演算装置501は、計測データを記憶装置502に記憶させてよい。演算装置501は、計測データをユーザに提示するように出力装置505を制御してもよい。

[0349] 演算装置501は、上述の如く生成した計測パス情報を、3DモデルファイルF11により示される三次元モデル情報と紐づけて、記憶装置502に記憶させてよい。例えば、3DモデルファイルF11#1により示される三次元モデル情報に紐づけられている計測パス情報MP#1が記憶装置502に記憶されているものとする。3DモデルファイルF11#1とは異なる3DモデルファイルF11#2により示される三次元モデル情報が、3DモデルファイルF11#1により示される三次元モデル情報と同一である場合、演算装置501は、記憶装置502に記憶されている計測パス情報MP#1を、3DモデルファイルF11#2により示される三次元モデル情報に係る造形物を計測器が計測するための経路を示す計測パス情報として用いてもよい。

[0350] 或いは、3DモデルファイルF11#2により示される三次元モデル情報が、3DモデルファイルF11#1により示される三次元モデル情報と相似である場合、演算装置501は、記憶装置502に記憶されている計測パス情報MP#1により示される経路に、所定の係数を掛けることにより、3DモデルファイルF11#2により示される三次元モデル情報に係る造形物を

計測器が計測するための経路を示す計測パス情報を生成してもよい（図 19 参照）。尚、所定の係数は、3Dモデルファイル F 1 1 # 1 により示される三次元モデル情報と、3Dモデルファイル F 1 1 # 2 により示される三次元モデル情報との相似比に基づいて決定されてよい。

[0351] 尚、演算装置 5 0 1 は、第 1 の造形パス情報に基づいて造形物の一部が造形された後に、第 1 の計測パス情報に基づいて、計測器が該造形された造形物の一部を計測し、その後、第 2 の造形パス情報に基づいて造形物の他の部分が造形された後に、第 2 の計測パス情報に基づいて、計測器が該造形された造形物の他の部分を計測するように、造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報を生成してよい。

[0352] 計測器が撮像装置である場合、演算装置 5 0 1 は、一層の層状構造物が造形される度に、撮像装置に造形された層状構造物の断面を撮像させるための情報を生成してもよい。加工制御情報は、該撮像装置に造形された層状構造物の断面を撮像させるための情報を含んでいてもよい。つまり、演算装置 5 0 1 は、加工制御情報の一部として、撮像装置に造形された層状構造物の断面を撮像させるための情報を生成してもよい。尚、撮像装置が複数の層状構造物の断面各々を撮像した複数の断面画像は、スティッチング処理が施された後に、記憶装置 5 0 2 に記憶されてもよい。

[0353] 尚、演算装置 5 0 1 は、計測器が既に造形された造形物の一部の計測を行うとともに、造形パス情報に基づいて造形物の他の部分が造形されるように、造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報を生成してもよい。この場合、計測パス情報には、計測器が計測を開始するための条件を示す条件情報が含まれていてもよい。条件情報は、上記造形物の一部が造形されてからの経過時間、及び、上記造形物の一部の温度の少なくとも一方を含んでよい。このように構成すれば、上記造形物の一部の温度変化の影響を抑制しつつ、計測器が造形物の一部の計測を行うことができる。尚、加工装置は、反射型の温度センサを備えていてもよい。この場合、加工装置は、条件情報により示される上記造形物の一部の温度が満たされたか否かを、反射型の

温度センサの出力に基づいて判定してもよい。

[0354] 尚、加工装置（例えば、加工システム S Y S）は、一の計測器としてのレーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方に加えて、他の計測器としての超音波計測器を備えていてもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、一の計測器としてのレーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報と、他の計測器としての超音波計測器が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報とを生成してもよい。この場合、上記一の計測器及び他の計測器が造形物を計測することによって、造形物の表面形状と内部欠陥とを同時に計測することができる。

[0355] 尚、加工装置（例えば、加工システム S Y S）は、一の計測器としてのレーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方に加えて、他の計測器としての表面粗さ計測器を備えていてもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、一の計測器としてのレーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報と、他の計測器としての表面粗さ計測器が造形物を計測するための経路を示す計測パス情報とを生成してもよい。

[0356] 尚、演算装置 5 0 1 は、造形パス情報及び計測パス情報に加えて、溶融パス情報（“（３－４）平坦化处理”参照）を含む加工制御情報を生成してもよい。この場合、演算装置 5 0 1 は、造形パス情報に基づいて造形物の少なくとも一部が造形された後に、第 1 の計測パス情報に基づいて計測器が造形物の少なくとも一部を計測し、溶融パス情報に基づいて造形物の少なくとも一部に対して平坦化处理が行われた後に、第 2 の計測パス情報に基づいて計測器が平坦化处理が施された部分を計測するように、加工制御情報を生成してもよい。この場合、ユーザは、第 1 の計測パス情報に基づいて計測器が造形物の少なくとも一部を計測した計測データと、第 2 の計測パス情報に基づいて計測器が平坦化处理が施された部分を計測した計測データとを比較することにより、平坦化处理の効果を確認することができる。

[0357] 尚、「（３－２）ビード幅可変造形」において説明したように、造形パス情報には、第 1 の幅でビードを造形する経路を示す第 1 パス情報と、第 2 の

幅でビードを造形する経路を示す第2パス情報とが含まれていてもよい。また、第1パス情報及び第2パス情報の少なくとも一方は、隣り合う2つのビードの重なり度合を示す情報を含んでいてもよい。この場合、演算装置501は、造形パス情報に含まれる第1パス情報及び第2パス情報の少なくとも一方に基づいて造形物の少なくとも一部（例えば、一層の層状構造物）が造形された後に、計測パス情報に基づいて計測器が造形物の少なくとも一部を計測するように、加工制御情報を生成してもよい。この場合、ユーザは、計測パス情報に基づいて計測器が造形物の少なくとも一部を計測した計測データから、第1パス情報及び第2パス情報の少なくとも一方に基づいて造形されたビードの仕上がり具合、及び、造形されたビードの表面の凹凸の少なくとも一方を確認することができる。

[0358] 尚、上述した情報処理装置COMの動作は、演算装置501がCAMソフトウェアSW2を読み込むことにより実現されてよい。つまり、上述した情報処理装置COMの動作は、CAMソフトウェアSW2が備える機能を情報処理装置COMに提供されることにより実現されてよい。

[0359] 上述したように、演算装置501が、造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報（例えば、NCプログラム）を生成することにより、一台の加工装置（例えば、加工システムSYS）が、造形物を造形する造形処理と、造形された造形物を計測する計測処理とを行うことができる。

[0360] 例えば、造形処理を加工装置が行い、計測処理を、加工装置とは異なる計測装置が行う比較例において、造形物の造形の途中に、造形された部分について計測処理が行われる場合、次のようなユーザの作業が発生する。即ち、上記造形された部分が所定温度以下になるまで待機した後、上記造形された部分を加工装置から取り外して、計測装置に取り付ける。そして、計測装置による計測処理が終了した後に、上記造形された部分を計測装置から取り外して、加工装置に再度取り付ける。

[0361] これに対して、演算装置501が、造形パス情報及び計測パス情報を含む加工制御情報を生成すれば、上述したようなユーザの作業は発生しない。こ

のため、計測処理に要する時間を短縮することができる。この結果、造形物を造形するために要する時間を短縮することができる。加えて、上記造形された部分を加工装置に再度取り付ける必要がないので、再度の取り付けに起因する取付誤差が生じることを防止することができる。

[0362] <付記>

以上に説明した実施形態に関して、さらに以下の付記を開示する。

[0363] (付記 1)

付加加工装置が、複数の層で構成される造形物を造形するための加工方法であって、

前記複数の層のうちの第 1 の層内において、第 1 の幅で前記造形物を造形する経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記第 1 の幅でビードを造形することと、

前記第 1 の層内において、前記第 1 の幅とは異なる第 2 の幅で前記造形物を造形する経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記第 2 の幅でビードを造形することと、

を含む加工方法。

[0364] (付記 2)

前記第 1 パス情報に基づいて形成されるビードと前記第 2 パス情報に基づいて形成されるビードとが、前記第 1 の層内で隙間なく造形されるように、前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される

付記 1 に記載の加工方法。

[0365] (付記 3)

前記第 1 の層内での造形において、前記付加加工装置の加工ヘッドと、前記造形物が載置されるテーブルとを相対的に走査してビードを造形するための走査方向と交差する方向に関して、前記第 1 パス情報に基づくビードと前記第 2 パス情報に基づくビードとが隙間なく造形されるように前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される

付記 1 又は 2 に記載の加工方法。

[0366] (付記4)

前記第1の層内の第1領域を前記第1の幅のビードのみで造形すると隙間が生じる場合に、前記第1領域の一部を前記第1の幅のビードと前記第2の幅のビードで造形することにより前記第1領域内が隙間なく造形されるように、前記第1パス情報及び前記第2パス情報が生成される

付記1乃至3のいずれか一項に記載の加工方法。

[0367] (付記5)

前記第1の層内の第1領域を前記第1の幅のビードのみで造形すると第1の量の隙間が生じる場合に、前記第1領域内の一部を前記第1の幅のビードと前記第2の幅のビードで造形することにより前記第1の量よりも少ない隙間で造形されるように、前記第1パス情報及び前記第2パス情報が生成される

付記1乃至4のいずれか一項に記載の加工方法。

[0368] (付記6)

前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報のそれぞれは、前記造形物の形状を示す3Dモデル情報から得られる造形形状及び造形サイズの少なくとも一方の情報に基づいて生成される

付記5に記載の加工方法。

[0369] (付記7)

前記第1パス情報及び前記第2パス情報は1つのファイルに含まれる

付記1乃至6のいずれか一項に記載の加工方法。

[0370] (付記8)

前記第1パス情報及び前記第2パス情報は、前記造形物の形状を示す3Dモデル情報に基づいて生成される

付記1乃至7のいずれか一項に記載の加工方法。

[0371] (付記9)

前記第1パス情報及び前記第2パス情報は、隣り合う前記第1の幅のパス間の第1の重なり度合い、及び、隣り合う前記第2の幅のパス間の第2の重

なり度合いに基づいて生成される

付記 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0372] (付記 1 0)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、前記造形物を造形する造形速度及び造形精度の少なくとも一方を示す造形モードに基づいて生成される

付記 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0373] (付記 1 1)

前記付加加工装置に係る装置情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

付記 1 乃至 1 0 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0374] (付記 1 2)

前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値は、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る最大値及び最小値である

付記 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0375] (付記 1 3)

前記付加加工装置は、加工ビームを射出するための光学系を有し、

前記装置情報は、前記光学系に係る光学系情報を含み、

前記装置情報に含まれる前記光学系情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

付記 1 1 又は 1 2 に記載の加工方法。

[0376] (付記 1 4)

前記光学系は、前記加工ビームの集光位置を変更可能なガルバノスキャナを含み、

前記光学系情報は、前記ガルバノスキャナによる前記集光位置の可変範囲を示す範囲情報を含み、

前記範囲情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

付記 1 3 に記載の加工方法。

[0377] (付記 1 5)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報のそれぞれは、少なくとも前記光学系を含む加工ヘッドの移動経路を示すパス情報であり、

前記ガルバノスキャナを制御するための制御情報は、前記前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報に基づいて生成される

付記 1 4 に記載のデータ生成方法。

[0378] (付記 1 6)

前記光学系は、前記加工ビームのスポット径を変更可能に構成されており、

前記光学系情報は、前記加工ビームのスポット径の可変範囲を示す情報を含み、

前記加工光のスポット径の可変範囲を示す情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

付記 1 3 に記載の加工方法。

[0379] (付記 1 7)

前記付加加工装置は、DED方式の付加加工装置である

付記 1 乃至 1 6 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0380] (付記 1 8)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が、造形物を造形するための加工方法であって、

第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形することと、

前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形することと、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に

基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に変更するための位置に前記加工ヘッドを移動させることと、

を含む加工方法。

[0381] (付記 19)

前記第 1 パス情報、前記第 2 パス情報、及び、前記加工ヘッドを移動させるための情報は 1 つのファイルに含まれる

付記 18 に記載の加工方法。

[0382] (付記 20)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが造形エリアから退避するための位置を示す退避位置情報を含む

付記 18 又は 19 に記載の加工方法。

[0383] (付記 21)

前記退避位置情報は複数の退避位置を示す情報を含み、

前記複数の退避位置のうち、前記第 1 パス情報に基づくビードの造形終了位置から最も近い退避位置に前記加工ヘッドを移動させることを含む

付記 20 に記載の加工方法。

[0384] (付記 22)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置に移動するための経路である退避パス情報を更に含む

付記 21 に記載の加工方法。

[0385] (付記 23)

前記退避パス情報は、前記造形物の形状及び前記造形物が載置されるテーブルと前記加工ヘッドの相対的な傾きの少なくとも一方に基づいて生成される

付記 22 に記載の加工方法。

[0386] (付記 24)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢が基準姿勢とは異なる姿勢である場合に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を前記基準姿勢に変更するための第1姿勢変更情報をさらに含み、

前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢が前記基準姿勢に変更された後に、前記退避パス情報又は前記退避位置情報に基づいて前記加工ヘッドを移動させることを含む

付記23に記載の加工方法。

[0387] (付記25)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記第1造形材料から前記第2造形材料への切り替え後に、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置から前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置に復帰するための経路を示す復帰パス情報を更に含む

付記21乃至24のいずれか一項に記載の加工方法。

[0388] (付記26)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが前記復帰パス情報に基づいて前記第2パス情報に基づくビードの造形を開始するための位置に復帰する移動が完了した後に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を変更するための第2姿勢変更情報を含む、

付記25に記載の加工方法。

[0389] (付記27)

前記第2姿勢情報が示す姿勢は、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づいてビードを造形した後の姿勢である

付記26に記載の加工方法。

[0390] (付記28)

前記退避位置情報に基づいて、前記加工ヘッドが前記造形エリアから退避エリアに退避した後に、前記材料供給口によって供給される材料を前記第1造形材料から前記第2造形材料に切り替えることをさらに含む

付記 20 乃至 27 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0391] (付記 29)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、ホームポジションに関する情報を含む

付記 20 乃至 28 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0392] (付記 30)

前記材料供給口から供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えるための材料切替情報に基づいて、前記材料供給口によって供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えることを含み、

前記材料切替情報は、前記第 1 造形材料を供給する第 1 フィーダから前記第 2 造形材料を供給する第 2 フィーダへの変更を指示するための情報、前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えに関する待機時間に関する情報、及び、前記第 2 造形材料の送り速度に関する情報の少なくとも 1 つを含む

付記 18 乃至 29 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0393] (付記 31)

少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が、造形物を造形するための加工方法であって、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射することにより溶融される溶融領域に、前記加工ビー

ム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射する経路を示す第2パス情報に基づいて、前記溶融領域に、前記ビーム照射装置が前記加工ビーム又は前記溶融ビームを照射することと、

を含む加工方法。

[0394] (付記32)

前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報は1つのファイルに含まれる付記31に記載の加工方法。

[0395] (付記33)

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部は、前記付加された部分の表面である

付記31又は32に記載の加工方法。

[0396] (付記34)

前記第2パス情報は、前記表面に対する前記加工ビームの照射角度を規定する照射角度情報を含む

付記33に記載の加工方法。

[0397] (付記35)

前記第2パス情報に基づく前記表面の加工のタイミングを示すタイミング情報に基づいて、前記溶融領域に、前記ビーム照射装置が前記加工ビーム又は前記溶融ビームを照射することを含む

付記33又は34に記載の加工方法。

[0398] (付記36)

前記第1パス情報は、前記造形物を構成する複数の層の経路に関する情報を含み、

前記タイミング情報は、前記複数の層の造形が完了する前のタイミングである

付記35に記載の加工方法。

[0399] (付記37)

前記複数の層は第1の層及び前記第1の層よりも上の第2の層を含み、

前記第2の層の造形により前記第1の層の前記表面の少なくとも一部の加工が妨げられる場合に、前記タイミング情報は前記第2の層の造形の前のタイミングを示す

付記36に記載の加工方法。

[0400] (付記38)

前記第2パス情報は、前記付加加工装置によって造形される造形物を示す3次元モデルの外形に関する情報に基づいて生成される

付記31乃至37のいずれか一項に記載の加工方法。

[0401] (付記39)

前記第2パス情報に基づく加工における前記加工ビーム又は前記溶融ビームに係るスポット径及びパワーの少なくとも一方は、前記第1パス情報に基づく加工における前記加工ビームに係るスポット径及びパワーと異なる

付記31乃至38のいずれか一項に記載の加工方法。

[0402] (付記40)

造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

前記付加加工装置によって造形される造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行う計測領域を計測する計測装置が移動する経路を示す第2パス情報に基づいて、前記計測装置が移動することと、

を含む加工方法。

[0403] (付記41)

前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報は1つのファイルに含まれる付記40に記載の加工方法。

[0404] (付記 4 2)

前記計測は、レーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方によって行われる

付記 4 0 又は 4 1 に記載の加工方法。

[0405] (付記 4 3)

前記撮像装置は、2つの撮像部を有するステレオカメラである

付記 4 2 に記載の加工方法。

[0406] (付記 4 4)

前記第 2 パス情報は、前記造形物を示す 3 次元モデルの外形に基づいて生成される

付記 4 0 乃至 4 3 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0407] (付記 4 5)

前記第 2 パス情報は、前記計測に係るスタンドオフ距離に基づいて生成される

付記 4 0 乃至 4 4 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0408] (付記 4 6)

前記第 2 パス情報は、前記計測を一時的に停止させる位置を示す位置情報を含む

付記 4 0 乃至 4 5 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0409] (付記 4 7)

前記第 2 パス情報は、前記計測の移動速度を一時的に低下させる範囲を示す範囲情報を含む

付記 4 0 乃至 4 6 のいずれか一項に記載の加工方法。

[0410] (付記 4 8)

前記計測が撮像装置によって行われる場合、前記第 2 パス情報は、前記撮像装置により撮像される画像の数を示す画像数情報を含む

付記 4 2 に記載の加工方法。

[0411] (付記 4 9)

前記第2パス情報は、前記計測の移動速度を示す速度情報を含み、
前記画像数情報により示される画像の数は、前記速度情報により示される
移動速度に応じて変化する
付記48に記載の加工方法。

[0412] (付記50)

前記第2パス情報を記憶することと、
他の造形物の3次元モデルが前記造形物の3次元モデルと同一である場合
に、前記記憶された第2パス情報を、前記他の造形物の少なくとも一部を計
測するときに辿るパスを示す他の第2パス情報とすることと、
を含む付記40乃至49のいずれか一項に記載の加工方法。

[0413] (付記51)

前記第2パス情報を記憶することと、
他の造形物の3次元モデルが前記造形物の3次元モデルと相似である場合
に、前記記憶された第2パス情報により示されるパスに所定の係数を掛ける
ことにより、前記他の造形物の少なくとも一部を計測するときに辿るパスを
示す他の第2パス情報を生成することと、
を含む付記40乃至50のいずれか一項に記載の加工方法。

[0414] (付記52)

複数の層で構成される造形物を造形する付加加工装置であって、
加工ヘッドと、
前記加工ヘッドを制御する制御装置と、
を備え、
前記制御装置は、
前記複数の層のうちの第1の層内において、第1の幅で前記造形物を造形
する経路を示す第1パス情報に基づいて、前記第1の幅でビードを造形する
ように前記加工ヘッドを制御し、
前記第1の層内において、前記第1の幅とは異なる第2の幅で前記造形物
を造形する経路を示す第2パス情報に基づいて、前記第2の幅でビードを造

形するように前記加工ヘッドを制御する
付加加工装置。

[0415] (付記 5 3)

前記第 1 パス情報に基づいて形成されるビードと前記第 2 パス情報に基づいて形成されるビードとが、前記第 1 の層内で隙間なく造形されるように、前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される
付記 5 2 に記載の付加加工装置。

[0416] (付記 5 4)

前記第 1 の層内での造形において、前記付加加工装置の加工ヘッドと、前記造形物が載置されるテーブルとを相対的に走査してビードを造形するための走査方向と交差する方向に関して、前記第 1 パス情報に基づくビードと前記第 2 パス情報に基づくビードとが隙間なく造形されるように前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される
付記 5 2 又は 5 3 に記載の付加加工装置。

[0417] (付記 5 5)

前記第 1 の層内の第 1 領域を前記第 1 の幅のビードのみで造形すると隙間が生じる場合に、前記第 1 領域の一部を前記第 1 の幅のビードと前記第 2 の幅のビードで造形することにより前記第 1 領域内が隙間なく造形されるように、前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される
付記 5 2 乃至 5 4 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0418] (付記 5 6)

前記第 1 の層内の第 1 領域を前記第 1 の幅のビードのみで造形すると第 1 の量の隙間が生じる場合に、前記第 1 領域内の一部を前記第 1 の幅のビードと前記第 2 の幅のビードで造形することにより前記第 1 の量よりも少ない隙間で造形されるように、前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が生成される
付記 5 2 乃至 5 5 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0419] (付記 5 7)

前記第 1 パス情報、及び、前記第 2 パス情報のそれぞれは、前記造形物の形状を示す 3 D モデル情報から得られる造形形状及び造形サイズの少なくとも一方の情報に基づいて生成される

付記 5 6 に記載の付加加工装置。

[0420] (付記 5 8)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は 1 つのファイルに含まれる

付記 5 2 乃至 5 7 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0421] (付記 5 9)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、前記造形物の形状を示す 3 D モデル情報に基づいて生成される

付記 5 2 乃至 5 8 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0422] (付記 6 0)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、隣り合う前記第 1 の幅のパス間の第 1 の重なり度合い、及び、隣り合う前記第 2 の幅のパス間の第 2 の重なり度合いに基づいて生成される

付記 5 2 乃至 5 9 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0423] (付記 6 1)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、前記造形物を造形する造形速度及び造形精度の少なくとも一方を示す造形モードに基づいて生成される

付記 5 2 乃至 6 0 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0424] (付記 6 2)

前記付加加工装置に係る装置情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

付記 5 2 乃至 6 1 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0425] (付記 6 3)

前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値は、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る最大値及び最小値である

付記 5 2 乃至 6 2 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0426] (付記 6 4)

前記付加加工装置は、加工ビームを射出するための光学系を有し、
前記装置情報は、前記光学系に係る光学系情報を含み、
前記装置情報に含まれる前記光学系情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される
付記 6 2 又は 6 3 に記載の付加加工装置。

[0427] (付記 6 5)

前記光学系は、前記加工ビームの集光位置を変更可能なガルバノスキャナを含み、
前記光学系情報は、前記ガルバノスキャナによる前記集光位置の可変範囲を示す範囲情報を含み、
前記範囲情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される
付記 6 4 に記載の付加加工装置。

[0428] (付記 6 6)

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報のそれぞれは、少なくとも前記光学系を含む加工ヘッドの移動経路を示すパス情報であり、
前記ガルバノスキャナを制御するための制御情報は、前記前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報に基づいて生成される
付記 6 5 に記載の付加加工装置。

[0429] (付記 6 7)

前記光学系は、前記加工ビームのスポット径を変更可能に構成されており、
前記光学系情報は、前記加工ビームのスポット径の可変範囲を示す情報を含み、
前記加工光のスポット径の可変範囲を示す情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される
付記 6 4 に記載の付加加工装置。

[0430] (付記 6 8)

前記付加加工装置は、DED方式の付加加工装置である

付記 5 2 乃至 6 7 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0431] (付記 6 9)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に変更するための位置に前記加工ヘッドを移動させる付加加工装置。

[0432] (付記 7 0)

前記第 1 パス情報、前記第 2 パス情報、及び、前記加工ヘッドを移動させるための情報は 1 つのファイルに含まれる

付記 6 9 に記載の付加加工装置。

[0433] (付記 7 1)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが造形エリアから退避するための位置を示す退避位置情報を含む

付記 6 9 又は 7 0 に記載のデータ生成方法。

[0434] (付記 7 2)

前記退避位置情報は複数の退避位置を示す情報を含み、

前記制御装置は、前記複数の退避位置のうち、前記第 1 パス情報に基づくビードの造形終了位置から最も近い退避位置に前記加工ヘッドを移動させる付記 7 1 に記載の付加加工装置。

[0435] (付記 7 3)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置に移動するための経路である退避パス情報を更に含む

付記 7 2 に記載の付加加工装置。

[0436] (付記 7 4)

前記退避パス情報は、前記造形物の形状及び前記造形物が載置されるテーブルと前記加工ヘッドの相対的な傾きの少なくとも一方に基づいて生成される

付記 7 3 に記載の付加加工装置。

[0437] (付記 7 5)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢が基準姿勢とは異なる姿勢である場合に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を前記基準姿勢に変更するための第 1 姿勢変更情報を更に含む、

前記制御装置は、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を前記基準姿勢に変更した後に、前記退避パス情報又は前記退避位置情報に基づいて前記加工ヘッドを移動させる

付記 7 4 に記載の付加加工装置。

[0438] (付記 7 6)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料への切り替え後に、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置から前記第 2 パス情報に基づくビードの造形開始位置に復帰するための経路を示す復帰パス情報を更に含む

付記 7 2 乃至 7 5 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0439] (付記 7 7)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが前記復帰パス情報に基づいて前記第 2 パス情報に基づくビードの造形を開始するための位置に復帰する移動が完了した後に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を変更するための第 2 姿勢変更情報を含む

付記 7 6 に記載の付加加工装置。

[0440] (付記 7 8)

前記第 2 姿勢情報が示す姿勢は、当該付加加工装置が前記第 1 パス情報に基づいてビードを造形した後の姿勢である

付記 7 7 に記載の付加加工装置。

[0441] (付記 7 9)

前記制御装置は、前記退避位置情報に基づいて、前記加工ヘッドを前記造形エリアから退避エリアに退避させた後に、前記材料供給口によって供給される材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えるように前記加工ヘッドを制御する

付記 7 1 乃至 7 8 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0442] (付記 8 0)

前記加工ヘッドを移動させるための情報は、ホームポジションに関する情報を含む

付記 7 1 乃至 7 9 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0443] (付記 8 1)

前記制御装置は、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えるための材料切替情報に基づいて、前記材料供給口によって供給される造形材料を前記第 1 造形材料から前記第 2 造形材料に切り替えるように前記加工ヘッドを制御し、

前記材料切替情報は、前記第 1 造形材料を供給する第 1 フィーダから前記第 2 造形材料を供給する第 2 フィーダへの変更を指示するための情報、前記

第1造形材料から前記第2造形材料に切り替えに関する待機時間に関する情報、及び、前記第2造形材料の送り速度に関する情報の少なくとも1つを含む

付記69乃至80のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0444] (付記82)

少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射することにより溶融される溶融領域に、前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射する経路を示す第2パス情報に基づいて、前記溶融領域に、前記ビーム照射装置が前記加工ビーム又は前記溶融ビームを照射するように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0445] (付記83)

前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報は1つのファイルに含まれる付記82に記載の付加加工装置。

[0446] (付記84)

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部は、前記付加された部分の表面である

付記 8 2 又は 8 3 に記載の付加加工装置。

[0447] (付記 8 5)

前記第 2 パス情報は、前記表面に対する前記加工ビームの照射角度を規定する照射角度情報を含む

付記 8 4 に記載の付加加工装置。

[0448] (付記 8 6)

前記制御装置は、前記第 2 パス情報に基づく前記表面の加工のタイミングを示すタイミング情報に基づいて、前記溶融領域に、前記ビーム照射装置が前記加工ビーム又は前記溶融ビームを照射するように前記加工ヘッドを制御する

付記 8 4 又は 8 5 に記載の付加加工装置。

[0449] (付記 8 7)

前記第 1 パス情報は、前記造形物を構成する複数の層の経路に関する情報を含み、

前記タイミング情報は、前記複数の層の造形が完了する前のタイミングである

付記 8 6 に記載の付加加工装置。

[0450] (付記 8 8)

前記複数の層は第 1 の層及び前記第 1 の層よりも上の第 2 の層を含み、

前記第 2 の層の造形により前記第 1 の層の前記表面の少なくとも一部の加工が妨げられる場合に、前記タイミング情報は前記第 2 の層の造形の前のタイミングを示す

付記 8 7 に記載の付加加工装置。

[0451] (付記 8 9)

前記第 2 パス情報は、前記付加加工装置によって造形される造形物を示す 3 次元モデルの外形に関する情報に基づいて生成される

付記 8 2 乃至 8 8 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0452] (付記 9 0)

前記第 2 パス情報に基づく加工における前記加工ビーム又は前記溶融ビームに係るスポット径及びパワーの少なくとも一方は、前記第 1 パス情報に基づく加工における前記加工ビームに係るスポット径及びパワーと異なる

付記 8 2 乃至 8 9 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0453] (付記 9 1)

造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備える付加加工装置であって、

前記制御装置は、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記付加加工装置によって造形される造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行う計測領域を計測する計測装置が移動する経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記計測装置を移動させる

付加加工装置。

[0454] (付記 9 2)

前記第 1 パス情報、及び、前記第 2 パス情報は 1 つのファイルに含まれる付記 9 1 に記載の付加加工装置。

[0455] (付記 9 3)

前記計測は、レーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方によって行われる

付記 9 1 又は 9 2 に記載の付加加工装置。

[0456] (付記 9 4)

前記撮像装置は、2 つの撮像部を有するステレオカメラである

付記 9 3 に記載の付加加工装置。

[0457] (付記 9 5)

前記第 2 パス情報は、前記造形物を示す 3 次元モデルの外形に基づいて生成される

付記 9 1 乃至 9 4 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0458] (付記 9 6)

前記第 2 パス情報は、前記計測に係るスタンドオフ距離に基づいて生成される

付記 9 1 乃至 9 5 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0459] (付記 9 7)

前記第 2 パス情報は、前記計測を一時的に停止させる位置を示す位置情報を含む

付記 9 1 乃至 9 6 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0460] (付記 9 8)

前記第 2 パス情報は、前記計測の移動速度を一時的に低下させる範囲を示す範囲情報を含む

付記 9 1 乃至 9 7 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0461] (付記 9 9)

前記計測が撮像装置によって行われる場合、前記第 2 パス情報は、前記撮像装置により撮像される画像の数を示す画像数情報を含む

付記 9 3 に記載の付加加工装置。

[0462] (付記 1 0 0)

前記第 2 パス情報は、前記計測の移動速度を示す速度情報を含み、
前記画像数情報により示される画像の数は、前記速度情報により示される移動速度に応じて変化する

付記 9 9 に記載の付加加工装置。

[0463] (付記 1 0 1)

前記第 2 パス情報を記憶する記憶装置を備え、

前記制御装置は、他の造形物の３次元モデルが前記造形物の３次元モデルと同一である場合に、前記記憶された第２パス情報を、前記他の造形物の少なくとも一部を計測するときに辿るパスを示す他の第２パス情報とする

付記 91 乃至 100 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0464] (付記 102)

前記第２パス情報を記憶する記憶装置を備え、

前記制御装置は、他の造形物の３次元モデルが前記造形物の３次元モデルと相似である場合に、前記記憶された第２パス情報により示されるパスに所定の係数を掛けることにより、前記他の造形物の少なくとも一部を計測するときに辿るパスを示す他の第２パス情報を生成する

付記 91 乃至 101 のいずれか一項に記載の付加加工装置。

[0465] (付記 103)

付加加工装置が複数の層で構成される造形物を造形するための加工方法であって、

前記複数の層のうちの第１の層内において、第１の幅で造形物を造形する経路を示す第１パス情報に基づいて、前記第１の幅でビードを造形することと、

前記第１の層内において、前記第１の幅とは異なる第２の幅で造形物を造形する経路を示す第２パス情報に基づいて、前記第２の幅でビードを造形することと、

を含む加工方法。

[0466] (付記 104)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

第１造形材料でビードを造形する第１経路を示す第１パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第１造形材料を供給してビードを造形することと、

前記第１造形材料とは異なる第２造形材料でビードを造形する第２経路を

示す第2パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第2造形材料を供給してビードを造形することと、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを移動させることと、

を含む加工方法。

[0467] (付記105)

造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記第1加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

前記第1加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第1加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口が前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射することにより加工する追加工領域に前記第1加工ビーム又は前記第2加工ビームを照射する経路を示す第2パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記追加工領域に前記第1加工ビーム又は前記第2加工ビームを照射することと、

を含む加工方法。

[0468] (付記106)

前記第2パス情報に基づく前記追加工領域の加工は、熔融加工、アブレーション加工、ピーニング加工の少なくとも一つを含む

付記105に記載の加工方法。

[0469] (付記107)

複数の層で構成される造形物を造形する加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記複数の層のうちの第１の層内において、第１の幅で造形物を造形する経路を示す第１パス情報に基づいて、前記第１の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記第１の層内において、前記第１の幅とは異なる第２の幅で造形物を造形する経路を示す第２パス情報に基づいて、前記第２の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0470] (付記１０８)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

第１造形材料でビードを造形する第１経路を示す第１パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第１造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記第１造形材料とは異なる第２造形材料でビードを造形する第２経路を示す第２パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第２造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記付加加工装置が前記第１パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第２パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第２パス情報に基づくビードの造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを移動させる

付加加工装置。

[0471] (付記 109)

造形物を造形するための第 1 加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記第 1 加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記第 1 加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第 1 加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口が前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記第 1 加工ビーム又は前記第 1 加工ビームとは異なる第 2 加工ビームを照射することにより加工する追加工領域に前記第 1 加工ビーム又は前記第 2 加工ビームを照射する経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記追加工領域に前記第 1 加工ビーム又は前記第 2 加工ビームを照射するように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0472] (付記 110)

前記第 2 パス情報に基づく前記追加工領域の加工は、溶融加工、アブレーション加工、ピーニング加工の少なくとも一つを含む

付記 96 に記載の付加加工装置。

[0473] (付記 111)

付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

第 1 の幅で造形物を造形する経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記第 1 の幅でビードを造形することと、

前記第 1 の幅とは異なる第 2 の幅で造形物を造形する経路を示す第 2 パス

情報に基づいて、前記第 2 の幅でビードを造形することと、
を含む加工方法。

[0474] (付記 1 1 2)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形することと、

前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形することと、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記加工ヘッドを移動させることと、

を含む加工方法。

[0475] (付記 1 1 3)

造形物を造形するための第 1 加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

前記第 1 加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第 1 加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

前記第 1 加工ビーム又は前記第 1 加工ビームとは異なる第 2 加工ビームを照射することによる追加工の経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第 1 加工ビーム又は前記第 2 加工ビームを照射して前記追加工を行うことと、

を含む加工方法。

[0476] (付記 1 1 4)

造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するための加工方法であって、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うための経路を示す第 2 パス情報に基づいて、計測を行うことと、

を含む加工方法。

[0477] (付記 1 1 5)

造形物を造形する加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

第 1 の幅で造形物を造形する経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記第 1 の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記第 1 の幅とは異なる第 2 の幅で造形物を造形する経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記第 2 の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0478] (付記 1 1 6)

造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記加工ヘッドを移動させる

付加加工装置。

[0479] (付記 1 1 7)

造形物を造形するための第 1 加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記第 1 加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第 1 加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記第 1 加工ビーム又は前記第 1 加工ビームとは異なる第 2 加工ビームを照射することによる追加工の経路を示す第 2 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第 1 加工ビーム又は前記第 2 加工ビームを照射して前記追加工を行うように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0480] (付記 1 1 8)

造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うための経路を示す第 2 パス情報に基づいて、計測を行うように前記加工ヘッドを制御する付加加工装置。

[0481] (付記 1 1 9)

付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、第 1 の幅でビードを造形するための情報である第 1 ビード幅情報を設定することと、前記第 1 の幅とは異なる第 2 の幅でビードを造形するための情報である第 2 ビード幅情報を設定することと、前記第 1 ビード幅情報、及び、前記第 2 ビード幅情報に基づいて、第 1 の幅で造形物を造形する経路を示す第 1 パス情報、及び、前記第 2 の幅で造形物を造形する経路を示す第 2 パス情報を含む前記加工制御情報を生成することと、を含むデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、

加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工制御情報に含まれる前記第 1 パス情報に基づいて、前記第 1 の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工制御情報に含まれる前記第 2 パス情報に基づいて、前記第 2 の幅でビードを造形するように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0482] (付記 1 2 0)

少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、第 1 造形材料でビードを造形する第 1 経路を示す第 1 パス情報と、前記第 1 造形材料とは異なる第 2 造形材料でビードを造形する第 2 経路を示す第 2 パス情報と、前記付加加工装置が前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記加工ヘッドを移動させるための情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、

造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工制御情報に含まれる前記第 1 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 1 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工制御情報に含まれる前記第 2 パス情報に基づいて、前記材料供給口から前記第 2 造形材料を供給してビードを造形するように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工制御情報に含まれる前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記第 1 パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第 2 パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第 2 パス情報に基づくビードの

造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを移動させる

付加加工装置。

[0483] (付記 1 2 1)

少なくとも造形物を造形するための第 1 加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、前記第 1 加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第 1 パス情報と、前記第 1 加工ビーム又は前記第 1 加工ビームとは異なる第 2 加工ビームを照射することによる追加工の経路を示す第 2 パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、

造形物を造形するための第 1 加工ビームを照射するビーム照射装置と、造形材料を供給するための材料供給口とを含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工制御情報に含まれる前記第 1 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第 1 加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工制御情報に含まれる前記第 2 パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第 1 加工ビーム又は前記第 1 加工ビームとは異なる第 2 加工ビームを照射して前記追加工を行うように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0484] (付記 1 2 2)

少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置

と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うための経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含むデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する付加加工装置であって、

造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、造形材料を供給する材料供給口とを含む加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うように前記加工ヘッドを制御し、

前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うように前記加工ヘッドを制御する

付加加工装置。

[0485] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、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データ生成方法、データ構造、加工方法及び付加加工装置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

[0486] S Y S 加工システム

2 加工ユニット

2 1 加工ヘッド

2 1 1 照射光学系

2 1 2 材料ノズル

3 1 ステージ

8 撮像ユニット

C O M 情報処理装置

5 0 1 演算装置

5 0 2 記憶装置

5 0 3 通信装置

5 0 4 入力装置

5 0 5 出力装置

請求の範囲

- [請求項1] 付加加工装置が、複数の層で構成される造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、
- 使用者により入力された、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を取得することと、
- 前記使用者により入力された、前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を取得することと、
- 前記第1ビード幅情報、及び、前記第2ビード幅情報に基づいて、前記複数の層のうちの第1の層内において前記第1の幅で前記造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、前記第1の層内において前記第2の幅で前記造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む前記加工制御情報を生成することと、
- を含むデータ生成方法。
- [請求項2] 前記第1パス情報に基づいて形成されるビードと前記第2パス情報に基づいて形成されるビードとが、前記第1の層内で隙間なく造形されるように、前記第1パス情報及び前記第2パス情報が生成される
- 請求項1に記載のデータ生成方法。
- [請求項3] 前記第1の層内での造形において、前記付加加工装置の加工ヘッドと、前記造形物が載置されるテーブルとを相対的に走査してビードを造形するための走査方向と交差する方向に関して、前記第1パス情報に基づくビードと前記第2パス情報に基づくビードとが隙間なく造形されるように前記第1パス情報及び前記第2パス情報が生成される
- 請求項1又は2に記載のデータ生成方法。
- [請求項4] 前記第1の層内の第1領域を前記第1の幅のビードのみで造形すると隙間が生じる場合に、前記第1領域の一部を前記第1の幅のビードと前記第2の幅のビードで造形することにより前記第1領域内が隙間なく造形されるように、前記第1パス情報及び前記第2パス情報を生

成する

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項5] 前記第 1 の層内の第 1 領域を前記第 1 の幅のビードのみで造形すると第 1 の量の隙間が生じる場合に、前記第 1 領域内の一部を前記第 1 の幅のビードと前記第 2 の幅のビードで造形することにより前記第 1 の量よりも少ない隙間で造形されるように、前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報を生成する

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項6] 前記使用者により入力された、前記造形物の形状を示す 3 D モデル情報を取得することをさらに含み、

前記第 1 パス情報、及び、前記第 2 パス情報のそれぞれは、前記 3 D モデル情報から得られる造形形状及び造形サイズの少なくとも一方の情報、前記第 1 ビード幅情報、及び、前記第 2 ビード幅情報に基づいて生成される

請求項 5 に記載のデータ生成方法。

[請求項7] 前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報が 1 つのファイルに含まれるように前記加工制御情報を生成する

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項8] 前記造形物の形状を示す 3 D モデル情報を取得することをさらに含み、

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、前記 3 D モデル情報、前記第 1 ビード幅情報及び前記第 2 ビード幅情報に基づいて生成される

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項9] 前記第 1 の幅の指定は、前記使用者が複数の幅から 1 つの幅を選択することにより行われ、

前記第 2 の幅の指定は、前記使用者が複数の幅から前記第 1 の幅とは異なる 1 つの幅を選択することにより行われる

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項10] 前記第 1 の幅の指定及び前記第 2 の幅の指定は、前記使用者が数値を入力することにより行われる

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項11] 前記使用者により入力された、隣り合う前記第 1 の幅のパス間の第 1 の重なり度合いを取得することと、

前記使用者により入力された、隣り合う前記第 2 の幅のパス間の第 2 の重なり度合いを取得することと、

を含み、

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は前記第 1 の重なり度合い及び前記第 2 の重なり度合いに基づいて生成される

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項12] 前記第 1 の重なり度合いの指定は、前記使用者が複数の重なり度合いから 1 つの重なり度合いを選択することにより行われ、

前記第 2 の重なり度合いの指定は、前記使用者が複数の重なり度合いの中から前記第 1 の重なり度合いとは異なる 1 つの重なり度合いを選択することにより行われる

請求項 11 に記載のデータ生成方法。

[請求項13] 前記第 1 の重なり度合い及び前記第 2 の重なり度合いの指定は、前記使用者が数値を入力することにより行われる

請求項 11 又は 12 に記載のデータ生成方法。

[請求項14] 前記使用者により入力された、前記造形物を造形する造形速度及び造形精度の少なくとも一方を示す造形モードを取得することをさらに含み、

前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報は、前記造形モードに基づいて生成される

請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項15] 前記付加加工装置に係る装置情報を取得することと、

前記装置情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値を決定することと、

をさらに含む請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項16] 前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値は、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る最大値及び最小値である

請求項 1 乃至 15 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項17] 前記付加加工装置は、加工ビームを射出するための光学系を有し、前記装置情報は、前記光学系に係る光学系情報を含み、

前記装置情報に含まれる前記光学系情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

請求項 15 又は 16 に記載のデータ生成方法。

[請求項18] 前記光学系は、前記加工ビームの集光位置を変更可能なガルバノスキャナを含み、

前記光学系情報は、前記ガルバノスキャナによる前記集光位置の可変範囲を示す範囲情報を含み、

前記範囲情報に基づいて、前記第 1 の幅及び前記第 2 の幅が取り得る値が決定される

請求項 17 に記載のデータ生成方法。

[請求項19] 生成された前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報のそれぞれは、少なくとも前記光学系を含む加工ヘッドの移動経路を示すパス情報であり、

前記前記第 1 パス情報及び前記第 2 パス情報に基づいて、前記ガルバノスキャナを制御するための制御情報を生成することをさらに含み、

前記加工制御情報は、前記ガルバノ スキャナを制御するための前記制御情報を含む

請求項 18 に記載のデータ生成方法。

- [請求項20] 前記光学系は、前記加工ビームのスポット径を変更可能に構成されており、
- 前記光学系情報は、前記加工ビームのスポット径の可変範囲を示す情報を含み、
- 前記加工光のスポット径の可変範囲を示す情報に基づいて、前記第1の幅及び前記第2の幅が取り得る値が決定される
- 請求項17に記載のデータ生成方法。
- [請求項21] 前記付加加工装置は、DED方式の付加加工装置である
- 請求項1乃至20のいずれか一項に記載のデータ生成方法。
- [請求項22] 前記複数の層の中から前記第1の層の対象となる層を指定する画面を表示することをさらに含み、
- 前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報は、前記第1の層の対象として指定された層に関する情報である
- 請求項1乃至21のいずれか一項に記載のデータ生成方法。
- [請求項23] 前記第1ビード幅情報を指定する画面と、前記第2ビード幅情報を指定する画面は同一の画面である
- 請求項22に記載のデータ生成方法。
- [請求項24] 少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、
- 第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、
- 前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、
- 前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第1造形材料から前記第2造形材料に変更するための位置に前記加工ヘッドを移動させるための情

報を含む加工制御情報を生成することを含む
データ生成方法。

[請求項25] 前記第1パス情報、前記第2パス情報、及び、前記加工ヘッドを移動させるための情報が1つのファイルに含まれるように前記加工制御情報を生成する

請求項24に記載のデータ生成方法。

[請求項26] 前記加工ヘッドを移動させるための情報は、前記加工ヘッドが造形エリアから退避するための位置を示す退避位置情報を含む

請求項24又は25に記載のデータ生成方法。

[請求項27] 前記退避位置情報は複数の退避位置を示す情報を含み、
前記加工ヘッドは、前記複数の退避位置のうち、前記第1パス情報に基づくビードの造形終了位置から最も近い退避位置に移動することを含む

請求項26に記載のデータ生成方法。

[請求項28] 前記加工制御情報は、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置に移動するための経路である退避パス情報を更に含む

請求項27に記載のデータ生成方法。

[請求項29] 前記退避パス情報は、前記造形物の形状及び前記造形物が載置されるテーブルと前記加工ヘッドの相対的な傾きの少なくとも一方に基づいて生成される

請求項28に記載のデータ生成方法。

[請求項30] 前記加工制御情報は、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢が基準姿勢とは異なる姿勢である場合に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を前記基準姿勢に変更するための第1姿勢変更情報をさらに含み、

前記退避パス情報又は前記退避位置情報に基づく前記加工ヘッドの移動は、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢が前記基準姿勢に変更された後に行われる

請求項 29 に記載のデータ生成方法。

[請求項31] 前記加工制御情報は、前記第1造形材料から前記第2造形材料への切り替え後に、前記加工ヘッドが、前記退避位置情報が示す位置から前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置に復帰するための経路を示す復帰パス情報を更に含む

請求項 27 乃至 30 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項32] 前記加工制御情報は、前記加工ヘッドが前記復帰パス情報に基づいて前記第2パス情報に基づくビードの造形を開始するための位置に復帰する移動が完了した後に、前記テーブルに対する前記加工ヘッドの相対的な姿勢を変更するための第2姿勢変更情報を含む、

請求項 31 に記載のデータ生成方法。

[請求項33] 前記第2姿勢情報が示す姿勢は、前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づいてビードを造形した後の姿勢である

請求項 32 に記載のデータ生成方法。

[請求項34] 前記加工制御情報は、前記加工ヘッドが前記退避位置情報に基づいて前記造形エリアから退避エリアに退避した後に、前記材料供給口によって供給される材料を前記第1造形材料から前記第2造形材料に切り替えることをさらに含む

請求項 26 乃至 33 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項35] 前記加工ヘッドを移動させるための情報は、ホームポジションに関する情報を含む

請求項 26 乃至 34 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項36] 加工制御情報は、前記材料供給口から供給される造形材料を前記第1造形材料から前記第2造形材料に切り替えるための材料切替情報をさらに含む、

前記材料切替情報は、前記第1造形材料を供給する第1フィーダから前記第2造形材料を供給する第2フィーダへの変更を指示するための情報、前記第1造形材料から前記第2造形材料に切り替えに関する

待機時間に関する情報、及び、前記第2造形材料の送り速度に関する情報の少なくとも1つを含む

請求項24乃至35のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項37] 少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

使用者により入力された、前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部であって、前記造形材料を供給することなしに前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射することにより溶融する溶融領域に関する情報を取得することと、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記溶融領域に前記加工ビーム又は前記加工ビームとは異なる溶融ビームを照射する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項38] 前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報が1つのファイルに含まれるように前記加工制御情報を生成する

請求項37に記載のデータ生成方法。

[請求項39] 前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部は、前記付加された部分の表面である

請求項37又は38に記載のデータ生成方法。

[請求項40] 前記第2パス情報は、前記表面に対する前記加工ビームの照射角度を規定する照射角度情報を含む

請求項39に記載のデータ生成方法。

[請求項41] 前記加工制御情報は、前記第2パス情報に基づく前記表面の加工の

タイミングを示すタイミング情報を含む

請求項 39 又は 40 に記載のデータ生成方法。

[請求項42] 前記第 1 パス情報は、前記造形物を構成する複数の層の経路に関する情報を含み、

前記タイミング情報は、前記複数の層の造形が完了する前のタイミングである

請求項 41 に記載のデータ生成方法。

[請求項43] 前記複数の層は第 1 の層及び前記第 1 の層よりも上の第 2 の層を含み、

前記第 2 の層の造形により前記第 1 の層の前記表面の少なくとも一部の加工が妨げられる場合に、前記タイミング情報は前記第 2 の層の造形の前のタイミングを示す

請求項 42 に記載のデータ生成方法。

[請求項44] 前記第 2 パス情報は、前記付加加工装置によって造形される造形物を示す 3 次元モデルの外形に関する情報に基づいて生成される

請求項 37 乃至 43 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項45] 前記加工制御情報は、前記第 1 パス情報に基づく加工、及び、前記第 2 パス情報に基づく加工における前記加工ビームに係るスポット径及びパワーの少なくとも一方を示す加工ビーム情報を含み、

前記第 2 パス情報に基づく加工における加工ビーム情報により示される前記加工ビームに係るスポット径及びパワーの少なくとも一方は、前記第 1 パス情報に基づく加工における加工ビーム情報により示される前記加工ビームに係るスポット径及びパワーと異なる

請求項 37 乃至 44 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項46] 少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であっ

て、

使用者により入力された、前記付加加工装置によって造形される造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行う計測領域に関する情報を取得することと、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記計測領域を計測する計測装置が移動する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項47] 前記第1パス情報、及び、前記第2パス情報が1つのファイルに含まれるように前記加工制御情報を生成する

請求項46に記載のデータ生成方法。

[請求項48] 前記計測は、レーザスキャナ及び撮像装置の少なくとも一方によって行われる

請求項46又は47に記載のデータ生成方法。

[請求項49] 前記撮像装置は、2つの撮像部を有するステレオカメラである

請求項48に記載のデータ生成方法。

[請求項50] 前記第2パス情報は、前記造形物を示す3次元モデルの外形に基づいて生成される

請求項46乃至49のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項51] 前記第2パス情報は、前記計測に係るスタンドオフ距離に基づいて生成される

請求項46乃至50のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項52] 前記第2パス情報は、前記計測を一時的に停止させる位置を示す位置情報を含む

請求項46乃至51のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項53] 前記第2パス情報は、前記計測の移動速度を一時的に低下させる範囲を示す範囲情報を含む

請求項 4 6 乃至 5 2 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項54] 前記計測が撮像装置によって行われる場合、前記第 2 パス情報は、前記撮像装置により撮像される画像の数を示す画像数情報を含む請求項 4 8 に記載のデータ生成方法。

[請求項55] 前記第 2 パス情報は、前記計測の移動速度を示す速度情報を含み、前記画像数情報により示される画像の数は、前記速度情報により示される移動速度に応じて変化する請求項 5 4 に記載のデータ生成方法。

[請求項56] 前記第 2 パス情報を記憶することと、他の造形物の 3 次元モデルが前記造形物の前記 3 次元モデルと同一である場合に、前記記憶された第 2 パス情報を、前記他の造形物の少なくとも一部を計測するときに辿るパスを示す他の第 2 パス情報とすることと、を含む請求項 4 6 乃至 5 5 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項57] 前記第 2 パス情報を記憶することと、他の造形物の 3 次元モデルが前記造形物の 3 次元モデルと相似である場合に、前記記憶された第 2 パス情報により示されるパスに所定の係数を掛けることにより、前記他の造形物の少なくとも一部を計測するときに辿るパスを示す他の第 2 パス情報を生成することと、を含む請求項 4 6 乃至 5 6 のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項58] 造形物の 3 次元モデルを示すモデル情報と、前記造形物を造形する加工装置に係る造形条件を示す条件情報との対応付けを示す第 1 データを含むデータ構造。

[請求項59] 前記モデル情報により示される 3 次元モデルと、前記モデル情報に対応付けられた前記条件情報により示される造形条件とに基づいて生

成された、前記加工装置を制御するための加工制御情報の一部としての、変更可能なパラメータを含むパラメータ情報を示す第2データを更に含む

請求項58に記載のデータ構造。

[請求項60] 前記第1データは、複数の造形物の3次元モデルを夫々示す複数のモデル情報と、前記複数の造形物を造形する前記加工装置に係る複数の造形条件との対応付けを示す

請求項58又は59に記載のデータ構造。

[請求項61] 造形物を造形するための加工経路を示す加工パス情報と、前記造形物を造形する加工装置に係る造形条件を示す条件情報との対応付けを示す第2データを含む

データ構造。

[請求項62] 造形物の3次元モデルを示すモデル情報と、前記造形物を造形する加工装置に係る造形条件を示す条件情報との対応付けを示す第1データを含む管理情報を読み込むことと、

前記管理情報に含まれる前記第1データにより示される前記モデル情報及び前記条件情報を読み込むことと、

前記モデル情報により示される3次元モデルと、前記モデル情報に対応付けられた前記条件情報により示される造形条件とに基づいて、前記加工装置を制御するための加工制御情報の一部として、変更可能なパラメータを含むパラメータ情報を生成することと、

を含むデータ生成方法。

[請求項63] 前記パラメータ情報は、前記変更可能なパラメータとして、前記加工装置による前記造形物の造形速度を含む

請求項62に記載のデータ生成方法。

[請求項64] 前記パラメータ情報は、前記変更可能なパラメータとして、前記造形物を造形するための造形材料の前記加工装置による供給速度を含む

請求項62又は63に記載のデータ生成方法。

[請求項65] 前記管理情報に、前記パラメータ情報を示す第2データを加えることを含む

請求項62乃至64のいずれか一項に記載のデータ生成方法。

[請求項66] 付加加工装置が複数の層で構成される造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

使用者により入力された、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を取得することと、

前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を自動で設定することと、

前記第1ビード幅情報、及び、前記第2ビード幅情報に基づいて、前記複数の層のうちの第1の層内において、前記第1の幅で造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、前記第1の層内において前記第2の幅で造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む加工制御情報を生成することと、

を含む

データ生成方法。

[請求項67] 少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、

前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、

前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記第2パス情報に基づくビードの造形開始位置とは異なる位置に前記加工ヘッドを移動させるための情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項68]

少なくとも造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記第1加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

前記付加加工装置によって付加された部分の少なくとも一部を、前記造形材料を供給することなしに前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射することにより加工する追加加工領域に関する情報を取得することと、

前記第1加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記追加加工領域に前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射する経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項69]

前記第2パス情報に基づく前記付加加工装置によって付加された部分の一部の加工は、溶融加工、アブレーション加工、ピーニング加工の少なくとも一つを含む

請求項68に記載のデータ生成方法。

[請求項70]

付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を設定することと、

前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を設定することと、

前記第1ビード幅情報、及び、前記第2ビード幅情報に基づいて、前記第1の幅で造形物を造形する経路を示す第1パス情報、及び、前記

第2の幅で造形物を造形する経路を示す第2パス情報を含む前記加工制御情報を生成することと、

を含む

データ生成方法。

[請求項71]

少なくとも造形物を造形するための造形材料を供給するための材料供給口を含む加工ヘッドを備えた付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

第1造形材料でビードを造形する第1経路を示す第1パス情報と、
前記第1造形材料とは異なる第2造形材料でビードを造形する第2経路を示す第2パス情報と、

前記付加加工装置が前記第1パス情報に基づくビードを造形した後であって、前記第2パス情報に基づくビードを造形する前に、前記加工ヘッドを移動させるための情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項72]

少なくとも造形物を造形するための第1加工ビームを照射するビーム照射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給するための材料供給口と、を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

前記第1加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、前記第1加工ビーム又は前記第1加工ビームとは異なる第2加工ビームを照射することによる追加工の経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項73]

少なくとも造形物を造形するための加工ビームを照射するビーム照

射装置と、前記加工ビームが照射される位置に造形材料を供給する材料供給口を含む加工ヘッドを備える付加加工装置が造形物を造形するために使用する加工制御情報を生成するためのデータ生成方法であって、

前記加工ビームが照射される位置に前記造形材料を供給することによって付加加工を行うための経路を示す第1パス情報と、造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うための経路を示す第2パス情報とを含む加工制御情報を生成することを含む

データ生成方法。

[請求項74] 請求項70に記載のデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、

前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記第1の幅でビードを造形することと、

前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記第2の幅でビードを造形することと、

を含む加工方法。

[請求項75] 請求項71に記載のデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、

前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記材料供給口から供給される前記第1造形材料でビードを造形することと、

前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記材料供給口から供給される前記第2造形材料でビードを造形することと、

前記第1パス情報に基づくビードが造形された後であって、前記第2パス情報に基づくビードが造形される前に、前記加工制御情報に含まれる前記加工ヘッドを移動させるための情報に基づいて、前記加工ヘッドを移動させることと、

を含む加工方法。

[請求項76] 請求項72に記載のデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、

前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記第1加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置が前記第1加工ビーム又は前記第2加工ビームを照射して前記追加工を行うことと、

を含む加工方法。

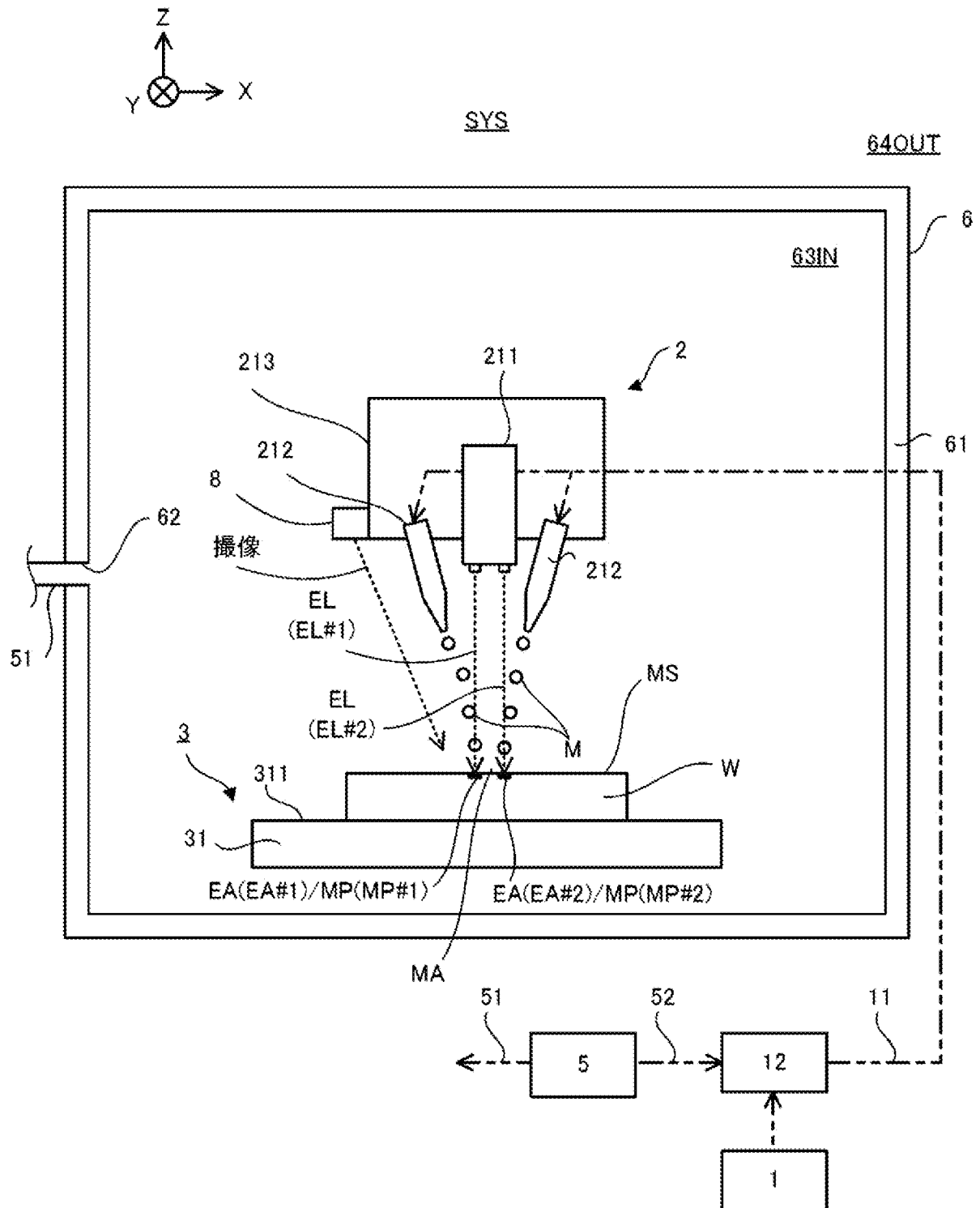
[請求項77] 請求項73に記載のデータ生成方法により生成された前記加工制御情報を使用する加工方法であって、

前記加工制御情報に含まれる前記第1パス情報に基づいて、前記ビーム照射装置により前記加工ビームが照射される位置に、前記材料供給口から前記造形材料を供給して前記付加加工を行うことと、

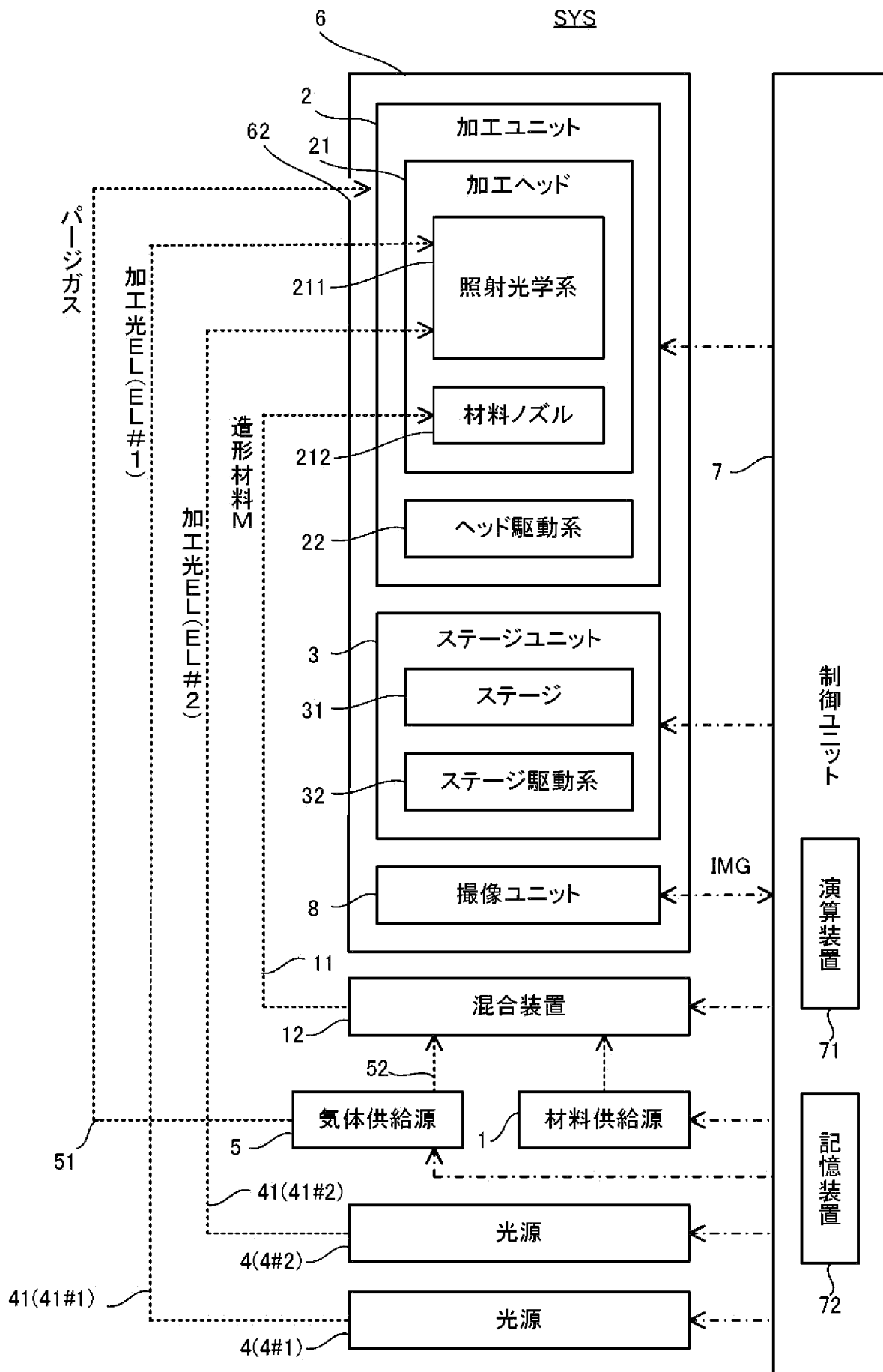
前記加工制御情報に含まれる前記第2パス情報に基づいて、前記造形物の表面及び内部の少なくとも一方に関する計測を行うことと、

を含む加工方法。

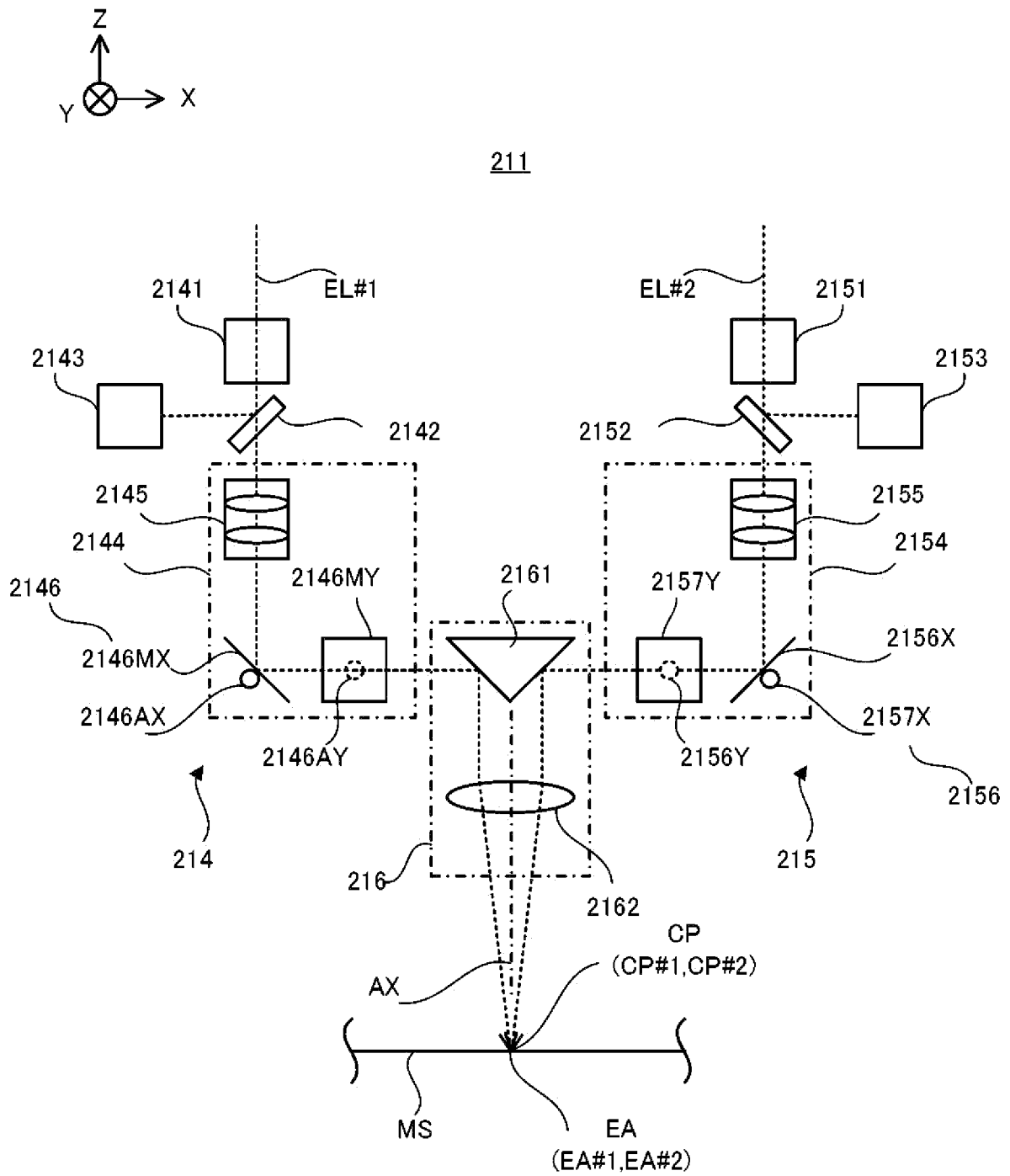
[図1]



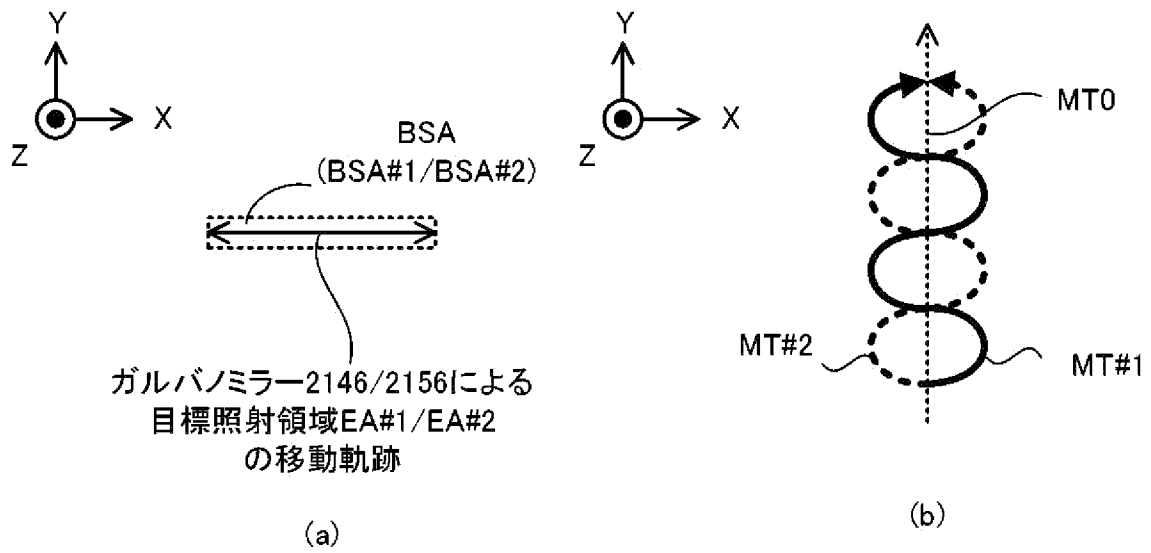
[図2]



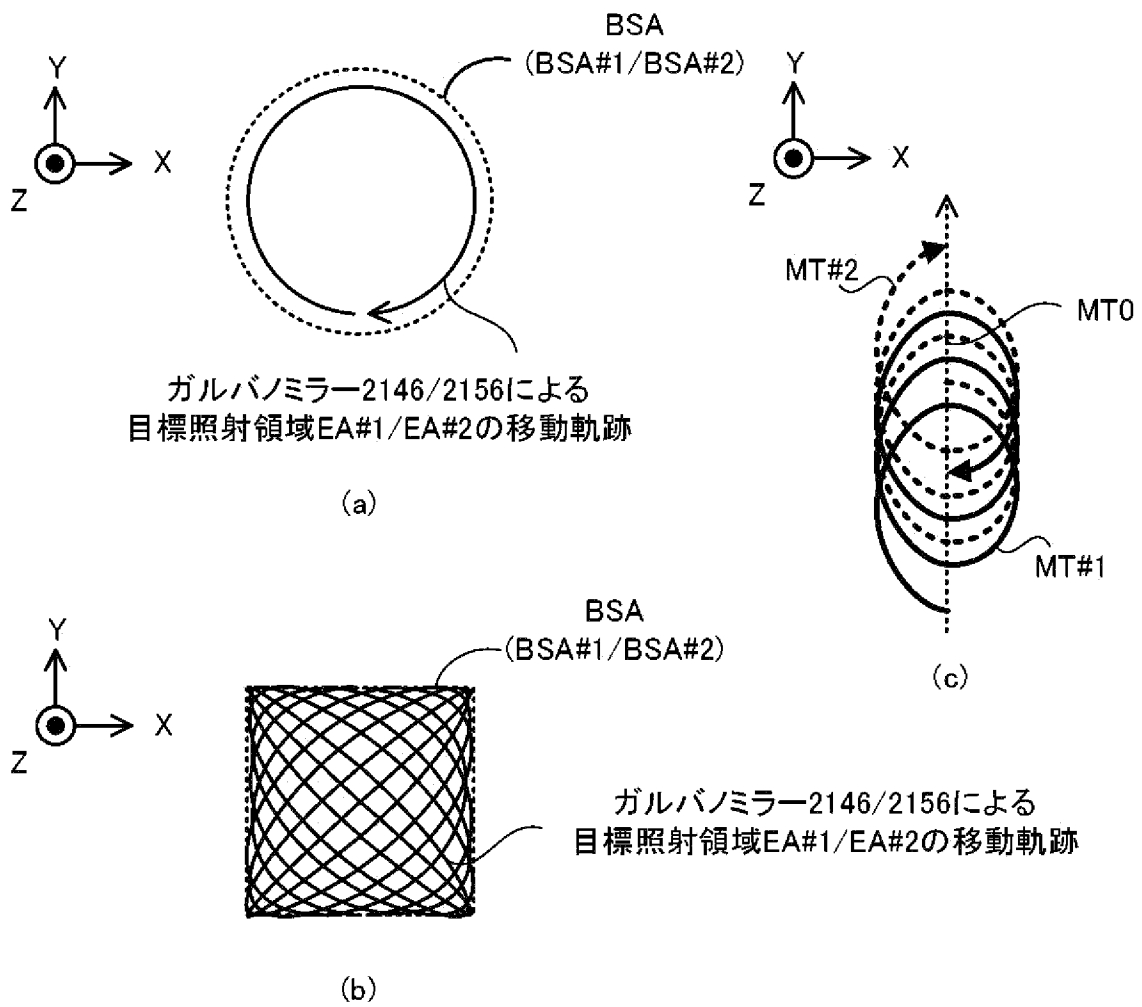
[図3]



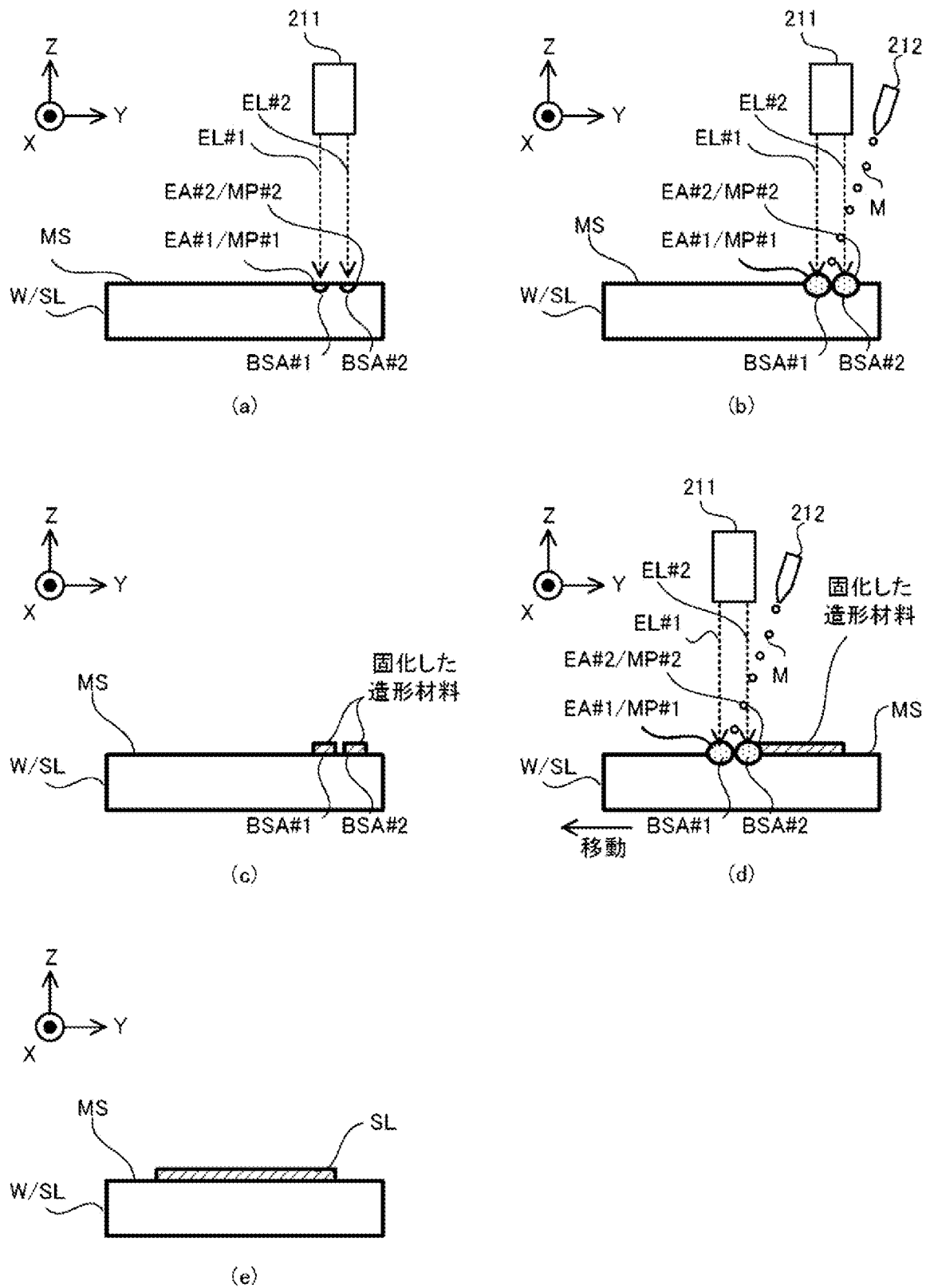
[図4]



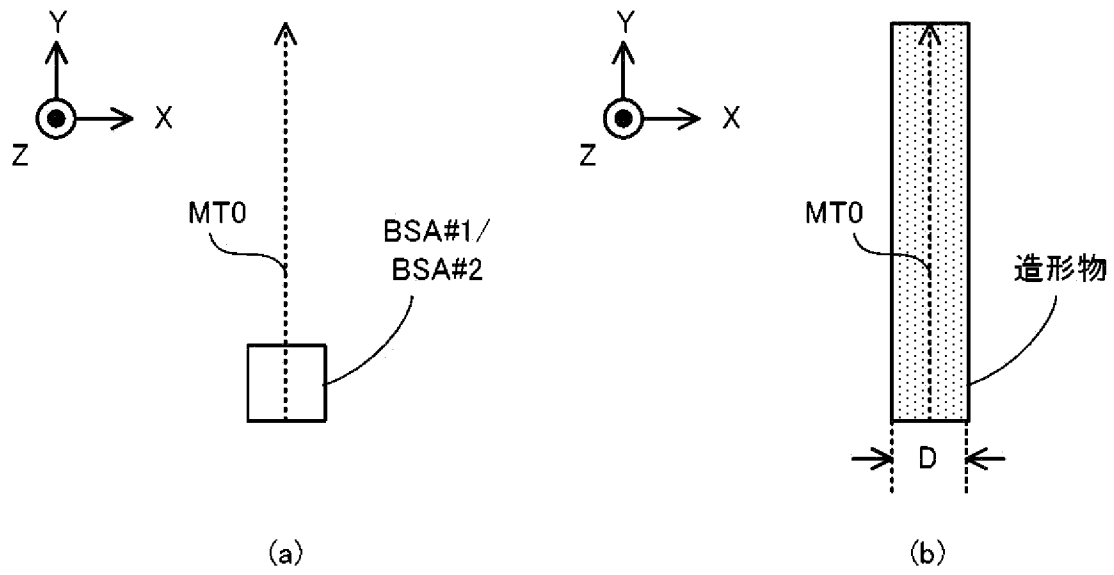
[図5]



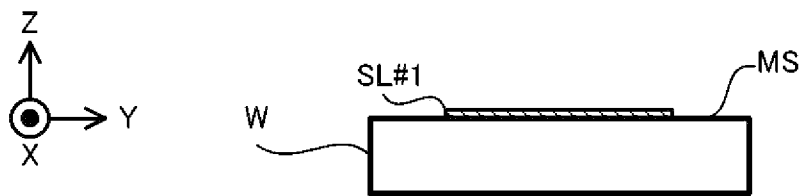
[図6]



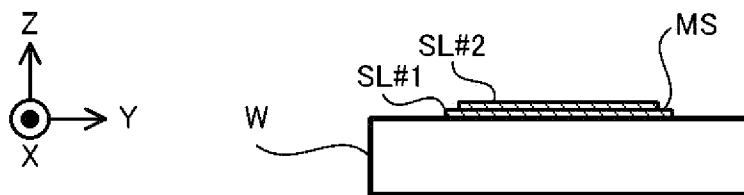
[図7]



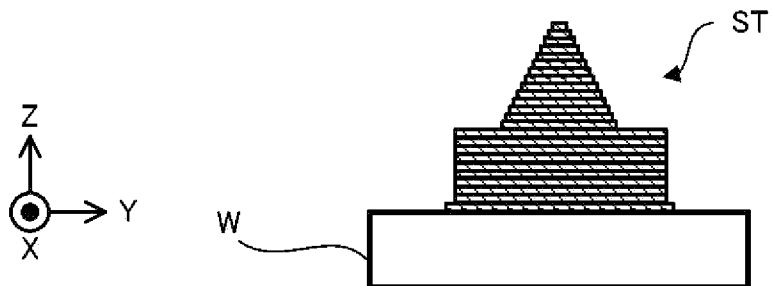
[図8]



(a)

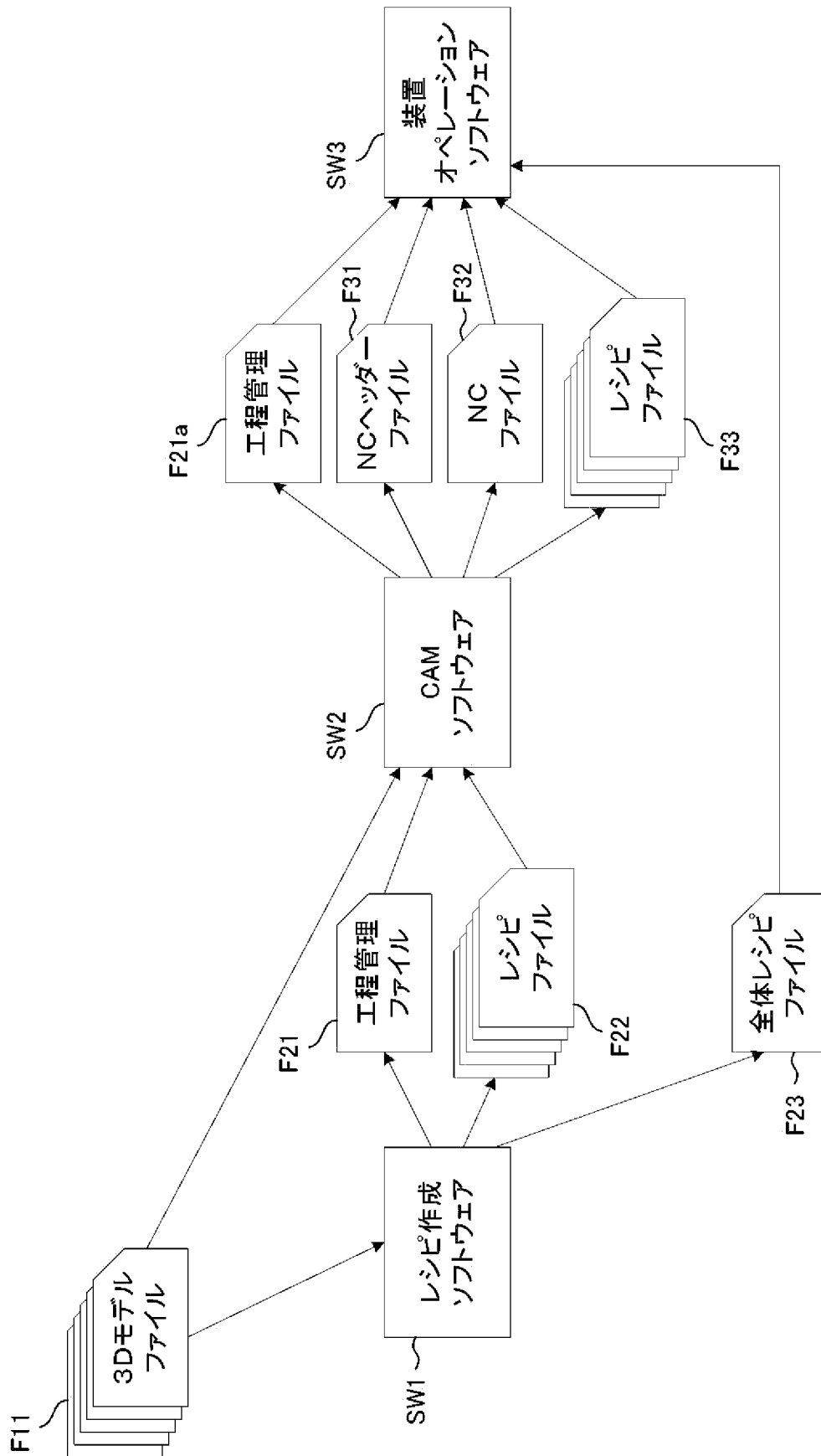


(b)

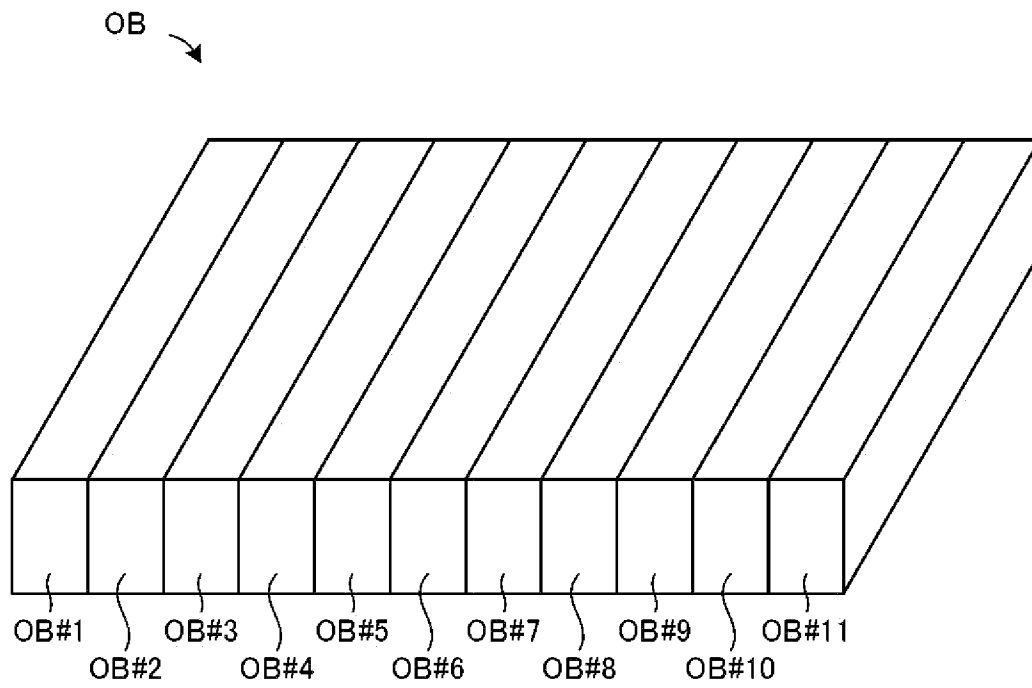


(c)

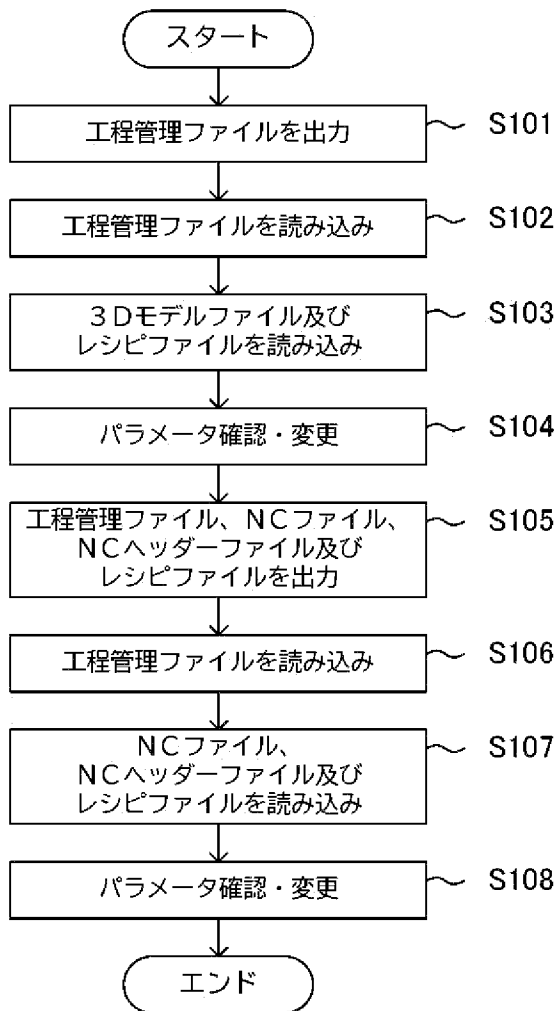
[図9]



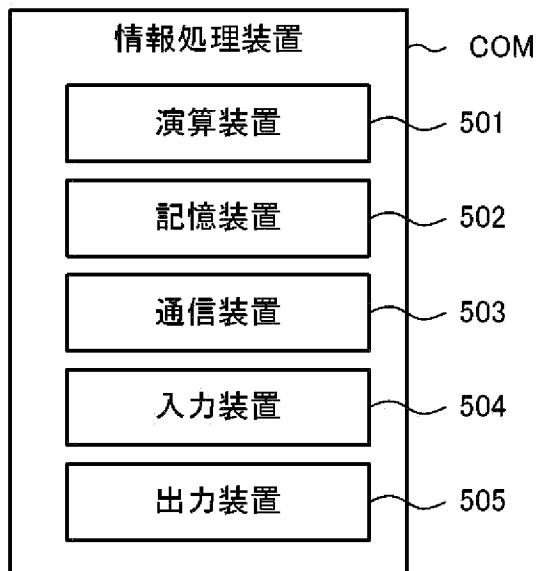
[図10]



[図11]



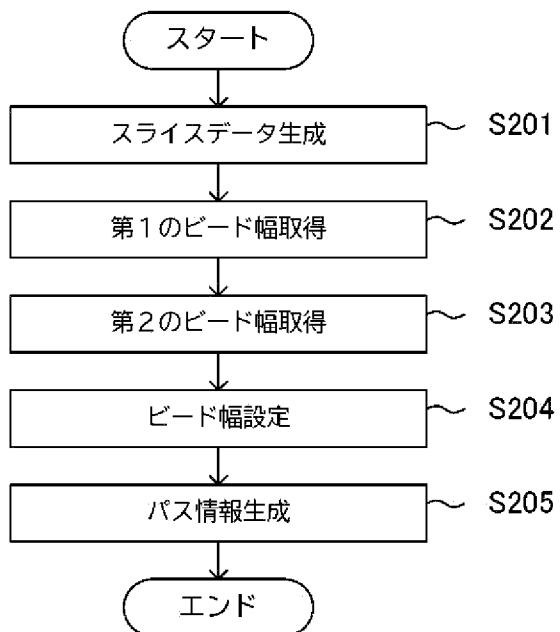
[図12]



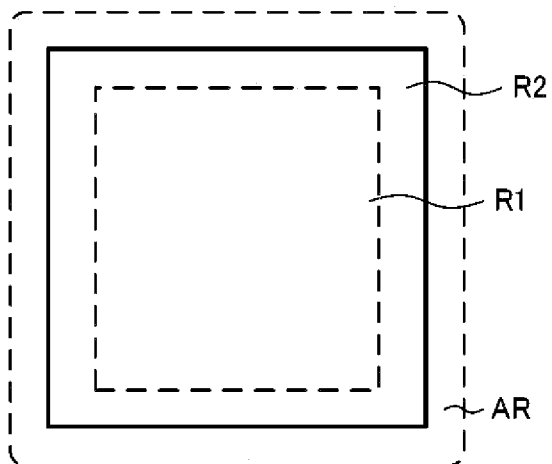
[図13]

ビード幅設定	
第1のビード幅	
第2のビード幅	

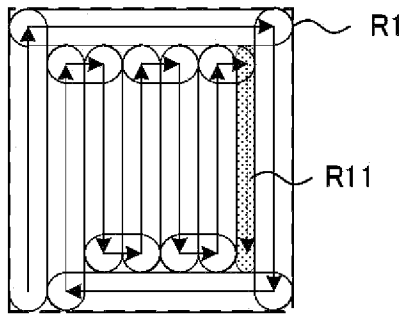
[図14]



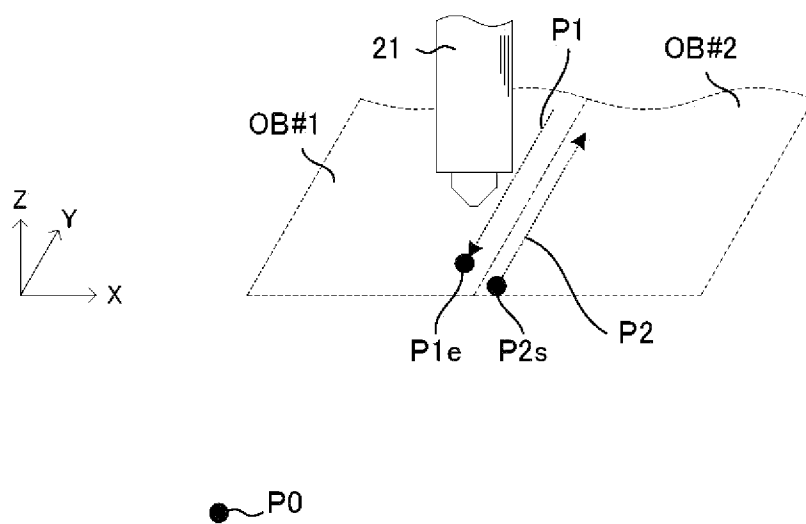
[図15]



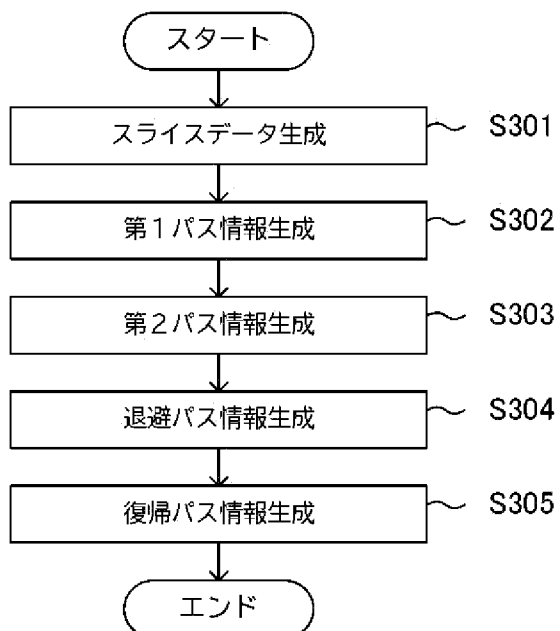
[図16]



[図17]

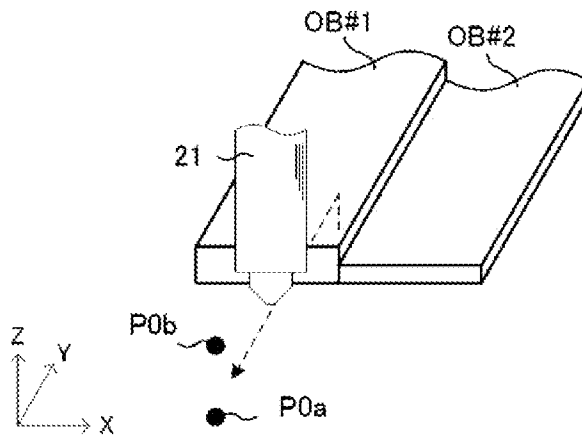


[図18]

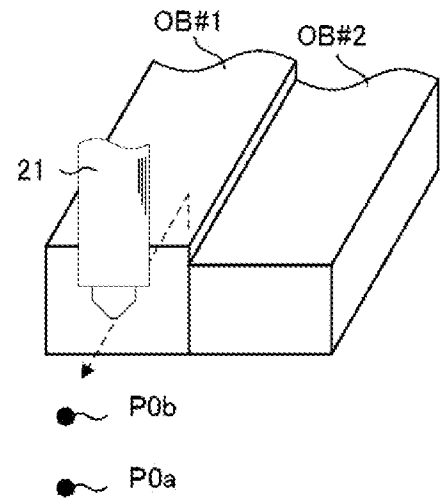


[図19]

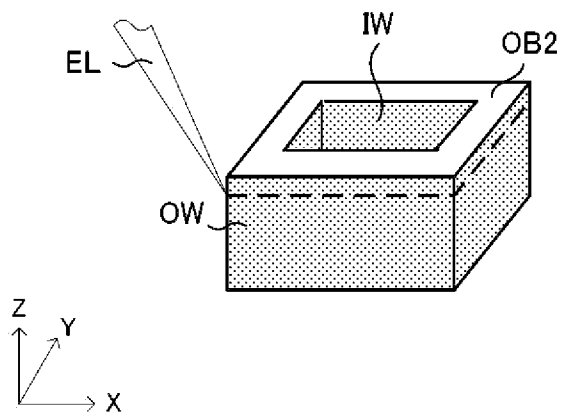
(a)



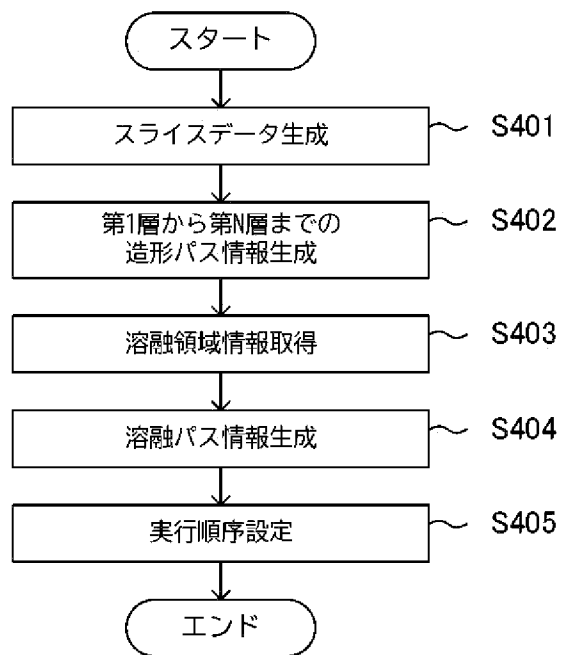
(b)



[図20]

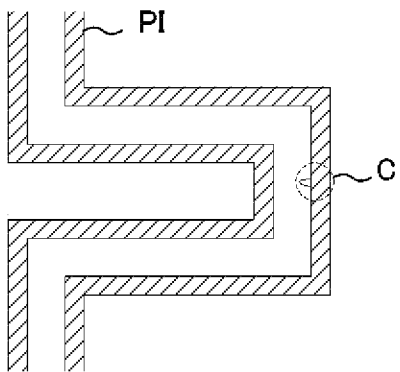


[図21]

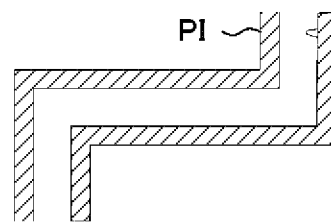


[図22]

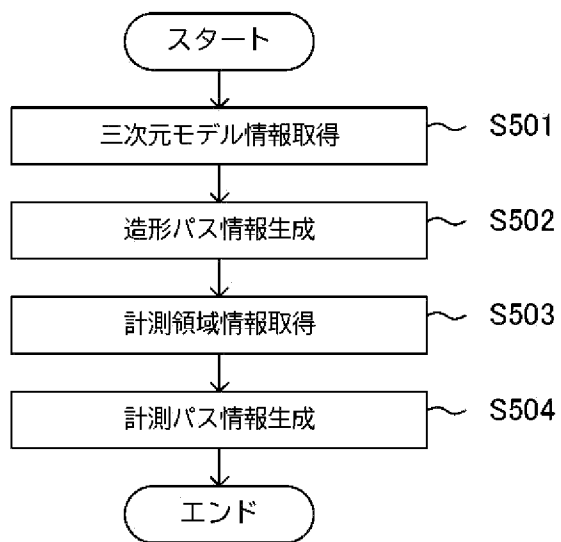
(a)



(b)

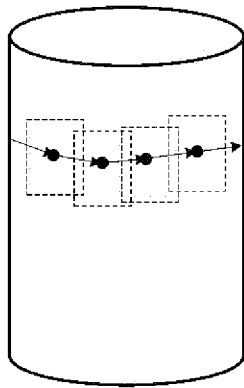


[図23]

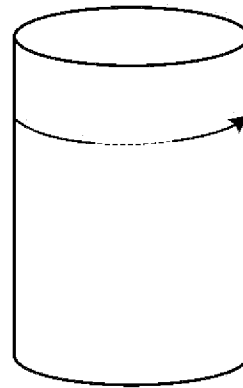


[図24]

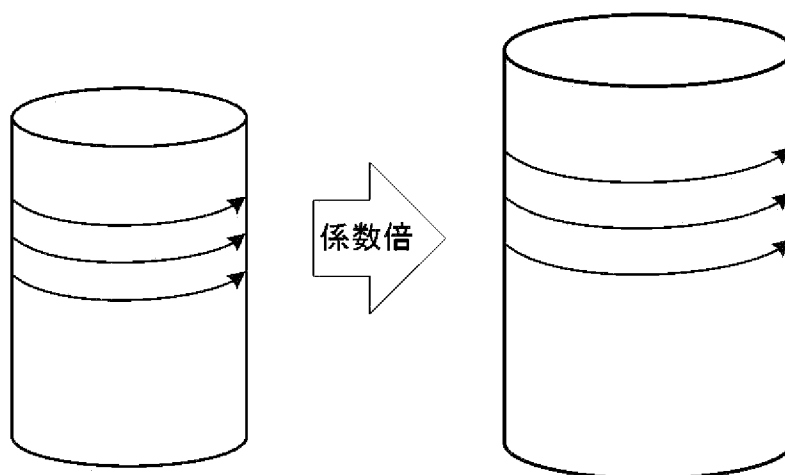
(a)



(b)



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 26/34**(2014.01)i; **B23K 26/21**(2014.01)i

FI: B23K26/34; B23K26/21 Z

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/34; B23K26/21

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-76916 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 23 May 2019 (2019-05-23) paragraphs [0011]-[0036], fig. 1-5	1, 58-66, 70, 74
Y		2-23
Y	JP 2022-71244 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 16 May 2022 (2022-05-16) claims 1-12, fig. 1-24	2-23
Y	WO 2021/064952 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 08 April 2021 (2021-04-08) claims 1-13, paragraph [0009], fig. 1-20	14-23
Y	JP 2021-536364 A (CRANFIELD UNIVERSITY) 27 December 2021 (2021-12-27) claims 1-15, fig. 1-4	17-23
Y	JP 2022-139967 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 26 September 2022 (2022-09-26) claims 1-8, paragraph [0012], fig. 1-16	18-19, 21-23
A	WO 2016/203823 A1 (DMG MORI SEIKI CO., LTD.) 22 December 2016 (2016-12-22) claims 1-5, fig. 1-24	24-36, 67, 71, 75



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 March 2023

Date of mailing of the international search report

20 March 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001033

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2020/004328 A1 (KJ CHEMICALS CORPORATION) 02 January 2020 (2020-01-02) claims 1-15, fig. 1-11	24-36, 67, 71, 75
A	JP 2021-115625 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 10 August 2021 (2021-08-10) claims 1-6, fig. 1-12	24-36, 67, 71, 75
X	WO 2022/003870 A1 (NIKON CORPORATION) 06 January 2022 (2022-01-06) paragraphs [0045]-[0067], fig. 1-18	37-41, 68-69, 72, 76
Y		42-57, 73, 77
Y	WO 2017/141639 A1 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 24 August 2017 (2017-08-24) claim 1, fig. 1-11	42-45
Y	JP 2021-81324 A (RICOH COMPANY, LTD.) 27 May 2021 (2021-05-27) paragraphs [0013]-[0074], fig. 1-11	46-57, 73, 77

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims are classified into four inventions below.

(Invention 1) Claims 1-23, 58-66, 70, 74

The invention in claim 1 has the special technical feature of a “data generation method comprising: acquiring first bead width information which is information for forming a bead by using a first width, the information being input by a user; and acquiring second bead width information which is information for forming a bead by using a second width different from the first width, the information being input by the user,” and claims 2-23, 70, and 74 also have the special technical feature identical to the invention in claim 1. Claims 58-66 are substantially identical to or similarly closely related to claim 1, and are thus classified as invention 1.

Therefore, the invention in claims 1-23, 58-66, 70, and 74 is classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 24-36, 67, 71, 75

It cannot be said that the invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 has the special technical feature identical or corresponding to the invention in claim 1 classified as invention 1. The invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 has little relevance to the invention in claim 1. Therefore, it is not considered that the invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 is inventively related to the invention in claim 1. The invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 is not substantially identical to or similarly closely related to the invention in any of the claims classified as invention 1. Therefore, the invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 cannot be classified as invention 1.

Therefore, the invention in claims 24-36, 67, 71, and 75 is classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 37-45, 68-69, 72, 76

It cannot be said that the invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 has the special technical feature identical or corresponding to the invention in claim 1 classified as invention 1 or the invention in claim 24 classified as invention 2. The invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 has little technical relevance to the invention in claim 1 or the invention in claim 24. Therefore, it is not considered that the invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 is inventively related to the invention in claim 1 or the invention in claim 24. The invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 is not substantially identical to or similarly closely related to the invention in any of the claims classified as invention 1 or invention 2. Therefore, the invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 cannot be classified as invention 1 or invention 2.

Therefore, the invention in claims 37-45, 68-69, 72, and 76 is classified as invention 3.

(Invention 4) Claims 46-57, 73, 77

It cannot be said that the invention in claims 46-57, 73, and 77 has the special technical feature identical or corresponding to the invention in claim 1 classified as invention 1, the invention in claim 24 classified as invention 2, or the invention in claim 37 classified as in 3. The invention in claims 46-57, 73, and 77 has little technical relevance to the invention in claim 1, the invention in claim 24, or the invention in claim 37. Therefore, it is not considered that the invention in claims 46-57, 73, and 77 is inventively related to the invention in claim 1, the invention in claim 24, or the invention in claim 37. The invention in claims 46-57, 73, and 77 is not substantially identical to or similarly closely related to the invention in any of the claims classified as invention 1, invention 2, or invention 3. Therefore, the invention in claims 46-57, 73, and 77 cannot be classified as invention 1, invention 2, or invention 3.

Therefore, the invention in claims 46-57, 73, and 77 is classified as invention 4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001033**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/001033

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-76916	A	23 May 2019	(Family: none)	
JP	2022-71244	A	16 May 2022	US 2022/0126522 A1 claims 1-12, fig. 1-24	
				CN 114474726 A	
WO	2021/064952	A1	08 April 2021	US 2022/0331904 A1 claims 1-27, paragraph [0009], fig. 1-20	
				CN 114450122 A	
JP	2021-536364	A	27 December 2021	US 2021/0252642 A1 claims 1-19, fig. 1-4	
				WO 2020/038671 A1	
				KR 10-2021-0042984 A	
				CN 112996624 A	
JP	2022-139967	A	26 September 2022	(Family: none)	
WO	2016/203823	A1	22 December 2016	US 2019/0151990 A1 claims 1-5, fig. 1-24	
				CN 107735209 A	
WO	2020/004328	A1	02 January 2020	US 2020/0384683 A1 claims 1-15, fig. 1-11	
				EP 3812133 A1	
				CN 112262035 A	
				KR 10-2021-0021941 A	
JP	2021-115625	A	10 August 2021	(Family: none)	
WO	2022/003870	A1	06 January 2022	(Family: none)	
WO	2017/141639	A1	24 August 2017	US 2019/0025798 A1 claim 1, fig. 1-11	
				EP 3417973 A1	
				CN 108602151 A	
JP	2021-81324	A	27 May 2021	US 2022/0276043 A1 paragraphs [0026]-[0088], fig. 1-11	
				WO 2021/099883 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/34(2014.01)i; B23K 26/21(2014.01)i FI: B23K26/34; B23K26/21 Z										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/34; B23K26/21										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 2019-76916 A（株式会社神戸製鋼所）23.05.2019（2019-05-23） 段落0011-0036，図1-5	1, 58-66, 70, 74								
Y		2-23								
Y	JP 2022-71244 A（セイコーエプソン株式会社）16.05.2022（2022-05-16） 請求項1-12，図1-24	2-23								
Y	WO 2021/064952 A1（三菱電機株式会社）08.04.2021（2021-04-08） 請求項1-13，段落0009，図1-20	14-23								
Y	JP 2021-536364 A（クランフィールド ユニヴァーシティー）27.12.2021（2021-12-27） 請求項1-15，図1-4	17-23								
Y	JP 2022-139967 A（三菱電機株式会社）26.09.2022（2022-09-26） 請求項1-8，段落0012，図1-16	18-19, 21-23								
A	WO 2016/203823 A1（DMG森精機株式会社）22.12.2016（2016-12-22） 請求項1-5，図1-24	24-36, 67, 71, 75								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 09.03.2023		国際調査報告の発送日 20.03.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 黒石 孝志 3P 9527 電話番号 03-3581-1101 内線 3363								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	W0 2020/004328 A1 (K J ケミカルズ株式会社) 02.01.2020 (2020 - 01 - 02) 請求項 1 - 1 5, 図 1 - 1 1	24-36, 67, 71, 75
A	JP 2021-115625 A (三菱電機株式会社) 10.08.2021 (2021 - 08 - 10) 請求項 1 - 6, 図 1 - 1 2	24-36, 67, 71, 75
X Y	W0 2022/003870 A1 (株式会社ニコン) 06.01.2022 (2022 - 01 - 06) 段落 0 0 4 5 - 0 0 6 7, 図 1 - 1 8	37-41, 68-69, 72, 76 42-57, 73, 77
Y	W0 2017/141639 A1 (株式会社神戸製鋼所) 24.08.2017 (2017 - 08 - 24) 請求項 1, 図 1 - 1 1	42-45
Y	JP 2021-81324 A (株式会社リコー) 27.05.2021 (2021 - 05 - 27) 段落 0 0 1 3 - 0 0 7 4, 図 1 - 1 1	46-57, 73, 77

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求項の範囲は、以下の4の発明に区分される。

（発明1）請求項1-23, 58-66, 70, 74

請求項1に係る発明は、「データ生成方法」において、「使用者により入力された、第1の幅でビードを造形するための情報である第1ビード幅情報を取得することと、前記使用者により入力された、前記第1の幅とは異なる第2の幅でビードを造形するための情報である第2ビード幅情報を取得すること」という特別な技術的特徴を有しており、請求項2-23, 70, 74に係る発明も、請求項1に係る発明と同一の特別な技術的特徴を有している。また、請求項58-66は請求項1と実質同一又はそれに準ずる関係にあるので、発明1に区分する。

したがって、請求項1-23, 58-66, 70, 74に係る発明を発明1に区分する。

（発明2）請求項24-36, 67, 71, 75

請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明は、発明1に区分された請求項1に係る発明と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明は、請求項1に係る発明と技術的関連性が低い。このため、請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明が、請求項1に係る発明に対して発明の連関を有しているとは認められない。さらに、請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明は、発明1に区分されたいずれの請求項に係る発明に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。よって、請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明は、発明1に区分できない。

したがって、請求項24-36, 67, 71, 75に係る発明を発明2に区分する。

（発明3）請求項37-45, 68-69, 72, 76

請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明は、発明1に区分された請求項1に係る発明、又は、発明2に区分された請求項24に係る発明と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明は、請求項1に係る発明、又は、請求項24に係る発明と技術的関連性が低い。このため、請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明が、請求項1に係る発明、又は、請求項24に係る発明に対して発明の連関を有しているとは認められない。さらに、請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明は、発明1又は発明2に区分されたいずれの請求項に係る発明に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。よって、請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明は、発明1又は発明2に区分できない。

したがって、請求項37-45, 68-69, 72, 76に係る発明を発明3に区分する。

（発明4）請求項46-57, 73, 77

請求項46-57, 73, 77に係る発明は、発明1に区分された請求項1に係る発明、発明2に区分された請求項24に係る発明、又は、発明3に区分された請求項37に係る発明と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項46-57, 73, 77に係る発明は、請求項1に係る発明、請求項24に係る発明、又は、請求項37に係る発明と技術的関連性が低い。このため、請求項46-57, 73, 77に係る発明が、請求項1に係る発明、請求項24に係る発明、又は、請求項37に係る発明に対して発明の連関を有しているとは認められない。さらに、請求項46-57, 73, 77に係る発明は、発明1、発明2又は発明3に区分されたいずれの請求項に係る発明に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。よって、請求項46-57, 73, 77に係る発明は、発明1、発明2又は発明3に区分できない。

したがって、請求項46-57, 73, 77に係る発明を発明4に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/001033

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-76916	A	23.05.2019	(ファミリーなし)	
JP	2022-71244	A	16.05.2022	US 2022/0126522 A1 請求項 1 - 1 2, 図 1 - 2 4 CN 114474726 A	
WO	2021/064952	A1	08.04.2021	US 2022/0331904 A1 請求項 1 - 2 7, 段落 0 0 9, 図 1 - 2 0 CN 114450122 A	
JP	2021-536364	A	27.12.2021	US 2021/0252642 A1 請求項 1 - 1 9, 図 1 - 4 WO 2020/038671 A1 KR 10-2021-0042984 A CN 112996624 A	
JP	2022-139967	A	26.09.2022	(ファミリーなし)	
WO	2016/203823	A1	22.12.2016	US 2019/0151990 A1 請求項 1 - 5, 図 1 - 2 4 CN 107735209 A	
WO	2020/004328	A1	02.01.2020	US 2020/0384683 A1 請求項 1 - 1 5, 図 1 - 1 1 EP 3812133 A1 CN 112262035 A KR 10-2021-0021941 A	
JP	2021-115625	A	10.08.2021	(ファミリーなし)	
WO	2022/003870	A1	06.01.2022	(ファミリーなし)	
WO	2017/141639	A1	24.08.2017	US 2019/0025798 A1 請求項 1, 図 1 - 1 1 EP 3417973 A1 CN 108602151 A	
JP	2021-81324	A	27.05.2021	US 2022/0276043 A1 段落 0 0 2 6 - 0 0 8 8, 図 1 - 1 1 WO 2021/099883 A1	