

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/188082 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/046 (2014.01) B23K 26/073 (2006.01)
B23K 26/064 (2014.01) B23K 26/342 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015889
- (22) 国際出願日: 2022年3月30日(30.03.2022)
- (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: 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). 川辺

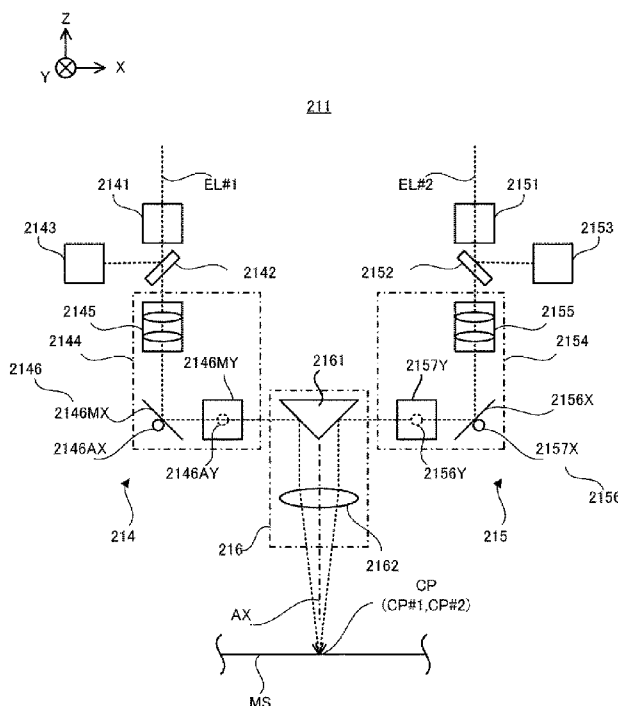
喜雄 (KAWABE, Yoshio); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 篠崎 諒 (SHINOZAKI, Ryo); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 加工装置



(57) Abstract: This processing device comprises: an irradiation optical system that is capable of irradiating an object with first processing light emitted from a first light source, and second processing light emitted from a second light source different from the first light source and having a different peak wavelength from the first processing light; and a material supply member that is capable of supplying a build material to a molten pool formed by the first and second processing light. The peak wavelength of the second processing light is shorter than the peak wavelength of the first processing



WO 2023/188082 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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, 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))

light. A second region irradiated with the second processing light is broader than a first region irradiated with the first processing light.

(57) 要約: 加工装置は、第1光源から射出される第1加工光と、第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射光学系と、第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、第2加工光のピーク波長は、第1加工光のピーク波長よりも短く、第2加工光が照射される第2領域は、第1加工光が照射される第1領域よりも広い。

明 細 書

発明の名称：加工装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、物体に付加加工を行うことが可能な加工装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 物体に付加加工を行うことが可能な加工装置の一例が、特許文献1に記載されている。このような加工装置の技術的課題の一つとして、物体を適切に加工することがあげられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2016/0311059号明細書

発明の概要

[0004] 第1の態様によれば、第1光源から射出される第1加工光と、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射光学系と、前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第2加工光のピーク波長は、前記第1加工光のピーク波長よりも短く、前記第2加工光が照射される第2領域は、前記第1加工光が照射される第1領域よりも広い加工装置が提供される。

[0005] 第2の態様によれば、物体に付加加工を行う加工装置であって、第1光源から射出される第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が

照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む加工装置が提供される。

[0006] 第3の態様によれば、物体に付加加工を行う加工装置であって、第1光源から射出される第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含む加工装置が提供される。

[0007] 第4の態様によれば、物体に付加加工を行う加工装置であって、第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2

集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位置を、前記第4加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む加工装置が提供される。

[0008] 第5の態様によれば、物体に付加加工を行う加工装置であって、第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する第1方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する第2方向に沿って変更するように前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む加工装置が提供される。

[0009] 第6の態様によれば、物体に付加加工を行う加工装置であって、第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方

向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材と、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材と、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器とを含む加工装置が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、加工光を物体に集光する集光光学系と、前記加工光を制御するために用いられる電気部品とを備える加工ヘッドと、前記集光光学系の光軸に交差する方向に沿って前記加工ヘッドに隣接し、且つ、加工ヘッドを支持する支持部材とを備え、前記光軸に交差する方向における前記電気部品と前記支持部材との間の第1距離は、前記光軸に交差する方向における前記光軸と前記支持部材との間の第2距離よりも長い加工装置が提供される。

[0011] 第8の態様によれば、第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える加工装置が提供される。

[0012] 第9の態様によれば、第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、前記照射装置によって前記第1及び第2加工光が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える加工装置が提供される。

[0013] 第10の態様によれば、第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、前記照射装置によって第1加工光が照射される照射領域に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1加工光が照射される照射領域は、前記第2加工光が照射される領域と少なくとも一部が重なる加工装置が提供される。

[0014] 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

- [0015] [図1]図1は、本実施形態の加工システムの外観を示す断面図である。
- [図2]図2は、本実施形態の加工システムの構造を示す断面図である。
- [図3]図3は、本実施形態の加工システムの構成を示すブロック図である。
- [図4]図4は、照射光学系の構造を示す断面図である。
- [図5]図5（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5（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6]図6（a）及び図6（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6（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7]図7は、照射光学系が収容された筐体ユニットを示す斜視図である。
- [0016] [図8]図8は、X走査モータ及びY走査モータの位置関係を示す下面図である。
- [図9]図9は、照射光学系のメンテナンスが容易になるようにヘッド筐体に収容されている照射光学系の一例を示す断面図である。
- [図10]図10は、冷媒を照射光学系の少なくとも一部に供給する冷媒供給ノズルを示す断面図である。
- [図11]図11（a）から図11（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12]図12（a）から図12（c）のそれぞれは、三次元構造物を造形する過程を示す断面図である。
- [図13]図13（a）から図13（c）のそれぞれは、造形面に照射される二つの加工光を示す断面図である。
- [図14]図14（a）及び図14（b）のそれぞれは、複数の異なる種類の造形材料Mを用いて造形される三次元構造物を示す断面図である。
- [図15]図15は、二つの加工光の強度を示すタイミングチャートである。
- [図16]図16は、二つの加工光の強度を示すタイミングチャートである。

[図17]図17は、二つの加工光の強度を示すタイミングチャートである。

[図18]図18は、二つの加工光の強度を示すタイミングチャートである。

[図19]図19(a)は、二つの加工光がそれぞれ造形面に形成する二つのビームスポットを示す平面図であり、図19(b)は、二つのビームスポット(つまり、二つの目標照射領域)の造形面上での移動軌跡を示す平面図である。

[図20]図20(a)は、二つの加工光がそれぞれ造形面に形成する二つのビームスポットを示す平面図であり、図20(b)は、二つのビームスポット(つまり、二つの目標照射領域)の造形面上での移動軌跡を示す平面図である。

[図21]図21は、フォーカス制御光学系の制御量に基づいてガルバノミラーを制御するガルバノフォーカス連動制御動作が行われる場合の加工光を示す断面図である。

[図22]図22は、ガルバノミラーの制御量に基づいてフォーカス制御光学系を制御するガルバノフォーカス連動制御動作が行われる場合の加工光を示す断面図である。

[図23]図23は、第1変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図24]図24は、第2変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図25]図25は、第3変形例における加工システムの構成を示すブロック図である。

[図26]図26は、第3変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図27]図27は、第4変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図28]図28は、第5変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図29]図29は、第5変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

[図30]図30は、第6変形例における加工システムが備える照射光学系の構造を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照しながら、加工装置及び加工方法の実施形態について説明する。以下では、物体の一例であるワークWに対する加工を行うことが可能な加工システムSYSを用いて、加工装置及び加工方法の実施形態を説明する。特に、以下では、レーザ肉盛溶接法(LMD: Laser Metal Deposition)に基づく付加加工を行う加工システムSYSを用いて、加工装置及び加工方法の実施形態を説明する。レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工は、ワークWに供給した造形材料Mを加工光EL(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。

[0018] 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。

[0019] (1) 加工システムSYSの構造

(1-1) 加工システムSYSの全体構造

初めに、図1から図3を参照しながら、本実施形態の加工システムSYSの構造について説明する。図1は、本実施形態の加工システムSYSの外観を模式的に示す斜視図である。図2は、本実施形態の加工システムSYSの

構造を模式的に示す断面図である。図3は、本実施形態の加工システムS Y Sのシステム構成を示すシステム構成図である。

[0020] 加工システムS Y Sは、ワークWに対して付加加工を行うことが可能である。加工システムS Y Sは、ワークWに対して付加加工を行うことで、ワークWと一体化された（或いは、分離可能な）造形物を造形可能である。この場合、ワークWに対して行われる付加加工は、ワークWと一体化された（或いは、分離可能な）造形物をワークWに付加する加工に相当する。尚、本実施形態における造形物は、加工システムS Y Sが造形する任意の物体を意味していてもよい。例えば、加工システムS Y Sは、造形物の一例として、三次元構造物（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構造物であり、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構造物）S Tを造形可能である。

[0021] ワークWが後述するステージ3 1である場合には、加工システムS Y Sは、ステージ3 1に対して付加加工を行うことが可能である。ワークWがステージ3 1に載置されている物体である載置物である場合には、加工システムS Y Sは、載置物に対して付加加工を行うことが可能である。ステージ3 1に載置される載置物は、加工システムS Y Sが造形した別の三次元構造物S T（つまり、既存構造物）であってもよい。尚、図1及び図2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。

[0022] ワークWは、欠損箇所がある要修理品であってもよい。この場合、加工システムS Y Sは、欠損箇所を補填するための造形物を造形する付加加工を行うことで、要修理品を補修する補修加工を行ってもよい。つまり、加工システムS Y Sが行う付加加工は、欠損箇所を補填するための造形物をワークWに付加する付加加工を含んでいてもよい。

[0023] 上述したように、加工システムS Y Sは、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことが可能である。つまり、加工システムS Y Sは、積層加工技

術を用いて物体を加工する3D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。なお、レーザ肉盛溶接法（LMD）は、DED（Directed Energy Deposition）と称されてもよい。

[0024] 積層加工技術を用いる加工システムSYSは、複数の構造層SL（後述する図12参照）を順に形成することで、複数の構造層SLが積層された三次元構造物STを造形する。この場合、加工システムSYS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MSに設定し、当該造形面MS上に、1層目の構造層SLを造形する。その後、加工システムSYSは、1層目の構造層SLの表面を新たな造形面MSに設定し、当該造形面MS上に、2層目の構造層SLを造形する。以降、加工システムSYSは、同様の動作を繰り返すことで、複数の構造層SLが積層された三次元構造物STを造形する。

[0025] 加工システムSYSは、エネルギービームである加工光EL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EL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。

[0026] 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EL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。

[0027] 付加加工を行うために、加工システムS Y Sは、図1から図3に示すように、材料供給源1と、加工ユニット2と、ステージユニット3と、光源4と、気体供給源5と、制御装置7とを備える。加工ユニット2と、ステージユニット3とは、筐体6の内部のチャンバ空間63 I 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63 I Nにおいて付加加工を行ってもよい。尚、加工システムS Y S及び加工ユニット2の少なくとも一つは、加工装置と称されてもよい。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] 照射光学系211は、加工光E L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E L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。

[0031] 図1から図3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。

[0032] 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。このため、照射光学系211は、照射装置と称されてもよい。具体的には、照射光学系211は、加工光ELが照射される（典型的には、集光される）領域として造形面MSに設定される目標照射領域（目標照射位置）EAに加工光ELを照射可能である。尚、以下の説明では、照射光学系211が二つの加工光ELをそれぞれ照射する二つの目標照射領域EA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211が加工光EL#1を照射する目標照射領域EAを、“目標照射領域EA#1”と称し、且つ、照射光学系211が加工光EL#2を照射する目標照射領域EAを、“目標照射領域EA#2”と称する。更に、照射光学系211の状態は、制御装置7の制御下で、目標照射領域EAに加工光ELを照射する状態と、目標照射領域EAに加工光ELを照射しない状態との間で切替可能である。尚、照射光学系211から射出される加工光EL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216（或いは後述する $f\theta$ レンズ2162）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。

[0033] 照射光学系211は、造形面MSに加工光ELを照射することで、造形面MSに熔融池MPを形成してもよい。例えば、照射光学系211は、造形面MSに加工光EL#1を照射することで、造形面MSに熔融池MP#1を形成してもよい。例えば、照射光学系211は、造形面MSに加工光EL#2を照射することで、造形面MSに熔融池MP#2を形成してもよい。熔融池MP#1と熔融池MP#2とは、一体化されていてもよい。或いは、熔融池MP#1と熔融池MP#2とは、互いに離れていてもよい。但し、加工光EL#1の照射によって造形面MSに熔融池MP#1が形成されなくてもよい。加工光EL#2の照射によって造形面MSに熔融池MP#2が形成されなくてもよい。

[0034] 材料ノズル212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）。このため、材料ノズル212は、材料供給部材と称されてもよい。材料ノズル212は、供給管11及び混合装置12を介して造形材料Mの供給源である材料供給源1と物理的に接続されている。材料ノズル212は、供給管11及び混合装置12を介して材料供給源1から供給される造形材料Mを供給する。材料ノズル212は、供給管11を介して材料供給源1から供給される造形材料Mを圧送してもよい。即ち、材料供給源1からの造形材料Mと搬送用の気体（つまり、圧送ガスであり、例えば、窒素やアルゴン等の不活性ガス）とは、混合装置12で混合された後に供給管11を介して材料ノズル212に圧送されてもよい。その結果、材料ノズル212は、搬送用の気体と共に造形材料Mを供給する。搬送用の気体として、例えば、気体供給源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を用いられてもよい。尚、図2において材料ノズル212は、チューブ状に描かれているが、材料ノズル212の形状は、この形状に限定されない。材料ノズル212は、材料ノズル212から下方（つまり、-Z

側)に向けて造形材料Mを供給する。材料ノズル212の下方には、ステージ31が配置されている。ステージ31にワークWが搭載されている場合には、材料ノズル212は、造形面MSに向けて造形材料Mを供給する。尚、材料ノズル212から供給される造形材料Mの進行方向はZ軸方向に対して所定の角度(一例として鋭角)だけ傾いた方向であるが、-Z側(つまり、真下)であってもよい。

[0035] 本実施形態では、材料ノズル212は、加工光EL#1及びEL#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EA#1及びEA#2の少なくとも一つ)に造形材料Mを供給する。このため、材料ノズル212が造形材料Mを供給する領域として造形面MSに設定される目標供給領域MAが、目標照射領域EA#1及びEA#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212と照射光学系211#1及び211#2とが位置合わせされている。目標供給領域MAのサイズは、目標照射領域EA#1及びEA#2の少なくとも一つのサイズよりも大きくてもよいし、小さくてもよいし、同じであってもよい。

[0036] 材料ノズル212は、溶融池MPに造形材料Mを供給してもよい。具体的には、材料ノズル212は、溶融池MP#1及び溶融池MP#2の少なくとも一つに造形材料Mを供給してもよい。上述したように、材料ノズル212がワークWの上方から造形材料Mを供給するがゆえに、材料ノズル212は、ワークWに形成された溶融池MPから離れた位置から、造形材料Mを供給しているとみなしてもよい。但し、材料ノズル212は、溶融池MP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SYSは、材料ノズル212からの造形材料MがワークWに到達する前に当該造形材料Mを照射光学系211から射出される加工光EL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。

[0037] 加工ヘッド21は、ヘッド筐体23に收容されていてもよい。ヘッド筐体23は、内部に照射光学系211及び材料ノズル212を收容するための收容空間231(後述する図7参照)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 3 に収容されていてもよい。

[0038] ヘッド筐体 2 3 は、加工ヘッド 2 1 を支持する支持部材として機能してもよい。加工ヘッド 2 1 を支持するために、ヘッド筐体 2 3 は、Z 軸方向に交差する方向（例えば、XY 平面に沿った方向）に沿って加工ヘッド 2 1 に隣接していてもよい。言い換えれば、ヘッド筐体 2 3 は、Z 軸方向に交差する方向（例えば、XY 平面に沿った方向）に沿って加工ヘッド 2 1 に隣接する部材を含んでいてもよい。尚、ヘッド筐体 2 3 については、後述する図 7 等を参照しながら、後に詳述する。

[0039] ヘッド駆動系 2 2 は、制御装置 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、制御装置 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。

[0040] 図 1 に示す例では、ヘッド駆動系 2 2 は、加工ヘッド 2 1 を X 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれに沿って移動させる。この場合、ヘッド駆動系 2 2 は、例えば、ステージユニット 3 の基台であるベッド 3 0 から Z 軸方向に沿って上方に延びる壁状の部材であるコラム 2 2 1 と、コラム 2 2 1 に取り付けられ（或いは、形成され）且つ X 軸方向に沿って延びる X ガイド部材 2 2 2 と、X ガイド部材 2 2 2 に取り付けられ且つ X ガイド部材 2 2 2 に沿って移動可能な X ブロック部材 2 2 3 と、X ブロック部材 2 2 3 を移動させるための駆動力を発生するサーボモータ 2 2 4 と、X ブロック部材 2 2 3 に取り付けられ（或いは、形成され）且つ Z 軸方向に沿って延びる Z ガイド部材 2 2 5 と、Z ガイド部材 2 2 5 に取り付けられ且つ Z ガイド部材 2 2 5 に沿って移

動可能なZブロック部材226と、Zブロック部材226を移動させるための駆動力を発生するサーボモータ227とを備えていてもよい。この場合、加工ヘッド21が取り付けられるヘッド駆動系22（特に、Zブロック部材226）は、加工ヘッド21を支持する支持部材であるとみなしてもよい。

[0041] 加工ヘッド21は、Zブロック部材226に取り付けられていてもよい。具体的には、加工ヘッド21を収容するヘッド筐体23が、Zブロック部材226に取り付けられていてもよい。この場合、Zブロック部材226は、加工ヘッド21を支持する支持部材として機能してもよい。加工ヘッド21を支持するために、Zブロック部材226は、Z軸方向に交差する方向（例えば、XY平面に沿った方向）に沿って加工ヘッド21に隣接していてもよい。その結果、加工ヘッド21は、Xブロック部材223の移動に合わせてX軸方向に移動し、Zブロック部材226の移動に合わせてZ軸方向に移動する。つまり、Xブロック部材223のX軸方向における位置の変更に伴って、X軸方向における加工ヘッド21の位置が変更され、Zブロック部材226のZ軸方向における位置の変更に伴って、Z軸方向における加工ヘッド21の位置が変更される。

[0042] ヘッド駆動系22が加工ヘッド21を移動させると、加工ヘッド21とステージ31及びステージ31に載置されたワークWのそれぞれとの間の相対的な位置関係が変わる。つまり、ステージ31及びワークWのそれぞれに対する加工ヘッド21の位置が変わる。その結果、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、 θX 方向、 θY 方向及び θZ 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。

- [0043] ステージユニット3は、ベッド30と、ステージ31と、ステージ駆動系32とを備えている。
- [0044] ステージ31には、ワークWが載置される。このため、ステージ31は、載置装置と称されてもよい。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。
- [0045] 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。
- [0046] 図1に示す例では、ステージ駆動系32は、Y軸方向に沿ってステージ31を移動させ、且つ、A軸及びC軸のそれぞれの回転軸の周りにステージ31を回転させる。この場合、ステージ駆動系32は、例えば、ベッド30に取り付けられ（或いは、形成され）且つY軸方向に沿って延びるYガイド部材321と、Yガイド部材321に取り付けられ且つYガイド部材321に

沿って移動可能なトラニオン（Yブロック部材）322と、トラニオン322を移動させるための駆動力を発生するサーボモータ323と、トラニオン322に取り付けられ且つトラニオン322に対してA軸の周りに回転可能なクレードル324と、クレードル324を回転させるための駆動力を発生する不図示のサーボモータとを備えていてもよい。ステージ31は、不図示のサーボモータが発生する駆動力を用いて、クレードル324に対してC軸の周りに回転可能となるように、クレードル324に取り付けられていてもよい。その結果、ステージ31は、トラニオン322の移動に合わせてY軸方向に移動し、クレードル324の回転に合わせてA軸周りに回転し、且つ、C軸周りに回転する。

[0047] 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。つまり、ステージ31及びワークWのそれぞれに対する加工ヘッド21の位置が変わる。その結果、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。

[0048] 光源4は、例えば、赤外光、可視光及び紫外光のうちの一つを、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E L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。

[0049] 上述したように、加工システムS Y S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E L # 1の特性と、光源4 # 2が射出する加工光E L # 2の特性とは、同一であってもよい。例えば、加工光E L # 1の波長（典型的には、加工光E L # 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E L # 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E L # 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E L # 2の波長帯域とは、同一であってもよい。例えば、加工光E L # 1の強度と、加工光E L # 2の強度とは、同一であってもよい。例えば、加工光E L # 1に対するワークWの吸収率（或いは、造形面M Sが表面となる物体、以下同じ）と、加工光E L # 2に対するワークWの吸収率とは、同一であってもよい。このとき、加工光E L # 1のピーク波長に対するワークWの吸収率と、加工光E L # 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E L # 1の特性と、光源4 # 2が射出する加工光E L # 2の特性とは、異なってもよい。例えば、加工光E L # 1の波長（典型的には、ピーク波長）と、加工光E L # 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E L # 1の波長帯域と、加工光E L # 2の波長帯域とは、異なってもよい。例えば、加工光E L # 1の強度と、加工光E L # 2の強度とは、異なってもよい。例えば、加工光E L # 1に対するワークWの吸収率と、加工光E L # 2に対するワークWの吸収率とは、異なってもよい。

[0050] 本実施形態では、加工光E L # 2のピーク波長が加工光E L # 1のピーク波長よりも短い例について説明する。つまり、本実施形態では、加工光E L

1 のピーク波長が加工光 E L # 2 のピーク波長よりも長い例について説明する。一例として、光源 4 # 1 は、近赤外光（例えば、ピーク波長が 1 0 7 0 n m となる又は 1 0 7 0 n m に近い光）を、加工光 E L # 1 として射出してもよい。光源 4 # 2 は、青色の可視光（例えば、ピーク波長が 4 5 0 n m となる又は 4 5 0 n m に近い光）を、加工光 E L # 2 として射出してもよい。

[0051] 尚、本実施形態では、加工システム S Y S が複数の光源 4 を備えている例について説明されている。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 を備えていなくてもよい。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。

[0052] 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。

[0053] 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12にパージガスを供給してもよい。具体的には、気体供給源5は、気体供給源5と混合装置12とを接続する供給管52を介して混合装置12と接続されていてもよい。その結果、気体供給源5は、供給管52を介して、混合装置12にパージガスを供給する。この場合、材料供給源1からの造形材料Mは、供給管52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11内を通過して材料ノズル212に向けて供給（具体的には、圧送）されてもよい。つまり、気体供給源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。

[0054] 制御装置7は、加工システムSYSの動作を制御する。例えば、制御装置7は、ワークWに対して付加加工を行うように、加工システムSYSが備える加工ユニット2（例えば、加工ヘッド21及びヘッド駆動系22の少なくとも一方）を制御してもよい。例えば、制御装置7は、ワークWに対して付加加工を行うように、加工システムSYSが備えるステージユニット3（例えば、ステージ駆動系32）を制御してもよい。

[0055] 制御装置7は、例えば、演算装置と、記憶装置とを備えていてもよい。演算装置は、例えば、CPU（Central Processing Unit）及びGPU（Graphics Processing Unit）の少なくとも一方を含んでいてもよい。記憶装置は、例えば、メモリを含んでいてもよい。制御装置7は、演算装置がコンピュータプログラムを実行することで、加工システム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、制御装置7が行うべき後述する動作を演算装置に行わせる（つまり、実行させる）ためのコンピュータプログラムである。つまり、このコンピュータプログラムは、加工システムSYSに後述する動作を行わせるように制御装置7を機能させるためのコンピュータプログラムである。演算装置が実行するコンピュータプログラムは、制御装置7が備える記憶装置（つまり、記録媒体）に記録されていてもよいし、制御装置7に

内蔵された又は制御装置 7 に外付け可能な任意の記憶媒体（例えば、ハードディスクや半導体メモリ）に記録されていてもよい。或いは、演算装置は、実行すべきコンピュータプログラムを、ネットワークインタフェースを介して、制御装置 7 の外部の装置からダウンロードしてもよい。

[0056] 制御装置 7 は、照射光学系 2 1 1 による加工光 E L の射出態様を制御してもよい。射出態様は、例えば、加工光 E L の強度及び加工光 E L の射出タイミングの少なくとも一方を含んでいてもよい。加工光 E L が複数のパルス光を含む場合には、射出態様は、例えば、パルス光の発光時間、パルス光の発光周期、及び、パルス光の発光時間の長さとの比（いわゆる、デューティ比）の少なくとも一つを含んでいてもよい。更に、制御装置 7 は、ヘッド駆動系 2 2 による加工ヘッド 2 1 の移動態様を制御してもよい。制御装置 7 は、ステージ駆動系 3 2 によるステージ 3 1 の移動態様を制御してもよい。移動態様は、例えば、移動量、移動速度、移動方向及び移動タイミング（移動時期）の少なくとも一つを含んでいてもよい。更に、制御装置 7 は、材料ノズル 2 1 2 による造形材料 M の供給態様を制御してもよい。供給態様は、例えば、供給量（特に、単位時間当たりの供給量）及び供給タイミング（供給時期）の少なくとも一方を含んでいてもよい。

[0057] 制御装置 7 は、加工システム S Y S の内部に設けられていなくてもよい。例えば、制御装置 7 は、加工システム S Y S 外にサーバ等として設けられていてもよい。この場合、制御装置 7 と加工システム S Y S とは、有線及び／又は無線のネットワーク（或いは、データバス及び／又は通信回線）で接続されていてもよい。有線のネットワークとして、例えば I E E E 1 3 9 4、R S - 2 3 2 x、R S - 4 2 2、R S - 4 2 3、R S - 4 8 5 及び U S B の少なくとも一つに代表されるシリアルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、パラレルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、1 0 B A S E - T、1 0 0 B A S E - T X 及び 1 0 0 0 B A S E - T の少なくとも一つに代表されるイーサネット（登録商標）に準

拠したインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。無線のネットワークとして、電波を用いたネットワークが用いられてもよい。電波を用いたネットワークの一例として、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、制御装置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、制御装置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、制御装置7からのコマンドや制御パラメータ等の情報を、上記ネットワークを介して受信する受信装置を備えていてもよい。加工システムSYSは、制御装置7に対してコマンドや制御パラメータ等の情報を、上記ネットワークを介して送信する送信装置（つまり、制御装置7に対して情報を出力する出力装置）を備えていてもよい。或いは、制御装置7が行う処理のうちの一部を行う第1制御装置が加工システムSYSの内部に設けられている一方で、制御装置7が行う処理のうちの一部を行う第2制御装置が加工システムSYSの外部に設けられていてもよい。

[0058] 制御装置7内には、演算装置がコンピュータプログラムを実行することで、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。制御装置7は、演算モデルを用いて、加工システムSYSの動作を制御してもよい。つまり、加工システムSYS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SYSの動作を制御する動作を含んでいてもよい。尚、制御装置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、制御装置7に実装された演算モデルは、制御装置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、制御装置7は、制御装置7に実装されている演算モデルに加えて又は代えて、制御装置7の外部の装置（つまり、加工システムSYS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SYSの動作を制御してもよい。

[0059] 尚、制御装置7が実行するコンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、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、制御装置7（つまり、コンピュータ）がコンピュータプログラムを実行することで制御装置7内に実現される論理的な処理ブロックによって実現されてもよいし、制御装置7が備える所定のゲートアレイ（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。

[0060] （1-2）照射光学系211の構造

続いて、図4を参照しながら、照射光学系211の構造について説明する。図4は、照射光学系211の構造を示す断面図である。

[0061] 図4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EL#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EL#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EL#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EL#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EL#1と、第2光学系215から射出される加工光EL#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EL#1及び第2光学系215から射出される加工光EL#2を、造形面MSに向けて射出する光学系である。以下、第1光学系214、第2光学系215及び第3光学系216について、順に説明する。

[0062] 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。

[0063] 光源4#1から射出される加工光EL#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。つまり、コリメータレンズ2141の設置が省略されてもよい。また、光源4#1とコリメータレンズ2141

との間に、加工光EL#1を伝送する光伝送部材として光ファイバが介在する場合には、コリメータレンズ2141の前側焦点が光ファイバの射出端近傍に位置するようにコリメータレンズ2141を位置決めし、コリメータレンズ2141は、光ファイバから発散光束として射出される加工光EL#1を、平行光に変換してもよい。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。

[0064] 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。

[0065] 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。このため、フォーカス制御光学系2145は、集光位置変更部材と称されてもよい。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4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。

[0066] フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1が造形面MSに位置するように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更し

てもよい。つまり、フォーカス制御光学系2145は、フォーカス状態にある加工光EL#1が造形面MSに照射されるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。言い換えれば、フォーカス制御光学系2145は、フォーカス状態にある加工光EL#1によって造形物が造形されるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。或いは、フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1の集光位置CP#1がZ軸方向に沿って造形面MSから離れた位置に位置するように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。つまり、フォーカス制御光学系2145は、デフォーカス状態にある加工光EL#1が造形面MSに照射されるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。言い換えれば、フォーカス制御光学系2145は、デフォーカス状態にある加工光EL#1によって造形物が造形されるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。

[0067] フォーカス状態にある加工光EL#1から造形面MSに単位時間当たりに伝達されるエネルギー量は、デフォーカス状態にある加工光EL#1から造形面MSに単位時間当たりに伝達されるエネルギー量とは異なる。更に、デフォーカス状態にある加工光EL#1から造形面MSに単位時間当たりに伝達されるエネルギー量は、加工光EL#1のデフォーカス量に応じて変動する。このため、フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1から造形面MSに単位時間当たりに伝達されるエネルギー量が所望のエネルギー量となるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。フォーカス制御光学系2145は、加工光EL#1のデフォーカス量が所望のデフォーカス量となるように、加工光EL#1の集光位置CP#1を変更してもよい。

[0068] 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EL#1の照射方向を意味していてもよい。この場合、加工光EL#1の照射方向は、第3光学系216の光軸に沿った方向と同一であってもよい。加工光EL#1の照射方向は、第3光学系216を構成する光学部材のうち最も造形面MS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 $f\theta$ レンズ 2162 であってもよい。また、後述する $f\theta$ レンズ 2162 が複数の光学部材で構成される場合、最終光学部材は、 $f\theta$ レンズ 2162 を構成する複数の光学部材のうち最も造形面 MS 側に配置される光学部材であってもよい。

[0069] フォーカス制御光学系 2145 は、例えば、加工光 EL # 1 の照射方向に沿って並ぶ複数枚のレンズを含んでもよい。この場合、フォーカス制御光学系 2145 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 EL # 1 の集光位置 CP # 1 を変更してもよい。

[0070] フォーカス制御光学系 2145 が加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 を変更すると、加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS との間の位置関係が変わる。特に、加工光 EL # 1 の照射方向における加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS 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 2145 は、フォーカス制御光学系 2145 が加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 を変更することで、加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS との間の位置関係を変更しているとみなしてもよい。

[0071] 尚、上述したように、ガルバノスキャナ 2144 は、フォーカス制御光学系 2145 を備えていなくてもよい。この場合であっても、加工光 EL # 1 の照射方向における照射光学系 211 と造形面 MS との位置関係が変わると、加工光 EL # 1 の照射方向における加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS との間の位置関係が変わる。このため、ガルバノスキャナ 2144 がフォーカス制御光学系 2145 を備えていない場合であっても、加工システム SYS は、加工光 EL # 1 の照射方向における加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS 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 SYS は、ヘッド駆動系 22 を用いて、加工光 EL # 1 の照射方向に沿って加工ヘッド 21 を移動させることで、加工光 EL # 1 の照射方向における加工光 EL # 1 の集光位置 CP # 1 と造形面 MS 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 SYS は、ステージ駆動系

32を用いて、加工光EL#1の照射方向に沿ってステージ31を移動させることで、加工光EL#1の照射方向における加工光EL#1の集光位置CP#1と造形面MSとの間の位置関係を変更してもよい。

[0072] フォーカス制御光学系2145から射出された加工光EL#1は、ガルバノミラー2146に入射する。ガルバノミラー2146は、加工光EL#1を偏向することで、ガルバノミラー2146から射出される加工光EL#1の射出方向を変更する。このため、ガルバノミラー2146は、偏向部材と称されてもよい。ガルバノミラー2146から射出される加工光EL#1の射出方向が変更されると、加工ヘッド21から加工光EL#1が射出される位置が変更される。加工ヘッド21から加工光EL#1が射出される位置が変更されると、造形面MS上において加工光EL#1が照射される目標照射領域EA#1が移動する。つまり、造形面MS上において加工光EL#1が照射される照射位置が変更される。具体的には、目標照射領域EA#1は、造形面MSに沿って移動する。目標照射領域EA#1は、造形面MSに沿った方向に沿って移動する。上述したように加工光EL#1の照射方向が造形面MSに交差する方向であるがゆえに、目標照射領域EA#1は、加工光EL#1の照射方向に交差する方向に沿って移動する。加工光EL#1の照射位置は、造形面MSに沿って変更される。加工光EL#1の照射位置は、造形面MSに沿った方向に沿って変更される。加工光EL#1の照射位置は、加工光EL#1の照射方向に交差する方向に沿って変更される。このように目標照射領域EA#1は、ある特定のタイミングで照射光学系211に対して静止している領域であってもよい。

[0073] ガルバノミラー2146は、例えば、X走査ミラー2146MXと、X走査モータ2146AXと、Y走査ミラー2146MYと、Y走査モータ2146AYとを含む。フォーカス制御光学系2145から射出された加工光EL#1は、X走査ミラー2146MXに入射する。X走査ミラー2146MX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。

[0074] X走査モータ2146AXは、加工光EL#1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、X走査モータ2146AXは、電氣的に力を発生させることが可能な駆動系である。X走査モータ2146AXは、電氣的に発生させた力を用いて、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は、造形面MS上をX軸方向に沿って移動する。

[0075] Y走査モータ2146AYは、加工光EL#1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、Y走査モータ2146AYは、電氣的に力を発生させることが可能な駆動系である。Y走査モータ2146AYは、電氣的に発生させた力を用いて、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は、造形面MS上をY軸方向に沿って移動する。

[0076] 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（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。

[0077] ここで、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、加工ヘッド21と造形面MSとの位置関係が変わる。このため、加工ヘッド21が備えるガルバノミラー2146と造形面MSとの位置関係が変わる。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。

[0078] 一例として、図5（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が単一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が単一方向に沿って少なくとも一回往復移動する（場合によっては、繰り返し規則的に（つまり、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。

[0079] 他の一例として、図6(a)及び図6(b)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が複数の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、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が複数の方向のそれぞれに沿って少なくとも一回往復移動する（場合によっては、繰り返し規則的に（つまり、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。図6(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E A # 1が移動する加工単位領域B S A # 1の形状は、円形となってもよい。図6 (b) は、加工単位領域B S A # 1内における目標照射領域E A # 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B S A # 1内において目標照射領域E A # 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E A # 1が移動する加工単位領域B S A # 1の形状は、矩形となってもよい。

[0080] 制御装置7は、ガルバノミラー2146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MS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21及びステージ31の少なくとも一方を移動させてもよい。例えば、図5 (a) に示す例において、制御装置7は、加工単位領域B S A # 1内での目標照射領域E A # 1の移動方向と交差する（場合によっては、直交する）移動軌跡M T 0に沿って、加工単位領域B S A # 1を移動させてもよい。その結果、造形面MS上において、目標照射領域E A # 1は、図5 (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の移動軌跡M T 0に沿って移動しながら、移動軌跡M T 0に交差する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、移動軌跡M T 0を中心に振動する波形状の移動軌跡M T # 1に沿って移動してもよい。例えば、図6 (a) 又は図6 (b) に示す例において、制御装置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移動軌跡M T 0に沿って、加工単位領域B S A # 1を移動させてもよい。尚、図6 (c) は、図6 (a) に示す加工単位領域B S A # 1が造形面MS上を移動軌跡M T 0に沿って移動した場合の、造形面MS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。

[0081] 加工単位領域B S A # 1のX軸方向のサイズ及びY軸方向のサイズのそれ

それは、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のサイズが数ミリメートルに限定されることはない。

[0082] 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。

[0083] 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 4 6を用いることなく、加工光E L # 1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 # 1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。

[0084] 再び図4において、平行平板2 1 4 2によって反射された加工光E L # 1は、パワーメータ2 1 4 3に入射する。パワーメータ2 1 4 3は、加工光E L # 1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 4 3は、パワーメータ2 1 4 3に入射した加工光E L # 1の強度を検出可能である。例えば、パワーメータ2 1 4 3は、加工光E L # 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E L # 1の強度が強くなるほど、加工光E L # 1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 # 1が発生する熱量が多くなる。このため、パワーメータ2 1 4 3は、加工光E L # 1を熱として検出することで、加工光E L # 1の強度を検出してもよい。この場合、パワーメータ2 1 4 3は、加工光E L # 1の熱を検出する熱検出素子を含んでいてもよい。

[0085] 上述したように、パワーメータ2 1 4 3には、平行平板2 1 4 2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4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。

[0086] パワーメータ2143の検出結果は、制御装置7に出力される。制御装置7は、パワーメータ2143の検出結果（つまり、加工光EL#1の強度の検出結果）に基づいて、加工光EL#1の強度を制御（言い換えれば、変更）してもよい。例えば、制御装置7は、造形面MSにおける加工光EL#1の強度が所望強度となるように、加工光EL#1の強度を制御してもよい。加工光EL#1の強度を制御するために、例えば、制御装置7は、パワーメータ2143の検出結果に基づいて、光源4#1から射出される加工光EL#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SYSは、適切な強度を有する加工光EL#1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。尚、加工光EL#1の強度を制御（変更）可能な制御装置7は、強度変更装置と称されてもよい。

[0087] 尚、光源4#1から平行平板2142までの間に、光減衰の程度を能動的に変更することができる光アッテネータが配置されていてもよい。この場合には、制御装置7は、光源4#1から射出される加工光EL#1の強度を変

更することに加えて又は代えて、光アッテネータを用いて加工光EL#1の強度を変更してもよい。

[0088] 上述したように、加工光EL#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2143に入射する加工光EL#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EL#1がパワーメータ2143に入射すると、パワーメータ2143が加工光EL#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2143には、パワーメータ2143を損傷させるほどには強くない強度を有する加工光EL#1が入射してもよい。言い換えれば、第1光学系214は、パワーメータ2143を損傷させるほどには強くない強度を有する加工光EL#1がパワーメータ2143に入射するように、パワーメータ2143に入射する加工光EL#1の強度を弱めてもよい。

[0089] 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、加工光EL#1に対する平行平板2142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EL#1に対する平行平板2142の反射率が低くなればなるほど、パワーメータ2143に入射する加工光EL#1の強度が弱くなる。このため、平行平板2142の反射率は、パワーメータ2143を損傷させるほどには強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。

[0090] 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強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。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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。つまり、コリメータレンズ2151の設置が省略されてもよい。また、光源4#2とコリメータレンズ2151との間に、加工光EL#2を伝送する光伝送部材として光ファイバが介在する場合には、コリメータレンズ2151の前側焦点が光ファイバの射出端近傍に位置するようにコリメータレンズ2151を位置決めし、コリメータレ

レンズ2151は、光ファイバから発散光束として射出される加工光EL#2を、平行光に変換してもよい。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。

[0094] 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。

[0095] 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。このため、フォーカス制御光学系2155は、集光位置変更部材と称されてもよい。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4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。

[0096] フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2が造形面MSに位置するように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。つまり、フォーカス制御光学系2155は、フォーカス状態にある加工光EL#2が造形面MSに照射されるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。言い換えれば、フォーカス制御光学系21

55は、フォーカス状態にある加工光EL#2によって造形物が造形されるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。或いは、フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2の集光位置CP#2がZ軸方向に沿って造形面MSから離れた位置に位置するように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。つまり、フォーカス制御光学系2155は、デフォーカス状態にある加工光EL#2が造形面MSに照射されるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。言い換えれば、フォーカス制御光学系2155は、デフォーカス状態にある加工光EL#2によって造形物が造形されるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。

[0097] フォーカス状態にある加工光EL#2から造形面MSに単位時間あたりに伝達されるエネルギー量は、デフォーカス状態にある加工光EL#2から造形面MSに単位時間あたりに伝達されるエネルギー量とは異なる。更に、デフォーカス状態にある加工光EL#2から造形面MSに単位時間あたりに伝達されるエネルギー量は、加工光EL#2のデフォーカス量に応じて変動する。このため、フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2から造形面MSに単位時間あたりに伝達されるエネルギー量が所望のエネルギー量となるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。フォーカス制御光学系2155は、加工光EL#2のデフォーカス量が所望のデフォーカス量となるように、加工光EL#2の集光位置CP#2を変更してもよい。

[0098] 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EL#2の照射方向を意味していてもよい。この場合、加工光EL#2の照射方向は、第3光学系216の光軸に沿った方向と同一であってもよい。加工光EL#2の照射方向は、第3光学系216を構成する光学部材のうち最も造形面MS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2162であってもよい。また、後述するf θ レンズ2162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2162を構成する複数の光学部材のうち最も

造形面MS側に配置される光学部材であってもよい。

[0099] フォーカス制御光学系2155は、例えば、加工光EL#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2155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EL#2の集光位置CPを変更してもよい。

[0100] フォーカス制御光学系2155が加工光EL#2の集光位置CP#2を変更すると、加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MSとの間の位置関係が変わる。特に、加工光EL#2の照射方向における加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MS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2155は、フォーカス制御光学系2155が加工光EL#2の集光位置CP#2を変更することで、加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MSとの間の位置関係を変更しているとみなしてもよい。

[0101] 尚、上述したように、ガルバノスキャナ2154は、フォーカス制御光学系2155を備えていなくてもよい。この場合であっても、加工光EL#2の照射方向における照射光学系211と造形面MSとの位置関係が変わると、加工光EL#2の照射方向における加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MSとの間の位置関係が変わる。このため、ガルバノスキャナ2154がフォーカス制御光学系2155を備えていない場合であっても、加工システムSYSは、加工光EL#2の照射方向における加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MS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SYSは、ヘッド駆動系22を用いて、加工光EL#2の照射方向に沿って加工ヘッド21を移動させることで、加工光EL#2の照射方向における加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MS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SYSは、ステージ駆動系32を用いて、加工光EL#2の照射方向に沿ってステージ31を移動させることで、加工光EL#2の照射方向における加工光EL#2の集光位置CP#2と造形面MSとの間の位置関係を変更してもよい。

[0102] フォーカス制御光学系 2155 から射出された加工光 EL # 2 は、ガルバノミラー 2156 に入射する。ガルバノミラー 2156 は、加工光 EL # 2 を偏向することで、ガルバノミラー 2156 から射出される加工光 EL # 2 の射出方向を変更する。このため、ガルバノミラー 2156 は、偏向部材と称されてもよい。ガルバノミラー 2156 から射出される加工光 EL # 2 の射出方向が変更されると、加工ヘッド 21 から加工光 EL # 2 が射出される位置が変更される。加工ヘッド 21 から加工光 EL # 2 が射出される位置が変更されると、造形面 MS 上において加工光 EL # 2 が照射される目標照射領域 EA # 2 が移動する。つまり、造形面 MS 上において加工光 EL # 2 が照射される照射位置が変更される。具体的には、目標照射領域 EA # 2 は、造形面 MS に沿って移動する。目標照射領域 EA # 2 は、造形面 MS に沿った方向に沿って移動する。上述したように加工光 EL # 2 の照射方向が造形面 MS に交差する方向であるがゆえに、目標照射領域 EA # 2 は、加工光 EL # 2 の照射方向に交差する方向に沿って移動する。加工光 EL # 2 の照射位置は、造形面 MS に沿って変更される。加工光 EL # 2 の照射位置は、造形面 MS に沿った方向に沿って変更される。加工光 EL # 2 の照射位置は、加工光 EL # 2 の照射方向に交差する方向に沿って変更される。このように目標照射領域 EA # 2 は、ある特定のタイミングで照射光学系 211 に対して静止している領域であってもよい。

[0103] ガルバノミラー 2156 は、例えば、X 走査ミラー 2156MX と、X 走査モータ 2156AX と、Y 走査ミラー 2156MY と、Y 走査モータ 2156AY とを含む。フォーカス制御光学系 2155 から射出された加工光 EL # 2 は、X 走査ミラー 2156MX に入射する。X 走査ミラー 2156MX 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。

[0104] X走査モータ2156AXは、加工光EL#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、X走査モータ2156AXは、電氣的に力を発生させることが可能な駆動系である。X走査モータ2156AXは、電氣的に発生させた力を用いて、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は、造形面MS上をX軸方向に沿って移動する。

[0105] Y走査モータ2156AYは、加工光EL#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、Y走査モータ2156AYは、電氣的に力を発生させることが可能な駆動系である。Y走査モータ2156AYは、電氣的に発生させた力を用いて、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は、造形面MS上をY軸方向に沿って移動する。

[0106] 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B

S A # 2 は、照射光学系 2 1 1 と造形面 M S との位置関係を固定した状態で加工ヘッド 2 1 が加工光 E L # 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 B S A # 2 は、照射光学系 2 1 1 と造形面 M S との位置関係を固定した状態で加工ヘッド 2 1 が加工光 E L # 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 B S A # 2 は、照射光学系 2 1 1 と造形面 M S との位置関係を固定した状態で目標照射領域 E A # 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 B S A # 2 は、加工ヘッド 2 1（特に、照射光学系 2 1 1）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 B S A # 2 は、造形面 M S 上において、加工ヘッド 2 1（特に、照射光学系 2 1 1）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 2 1 1 と造形面 M S との位置関係を固定した状態でガルバノミラー 2 1 4 6 が造形面 M S 上で目標照射領域 E A # 2 を移動することが可能な最大領域を、加工単位領域 B S A # 2 と称してもよい。

[0107] ここで、上述したように、加工ヘッド 2 1 及びステージ 3 1 の少なくとも一方が移動すると、加工ヘッド 2 1 と造形面 M S との位置関係が変わる。このため、加工ヘッド 2 1 が備えるガルバノミラー 2 1 5 6 と造形面 M S との位置関係が変わる。その結果、加工ヘッド 2 1 を基準に定まる加工単位領域 B S A # 2（つまり、ガルバノミラー 2 1 5 6 が造形面 M S 上で目標照射領域 E A # 2 を移動させる加工単位領域 B S A # 2）が造形面 M S 上で移動する。このため、本実施形態では、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動作は、造形面 M S に対して加工単位領域 B S A # 2 を移動させる動作と等価であるとみなしてもよい。

[0108] 加工単位領域 B S A # 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 B S A # 1 の特徴と同一であってもよい。加工単位領域 B S A # 2 内での目標照射領域 E A # 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 B S A # 1 内での目標照射領域 E A # 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5（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が単一の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5（a）に示す加工単位領域BSA#2が造形面MS上で移動軌跡MT0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5（b）に示す移動軌跡MT#2（例えば、移動軌跡MT0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6（a）及び図6（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BSA#2内において目標照射領域EA#2が複数の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。

[0109] 典型的には、加工単位領域BSA#1と加工単位領域BSA#2とは一致している。つまり、加工単位領域BSA#1は、加工単位領域BSA#2と同一である。このため、ガルバノミラー2156は、加工単位領域BSA#1内で目標照射領域EA#2が移動するように加工光EL#2を偏向しているとみなしてもよい。ガルバノミラー2146は、加工単位領域BSA#2内で目標照射領域EA#1が移動するように加工光EL#1を偏向しているとみなしてもよい。但し、加工単位領域BSA#1と加工単位領域BSA#2とは、部分的に異なってもよい。

[0110] 但し、加工システムSYSは、加工単位領域BSA#2の単位で加工光EL#2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2156を用いることなく、加工光EL#2を造形面MSに照射してもよい。この場合、目標照射領域EA#2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。

[0111] 再び図4において、平行平板2152によって反射された加工光EL#2は、パワーメータ2153に入射する。パワーメータ2153は、加工光EL#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2153は、パワーメータ2153に入射した加工光EL#2の強度を検出可能である。例えば、パワーメータ2153は、加工光EL#2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#2の強度が強くなるほど、加工光EL#2が生成するエネルギー量が多くなる。その結果、加工光EL#2が発生する熱量が多くなる。このため、パワーメータ2153は、加工光EL#2を熱として検出することで、加工光EL#2の強度を検出してもよい。この場合、パワーメータ2153は、加工光EL#2の熱を検出する熱検出素子を含んでいてもよい。

[0112] 上述したように、パワーメータ2153には、平行平板2152によって反射された加工光EL#2が入射する。このため、パワーメータ2153は、平行平板2152によって反射された加工光EL#2の強度を検出する。平行平板2152が光源4#2とガルバノミラー2156との間における加工光EL#2の光路上に配置されているがゆえに、パワーメータ2153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4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。

[0113] パワーメータ2153の検出結果は、制御装置7に出力される。制御装置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、制御装置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、制御装置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。尚、加工光EL#2の強度を制御(変更)可能な制御装置7は、強度変更装置と称されてもよい。

[0114] 尚、光源4#2から平行平板2152までの間に、光減衰の程度を能動的に変更することができる光アッテネータが配置されていてもよい。この場合には、制御装置7は、光源4#2から射出される加工光EL#2の強度を変更することに加えて又は代えて、光アッテネータを用いて加工光EL#2の強度を変更してもよい。

[0115] 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強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強くない強度を有する加工光EL#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EL#2の強度を弱めてもよい。

[0116] 例えば、パワーメータ2153に入射する加工光EL#2の強度を弱めるために、加工光EL#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EL#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EL#2の強度が弱くなる。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強くない強度を有する加工光EL#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。

[0117] 例えば、パワーメータ2153に入射する加工光EL#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EL#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EL#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EL#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EL#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強くない強度を有する加工光EL#2がパワーメータ2153に入射する可能性が高くなる。

[0118] 平行平板2152の表面（特に、加工光EL#2が入射する入射面及び加工光EL#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。

[0119] 第3光学系216は、プリズムミラー2161と、f θ レンズ2162とを備える。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] $f\theta$ 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。このため、 $f\theta$ レンズ2162は、対物光学部材と称されてもよい。

[0123] $f\theta$ 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。

[0124] $f\theta$ 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 θ 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。尚、f θ レンズ2162は、単一のレンズから構成されていてもよいし、複数のレンズから構成されていてもよい。f θ レンズ2162は、反射ミラーを含んでいてもよいし、回折光学素子を含んでいてもよい。

[0125] 以上説明した照射光学系211は、筐体ユニット217の内部の收容空間2171に收容されていてもよい。以下、図7を参照しながら、照射光学系211が收容された筐体ユニット217について説明する。図7は、照射光学系211が收容された筐体ユニット217を示す斜視図である。尚、図7に示す筐体ユニット217は一例であり、筐体ユニット217の構造が図7に示す例に限定されることはない。

[0126] 図7に示すように、筐体ユニット217は、筐体21741と、筐体21751と、筐体21743と、筐体21753と、筐体21745と、筐体21755と、筐体21761と、筐体21762とを備えている。筐体21741は、内部にコリメータレンズ2141を收容するための筐体である。筐体21751は、内部にコリメータレンズ2151を收容するための筐体である。筐体21743は、内部に平行平板2142及びパワーメータ2143を收容するための筐体である。筐体21753は、内部に平行平板2152及びパワーメータ2153を收容するための筐体である。筐体21745は、内部にフォーカス制御光学系2145を收容するための筐体である。筐体21755は、内部にフォーカス制御光学系2155を收容するための筐体である。筐体21761は、内部にガルバノミラー2146、ガルバノミラー2156及びプリズムミラー2161を收容するための筐体である。筐体21762は、内部にf θ レンズ2162を收容するための筐体であ

る。

[0127] 筐体21741と、筐体21751と、筐体21743と、筐体21753と、筐体21745と、筐体21755と、筐体21761と、筐体21762とが接続されていてもよい。例えば、図7に示す例では、筐体21741が筐体21743に接続され、筐体21751が筐体21753に接続され、筐体21743が筐体21745に接続され、筐体21753が筐体21755に接続され、筐体21745及び21755が筐体21761に接続され、且つ、筐体21761が筐体21762に接続されている。この場合、互いに接続される二つの筐体は、互いに分離可能となるように接続されていてもよい。或いは、互いに接続される二つの筐体は、互いに分離できないように接続されていてもよい。互いに接続される二つの筐体は、ねじ等の締結部材を用いて接続されていてもよい。

[0128] 筐体21751と、筐体21743と、筐体21753と、筐体21745と、筐体21755と、筐体21761と、筐体21762とは、Z軸方向（つまり、加工光EL#1及びEL#2の照射方向であり、f θ レンズ2162の光軸AXの方向）に沿って並んでいてもよい。例えば、図7に示す例では、筐体21741と筐体21743とがZ軸方向に沿って並び、筐体21751と筐体21753とがZ軸方向に沿って並び、筐体21743と筐体21745とがZ軸方向に沿って並び、筐体21753と筐体21755とがZ軸方向に沿って並び、筐体21745及び21755と筐体21761とがZ軸方向に沿って並び、且つ、筐体21761と筐体21762とがZ軸方向に沿って並んでいる。この場合、Z軸方向に交差する方向において、筐体ユニット217の小サイズ化が可能となる。つまり、Z軸方向に交差する方向において、照射光学系211の小サイズ化が可能となる。

[0129] Z軸方向に交差する方向において照射光学系211の小サイズ化を図るために、X走査モータ2146AX及び2156AX並びにY走査モータ2146AY及び2156AYの位置関係が設定されていてもよい。例えば、X走査モータ2146AX及び2156AX並びにY走査モータ2146AY

及び2156AYの位置関係を示す下面図である図8に示すように、Z軸方向に交差するX走査モータ2146AXの回転軸（つまり、モータ軸）M46Xと、二つのY走査モータ2146AY及び2156AYを結ぶと共にf θ レンズ2162の光軸AXを通過する軸46Aとがなす角度 θ_1 が大きくなればなるほど、Z軸方向に交差する方向（図8に示す例では、X軸方向）における照射光学系211のサイズが小さくなる。同様に、Z軸方向に交差するX走査モータ2156AXの回転軸（つまり、モータ軸）M56Xと軸46Aとがなす角度 θ_2 が大きくなればなるほど、Z軸方向に交差する方向（図8に示す例では、X軸方向）における照射光学系211のサイズが小さくなる。このため、Z軸方向に交差する方向（図8に示す例では、X軸方向）における照射光学系211のサイズが所望のサイズとなるように、角度 θ_1 及び θ_2 が設定されていてもよい。一例として、角度 θ_1 及び θ_2 のそれぞれは、例えば、30°以上となるように設定されていてもよい。その結果、角度 θ_1 及び θ_2 の少なくとも一つが30°未満となる場合と比較して、Z軸方向に交差する方向（図8に示す例では、X軸方向）における照射光学系211のサイズが小さくなる。

[0130] 再び図7において、筐体ユニット217は、加工ヘッド21を収容するためのヘッド筐体23に収容されていてもよい。つまり、照射光学系211は、照射光学系211が筐体ユニット217に収容された状態で、ヘッド筐体23に収容されていてもよい。例えば、図7に示す例では、ヘッド筐体23は、XZ平面に沿った板状の後壁部材232と、後壁部材232の+X側の端部及び-X側の端部からそれぞれ-Y軸方向に沿って突き出且つYZ平面に沿った一对の側壁部材233とを備えている。この場合、後壁部材232と一对の側壁部材233とによって囲まれた空間が、加工ヘッド21を収容するための収容空間231となる。筐体ユニット217は、後壁部材232と一对の側壁部材233とによって囲まれた収容空間231に収容されていてもよい。

[0131] 上述したように、ヘッド筐体23は、加工ヘッド21を支持する支持部材

として機能してもよい。この場合、後壁部材 2 3 2 と一对の側壁部材 2 3 3 とのそれぞれもまた、加工ヘッド 2 1（特に、照射光学系 2 1 1）を支持する支持部材として機能してもよい。後壁部材 2 3 2 と一对の側壁部材 2 3 3 とのそれぞれもまた、Z 軸方向に交差する方向（例えば、XY 平面に沿った方向）に沿って加工ヘッド 2 1 に隣接していてもよい。

[0132] 図 7 に示すように、筐体ユニット 2 1 7 は、筐体ユニット 2 1 7 をヘッド筐体 2 3 に位置合わせするためのアライメント部材 2 1 7 0 を用いて、ヘッド筐体 2 3 に收容されてもよい。アライメント部材 2 1 7 0 は、ヘッド筐体 2 3 が取り付けられるヘッド駆動系 2 2 の基準座標に対して筐体ユニット 2 1 7 を位置合わせするための部材であってもよい。その結果、筐体ユニット 2 1 7（特に、筐体ユニット 2 1 7 に收容されている照射光学系 2 1 1）は、筐体ユニット 2 1 7 内の適切な位置に收容される。このため、照射光学系 2 1 1 の位置合わせの負荷が軽減可能となる。

[0133] 尚、図 7 においては、図面の簡略化のために、材料ノズル 2 1 2 が省略されている。しかしながら、材料ノズル 2 1 2 が、照射光学系 2 1 1 に対して固定された位置に取り付けられていてもよい。つまり、材料ノズル 2 1 2 が、照射光学系 2 1 1 を收容する筐体ユニット 2 1 7 に対して固定された位置に取り付けられていてもよい。例えば、材料ノズル 2 1 2 は、アライメント部材 2 1 7 0 に取り付けられていてもよい。例えば、材料ノズル 2 1 2 は、筐体ユニット 2 1 7 に取り付けられていてもよい。例えば、材料ノズル 2 1 2 は、ヘッド筐体 2 3 に取り付けられていてもよい。

[0134] 図 1 に示す加工システム S Y S の外観から分かるように、一般的な工作機械（例えば、NC 工作機械）が、加工システム S Y S を製造するために用いられてもよい。この場合、ヘッド筐体 2 3 は、工作機械の主軸に、ツールとして（つまり、エンドミルとして）取り付けられてもよい。或いは、ヘッド筐体 2 3 は、工作機械の主軸が取り外されることで確保される位置に取り付けられてもよい。いずれにおいても、一般的な工作機械にヘッド筐体 2 3（つまり、加工ヘッド 2 1）を取り付けることができる。この場合、上述した

ように筐体 2 1 7 5 1 から 2 1 7 6 2 が Z 軸方向に並ぶことでヘッド筐体 2 3 の小サイズ化が図られていれば、一般的な工作機械にヘッド筐体 2 3（つまり、加工ヘッド 2 1）を取り付けることがより一層容易となる。

[0135] ヘッド筐体 2 3 には、照射光学系 2 1 1 のメンテナンスが容易になるように、照射光学系 2 1 1 が收容されていてもよい。つまり、筐体ユニット 2 1 7 には、照射光学系 2 1 1 のメンテナンスが容易になるように、照射光学系 2 1 1 が收容されてもよい。言い換えれば、照射光学系 2 1 1 のメンテナンスが容易になるように照射光学系 2 1 1 が收容された筐体ユニット 2 1 7 が、ヘッド筐体 2 3 に收容されていてもよい。照射光学系 2 1 1 のメンテナンスが容易になるようにヘッド筐体 2 3 に收容されている照射光学系 2 1 1 の一例が、図 9 に示されている。図 9 に示すように、照射光学系 2 1 1 は、メンテナンスが必要になる可能性が相対的に高い電気部品が、ヘッド筐体 2 3 内において正面に配置されるように、ヘッド筐体 2 3 に收容されていてもよい。尚、電気部品の一具体例として、パワーメータ 2 1 4 3、パワーメータ 2 1 5 3、X 走査モータ 2 1 4 6 A X、X 走査モータ 2 1 5 6 A X、Y 走査モータ 2 1 4 6 A Y 及び Y 走査モータ 2 1 4 6 A Y の少なくとも一つがあげられることは、上述したとおりである。

[0136] 具体的には、上述したように、加工ヘッド 2 1 が、付加加工が行われるチャンバ空間 6 3 | N に配置されるがゆえに、加工ヘッド 2 1 を收容するヘッド筐体 2 3 もまた、チャンバ空間 6 3 | N に配置される。照射光学系 2 1 1 のメンテナンスのために、チャンバ空間 6 3 | N を形成する筐体 6 の隔壁部材 6 1 には、開閉可能な扉 6 5 が形成されていてもよい。この場合、図 9 に示すように、照射光学系 2 1 1 は、照射光学系 2 1 1 のメンテナンスを行うオペレータが、筐体 6 の外部から扉 6 5 を介して照射光学系 2 1 1 にアクセスしやすくなるように、ヘッド筐体 2 3 に收容されていてもよい。一例として、図 9 に示すように、ヘッド筐体 2 3 は、加工ヘッド 2 1（特に、照射光学系 2 1 1）に対してヘッド筐体 2 3 の後壁部材 2 3 2 とは反対側（図 9 に示す例では、-Y 側）にチャンバ空間 6 3 | N が位置するように、配置され

ていてもよい。更に、加工ヘッド21（特に、照射光学系211）よりもチャンバ空間631N側（図9に示す例では、-Y側）に、扉65が配置されていてもよい。この場合、電気部品は、後壁部材232よりも、扉65に近い位置に配置されていてもよい。例えば、 $f\theta$ レンズ2162の光軸AXに交差する方向（図9に示す例では、Z軸に交差する方向であり、Y軸方向）における電気部品と後壁部材232との間の距離D1が、 $f\theta$ レンズ2162の光軸AXに交差する方向における光軸AXと後壁部材232との間の距離D2よりも長くなるように、照射光学系211がヘッド筐体23に收容されていてもよい。図9に示す例では、パワーメータ2143及び2153は、パワーメータ2143及び2153のそれぞれと後壁部材232との間の距離D11が、光軸AXと後壁部材232との間の距離D2よりも長くなるように、ヘッド筐体23に配置されている。更に、図9に示す例では、X走査モータ2146AX及び2156AXは、X走査モータ2146AX及び2156AXのそれぞれと後壁部材232との間の距離D12が、光軸AXと後壁部材232との間の距離D2よりも長くなるように、ヘッド筐体23に配置されている。その結果、距離D1が距離D2よりも短くなる場合と比較して、メンテナンスが必要になる可能性が相対的に高い電気部品が、扉65により近い位置に配置される。その結果、電気部品のメンテナンスがより容易になる。

[0137] 加工システムSYSは、收容空間2171に收容された照射光学系211の少なくとも一部を冷却してもよい。つまり、加工システムSYSは、照射光学系211に含まれる光学部材を冷却してもよい。その結果、照射光学系211を通過する加工光ELに起因して照射光学系211が加熱されたとしても、照射光学系211の温度が適切な温度に維持される。例えば、加工システムSYS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冷却してもよい。例えば、加工システムSYS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

とも一つを冷却してもよい。例えば、加工システムSYSは、プリズムミラー2161及びf θ レンズ2162の少なくとも一つを冷却してもよい。以下では、加工システムSYSがf θ レンズ2162を冷却する例について説明する。

[0138] 加工システムSYSは、気体を冷媒として用いることで、収容空間2171に收容された照射光学系211の少なくとも一部を冷却してもよい。例えば、加工システムSYSは、液体を冷媒として用いることで、収容空間2171に收容された照射光学系211の少なくとも一部を冷却してもよい。この場合、図10に示すように、筐体ユニット217には、照射光学系211の少なくとも一部（図10に示す例では、f θ レンズ2162の少なくとも一部）に冷媒を供給する冷媒供給ノズル2172が形成されていてもよい。

[0139] 尚、図10に示す例では、冷媒供給ノズル2172による冷媒の供給方向が、f θ レンズ2162における加工光EL#1及びEL#2の通過位置に向けられるように、冷媒供給ノズル2172が斜め下向きに向けられている。しかしながら、冷媒供給ノズル2172による冷媒の供給方向は斜め下向きには限定されない。尚、冷媒は気体には限定されず、例えば液体であってもよい。

[0140] 上述したように、f θ レンズ2162は、加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを、造形面MSに照射する。ここで、加工光EL#1の特性と加工光EL#2の特性とが異なる場合には、f θ レンズ2162のうちの加工光EL#1が照射される第1部分21621の加工光EL#1による加熱態様と、f θ レンズ2162のうちの加工光EL#2が照射される第2部分21622の加工光EL#2による加熱態様とが、異なるものとなる可能性がある。尚、加熱態様は、加熱された部位の温度、加熱された部位の温度分布、加熱された部位の温度の変化量（例えば、単位時間当たりの温度の変化量）、加熱された部位に伝達される熱量（例えば、単位時間当たりの熱量）のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、加工光EL#1の強度と加工光EL#2の強度とが異なる場合には、第1部分21621の加熱態様

收容空間 2 1 7 1 の圧力が、筐体ユニット 2 1 7 の外部の空間（例えば、チャンバ空間 6 3 1 N）の圧力よりも高くなるように、設定されてもよい。つまり、筐体ユニット 2 1 7 の内部の收容空間 2 1 7 1 は、陽圧空間であってもよい。この場合、收容空間 2 1 7 1 が陽圧空間でない場合と比較して、筐体ユニット 2 1 7 の外部の空間（例えば、チャンバ空間 6 3 1 N）から不要物質（例えば、造形材料 M）が筐体ユニット 2 1 7 に進入する可能性が低くなる。このため、不要物質が照射光学系 2 1 1 に付着する可能性が低くなる。その結果、照射光学系 2 1 1 に付着した不要物質によって加工光 E L の造形面 M S への照射が妨げられる可能性が低くなる。

[0144] （2）加工システム S Y S の動作

続いて、加工システム S Y S の動作について説明する。

[0145] （2-1）付加加工動作

初めに、加工システム S Y S がワーク W に対して行う付加加工（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構造物 S T を造形する付加加工について説明する。上述したように、加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことで、三次元構造物 S T を造形する。このため、加工システム S Y S は、レーザ肉盛溶接法に準拠した既存の付加加工を行うことで、三次元構造物 S T を造形してもよい。以下、レーザ肉盛溶接法を用いて三次元構造物 S T を造形する動作の一例について簡単に説明する。

[0146] 加工システム S Y S は、造形すべき三次元構造物 S T 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 上に三次元構造物 S T を造形する。三次元モデルデータとして、加工システム S Y S 内に設けられた計測装置及び加工システム S Y S 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 S Y S は、三次元構造物 S T を造形するために、例え

ば、Z軸方向に沿って並ぶ複数の層状の部分構造物（以下、“構造層”と称する）SLを順に造形していく。例えば、加工システムSYSは、三次元構造物ST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SLを1層ずつ順に造形していく。その結果、複数の構造層SLが積層された積層構造体である三次元構造物STが造形される。尚、構造層SL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SLを1層ずつ順に造形していくことで三次元構造物STを造形する動作の流れについて説明する。

[0147] まず、各構造層SLを造形する動作について図11(a)から図11(e)を参照して説明する。加工システムSYSは、制御装置7の制御下で、ワークWの表面又は造形済みの構造層SLの表面に相当する造形面MS上の所望領域に加工単位領域BSA#1及びBSA#2が設定されるように、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。その後、照射光学系211は、加工単位領域BSA#1及びBSA#2に加工光EL#1及びEL#2をそれぞれ照射する。この際、Z軸方向において加工光EL#1及びEL#2がそれぞれ集光される集光位置CP#1及びCP#2は、造形面MSに一致していてもよい。或いは、Z軸方向において加工光EL#1及びEL#2がそれぞれ集光される集光位置CP#1及びCP#2は、造形面MSから外れていてもよい。その結果、図11(a)に示すように、加工光EL#1及びEL#2が照射された造形面MS上に熔融池MP#1及びMP#2がそれぞれ形成される。更に、図11(b)に示すように、加工システムSYSは、制御装置7の制御下で、材料ノズル212から造形材料Mを供給する。その結果、熔融池MP#1及びMP#2のそれぞれに造形材料Mが供給される。熔融池MP#1に供給された造形材料Mは、熔融池MP#1に照射されている加工光EL#1によって熔融する。同様に、熔融池MP#2に供給された造形材料Mは、熔融池MP#2に照射されている加工光EL#2によって熔融する。

[0148] 更に、照射光学系211は、ガルバノミラー2146及び2156を用い

て、それぞれ、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を移動させる。つまり、照射光学系211は、それぞれ、ガルバノミラー2146及び2156を用いて、それぞれ、加工単位領域BSA#1及びBSA#2を加工光EL#1及びEL#2で走査する。目標照射領域EA#1の移動に伴って溶融池MP#1に加工光EL#1が照射されなくなると、溶融池MP#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EA#2の移動に伴って溶融池MP#2に加工光EL#2が照射されなくなると、溶融池MP#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EA#1及びEA#2の移動に伴って、溶融池MP#1及びMP#2もまた移動する。その結果、図11(c)に示すように、溶融池MP#1及びMP#2が移動する加工単位領域BSA#1及びBSA#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MS上に堆積される。

- [0149] 尚、図11(c)では、説明の便宜上、加工単位領域BSA#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BSA#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BSA#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BSA#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BSA#1及びBSA#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BSA#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BSA#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がそれぞれ移動している期間中において、加工システムSYSは、造形面MS上を加工単位領域BSA#1及びBSA#2が移動するように、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M S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。

[0150] 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M S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M S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、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M S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M S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M S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M S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M S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M S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。

[0151] 加工システムS Y Sは、加工単位領域B S A内での加工光E Lの照射によ

る溶融池MPの形成、溶融池MP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11(d)に示すように、造形面MSに対して加工ヘッド21を、X軸方向及びY軸方向の少なくとも一方に沿って移動させながら繰り返す。その結果、図11(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の移動軌跡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（つまり、平面視において、加工単位領域BSAの移動軌跡に応じた形状を有する構造層SL）が造形される。

[0152] 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に照射するとともに、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に供給するとともに、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。

[0153] 加工単位領域BSAの移動経路（言い換えれば、移動軌跡）は、加工パス（言い換えれば、ツールパス）と称されてもよい。加工パス情報は、加工単位領域BSAが順次設定される複数の位置に関する情報（例えば、座標情報）を含んでいてもよい。この場合、加工単位領域BSAが設定される各位置は、単位加工パスと称されてもよい。制御装置7は、加工パス情報が指定する移動経路に沿って加工単位領域BSAが移動するように、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てもよい。尚、加工単位領域BSA内において付加加工（つまり、造形）が行われるがゆえに、加工パスは、造形面MS上で加工ユニット2が造形を行う経路を意味していてもよい。

[0154] 加工システムSYSは、このような構造層SLを造形するための動作を、

制御装置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、制御装置7は、構造層SL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SYSは、ワークWの表面に相当する造形面MS上に1層目の構造層SL#1を造形するための動作を、構造層SL#1に対応するスライスデータに基づいて行う。具体的には、制御装置7は、構造層SL#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SL#1を造形するための加工パス情報を取得する。尚、加工システムSYSが付加加工を開始した後に又は開始する前に、制御装置7が加工パス情報を生成してもよい。その後、制御装置7は、加工パス情報に基づいて、1層目の構造層SL#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MS上には、図12(a)に示すように、構造層SL#1が造形される。その後、加工システムSYSは、構造層SL#1の表面(つまり、上面)を新たな造形面MSに設定した上で、当該新たな造形面MS上に2層目の構造層SL#2を造形する。構造層SL#2を造形するために、制御装置7は、まず、ステージ31に対して加工ヘッド21がZ軸に沿って移動するように、ヘッド駆動系22及びステージ駆動系32の少なくとも一方を制御する。具体的には、制御装置7は、ヘッド駆動系22及びステージ駆動系32の少なくとも一方を制御して、加工単位領域BSA#1及びBSA#2が構造層SL#1の表面(つまり、新たな造形面MS)に設定されるように、+Z側に向かって加工ヘッド21を移動させる及び/又は-Z側に向かってステージ31を移動させる。その後、加工システムSYSは、制御装置7の制御下で、構造層SL#1を造形する動作と同様の動作で、構造層SL#2に対応するスライスデータに基づいて、構造層SL#1上に構造層SL#2を造形する。その結果、図12(b)に示すように、構造層SL#2が造形される。以降、同様の動作が、ワークW上に造形すべき三次元構造物STを構成する全ての構造層SLが造形されるまで繰り返される。その結果、図12(c)に示すように、複数の構造層SLが積層され

た積層構造物によって、三次元構造物 S T が造形される。

[0155] 尚、制御装置 7（或いは、加工パス情報を生成する他の装置、以下、この段落において同じ）は、加工パスが、ウォールとして機能する造形物であるか又はインフィル用の造形物（つまり、三次元構造物 S T の内部を充填するための造形物）であるかを識別可能な情報が付与された加工パス情報を生成してもよい。

[0156] 更に、制御装置 7（或いは、加工パス情報を生成する他の装置、以下、この段落において同じ）は、造形物の幅（線幅又はビード幅と称されてもよい）を規定するビード幅情報を含む加工パス情報を生成してもよい。具体的には、制御装置 7 は、インフィル用の造形物の隙間がなくなる及び／又は幅が薄い造形物（特に、ウォールとして機能する造形物）を適切に形成できるように、複数のビード幅を用いて造形物を造形するための加工パス情報を生成してもよい。この場合、加工ユニット 2 は、ビード幅毎に造形物を造形してもよい。

[0157] 更に、制御装置 7（或いは、加工パス情報を生成する他の装置、以下、この段落において同じ）は、加工ユニット 2 が造形物を造形するために用いる加工パス情報に加えて、造形された造形物を加工ユニット 2 が仕上げ加工するために用いる加工パス情報を生成してもよい。仕上げ加工は、造形物の表面の平面度を小さくする（つまり、表面粗さを小さくする、表面を平面に近づける）加工を含んでいてもよい。この場合、加工ユニット 2 が造形物を造形するために用いる加工パス情報を生成するためのアルゴリズムは、造形された造形物を加工ユニット 2 が仕上げ加工するために用いる加工パス情報を生成するためのアルゴリズムと同一であってもよいし、異なってもよい。

[0158] 更に、加工システム S Y S が計測装置を備えている場合には、制御装置 7（或いは、加工パス情報を生成する他の装置、以下、この段落において同じ）は、加工ユニット 2 が造形（加工）を行う経路を示す加工パス情報に加えて又は代えて、計測装置が計測を行う経路を示す計測パス情報を生成しても

よい。この場合、計測パス情報を生成するためのアルゴリズムは、加工パス情報を生成するためのアルゴリズムと同一であってもよいし、異なってもよい。尚、計測装置の一例として、計測光が造形面MS上に形成するスポットの状態を監視する監視装置（例えば、スポットを撮像する撮像装置）があげられる。

[0159] （2-2）二つの加工光EL # 1 及びEL # 2 の利用方法の具体例

上述したように、加工システムSYSは、加工光EL # 1 と加工光EL # 2 とを用いて、造形物を造形するための付加加工を行うことができる。

[0160] この場合、加工光EL # 1 の照射位置と加工光EL # 2 の照射位置とが異なってもよい。例えば、加工システムSYSは、図13 (a) に示すように、加工光EL # 1 を造形面MSの第1部分に照射し、加工光EL # 2 を造形面MSの第1部分とは異なる第2部分に照射してもよい。この場合、加工システムSYSは、加工光EL # 1 を用いた付加加工と、加工光EL # 2 を用いた付加加工とを並行して行ってもよい。例えば、加工システムSYSは、加工光EL # 1 を用いて三次元構造物STの第1部分を造形するための付加加工と、加工光EL # 2 を用いて同じ三次元構造物STの第1部分とは異なる第2部分を造形するための付加加工とを並行して行ってもよい。例えば、加工システムSYSは、ある構造層SLを造形する期間中において、加工光EL # 1 を用いて構造層SLの第1部分を造形するための付加加工と、加工光EL # 2 を用いて同じ構造層SLの第1部分とは異なる第2部分を造形するための付加加工とを並行して行ってもよい。その結果、付加加工のスループットが向上する。

[0161] 或いは、加工光EL # 1 の照射位置と加工光EL # 2 の照射位置とが同一であってもよい。例えば、加工システムSYSは、図13 (b) に示すように、加工光EL # 1 及びEL # 2 の双方を造形面MSの同じ一の部分に照射してもよい。この場合、加工システムSYSは、加工光EL # 1 及びEL # 2 の双方を用いた付加加工を行ってもよい。例えば、加工システムSYSは、加工光EL # 1 及びEL # 2 の双方を用いて三次元構造物STの同じ一の

部分を造形するための付加加工を行ってもよい。例えば、加工システムSY Sは、ある構造層SLを造形する期間中において、加工光EL # 1及びEL # 2の双方を用いて構造層SLの同じの部分の付加加工を行ってもよい。

[0162] 加工光EL # 1の用途と、加工光EL # 2の用途とが異なってもよい。以下、加工光EL # 1及びEL # 2の用途の一例について説明する。

[0163] 加工光EL # 1及びEL # 2の用途の一例として、加工システムSY Sは、加工光EL # 2を、造形面MSを予熱するための用途で用いる一方で、加工光EL # 1を、予熱された造形面MSに溶融池MPを形成する（その結果、造形物を造形する）ための用途で用いてもよい。その結果、加工光EL # 1から造形面MSに伝達されるエネルギー量をそれほど多くすることができない状況下においても、加工システムSY Sは、造形面MSに溶融池MPを適切に形成することができる。一例として、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）が低くなるほど、加工光EL # 1から造形面MSに伝達されるエネルギー量が小さくなる。この場合、加工光EL # 2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）は、加工光EL # 1に対するワークWの吸収率と異なるという条件を満たす加工光EL # 2を用いて、造形面MSを予熱してもよい。その結果、加工光EL # 1に対するワークWの吸収率が相応に低い状況下においても、加工システムSY Sは、造形面MSに溶融池MPを適切に形成することができる。

[0164] この場合、加工光EL # 2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）は、加工光EL # 1に対するワークWの吸収率よりも高くてもよい。その結果、加工システムSY Sは、加工光EL # 2を用いて造形面MSを効率的に予熱し、加工光EL # 1を用いて造形面MSに溶融池MPを適切に形成することができる。

[0165] 加工システムSY Sは、加工光EL # 2を用いて造形面MSを予熱することで、造形面MSに溶融池MPを形成してもよい。この場合、加工システム

S Y Sは、加工光E L # 2によって造形面M Sに形成された熔融池M Pに加工光E L # 1を照射してもよい。加工システムS Y Sは、加工光E L # 2によって造形面M Sに形成された熔融池M Pに加工光E L # 1を照射することで、熔融池M Pを拡大してもよい。或いは、加工システムS Y Sは、造形面M Sに熔融池M Pを形成することなく、加工光E L # 2を用いて造形面M Sを予熱してもよい。この場合、加工システムS Y Sは、加工光E L # 2によって予熱された造形面M Sに加工光E L # 1を照射することで、熔融池M Pを形成してもよい。

[0166] 加工光E L # 1及びE L # 2の用途の他の一例として、加工システムS Y Sは、図13(c)に示すように、加工光E L # 1を、第1の種類の造形材料M # 1を用いて造形物を造形するための用途で用いる一方で、加工光E L # 2を、第1の種類とは異なる第2の種類の造形材料M # 2を用いて造形物を造形するための用途で用いてもよい。この場合、加工光E L # 1に対する第1の種類の造形材料Mの吸収率は、加工光E L # 2に対する第1の種類の造形材料Mの吸収率よりも高くてもよい。一方で、加工光E L # 2に対する第2の種類の造形材料Mの吸収率は、加工光E L # 1に対する第2の種類の造形材料Mの吸収率よりも高くてもよい。その結果、加工システムS Y Sは、材料ノズル212が複数の異なる種類の造形材料Mを供給可能な場合において、複数の異なる種類の造形材料Mのそれぞれを用いて造形物を造形することができる。例えば、加工光E L # 1に対する第2の種類の造形材料M # 2の吸収率が低いことに起因して加工光E L # 1を用いて第2の種類の造形材料M # 2を効率的に熔融させることができ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を用いて第2の種類の造形材料M # 2を効率的に熔融させることができる。その結果、加工システムS Y Sは、第2の種類の造形材料M # 2を用いて、造形物を効率的に造形することができる。例えば、加工光E L # 2に対する第1の種類の造形材料M # 1の吸収率が低いことに起因して加工光E L # 2を用いて第1の種類の造形材料M # 1を効率的に熔融させることができ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 を用いて第1の種類の造形材料M # 1 を効率的に溶融させることができる。その結果、加工システムS Y Sは、第1の種類の造形材料M # 1 を用いて、造形物を効率的に造形することができる。

[0167] 一例として、加工システムS Y Sは、赤外光を含む加工光E L # 1 を、ステンレスを含む造形材料Mを用いて造形物を造形するための用途で用いてもよい。一方で、加工システムS Y Sは、可視光（例えば、青色光）を含む加工光E L # 2 を、銅を含む造形材料Mを用いて造形物を造形するための用途で用いてもよい。この場合、赤外光に対する銅の吸収率は低いものの、加工システムS Y Sは、赤外光とは異なる可視光を含む加工光E L # 2 を用いて、銅を含む造形材料Mから造形物を適切に造形することができる。また、ワークWが銅である場合であっても、加工システムS Y Sは、ワークW上に造形物を適切に造形することができる。

[0168] 複数の異なる種類の造形材料Mのそれぞれを用いて造形物を造形可能な加工システムS Y Sは、図14 (a) に示すように、複数の異なる種類の造形材料Mからそれぞれ造形される複数の造形物を順に造形することで、複数の造形物を含む三次元構造物S Tを造形してもよい。例えば、加工システムS Y Sは、第2の種類の造形材料M # 2 を造形面M Sに供給することなく第1の種類の造形材料M # 1 を造形面M Sに供給すると共に、供給された第1の種類の造形材料M # 1 に加工光E L # 1 を照射することで、第1の種類の造形材料M # 1 から形成される造形物B O # 1 を造形してもよい。その後、加工システムS Y Sは、第1の種類の造形材料M # 1 を造形面M Sに供給することなく第2の種類の造形材料M # 2 を造形面M Sに供給すると共に、供給された第2の種類の造形材料M # 2 に加工光E L # 2 を照射することで、第2の種類の造形材料M # 2 から形成される造形物B O # 2 を、造形物B O # 1 上に造形してもよい。その結果、造形物B O # 1 及びB O # 2 を含む三次元構造物S Tが造形される。

[0169] 或いは、複数の異なる種類の造形材料Mのそれぞれを用いて造形物を造形可能な加工システムS Y Sは、図14 (b) に示すように、複数の異なる種

類の造形材料Mを混合することで得られる混合造形材料M_{mix}を造形面MSに供給することで、三次元構造物STを造形してもよい。例えば、加工システムSYSは、第1の種類の造形材料M#1及び第2の種類の造形材料M#2を所定の混合比率で混合することで得られる混合造形材料M_{mix}を造形面MSに供給すると共に、供給された混合造形材料M_{mix}に加工光EL#1及びEL#2のそれぞれを照射することで、混合造形材料M_{mix}から形成される三次元構造物STを造形してもよい。

[0170] この場合、加工システムSYSは、三次元構造物STを造形する期間中に混合比率を変えてもよい。例えば、加工システムSYSは、三次元構造物STを造形する期間中に、混合比率を徐々に大きく又は小さくしてもよい。その結果、加工システムSYSは、構造層SLの積層方向に沿って線膨張係数が徐々に（言い換えれば、相対的に滑らかに）変化する三次元構造物STを造形することができる。その結果、加工システムSYSは、構造層SLの積層方向に沿って線膨張係数が急激に変化する造形物と比較して、熱によって破損する可能性が低い三次元構造物STを造形することができる。

[0171] 加工光EL#1及びEL#2の用途の他の一例として、加工システムSYSは、加工光EL#1を、造形物を造形するための用途で用いる一方で、加工光EL#2を、加工光EL#1によって造形された造形物の表面を滑らかにする用途で用いてもよい。具体的には、加工システムSYSは、加工光EL#1によって造形された造形物の表面に加工光EL#2を照射することで、造形物の表面を溶融してもよい。その後、溶融した造形物の表面が固化すると、造形物の表面は、加工光EL#2が照射される前の表面よりも滑らかになる。その結果、加工システムSYSは、表面がより滑らかな造形物を造形することができる。

[0172] (2-3) 二つの加工光EL#1及びEL#2の照射態様を制御するための照射制御動作

加工システムSYS（特に、制御装置7）は、造形物を造形するための付加加工を行う期間の少なくとも一部において、加工光EL#1及びEL#2

の照射態様を制御するための照射制御動作を行ってもよい。具体的には、制御装置7は、造形面MSに対する二つの加工光EL#1及びEL#2の照射態様を制御するための照射制御動作を行ってもよい。以下、照射制御動作について説明する。

[0173] 制御装置7は、造形面MS上での加工光EL#1の照射態様と、造形面MS上での加工光EL#2の照射態様とが同一となるように、照射制御動作を行ってもよい。制御装置7は、造形面MS上での加工光EL#1の照射態様と、造形面MS上での加工光EL#2の照射態様とが異なるものとなるように、照射制御動作を行ってもよい。制御装置7は、造形面MS上での加工光EL#1の照射態様が、所望の第1態様となるように、照射制御動作を行ってもよい。制御装置7は、造形面MS上での加工光EL#2の照射態様が、所望の第2態様となるように、照射制御動作を行ってもよい。

[0174] 加工光ELの照射態様は、造形面MS上での加工光ELの強度（典型的には、最大強度に相当するピーク強度）を含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MS上での加工光ELの強度分布を含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MSに対する加工光ELの照射期間を含んでいてもよい。加工光ELが複数のパルス光を含む場合には、加工光ELの照射期間は、複数のパルス光が造形面MSに連続的に照射される一連の期間を意味していてもよい。加工光ELの照射態様は、加工光ELに含まれるパルス光が造形面MSに照射される照射期間（つまり、パルス幅に相当する時間）を含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MSに対する加工光ELの照射開始タイミングを含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MSに対する加工光ELの照射終了タイミングを含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MS上で加工光ELが照射される位置（つまり、目標照射領域EAの位置）を含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MS上に加工光ELが形成するビームスポットBSの径（つまり、サイズ）を含んでいてもよい。加工光ELの照射態様は、造形面MS上での加工光ELの移動態様（つまり、目標照射領域EAの移動態様）を含

んでいてもよい。目標照射領域 E A の移動態様は、目標照射領域 E A の移動方向を含んでいてもよい。目標照射領域 E A の移動態様は、目標照射領域 E A の移動軌跡（特に、その形状）を含んでいてもよい。目標照射領域 E A の移動態様は、目標照射領域 E A の移動速度を含んでいてもよい。

[0175] 以下、図 15 から図 20 を参照しながら、照射制御動作の具体例として、照射制御動作の第 1 具体例から第 2 具体例について順に説明する。

[0176] (2-3-1) 照射制御動作の第 1 具体例

照射制御動作の第 1 具体例は、加工光 E L # 1 及び E L # 2 の少なくとも一方の強度を少なくとも制御するための照射制御動作である。

[0177] 例えば、制御装置 7 は、図 15 から図 17 に示すように、加工光 E L # 1 の強度（例えば、ピーク強度）が加工光 E L # 2 の強度（例えば、ピーク強度）よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。尚、照射制御動作の第 1 具体例で説明する「加工光 E L の強度」は、造形面 M S 上での加工光 E L の強度を意味していてもよいし、照射光学系 2 1 1 のフォーカス位置における加工光 E L の強度を意味していてもよい。

[0178] 例えば、図 15 に示すように、制御装置 7 は、加工光 E L # 1 が造形面 M S に照射される期間と加工光 E L # 2 が造形面 M S に照射される期間とが重複し、且つ、加工光 E L # 1 の強度が加工光 E L # 2 の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、制御装置 7 は、加工光 E L # 1 及び E L # 2 が造形面 M S に同時に照射され、且つ、加工光 E L # 1 の強度が加工光 E L # 2 の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。或いは、制御装置 7 は、加工光 E L # 2 が造形面 M S に照射され始めてから加工光 E L # 2 が造形面に照射され終わるまでの間の期間の少なくとも一部において加工光 E L # 1 が造形面 M S に照射さ、且つ、加工光 E L # 1 の強度が加工光 E L # 2 の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。

[0179] 例えば、図 16 に示すように、制御装置 7 は、加工光 E L # 2 が造形面 M S の一の部分に照射された後に、加工光 E L # 1 が造形面 M S の同じ一の部

分に照射され、且つ、加工光EL#1の強度が加工光EL#2の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、加工光EL#1よりも先に加工光EL#2が造形面MSに照射され、且つ、加工光EL#1の強度が加工光EL#2の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。尚、図16では、加工光EL#2の照射期間と加工光EL#1の照射期間とが一部重複しているが、加工光EL#2の照射期間と加工光EL#1の照射期間とは重複していなくてもよい。例えば、加工光EL#2の第1の照射期間と加工光EL#2の第2の照射期間との間に、加工光EL#1の照射期間が設定されていてもよい。

[0180] 例えば、図17に示すように、制御装置7は、加工光EL#2が造形面MSに照射されている期間の少なくとも一部において、加工光EL#1が造形面MSに複数回照射され、且つ、加工光EL#1の強度が加工光EL#2の強度よりも高くなるように、照射制御動作を行ってもよい。

[0181] 尚、図15から図17に示す加工光EL#1の一つの照射期間中において、加工光EL#1が複数のパルス光を含んでいてもよい。同様に、図15から図17に示す加工光EL#2の一つの照射期間中において、加工光EL#2が複数のパルス光を含んでいてもよい。後述する図18においても同様である。

[0182] 制御装置7は、造形面MSを予熱するための用途で加工光EL#2が用いられ、且つ、予熱された造形面MSに溶融池MPを形成する（その結果、造形物を造形する）ための用途とは異なる用途で加工光EL#1が用いられる場合において、図15から図17に示す照射制御動作を行ってもよい。その結果、加工システムSYSは、加工光EL#2を用いて造形面MSを効率的に予熱し、加工光EL#1を用いて造形面MSに溶融池MPを適切に形成することができる。但し、造形面MSを予熱するための用途とは異なる用途で加工光EL#2が用いられる場合においても、制御装置7は、図15から図17に示す照射態様制御動作を行ってもよい。予熱された造形面MSに溶融池MPを形成する（その結果、造形物を造形する）ための用途とは異なる用

途で加工光EL#1が用いられる場合においても、制御装置7は、図15から図17に示す照射態様制御動作を行ってもよい。

[0183] 制御装置7は、加工光EL#1の強度を加工光EL#2の強度よりも高くするための照射制御動作に加えて又は代えて、目標照射領域EA#1及びEA#2の移動に合わせて加工光EL#1及びEL#2の強度（例えば、ピーク強度）を変調する（つまり、変更する）ための照射制御動作を行ってもよい。例えば、図18の上側の図は、加工単位領域BSA#1及びBSA#2内において目標照射領域EA#1及びEA#2が第1の方向（図18におけるX軸方向）に沿ってそれぞれ規則的に往復移動し、且つ、加工単位領域BSA#1及びBSA#2が第1の方向に直交する第2の方向（図18におけるX軸方向）に沿って移動する場合の、造形面MS上での目標照射領域EA#1及びEA#2の移動軌跡MT#1及びMT#2を示している。更に、図18の下側の図は、移動軌跡MT#1及びMT#2と共に、加工光EL#1及びEL#2の強度も示している。尚、図18の下側の図に示されるグラフは、縦軸が加工光EL#1及びEL#2の強度を示し且つ横軸がX軸方向における加工光EL#1及びEL#2の照射位置を示すグラフである。このため、図18は、移動軌跡MT#1及びMT#2と加工光EL#1及びEL#2の強度との間の関係を示している。言い換えれば、図18は、移動軌跡MT#1上の目標照射領域EA#1の位置と加工光EL#1との間の関係、及び、移動軌跡MT#2上の目標照射領域EA#2の位置と加工光EL#2との間の関係を示している。

[0184] 図18に示すように、制御装置7は、第1方向において目標照射領域EA#1の移動方向が反転する反転位置P1及び目標照射領域EA#1が目標照射領域EA#2と重なる重複位置P3の少なくとも一方に照射される加工光EL#1の強度が、反転位置P1及び重複位置P3とは異なる位置における加工光EL#1の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、第1方向において目標照射領域EA#1の移動方向が反転する第1反転タイミング及び目標照射領域EA#1が目標照射領域EA#2と重な

る重複タイミングの少なくとも一方における加工光EL#1の強度が、第1反転タイミング及び重複タイミングとは異なるタイミングにおける加工光EL#1の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行ってもよい。尚、反転位置P1は目標移動領域EA#1の移動速度の微分値（つまり、移動時の目標移動領域EA#1の加速度）の符号が変わる位置であってもよい。尚、図18は、パルス光である加工光EL#1が造形面MSに照射されている場合の加工光EL#1の強度を示している。

[0185] 一例として、制御装置7は、目標照射領域EA#1が重複位置P3から反転位置P1に向かって移動する期間中に、加工光EL#1の強度が増加した後に減少するように、照射制御動作を行ってもよい。更に、制御装置7は、目標照射領域EA#1が反転位置P1から重複位置P3に向かって移動する期間中に、加工光EL#1の強度が増加した後に減少するように、照射制御動作を行ってもよい。

[0186] 同様に、図18に示すように、制御装置7は、第1方向において目標照射領域EA#2の移動方向が反転する反転位置P2及び目標照射領域EA#2が目標照射領域EA#1と重なる重複位置P3の少なくとも一方における加工光EL#2の強度が、反転位置P2及び重複位置P3とは異なる位置における加工光EL#2の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、第1方向において目標照射領域EA#2の移動方向が反転する第2反転タイミング及び目標照射領域EA#2が目標照射領域EA#1と重なる重複タイミングの少なくとも一方における加工光EL#2の強度が、第2反転タイミング及び重複タイミングとは異なるタイミングにおける加工光EL#2の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行ってもよい。尚、反転位置P2は目標移動領域EA#2の移動速度の微分値（つまり、移動時の目標移動領域EA#1の加速度の）符号が変わる位置であってもよい。尚、図18は、パルス光である加工光EL#2が造形面MSに照射されている場合の加工光EL#2の強度を示している。

[0187] 一例として、制御装置7は、目標照射領域EA#2が重複位置P3から反

転位置 P 2 に向かって移動する期間中に、加工光 E L # 2 の強度が増加した後に減少するように、照射制御動作を行ってもよい。更に、制御装置 7 は、目標照射領域 E A # 2 が反転位置 P 2 から重複位置 P 3 に向かって移動する期間中に、加工光 E L # 2 の強度が増加した後に減少するように、照射制御動作を行ってもよい。

[0188] 加工システム S Y S は、図 1 8 に示す照射制御動作を行うことで、単位時間あたりに加工光 E L # 1 及び E L # 2 のそれぞれから造形面 M S に伝達されるエネルギー量が、造形面 M S 上での目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 のそれぞれの位置に応じて変動する可能性を低減することができる。以下、その技術的理由について説明する。

[0189] 図 1 8 に示すように、反転位置 P 1 において目標照射領域 E A # 1 の移動方向が反転する。このため、反転位置 P 1 に近づくように移動する目標照射領域 E A # 1 の移動速度は、反転位置 P 1 の近傍において減少すると共に、反転位置 P 1 においてゼロになる。反転位置 P 1 に到達した後に反転位置 P 1 から離れるように移動する目標照射領域 E A # 1 の移動速度は、ゼロから増加する。つまり、反転位置 P 1 の近傍において、目標照射領域 E A # 1 の移動速度が変化する。ここで、目標照射領域 E A # 1 の移動速度が遅くなればなるほど、単位時間あたりに加工光 E L # 1 から造形面 M S に伝達されるエネルギー量が多くなる。従って、仮に加工光 E L # 1 の強度が変調されなければ（つまり、一定値に固定されていれば）、単位時間あたりに加工光 E L # 1 から造形面 M S に伝達されるエネルギー量が、造形面 M S 上での目標照射領域 E A # 1 の位置に応じて変動する可能性がある。典型的には、反転位置 P 1 において単位時間あたりに加工光 E L # 1 から造形面 M S に伝達されるエネルギー量は、反転位置 P 1 から離れた位置において単位時間あたりに加工光 E L # 1 から造形面 M S に伝達されるエネルギー量よりも多くなる可能性がある。同様の理由から、反転位置 P 2 において単位時間あたりに加工光 E L # 2 から造形面 M S に伝達されるエネルギー量は、反転位置 P 2 から離れた位置において単位時間あたりに加工光 E L # 2 から造形面 M S に伝達されるエ

エネルギー量よりも多くなる可能性がある。

[0190] また、重複位置P3において目標照射領域EA#1及びEA#2が重なる。このため、重複位置P3では、加工光EL#1及びEL#2の双方から造形面MSにエネルギーが伝達される。このため、重複位置P3において単位時間あたりに加工光EL#1及びEL#2の双方から造形面MSに伝達されるエネルギー量は、重複位置P3から離れた位置において単位時間あたりに加工光EL#1及びEL#2のいずれか一方から造形面MSに伝達されるエネルギー量よりも多くなる可能性がある。

[0191] しかるに、本実施形態では、加工システムSYSは、上述したように、反転位置P1における加工光EL#1の強度が、反転位置P1及び重複位置P3とは異なる位置における加工光EL#1の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行う。このため、反転位置P1において単位時間あたりに加工光EL#1から造形面MSに伝達されるエネルギー量と、反転位置P1から離れた位置において単位時間あたりに加工光EL#1から造形面MSに伝達されるエネルギー量との差分が小さくなる。同様に、加工システムSYSは、上述したように、反転位置P2における加工光EL#2の強度が、反転位置P2及び重複位置P3とは異なる位置における加工光EL#1の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行う。このため、反転位置P2において単位時間あたりに加工光EL#2から造形面MSに伝達されるエネルギー量と、反転位置P2から離れた位置において単位時間あたりに加工光EL#2から造形面MSに伝達されるエネルギー量との差分が小さくなる。同様に、加工システムSYSは、上述したように、重複位置P3における加工光EL#1及びEL#2の強度が、それぞれ、反転位置P1、反転位置P2及び重複位置P3とは異なる位置における加工光EL#1及びEL#2の強度よりも弱くなるように、照射制御動作を行う。このため、重複位置P3において単位時間あたりに加工光EL#1及びEL#2の双方から造形面MSに伝達されるエネルギー量と、重複位置P3から離れた位置において単位時間あたりに加工光EL#1及びEL#2のいずれか一方から造形面MSに伝達されるエネルギー

量との差分が小さくなる。このため、加工システム S Y S は、単位時間当たり加工光 E L # 1 及び E L # 2 のそれぞれから造形面 M S に伝達されるエネルギー量が、造形面 M S 上での目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 のそれぞれの位置に応じて変動する可能性を低減することができる。

[0192] (2-3-2) 照射制御動作の第2具体例

照射制御動作の第2具体例は、加工光 E L # 1 及び E L # 2 の少なくとも一方のビームスポット B S の径を少なくとも制御するための照射制御動作である。

[0193] 例えば、制御装置 7 は、図 19 (a) 及び図 20 (a) に示すように、加工光 E L # 2 のビームスポット B S (B S # 2) の径が、加工光 E L # 1 のビームスポット B S (B S # 1) の径よりも大きくなるように、照射制御動作を行ってもよい。例えば、フォーカス制御光学系 2 1 4 5 が Z 軸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と、ビームスポット B S # 1 の径が変わる。このため、制御装置 7 は、ビームスポット B S # 2 の径がビームスポット B S # 1 の径よりも大きくなるように、フォーカス制御光学系 2 1 4 5 を制御してもよい。つまり、ビームスポット B S # 1 の径を変更することは、加工光 E L # 1 の集光位置 C P # 1 を変更する (つまり、フォーカスを変更する) ことを含んでもよい。例えば、フォーカス制御光学系 2 1 5 5 が Z 軸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と、ビームスポット B S # 2 の径が変わる。このため、制御装置 7 は、ビームスポット B S # 2 の径がビームスポット B S # 1 の径よりも大きくなるように、フォーカス制御光学系 2 1 5 5 を制御してもよい。つまり、ビームスポット B S # 2 の径を変更することは、加工光 E L # 2 の集光位置 C P # 2 を変更する (つまり、フォーカスを変更する) ことを含んでもよい。

[0194] ビームスポット B S # 1 及び B S # 2 が、それぞれ、目標照射領域 E A # 1 及び E A # 2 に照射される加工光 E L # 1 及び E L # 2 によって形成されるがゆえに、ビームスポット B S # 2 の径をビームスポット B S # 1 の径よ

りも大きくする照射制御動作は、目標照射領域 E A # 2 を目標照射領域 E A # 1 よりも広くする照射制御動作と実質的に等価であるとみなしてもよい。つまり、ビームスポット B S # 2 の径をビームスポット B S # 1 の径よりも大きくする照射制御動作は、目標照射領域 E A # 1 を目標照射領域 E A # 2 よりも狭くする照射制御動作と等価であるとみなしてもよい。

[0195] 尚、ビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の形状が円形とは異なる場合、例えば、照射光学系 2 1 1 の光軸と直交する軸に沿った方向におけるビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の幅が、ビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の径としてそれぞれ用いられてもよい。或いは、照射光学系 2 1 1 の光軸と直交する軸に沿った方向におけるビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の最大幅を、ビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の径としてそれぞれ用いてもよい。或いは、照射光学系 2 1 1 の光軸と直交する軸に沿った方向におけるビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の幅の平均値を、ビームスポット B S # 1 及び B S # 2 の径としてもそれぞれ用いてもよい。

[0196] 制御装置 7 は、造形面 M S を予熱するための用途で加工光 E L # 2 が用いられ、且つ、予熱された造形面 M S に溶融池 M P を形成する（その結果、造形物を造形する）ための用途とは異なる用途で加工光 E L # 1 が用いられる場合において、図 1 9 から図 2 0 に示す照射制御動作を行ってもよい。その結果、加工システム S Y S は、加工光 E L # 2 を用いて造形面 M S を効率的に予熱し、加工光 E L # 1 を用いて造形面 M S に溶融池 M P を適切に形成することができる。なぜならば、加工システム S Y S は、造形面 M S 上の相対的に広い領域に加工光 E L # 2 を照射することで、当該相対的に広い領域を予熱しつつ、予熱された領域内で溶融池 M P を形成したい部分に加工光 E L # 1 を照射することで、溶融池 M P を形成することができるからである。但し、造形面 M S を予熱するための用途とは異なる用途で加工光 E L # 2 が用いられる場合においても、制御装置 7 は、図 1 9 (a) 及び図 2 0 (a) に示す照射態様制御動作を行ってもよい。予熱された造形面 M S に溶融池 M P を形成する（その結果、造形物を造形する）ための用途とは異なる用途で加

工光EL#1が用いられる場合においても、制御装置7は、図19(a)及び図20(a)に示す照射態様制御動作を行ってもよい。

[0197] 或いは、図示しないものの、制御装置7は、ビームスポットBS#1の径がビームスポットBS#2の径よりも大きくなるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、目標照射領域EA#1が目標照射領域EA#2よりも広くなる（言い換えれば、目標照射領域EA#2が目標照射領域EA#1よりも狭くなる）ように、照射制御動作を行ってもよい。或いは、制御装置7は、ビームスポットBS#1の径がビームスポットBS#2の径と同じになるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、目標照射領域EA#1が目標照射領域EA#2と同じ大きさになるように、照射制御動作を行ってもよい。

[0198] 制御装置7は、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの径を制御することに加えて、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの位置を制御してもよい。ビームスポットBS#1及びBS#2が、それぞれ、目標照射領域EA#1及びEA#2に形成されるがゆえに、制御装置7は、目標照射領域EA#1及びEA#2の少なくとも一つの位置を変更してもよい。例えば、図19(a)及び図20(a)に示すように、制御装置7は、ビームスポットBS#1の少なくとも一部が、ビームスポットBS#2と重なるように、照射制御動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、目標照射領域EA#1の少なくとも一部が、目標照射領域EA#2と重なるように、照射制御動作を行ってもよい。

[0199] 図19(a)及び図20(a)に示す例では、径が小さいビームスポットBS#1の全体が、径が大きいビームスポットBS#2に包含されている。この場合、径が小さいビームスポットBS#1は、径が大きいビームスポットBS#2の内側で移動してもよい。この場合、加工システムSYSは、加工光EL#2によって予熱された領域に加工光EL#1を適切に照射することができるがゆえに、造形面MSに溶融池MPを効率的に形成することができる。但し、ビームスポットBS#1の径がビームスポットBS#2の径よ

りも大きくなる場合には、径が小さいビームスポットBS#2の全体が、径が大きいビームスポットBS#1に包含されていてもよい。この場合、径が小さいビームスポットBS#2は、径が大きいビームスポットBS#1の内側で移動してもよい

制御装置7は、ビームスポットBS#2に包含されているビームスポットBS#1の径を変更してもよい。例えば、制御装置7は、造形面MS上でビームスポットBS#1及びBS#2を移動させながら、ビームスポットBS#2に包含されているビームスポットBS#1の径を変更してもよい。但し、ビームスポットBS#1の径がビームスポットBS#2の径よりも大きくなる場合には、制御装置7は、ビームスポットBS#1に包含されているビームスポットBS#2の径を変更してもよい。例えば、制御装置7は、造形面MS上でビームスポットBS#1及びBS#2を移動させながら、ビームスポットBS#1に包含されているビームスポットBS#2の径を変更してもよい。

[0200] 制御装置7は、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの径を制御することに加えて、加工単位領域BSA#1内でのビームスポットBS#1の移動方向及び加工単位領域BSA#2内でのビームスポットBS#2の移動方向の少なくとも一つを制御（例えば、変更）してもよい。尚、加工単位領域BSA#1内でのビームスポットBS#1の移動方向は、加工単位領域BSA#1内での目標照射領域#1の移動方向と等価である。加工単位領域BSA#2内でのビームスポットBS#2の移動方向は、加工単位領域BSA#2内での目標照射領域#2の移動方向と等価である。

[0201] 例えば、図19(a)に示すように、制御装置7は、ビームスポットBS#1（目標照射領域EA#1）が、加工単位領域BSA#1及びBSA#2の移動方向に交差するY軸方向に沿って規則的に往復移動し、且つ、ビームスポットBS#2（目標照射領域EA#2）が、加工単位領域BSA#1及びBSA#2の移動方向に沿ったX軸方向に沿って規則的に往復移動するように、照射制御動作を行ってもよい。その結果、図19(b)に示すように

、加工単位領域BSA#1及びBSA#2の移動に伴い、造形面MS上において、ビームスポットBS#2（目標照射領域EA#2）が、X軸方向に沿った直線状の移動軌跡MT#2に沿って移動し、ビームスポットBS#1（目標照射領域EA#1）が、移動軌跡MT#2を中心に振動する波形状の移動軌跡MT#1に沿って移動する。この場合、加工システムSYSは、加工光EL#2によって予熱された領域に加工光EL#1を適切に照射することができるがゆえに、造形面MSに溶融池MPを効率的に形成することができる。

[0202] 制御装置7は、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの径を制御することに加えて、加工単位領域BSA#1内でのビームスポットBS#1の移動軌跡及び加工単位領域BSA#2内でのビームスポットBS#2の移動軌跡の少なくとも一つを制御（例えば、変更）してもよい。尚、加工単位領域BSA#1内でのビームスポットBS#1の移動軌跡は、加工単位領域BSA#1内での目標照射領域#1の移動軌跡と等価である。加工単位領域BSA#2内でのビームスポットBS#2の移動軌跡は、加工単位領域BSA#2内での目標照射領域#2の移動軌跡と等価である。

[0203] 例えば、図20(a)に示すように、制御装置7は、ビームスポットBS#1（目標照射領域EA#1）が、加工単位領域BSA#1及びBSA#2の移動方向に交差するY軸方向に沿って規則的に往復移動し、且つ、ビームスポットBS#2（目標照射領域EA#2）が、加工単位領域BSA#2内において円形の移動軌跡（図6(a)参照）に沿って移動するように、照射制御動作を行ってもよい。その結果、図20(b)に示すように、加工単位領域BSA#1及びBSA#2の移動に伴い、造形面MS上において、ビームスポットBS#2（目標照射領域EA#2）が、X軸方向に沿ったスパイラル状の移動軌跡MT#2に沿って移動し、ビームスポットBS#1（目標照射領域EA#1）が、移動軌跡MT#2を中心に振動する波形状の移動軌跡MT#1に沿って移動する。この場合、加工システムSYSは、加工光EL#2によって予熱された領域に加工光EL#1を適切に照射することがで

きるがゆえに、造形面MSに溶融池MPを効率的に形成することができる。

[0204] 尚、図19(b)及び図20(b)に示すように、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)の移動方向と、ビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)の移動方向とが異なる場合には、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)と、ビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)とが相対移動しているとみなしてもよい。同様に、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)の移動軌跡と、ビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)の移動軌跡とが異なる場合には、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)と、ビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)とが相対移動しているとみなしてもよい。この場合、制御装置7は、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)及びビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)の少なくとも一つの移動態様を変更することで、ビームスポットBS#1(目標照射領域EA#1)と、ビームスポットBS#2(目標照射領域EA#2)とを相対移動させているとみなしてもよい。

[0205] 制御装置7は、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの径を制御することに加えて、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの形状を制御(例えば、変更)してもよい。つまり、制御装置7は、目標照射領域EA#1及びEA#2の少なくとも一つの形状を制御(例えば、変更)してもよい。この場合、照射光学系211は、ビームスポットBS#1及びBS#2の少なくとも一つの形状を制御(例えば、変更)可能な光学系を含んでいてもよい。

[0206] 制御装置7は、ビームスポットBS#1及び/又はBS#2の移動中に、ビームスポットBS#1及びBS#2の径を変更する制御を行ってもよい。例えば、制御装置7は、加工パス上の位置に応じてビームスポットBS#1及びBS#2の径を変更してもよい。

[0207] (2-4) ガルバノーフォーカス連動制御動作

上述したように、加工システムSYSは、フォーカス制御光学系2145

を用いて、造形面MSに交差する方向において加工光EL#1の集光位置CP#1を変更し、ガルバノミラー2146を用いて、造形面MSに沿った方向において目標照射領域EA#1を移動させている。この場合、加工システムSYS（特に、制御装置7）は、フォーカス制御光学系2145及びガルバノミラー2146のいずれか一方の制御量に基づいて、フォーカス制御光学系2145及びガルバノミラー2146のいずれか他方を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。例えば、制御装置7は、フォーカス制御光学系2145の制御量（例えば、集光位置CP#1の変更量）に基づいて、ガルバノミラー2146を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。例えば、制御装置7は、ガルバノミラー2146の制御量（例えば、目標照射領域EA#1の移動量であり、目標照射領域EA#1の位置の変更量）に基づいて、フォーカス制御光学系2145を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。

[0208] 同様に、加工システムSYS（特に、制御装置7）は、フォーカス制御光学系2155及びガルバノミラー2156のいずれか一方の制御量に基づいて、フォーカス制御光学系2155及びガルバノミラー2156のいずれか他方を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。例えば、制御装置7は、フォーカス制御光学系2155の制御量（例えば、集光位置CP#2の変更量）に基づいて、ガルバノミラー2156を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。例えば、制御装置7は、ガルバノミラー2156の制御量（例えば、目標照射領域EA#2の移動量であり、目標照射領域EA#2の位置の変更量）に基づいて、フォーカス制御光学系2145の制御量を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行ってもよい。

[0209] フォーカス制御光学系2145の制御量に基づいて、ガルバノミラー2146を制御するガルバノフォーカス連動制御動作の一例が、図21に示されている。具体的には、図21の1段目の図は、フォーカス制御光学系2145が集光位置CP#1を変更する前の集光位置CP#1と造形面MSとの

位置関係を示している。図21の2段目の図は、フォーカス制御光学系2145が集光位置CP#1を変更した後の集光位置CP#1と造形面MSとの位置関係を示している。図21に示すように、フォーカス制御光学系2145が造形面MSに交差する方向（図21では、Z軸方向）に沿って集光位置CP#1を変更すると、場合によっては、集光位置CP#1が造形面MSに沿った方向（図21では、Z軸に交差する方向）に沿って意図せず移動してしまう可能性がある。つまり、目標照射領域#1が造形面MSに沿った方向に沿って意図せず移動してしまう可能性がある。そこで、制御装置7は、図21の3段目の図に示すように、フォーカス制御光学系2145が造形面MSに交差する方向に沿って集光位置CP#1を変更することに起因して生ずる、造形面MSに沿った方向における集光位置CP#1の移動（つまり、加工光EL#1の照射位置の移動）が相殺されるように、ガルバノミラー2146を制御してもよい。つまり、制御装置7は、フォーカス制御光学系2145が造形面MSに交差する方向に沿って集光位置CP#1を変更することに起因して生ずる、造形面MSに沿った方向における集光位置CP#1の位置ずれ（つまり、加工光EL#1の照射位置の位置ずれ）を補正するように、ガルバノミラー2146を制御してもよい。その結果、加工システムSYSは、造形面MS上の所望位置に加工光EL#1を適切に照射することができる。

[0210] 尚、フォーカス制御光学系2145が造形面MSに交差する方向に沿って集光位置CP#1を変更することに起因して造形面MSに沿った方向において集光位置CP#1が移動した場合には、加工システムSYSは、ヘッド駆動系22を用いて造形面MSに沿った方向において加工ヘッド21を移動させることで、造形面MSに沿った方向における集光位置CP#1の移動（つまり、加工光EL#1の照射位置の移動）を相殺することもできる。しかしながら、加工ヘッド21を移動させると、造形材料Mの供給位置もまた移動してしまう。その結果、加工システムSYSは、加工光EL#1の照射位置に造形材料Mを供給できなくなる可能性があるという技術的問題が生ずる可

能性がある。本実施形態では、造形材料Mの供給位置とは独立して加工光EL # 1の照射位置を移動させているがゆえに、このような技術的問題は生じない。

[0211] フォーカス制御光学系2155の制御量に基づいてガルバノミラー2156を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行う場合においても、制御装置7は、フォーカス制御光学系2145の制御量に基づいてガルバノミラー2146を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行う場合と同様の動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、フォーカス制御光学系2155が造形面MSに交差する方向に沿って集光位置CP # 2を変更することに起因して生ずる、造形面MSに沿った方向における集光位置CP # 2の移動（つまり、加工光EL # 2の照射位置の移動）が相殺されるように、ガルバノミラー2156を制御してもよい。つまり、制御装置7は、フォーカス制御光学系2155が造形面MSに交差する方向に沿って集光位置CP # 2を変更することに起因して生ずる、造形面MSに沿った方向における集光位置CP # 2の位置ずれ（つまり、加工光EL # 2の照射位置の位置ずれ）を補正するように、ガルバノミラー2156を制御してもよい。その結果、加工システムSYSは、造形面MS上の所望位置に加工光EL # 2を適切に照射することができる。

[0212] ガルバノミラー2146の制御量に基づいて、フォーカス制御光学系2145を制御するガルバノフォーカス連動制御動作の一例が、図22に示されている。具体的には、図22の1段目の図は、ガルバノミラー2146が目標照射領域EA # 1を移動する前の造形面MS上での目標照射領域EA # 1の位置を示している。図22の2段目の図は、ガルバノミラー2146が目標照射領域EA # 1を移動した後の造形面MS上での目標照射領域EA # 1の位置を示している。図22に示すように、ガルバノミラー2146が造形面MSに沿った方向において目標照射領域EA # 1を移動させる（つまり、集光位置CP # 1を移動させる）と、場合によっては、集光位置CP # 1が造形面MSに交差する方向（つまり、Z軸方向）に沿って意図せず移動し

てしまう可能性がある。そこで、制御装置7は、図22の3段目の図に示すように、ガルバノミラー2146が造形面MSに沿った方向に沿って目標照射領域EA#1を移動することに起因して生ずる、造形面MSに交差する方向における集光位置CP#1の移動が相殺されるように、フォーカス制御光学系2145を制御してもよい。つまり、制御装置7は、ガルバノミラー2146が造形面MSに沿った方向に沿って目標照射領域EA#1を移動することに起因して生ずる、造形面MSに交差する方向における集光位置CP#1の位置ずれを補正するように、フォーカス制御光学系2145を制御してもよい。その結果、加工システムSYSは、造形面MSに交差する方向における所望位置に、集光位置CP#1を設定することができる。つまり、加工システムSYSは、所望のフォーカス状態にある加工光EL#1を造形面MSに照射することができる。

[0213] 尚、ガルバノミラー2146が造形面MSに沿った方向に沿って目標照射領域EA#1を移動することに起因して造形面MSに交差する方向において集光位置CP#1が移動した場合には、加工システムSYSは、ヘッド駆動系22を用いて造形面MSに交差する方向において加工ヘッド21を移動させることで、造形面MSに交差する方向における集光位置CP#1の移動を相殺することもできる。しかしながら、加工ヘッド21を移動させると、造形材料Mの供給位置もまた移動してしまう。その結果、加工システムSYSは、加工光EL#1の照射位置に造形材料Mを供給できなくなる可能性があるという技術的問題が生ずる可能性がある。本実施形態では、造形材料Mの供給位置とは独立して加工光EL#1の照射位置を移動させているがゆえに、このような技術的問題は生じない。

[0214] ガルバノミラー2156の制御量に基づいてフォーカス制御光学系2155を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行う場合においても、制御装置7は、ガルバノミラー2146の制御量に基づいてフォーカス制御光学系2145を制御するガルバノフォーカス連動制御動作を行う場合と同様の動作を行ってもよい。つまり、制御装置7は、ガルバノミラー2156

が造形面MSに沿った方向に沿って目標照射領域EA#2を移動することに起因して生ずる、造形面MSに交差する方向における集光位置CP#2の移動が相殺されるように、フォーカス制御光学系2155を制御してもよい。つまり、制御装置7は、ガルバノミラー2156が造形面MSに沿った方向に沿って目標照射領域EA#2を移動することに起因して生ずる、造形面MSに交差する方向における集光位置CP#2の位置ずれを補正するように、フォーカス制御光学系2155を制御してもよい。その結果、加工システムSYSは、造形面MSに交差する方向における所望位置に、集光位置CP#2を設定することができる。つまり、加工システムSYSは、所望のフォーカス状態にある加工光EL#2を造形面MSに照射することができる。

[0215] (3) 技術的効果

以上説明したように、本実施形態の加工システムSYSは、二つの加工光EL#1及びEL#2を用いて、付加加工を行うことができる。つまり、加工システムSYSは、二つの加工光EL#1及びEL#2を用いて、造形物を造形することができる。このため、単一の加工光ELを用いて造形物が造形される場合と比較して、加工システムSYSは、造形物を適切に造形することができる。例えば、上述したように、加工システムSYSは、加工光EL#1を用いた付加加工と、加工光EL#2を用いた付加加工とを並行して行うことで、付加加工のスループット（つまり、造形物を造形するためのスループット）を向上させることができる。例えば、上述したように、加工システムSYSは、加工光EL#2を用いて造形面MSを効率的に予熱し、加工光EL#1を用いて造形面MSに溶融池MPを適切に形成することができる。例えば、上述したように、加工システムSYSは、二つの加工光EL#1及びEL#2に対する吸収率が互いに異なる複数の異なる種類の造形材料Mのそれぞれを用いて造形物を造形することができる。例えば、上述したように、加工システムSYSは、加工光EL#1を、造形物を造形するための用途で用いる一方で、加工光EL#2を、加工光EL#1によって造形された造形物の表面を滑らかにする用途で用いることで、表面がより滑らかな造

形物を造形することができる。

[0216] 更に、本実施形態では、加工システムS Y Sは、加工光E L # 1を制御するための第1光学系2 1 4と、加工光E L # 2を制御するための第2光学系2 1 5とを別個独立に備えている。このため、加工システムS Y Sは、加工光E L # 1及びE L # 2を別個独立に制御することができる。その結果、加工システムS Y Sは、加工光E L # 1及びE L # 2を別個独立に制御することができない場合と比較して、加工光E L # 1及びE L # 2の照射態様を柔軟に制御することができる。

[0217] (4) 変形例

続いて、加工システムS Y Sの変形例について説明する。

[0218] (4-1) 第1変形例

はじめに、加工システムS Y Sの第1変形例について説明する。尚、以下の説明では、加工システムS Y Sの第1変形例を、“加工システムS Y S a”と称する。加工システムS Y S aは、上述した加工システムS Y Sと比較して、加工ユニット2に代えて、加工ユニット2 aを備えているという点で異なる。加工システムS Y S aのその他の特徴は、加工システムS Y Sのその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット2 aは、上述した加工ユニット2と比較して、加工ヘッド2 1に代えて、加工ヘッド2 1 aを備えているという点で異なる。加工ユニット2 aのその他の特徴は、加工ユニット2のその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド2 1 aは、上述した加工ヘッド2 1と比較して、照射光学系2 1 1に代えて、照射光学系2 1 1 aを備えているという点で異なる。加工ヘッド2 1 aのその他の特徴は、加工ヘッド2 1のその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図2 3を参照しながら、第1変形例における照射光学系2 1 1 aについて説明する。図2 3は、第1変形例における照射光学系2 1 1 aの構造を示す断面図である。

[0219] 図2 3に示すように、照射光学系2 1 1 aは、上述した照射光学系2 1 1と比較して、第3光学系2 1 6に代えて、第3光学系2 1 6 aを備えている

という点で異なる。照射光学系211aのその他の特徴は、照射光学系211のその他の特徴と同一であってもよい。

[0220] 第3光学系216aは、上述した第3光学系216と比較して、二つのf θ レンズ2162（具体的には、f θ レンズ2162#1及び2162#2）を備えているという点で異なる。第3光学系216aのその他の特徴は、第3光学系216のその他の特徴と同一であってもよい。

[0221] 第1変形例では、第1光学系214から射出された加工光EL#1は、f θ レンズ2162#1に入射する。第2光学系215から射出された加工光EL#2は、f θ レンズ2162#2に入射する。f θ レンズ2162#1を通過した加工光EL#1及びf θ レンズ2162#2を通過した加工光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、造形面MSに向けて反射する。つまり、第1変形例では、f θ レンズ2162#1は、プリズムミラー2161を介して、加工光EL#1を造形面MSに向けて射出し、f θ レンズ2162#2は、プリズムミラー2161を介して、加工光EL#2を造形面MSに向けて射出する。

[0222] 尚、第1変形例において、照射光学系211aは、プリズムミラー2161を介することなく、f θ レンズ2162#1から射出される加工光EL#1及びf θ レンズ2162#2から射出される加工光EL#2を造形面MSに照射してもよい。この場合、照射光学系211aは、プリズムミラー2161を備えていなくてもよい。更に、f θ レンズ2162#1の光軸とf θ レンズ2162#2の光軸とが造形面MS上又は造形面MSの近傍で交差するように、f θ レンズ2162#1及び2162#2が位置決めされていてもよい。また、第1変形例で説明したように照射光学系211aが複数のf θ レンズ2162#1及び2162#2を備えている場合には、f θ レンズ2162#1及び2162#2のそれぞれを最終光学部材と称してもよい。更に、f θ レンズ2162#1及び2162#2のそれぞれが複数の光学部材で構成されている場合には、f θ レンズ2162#1及び2162#2の

それぞれが備える複数の光学部材のうち最も造形面MS側に配置される光学部材を最終光学部材と称してもよい。

[0223] このような第1変形例における加工システムSYS aであっても、上述した加工システムSYSが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0224] (4-2) 第2変形例

続いて、加工システムSYSの第2変形例について説明する。尚、以下の説明では、加工システムSYSの第2変形例を、“加工システムSYS b”と称する。加工システムSYS bは、上述した加工システムSYS aと比較して、加工ユニット2 aに代えて、加工ユニット2 aを備えているという点で異なる。加工システムSYS bのその他の特徴は、加工システムSYS aのその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット2 bは、上述した加工ユニット2 aと比較して、加工ヘッド2 1 aに代えて、加工ヘッド2 1 bを備えているという点で異なる。加工ユニット2 bのその他の特徴は、加工ユニット2 aのその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド2 1 bは、上述した加工ヘッド2 1 aと比較して、照射光学系2 1 1 aに代えて、照射光学系2 1 1 bを備えているという点で異なる。加工ヘッド2 1 bのその他の特徴は、加工ヘッド2 1 aのその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図2 4を参照しながら、第2変形例における照射光学系2 1 1 bについて説明する。図2 4は、第2変形例における照射光学系2 1 1 bの構造を示す断面図である。

[0225] 図2 4に示すように、照射光学系2 1 1 bは、上述した照射光学系2 1 1 aと比較して、第1光学系2 1 4、第2光学系2 1 5及び第3光学系2 1 6 aに代えて、第1光学系2 1 4 b、第2光学系2 1 5 b及び第3光学系2 1 6 bを備えているという点で異なる。照射光学系2 1 1 bのその他の特徴は、照射光学系2 1 1 aのその他の特徴と同一であってもよい。

[0226] 第1光学系2 1 4 bは、上述した第1光学系2 1 4と比較して、 $f\theta$ レンズ2 1 6 2 # 1を備えているという点で異なる。図2 4に示す例では、 $f\theta$

レンズ2162#1は、平行平板2142とガルバノスキャナ2144との間における加工光EL#1の光路上に配置されている。但し、 $f\theta$ レンズ2162#1の配置位置が、図24に示す位置に限定されることはない。第1光学系214bのその他の特徴は、第1光学系214aのその他の特徴と同一であってもよい。

[0227] 第2光学系215bは、上述した第2光学系215と比較して、 $f\theta$ レンズ2162#2を備えているという点で異なる。図24に示す例では、 $f\theta$ レンズ2162#2は、平行平板2152とガルバノスキャナ2154との間における加工光EL#2の光路上に配置されている。但し、 $f\theta$ レンズ2162#2の配置位置が、図24に示す位置に限定されることはない。第2光学系215bのその他の特徴は、第2光学系215aのその他の特徴と同一であってもよい。

[0228] 第3光学系216bは、上述した第3光学系216aと比較して、二つの $f\theta$ レンズ2162#1及び2162#2を備えていなくてもよいという点で異なる。第3光学系216bのその他の特徴は、第3光学系216aのその他の特徴と同一であってもよい。

[0229] 尚、第2変形例では、複数の反射面を持つプリズムミラー2161を、最終光学部材と称してもよい。また、第2変形例の加工システムSYSbは、第3光学系216bを備えていなくてもよい。この場合、第1光学系214bの射出側の光軸と第2光学系215bの射出側の光軸とが、造形面MS上又は造形面MSの近傍で交差するように、第1光学系214b及び第2光学系215bが位置決めされていてもよい。尚、第2変形例において、第3光学系2161の光軸は、プリズムミラー2161の各反射面の法線ベクトルを合成することで得られるベクトルの方向に延びる軸であってもよい。第1光学系214bの射出側の光軸と第2光学系215bの射出側の光軸とがプリズムミラー2161によって折り曲げられていると見なす場合には、加工光EL#1の照射方向は、第1光学系214bの折り曲げられた後の射出側の光軸方向とを意味していてもよいし、加工光EL#2の照射方向は、第2

光学系 215b の折り曲げられた後の射出側の光軸方向を意味していてもよい。

[0230] このように、照射光学系 211b は、照射光学系 211a と比較して、二つの f θ レンズ 2162#1 及び 2162#2 の配置位置が変更されているという点で異なる。このような照射光学系 211b を備える第 2 変形例における加工システム SYSb であっても、上述した加工システム SYSa が享受可能な効果と同様の効果を楽しむことができる。

[0231] (4-3) 第 3 変形例

続いて、図 25 を参照しながら、加工システム SYS の第 3 変形例について説明する。図 25 は、加工システム SYS の第 3 変形例のシステムの構成を示すブロック図である。尚、以下の説明では、加工システム SYS の第 3 変形例を、“加工システム SYS c” と称する。

[0232] 図 25 に示すように、加工システム SYS c は、上述した加工システム SYS と比較して、加工ユニット 2 に代えて、加工ユニット 2c を備えているという点で異なる。更に、加工システム SYS c は、上述した加工システム SYS と比較して、複数の光源 4 を備えていなくてもよい（つまり、単一の光源 4 を備えていてもよい）という点で異なる。加工システム SYS c のその他の特徴は、加工システム SYS のその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット 2c は、上述した加工ユニット 2 と比較して、加工ヘッド 21 に代えて、加工ヘッド 21c を備えているという点で異なる。加工ユニット 2c のその他の特徴は、加工ユニット 2 のその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド 21c は、上述した加工ヘッド 21 と比較して、照射光学系 211 に代えて、照射光学系 211c を備えているという点で異なる。加工ヘッド 21c のその他の特徴は、加工ヘッド 21 のその他の特徴と同一であってもよい。

[0233] 続いて、図 26 を参照しながら、第 3 変形例における照射光学系 211c について説明する。図 26 は、第 3 変形例における照射光学系 211c の構造を示す断面図である。

- [0234] 図26に示すように、照射光学系211cは、上述した照射光学系211と比較して、第4光学系218cを更に備えているという点で異なる。照射光学系211cのその他の特徴は、照射光学系211のその他の特徴と同一であってもよい。
- [0235] 第4光学系218cは、波長板2181cと、偏光ビームスプリッタ2182cと、ミラー2183cとを備えている。光源4から射出された加工光EL（以降、“加工光EL0”と称する）は、波長板2181cを介して、偏光ビームスプリッタ2182cに入射する。加工光EL0に含まれるp偏光は、偏光ビームスプリッタ2182cを通過する。一方で、加工光EL0に含まれるs偏光は、偏光ビームスプリッタ2182cによって反射される。偏光ビームスプリッタ2182cを通過したp偏光は、加工光EL#1として第1光学系214に入射する。偏光ビームスプリッタ2182cが反射したs偏光は、ミラー2183cを介して、加工光EL#2として第2光学系215に入射する。
- [0236] 尚、第3変形例において、照射光学系211cは、波長板2181cを用いて、偏光ビームスプリッタ2182cに入射する加工光EL0の偏光状態（典型的には偏光方向、楕円偏光の場合は楕円偏光の長軸方向であってもよい）を変更して、第1光学系214に入射する加工光EL#1の強度と第2光学系215に入射する加工光EL#2の強度とを変更してもよい。光源4から射出される加工光EL0が直線偏光である場合、波長板2181cとして1/2波長板が用いられてもよい。照射光学系211cは、1/2波長板である波長板2181cをその光軸周りに回転させることで、波長板2181cから射出される加工光EL0の偏光方向を変更してもよい。
- [0237] また、第3変形例におけるコリメータレンズ2141及び2151は、第4光学系218cによって分割された加工光EL#1及びEL#2をそれぞれ平行光に変換している。しかしながら、コリメータレンズ2141及び2151の少なくとも一方は、偏光ビームスプリッタ2182cによって分割されていない加工光EL0を平行光に変換してもよい。この場合、コリメー

タレンズ2141及び2151に代えて、波長板2181cの光源側の光路にコリメータレンズが配置されてもよい。波長板2181cと偏光ビームスプリッタ2182cとの間の光路にコリメータレンズが配置されてもよい。これにより、偏光光学部材としての波長板2181c及び偏光ビームスプリッタ2182cを通過する加工光EL0が平行光となるため、偏光制御を精度よく実現できる。

[0238] このような第3変形例における加工システムSYS cであっても、上述した加工システムSYSが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。更に、加工システムSYS cは、単一の光源4から射出された加工光EL0を、二つの加工光EL #1及びEL #2に分割することができる。このため、加工システムSYS cが二つの光源4を備えていなくてもよくなるため、加工システムSYS cのコストが低減可能となる。

[0239] (4-4) 第4変形例

続いて、加工システムSYSの第4変形例について説明する。尚、以下の説明では、加工システムSYSの第4変形例を、“加工システムSYS d”と称する。加工システムSYS dは、上述した加工システムSYS cと比較して、加工ユニット2cに代えて、加工ユニット2dを備えているという点で異なる。加工システムSYS dのその他の特徴は、加工システムSYS cのその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット2dは、上述した加工ユニット2cと比較して、加工ヘッド21cに代えて、加工ヘッド21dを備えているという点で異なる。加工ユニット2dのその他の特徴は、加工ユニット2cのその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド21dは、上述した加工ヘッド21cと比較して、照射光学系211cに代えて、照射光学系211dを備えているという点で異なる。加工ヘッド21dのその他の特徴は、加工ヘッド21cのその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図27を参照しながら、第4変形例における照射光学系211dについて説明する。図27は、第4変形例における照射光学系211dの構造を示す断面図である。

[0240] 図27に示すように、照射光学系211dは、上述した照射光学系211cと比較して、第3光学系216及び第4光学系218cに代えて、第3光学系216d及び第4光学系218dを備えているという点で異なる。照射光学系211dのその他の特徴は、照射光学系211cのその他の特徴と同一であってもよい。

[0241] 第4光学系218dは、上述した第4光学系218cと比較して、f θ レンズ2162を備えているという点で異なる。図27に示す例では、f θ レンズ2162は、波長板2181cと偏光ビームスプリッタ2182cとの間における加工光EL0の光路上に配置されている。但し、f θ レンズ2162の配置位置が、図27に示す位置に限定されることはない。第4光学系218dのその他の特徴は、第4光学系218cのその他の特徴と同一であってもよい。

[0242] 第3光学系216dは、上述した第3光学系216と比較して、f θ レンズ2162を備えていなくてもよいという点で異なる。第3光学系216dのその他の特徴は、第3光学系216のその他の特徴と同一であってもよい。

[0243] このような第4変形例における加工システムSYSdであっても、上述した加工システムSYScが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0244] (4-5) 第5変形例

続いて、加工システムSYSの第5変形例について説明する。尚、以下の説明では、加工システムSYSの第5変形例を、“加工システムSYS_e”と称する。加工システムSYS_eは、上述した加工システムSYS（或いは、加工システムSYS_aからSYS_d）と比較して、加工ユニット2に代えて、加工ユニット2_eを備えているという点で異なる。加工システムSYS_eのその他の特徴は、加工システムSYSのその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット2_eは、上述した加工ユニット2と比較して、加工ヘッド21に代えて、加工ヘッド21_eを備えているという点で異なる。加工ユ

ニット2 eのその他の特徴は、加工ユニット2のその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド2 1 eは、上述した加工ヘッド2 1と比較して、照射光学系2 1 1に代えて、照射光学系2 1 1 eを備えているという点で異なる。加工ヘッド2 1 eのその他の特徴は、加工ヘッド2 1のその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図2 8を参照しながら、第5変形例における照射光学系2 1 1 eについて説明する。図2 8は、第5変形例における照射光学系2 1 1 eの構造を示す断面図である。

[0245] 図2 8に示すように、照射光学系2 1 1 eは、上述した照射光学系2 1 1と比較して、第1光学系2 1 4及び第2光学系2 1 5に代えて、第1光学系2 1 4 e及び第2光学系2 1 5 eを備えているという点で異なる。照射光学系2 1 1 eのその他の特徴は、照射光学系2 1 1のその他の特徴と同一であってもよい。

[0246] 第1光学系2 1 4 eは、上述した第1光学系2 1 4と比較して、コリメータレンズ2 1 4 1 eと、ビームスプリッタ2 1 4 7 eとを備えているという点で異なる。第1光学系2 1 4 eのその他の特徴は、第1光学系2 1 4のその他の特徴と同一であってもよい。

[0247] コリメータレンズ2 1 4 1 eには、加工光EL # 3が入射する。加工光EL # 3は、第2光学系2 1 5 eに入射する加工光EL # 2の波長帯域と同じ波長帯域の光であってもよい。この場合、光源4 # 2から射出される加工光EL # 2が、加工光EL # 3としてコリメータレンズ2 1 4 1 eに入射してもよい。或いは、加工システムSYS eは、加工光EL # 3を生成する光源を、光源4 # 2とは別に備えていてもよい。但し、加工光EL # 3は、ワークWの加工に利用可能である限りは、どのような光であってもよい。

[0248] コリメータレンズ2 1 4 1 eは、コリメータレンズ2 1 4 1 eに入射した加工光EL # 3を平行光に変換する。尚、平行光である加工光EL # 3が第1光学系2 1 4 eに入射する場合には、第1光学系2 1 4 eは、コリメータレンズ2 1 4 1 eを備えていなくてもよい。つまり、コリメータレンズ2 1 4 1 eの設置が省略されてもよい。また、ビームスプリッタ2 1 4 7 eの入

射側に、加工光EL # 3を伝送する光伝送部材として光ファイバが介在する場合には、コリメータレンズ2141eの前側焦点が光ファイバの射出端近傍に位置するようにコリメータレンズ2141eを位置決めし、コリメータレンズ2141eは、光ファイバから発散光束として射出される加工光EL # 3を、平行光に変換してもよい。コリメータレンズ2141eが平行光に変換した加工光EL # 3は、ビームスプリッタ2147eに入射する。更に、コリメータレンズ2141が平行光に変換した加工光EL # 1もまた、ビームスプリッタ2147eに入射する。ビームスプリッタ2147eは、加工光EL # 1及びEL # 3を合成する合成光学系として機能する。具体的には、加工光EL # 1は、ビームスプリッタ2147eを通過する。加工光EL # 3は、ビームスプリッタ2147eによって反射される。ビームスプリッタ2147eを通過した加工光EL # 1及びビームスプリッタ2147eが反射した加工光EL # 3は、共に、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及びEL # 3は、ガルバノスキャナ2144及び第3光学系216を介して、造形面MSに照射される。このため、第5変形例では、第1光学系214eは、加工光EL # 1及びEL # 3を、第3光学系216に向けて射出し、第3光学系216は、加工光EL # 1及びEL # 3を、造形面MSに照射する。

[0249] 加工光EL # 1の照射方向と、加工光EL # 3の照射方向とは、同一の方向であってもよい。例えば、加工光EL # 1及びEL # 3のそれぞれの照射方向は、 $f\theta$ レンズ2162の光軸AXに沿った方向（図28では、Z軸方向）であってもよい。或いは、加工光EL # 1の照射方向と、加工光EL # 3の照射方向とは、互いに異なる方向であってもよい。

[0250] 照射光学系211eは、加工光EL # 1及びEL # 3を同時に造形面MSに照射してもよい。つまり、照射光学系211eは、加工光EL # 1が造形面MSに照射されている期間の少なくとも一部において、加工光EL # 3を造形面MSに照射してもよい。照射光学系211eは、加工光EL # 3が造形面MSに照射されている期間の少なくとも一部において、加工光EL # 1

を造形面MSに照射してもよい。或いは、照射光学系211eは、加工光EL#1及びEL#3を別々に造形面MSに照射してもよい。つまり、照射光学系211eは、加工光EL#1が造形面MSに照射されていない期間の少なくとも一部において、加工光EL#3を造形面MSに照射してもよい。照射光学系211eは、加工光EL#3が造形面MSに照射されていない期間の少なくとも一部において、加工光EL#1を造形面MSに照射してもよい。

[0251] 加工光EL#1の波長帯域と加工光EL#3の波長帯域とが異なる場合には、第1光学系214e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#1の集光位置CPと、第1光学系214e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#3の集光位置CPとが、加工光EL#1及びEL#3の照射方向（図28では、Z軸方向）に沿ってずれる可能性がある。つまり、色収差（特に、軸上色収差又は縦の色収差）が発生する可能性がある。更には、第1光学系214e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#1が造形面MSに形成するビームスポットBS#1の位置と、第1光学系214e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#3が造形面MSに形成するビームスポットBS#3（図28では不図示）の位置とが同じにならない可能性がある。つまり、色収差（特に、倍率色収差又は横の色収差）が発生する可能性がある。そこで、図29に示すように、第1光学系214eは、このような色収差を補正する収差補正部材2148eを備えていてもよい。収差補正部材2148eは、色消しレンズ、色出しレンズ及び直視プリズム等の少なくとも一つを含んでいてもよい。その結果、加工システムSYSeは、色収差の影響を低減しながら、加工光EL#1及びEL#3を造形面MSに照射することができる。

[0252] 制御装置7は、ガルバノミラー2146の駆動量（つまり、X走査ミラー2146MX及びY走査ミラー2146MYの少なくとも一方の回転量）を制御することで、色収差を補正してもよい。例えば、制御装置7は、加工光

EL # 1 を造形面MSに照射する場合のガルバノミラー2146の駆動量と、加工光EL # 3 を造形面MSに照射する場合のガルバノミラー2146の駆動量とが異なるものとなるように、ガルバノミラー2146の駆動量を制御することで、色収差を補正してもよい。その結果、加工システムSYS e は、色収差の影響を低減しながら、加工光EL # 1 及びEL # 3 を造形面MSに照射することができる。

[0253] 続いて、第2光学系215 e は、上述した第2光学系215と比較して、コリメータレンズ2151 e と、ビームスプリッタ2157 e とを備えているという点で異なる。第2光学系215 e のその他の特徴は、第2光学系215のその他の特徴と同一であってもよい。

[0254] コリメータレンズ2151 e には、加工光EL # 4 が入射する。加工光EL # 4 は、第1光学系214 e に入射する加工光EL # 1 の波長帯域と同じ波長帯域の光であってもよい。この場合、光源4 # 1 から射出される加工光EL # 1 が、加工光EL # 4 としてコリメータレンズ2151 e に入射してもよい。或いは、加工システムSYS e は、加工光EL # 4 を生成する光源を、光源4 # 1 とは別に備えていてもよい。但し、加工光EL # 4 は、ワークWの加工に利用可能である限りは、どのような光であってもよい。

[0255] コリメータレンズ2151 e は、コリメータレンズ2151 e に入射した加工光EL # 4 を平行光に変換する。尚、平行光である加工光EL # 4 が第2光学系215 e に入射する場合には、第2光学系215 e は、コリメータレンズ2151 e を備えていなくてもよい。つまり、コリメータレンズ2151 e の設置が省略されてもよい。また、ビームスプリッタ2157 e の入射側に、加工光EL # 4 を伝送する光伝送部材として光ファイバが介在する場合には、コリメータレンズ2151 e の前側焦点が光ファイバの射出端近傍に位置するようにコリメータレンズ2151 e を位置決めし、コリメータレンズ2151 e は、光ファイバから発散光束として射出される加工光EL # 4 を、平行光に変換してもよい。コリメータレンズ2151 e が平行光に変換した加工光EL # 4 は、ビームスプリッタ2157 e に入射する。更に

、コリメータレンズ2151が平行光に変換した加工光EL#2もまた、ビームスプリッタ2157eに入射する。ビームスプリッタ2157eは、加工光EL#2及びEL#4を合成する合成光学系として機能する。具体的には、加工光EL#2は、ビームスプリッタ2157eを通過する。加工光EL#4は、ビームスプリッタ2157eによって反射される。ビームスプリッタ2157eを通過した加工光EL#2及びビームスプリッタ2157eが反射した加工光EL#4は、共に、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及びEL#4は、ガルバノスキャナ2154及び第3光学系216を介して、造形面MSに照射される。このため、第5変形例では、第2光学系215eは、加工光EL#2及びEL#4を、第3光学系216に向けて射出し、第3光学系216は、加工光EL#2及びEL#4を、造形面MSに照射する。

[0256] 加工光EL#2の照射方向と、加工光EL#4の照射方向とは、同一の方向であってもよい。例えば、加工光EL#2及びEL#4のそれぞれの照射方向は、 $f\theta$ レンズ2162の光軸AXに沿った方向（図28では、Z軸方向）であってもよい。或いは、加工光EL#2の照射方向と、加工光EL#4の照射方向とは、互いに異なる方向であってもよい。

[0257] 照射光学系211eは、加工光EL#2及びEL#4を同時に造形面MSに照射してもよい。つまり、照射光学系211eは、加工光EL#2が造形面MSに照射されている期間の少なくとも一部において、加工光EL#4を造形面MSに照射してもよい。照射光学系211eは、加工光EL#4が造形面MSに照射されている期間の少なくとも一部において、加工光EL#2を造形面MSに照射してもよい。或いは、照射光学系211eは、加工光EL#2及びEL#4を別々に造形面MSに照射してもよい。つまり、照射光学系211eは、加工光EL#2が造形面MSに照射されていない期間の少なくとも一部において、加工光EL#4を造形面MSに照射してもよい。照射光学系211eは、加工光EL#4が造形面MSに照射されていない期間の少なくとも一部において、加工光EL#2を造形面MSに照射してもよい。

。

[0258] 加工光EL#2の波長帯域と加工光EL#4の波長帯域とが異なるがゆえに、第2光学系215e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#2の集光位置CPと、第2光学系215e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#4の集光位置CPとが、加工光EL#2及びEL#4の照射方向（図28では、Z軸方向）に沿ってずれる可能性がある。つまり、色収差（特に、軸上色収差又は縦の色収差）が発生する可能性がある。更には、第2光学系215e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#2が造形面MSに形成するビームスポットBS#2の位置と、第2光学系215e及び第3光学系216を介して造形面MSに照射される加工光EL#4が造形面MSに形成するビームスポットBS#4（図28では不図示）の位置とが同じにならない可能性がある。つまり、色収差（特に、倍率色収差又は横の色収差）が発生する可能性がある。そこで、図28に示すように、第2光学系215eは、このような色収差を補正する収差補正部材2158eを備えていてもよい。収差補正部材2158eは、色消しレンズ、色出しレンズ及び直視プリズム等の少なくとも一つを含んでいてもよい。その結果、加工システムSYS eは、色収差の影響を低減しながら、加工光EL#2及びEL#4を造形面MSに照射することができる。

[0259] 制御装置7は、ガルバノミラー2156の駆動量（つまり、X走査ミラー2156MX及びY走査ミラー2156MYの少なくとも一方の回転量）を制御することで、色収差を補正してもよい。例えば、制御装置7は、加工光EL#2を造形面MSに照射する場合のガルバノミラー2156の駆動量と、加工光EL#4を造形面MSに照射する場合のガルバノミラー2156の駆動量とが異なるものとなるように、ガルバノミラー2156の駆動量を制御することで、色収差を補正してもよい。その結果、加工システムSYS eは、色収差の影響を低減しながら、加工光EL#2及びEL#4を造形面MSに照射することができる。

[0260] このような第5変形例における加工システムSYSeであっても、上述した加工システムSYSeが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0261] 尚、図29に示すように、第1光学系214eは、加工光EL#1の集光位置CP及び加工光EL#3の集光位置をまとめて変更するためのフォーカス制御光学系2145に加えて又は代えて、加工光EL#1の集光位置CPを、加工光EL#3の集光位置とは別個に独立に変更するためのフォーカス制御光学系2145e#1を備えていてもよい。第1光学系214eは、フォーカス制御光学系2145に加えて又は代えて、加工光EL#3の集光位置CPを、加工光EL#1の集光位置と別個独立に変更するためのフォーカス制御光学系2145e#3を備えていてもよい。この場合、加工システムSYSeは、色収差の影響を低減しながら、加工光EL#1及びEL#3を造形面MSに照射することができる。

[0262] また、第2光学系215eは、加工光EL#2の集光位置CP及び加工光EL#4の集光位置をまとめて変更するためのフォーカス制御光学系2155に加えて又は代えて、加工光EL#2の集光位置CPを、加工光EL#4の集光位置とは別個に独立に変更するためのフォーカス制御光学系2155e#2を備えていてもよい。第2光学系215eは、フォーカス制御光学系2155に加えて又は代えて、加工光EL#4の集光位置CPを、加工光EL#2の集光位置と別個独立に変更するためのフォーカス制御光学系2155e#4を備えていてもよい。この場合、加工システムSYSeは、色収差の影響を低減しながら、加工光EL#2及びEL#4を造形面MSに照射することができる。

[0263] また、第1光学系214eは、加工光EL#1の強度を検出するためのパワーメータと、加工光EL#3の強度を検出するためのパワーメータとを別々に備えていてもよい。この場合、平行平板2142で反射された加工光EL#1及びEL#3は、加工光EL#1及びEL#3を分離するための光学部材を介して、二つのパワーメータにそれぞれ入射してもよい。加工光EL

1 及び E L # 3 を分離するための光学部材の一例として、ダイクロックミラーがあげられる。

[0264] また、第 2 光学系 2 1 5 e は、加工光 E L # 2 の強度を検出するためのパワーメータと、加工光 E L # 4 の強度を検出するためのパワーメータとを別々に備えていてもよい。この場合、平行平板 2 1 5 2 で反射された加工光 E L # 2 及び E L # 4 は、加工光 E L # 2 及び E L # 4 を分離するための光学部材を介して、二つのパワーメータにそれぞれ入射してもよい。加工光 E L # 2 及び E L # 4 を分離するための光学部材の一例として、ダイクロックミラーがあげられる。

[0265] (4-6) 第 6 変形例

続いて、加工システム S Y S の第 6 変形例について説明する。尚、以下の説明では、加工システム S Y S の第 6 変形例を、“加工システム S Y S f” と称する。加工システム S Y S f は、上述した加工システム S Y S e と比較して、加工ユニット 2 e に代えて、加工ユニット 2 f を備えているという点で異なる。加工システム S Y S f のその他の特徴は、加工システム S Y S e のその他の特徴と同一であってもよい。加工ユニット 2 f は、上述した加工ユニット 2 e と比較して、加工ヘッド 2 1 e に代えて、加工ヘッド 2 1 f を備えているという点で異なる。加工ユニット 2 f のその他の特徴は、加工ユニット 2 e のその他の特徴と同一であってもよい。加工ヘッド 2 1 f は、上述した加工ヘッド 2 1 e と比較して、照射光学系 2 1 1 e に代えて、照射光学系 2 1 1 f を備えているという点で異なる。加工ヘッド 2 1 f のその他の特徴は、加工ヘッド 2 1 e のその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図 3 0 を参照しながら、第 6 変形例における照射光学系 2 1 1 f について説明する。図 3 0 は、第 6 変形例における照射光学系 2 1 1 f の構造を示す断面図である。

[0266] 上述したように、第 5 変形例では、照射光学系 2 1 1 e は、加工光 E L # 1 及び E L # 3 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 1 光学系 2 1 4 e を備えている。一方で、第 6 変形例では、図 3 0 に示すように、照射光学系 2

1 1 f は、加工光 E L # 1 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 1 光学系 2 1 4 (2 1 4 # 1) と、加工光 E L # 3 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 1 光学系 2 1 4 (2 1 4 # 2) とを別々に備えている。同様に、第 5 変形例では、照射光学系 2 1 1 e は、加工光 E L # 2 及び E L # 4 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 2 光学系 2 1 5 e を備えている。一方で、第 6 変形例では、図 3 0 に示すように、照射光学系 2 1 1 f は、加工光 E L # 2 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 2 光学系 2 1 5 (2 1 5 # 1) と、加工光 E L # 4 を第 3 光学系 2 1 6 に向けて射出する第 2 光学系 2 1 5 (2 1 5 # 2) とを別々に備えている。つまり、照射光学系 2 1 1 f は、照射光学系 2 1 1 e と比較して、四つの加工光 E L # 1 から E L # 4 を第 3 光学系 2 1 6 に向けてそれぞれ射出する四つの光学系 (つまり、第 1 光学系 2 1 4 # 1 及び 2 1 4 # 2 並びに第 2 光学系 2 1 5 # 1 及び 2 1 5 # 2) を備えているという点で異なる。照射光学系 2 1 1 f のその他の特徴は、照射光学系 2 1 1 e のその他の特徴と同一であってもよい。

[0267] このような第 6 変形例における加工システム S Y S f であっても、上述した加工システム S Y S e が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0268] (4 - 7) その他の変形例

加工システム S Y S が備える光源 4 は、交換可能であってもよい。例えば、加工システム S Y S が第 1 の波長を有する加工光 E L を射出する第 1 の光源 4 を備えている場合には、第 1 の光源 4 が、第 1 の波長とは異なる第 2 の波長を有する加工光 E L を射出する第 2 の光源 4 に交換されてもよい。例えば、加工システム S Y S が第 1 の強度を有する加工光 E L を射出する第 3 の光源 4 を備えている場合には、第 3 の光源 4 が、第 1 の強度とは異なる第 4 の波長を有する加工光 E L を射出する第 4 の光源 4 に交換されてもよい。加工システム S Y S が経年劣化した光源 4 を備えている場合には、当該光源 4 は、新たな光源 4 に交換されてもよい。

[0269] 上述した説明では、加工ユニット 2 は、造形材料 M に加工光 E L を照射す

ることで、造形材料Mを溶融させている。しかしながら、加工ユニット2は、任意のエネルギービームを造形材料Mに照射することで、造形材料Mを溶融させてもよい。任意のエネルギービームの一例として、荷電粒子ビーム及び電磁波等の少なくとも一つがあげられる。荷電粒子ビームの一例として、電子ビーム及びイオンビーム等の少なくとも一つがあげられる。

[0270] 上述した説明では、加工ユニット2は、レーザ肉盛溶接法に基づく付加加工を行うことで、三次元構造物STを造形している。しかしながら、加工ユニット2は、三次元構造物STを造形可能なその他の方式に準拠した付加加工を行うことで、三次元構造物STを造形してもよい。三次元構造物STを造形可能なその他の方式の一例として、粉末焼結積層造形法（SLS：Selective Laser Sintering）等の粉末床溶融結合法（Powder Bed Fusion）、結合材噴射法（バインダージェットティング方式：Binder Jetting）、材料噴射法（マテリアルージェットティング方式：Material Jetting）、光造形法及びレーザメタルフュージョン法（LMF：Laser Metal Fusion）のうちの少なくとも一つがあげられる。或いは、加工ユニット2は、付加加工を行うことに加えて又は代えて、除去加工を行うことで、三次元構造物STを造形してもよい。加工ユニット2は、付加加工及び除去加工の少なくとも一つを行うことに加えて又は代えて、機械加工を行うことで、三次元構造物STを造形してもよい。

[0271] 加工システムSYSは、付加加工と除去加工との双方を行ってもよい。例えば、図1から図3に示す加工システムSYSは、加工光EL#1及びEL#2のいずれか一方を用いて付加加工を行うと共に、加工光及びEL#1及びEL#2のいずれか他方を用いて除去加工を行ってもよい。例えば、図28に示す加工システムSYS_e又は図30に示す加工システムSYS_fは、加工光EL#1からEL#3の少なくとも一つを用いて付加加工を行うと共に、加工光及びEL#1からEL#4の少なくとも他の一つを用いて除去加工を行ってもよい。この場合、加工システムSYS、SYS_e又はSYS_f

は、付加加工と除去加工とを同時に行うことができる。尚、加工システム S Y S、S Y S e 又は S Y S f が付加加工と除去加工とを同時に行わなくてもよい場合には、加工システム S Y S、S Y S e 又は S Y S f は、同じ加工光 E L を用いて、付加加工と除去加工とを行ってもよい。

[0272] 加工システム S Y S は、付加加工及び除去加工の少なくとも一方に加えて、付加加工又は除去加工によって加工されたワーク W（或いは、ワーク W に造形された造形物）の表面の平面度を小さくする（つまり、表面粗さを小さくする、表面を平面に近づける）ためのリメルト加工を行ってもよい。例えば、図 1 から図 3 に示す加工システム S Y S は、加工光 E L # 1 及び E L # 2 のいずれか一方を用いて付加加工及び除去加工の少なくとも一方を行うと共に、加工光及び E L # 1 及び E L # 2 のいずれか他方を用いてリメルト加工を行ってもよい。例えば、図 28 に示す加工システム S Y S e 又は図 30 に示す加工システム S Y S f は、加工光 E L # 1 から E L # 3 の少なくとも一つを用いて付加加工及び除去加工の少なくとも一方を行うと共に、加工光及び E L # 1 から E L # 4 の少なくとも他の一つを用いてリメルト加工を行ってもよい。この場合、加工システム S Y S、S Y S e 又は S Y S f は、付加加工及び除去加工の少なくとも一方とリメルト加工とを同時に行うことができる。尚、加工システム S Y S、S Y S e 又は S Y S f が付加加工及び除去加工の少なくとも一方とリメルト加工とを同時に行わなくてもよい場合には、加工システム S Y S、S Y S e 又は S Y S f は、同じ加工光 E L を用いて、付加加工及び除去加工の少なくとも一方とリメルト加工とを行ってもよい。

[0273] 上述した加工ユニット 2（特に、加工ヘッド 21）は、ロボットに取り付けられてもよい。例えば、加工ユニット 2（特に、加工ヘッド 21）は、溶接を行うための溶接ロボットに取り付けられてもよい。例えば、加工ユニット 2（特に、加工ヘッド 21）は、自走可能なモバイルロボットに取り付けられてもよい。

[0274] （5）付記

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を記載する。

[付記 1]

第 1 光源から射出される第 1 加工光と、前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光とを、物体に照射可能な照射光学系と、

前記第 1 及び第 2 加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第 2 加工光のピーク波長は、前記第 1 加工光のピーク波長よりも短く

、

前記第 2 加工光が照射される第 2 領域は、前記第 1 加工光が照射される第 1 領域よりも広い

加工装置。

[付記 2]

前記第 1 加工光の波長帯域と、前記第 2 加工光の波長帯域とが異なる

付記 1 に記載の加工装置。

[付記 3]

前記第 2 加工光に対する前記物体の吸収率は、前記第 1 加工光に対する前記物体の吸収率よりも高い

付記 1 又は 2 に記載の加工装置。

[付記 4]

前記第 1 加工光は、近赤外光を含み、

前記第 2 加工光は、可視光を含む

付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 5]

前記造形材料は銅を含む

付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6]

前記照射光学系は、
前記第 1 加工光を射出する第 1 光学系と、
前記第 2 加工光を射出する第 2 光学系と
を含む付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 7]

前記照射光学系は、前記第 1 光学系から射出される前記第 1 加工光と、前記第 2 光学系から射出される前記第 2 加工光とが入射し、且つ、入射した前記第 1 及び第 2 加工光を前記物体に照射する第 3 光学系を含む
付記 6 に記載の加工装置。

[付記 8]

前記第 3 光学系は、前記第 1 加工光及び前記第 2 加工光が通過し、且つ、前記第 3 光学系を構成する光学部材のうち最も前記物体側に配置される最終光学部材を含む
付記 7 に記載の加工装置。

[付記 9]

前記第 3 光学系は、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に集光する集光光学系を含む
付記 7 又は 8 に記載の加工装置。

[付記 10]

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む

付記 6 から 9 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 1]

前記照射光学系は、前記第 1 加工光の照射態様と前記第 2 加工光の照射態様とが異なるものとなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体の表面に照射する

付記 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 2]

前記照射態様は、強度、強度分布、照射期間、照射時間、前記物体の表面に形成されるスポットの径、及び、前記物体の表面での照射位置の移動態様の少なくとも一つを含む

付記 1 1 に記載の加工装置。

[付記 1 3]

前記照射光学系は、前記第 1 加工光のピーク強度が前記第 2 加工光のピーク強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

付記 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 4]

前記照射光学系は、前記物体の表面において前記第 2 加工光が単位時間あたりに走査する領域のサイズが、前記物体の表面において前記第 1 加工光が単位時間あたりに走査する領域のサイズよりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

付記 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 5]

前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光が前記物体に照射される期間と、前記第 2 加工光が前記物体に照射される期間とが重複し、且つ、(i i) 前記第 1 加工光の強度が前記第 2 加工光の強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

付記 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 6]

前記照射光学系は、（i）前記第2加工光が前記物体の一の部分に照射された後に、前記第1加工光が前記物体の前記一の部分に照射され、且つ、（i i）前記第1加工光の強度が前記第2加工光の強度よりも高くなるように、前記第1加工光と前記第2加工光とを前記物体に照射する
付記1から14のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記17]

前記照射光学系は、（i）前記第2加工光が前記物体に照射されている期間の少なくとも一部において、前記第1加工光が前記物体に複数回照射され、且つ、（i i）前記第1加工光の強度が前記第2加工光の強度よりも高くなるように、前記第1加工光と前記第2加工光とを前記物体に照射する
付記1から16のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記18]

前記照射光学系は、（i）前記第1加工光の照射方向と交差する第1面において前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置のそれぞれが、前記第1面内の移動方向に沿って規則的に往復移動し、（i i）前記移動方向において前記第1照射位置の移動方向が反転する第1反転タイミング及び前記第1照射位置と前記第2照射位置とが重なる重複タイミングの少なくとも一方における前記第1加工光の強度が、前記第1反転タイミング及び前記重複タイミングとは異なるタイミングにおける前記第1加工光の強度よりも弱くなり、且つ、（i i i）前記移動方向において前記第2照射位置の移動方向が反転する第2反転タイミング及び前記重複タイミングの少なくとも一方における前記第2加工光の強度が、前記第2反転タイミング及び前記重複タイミングとは異なるタイミングにおける前記第2加工光の強度よりも弱くなるように、前記第1加工光と前記第2加工光とを前記物体に照射する

付記1から17のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記19]

前記照射光学系は、（i）前記第1加工光の照射方向と交差する第1面に

において前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置が、前記第 1 面内の第 1 移動方向に沿って規則的に往復移動し、(i i) 前記第 1 面において前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置が、前記第 1 面に沿っており且つ前記第 1 移動方向に交差する第 2 移動方向に沿って規則的に往復移動し、且つ、(i i i) 前記第 2 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径が、前記第 1 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径よりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

付記 1 から 17 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 20]

前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光の照射方向と交差する第 1 面において前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置が、第 1 移動軌跡に沿って規則的に移動し、(i i) 前記第 1 面において前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置が、前記第 1 移動軌跡とは異なる第 2 移動軌跡に沿って規則的に移動し、且つ、(i i i) 前記第 2 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径が、前記第 1 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径よりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

付記 1 から 17 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 21]

前記照射光学系は更に、前記第 2 加工光の波長帯域と同じ波長帯域の第 3 加工光と、前記第 1 加工光の波長帯域と同じ波長帯域の第 4 加工光とを、前記物体に照射可能である

付記 1 から 20 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 22]

前記照射光学系は、

前記第 1 及び第 3 加工光を射出する第 1 光学系と、
前記第 2 及び第 4 加工光を射出する第 2 光学系と
を含む付記 21 に記載の加工装置。

[付記 2 3]

前記第 1 光学系は、前記第 1 及び第 3 加工光のそれぞれの集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置及び前記第 3 加工光が照射される第 3 照射位置のそれぞれを、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 及び第 3 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 及び第 4 加工光のそれぞれの集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置及び前記第 4 加工光が照射される第 4 照射位置のそれぞれを、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 及び第 4 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む

付記 2 2 に記載の加工装置。

[付記 2 4]

前記第 1 光学系が前記第 1 加工光を前記物体の一の部分に照射する場合の前記第 1 偏向部材の駆動量と、前記第 1 光学系が前記第 3 加工光を前記物体の前記一の部分に照射する場合の前記第 1 偏向部材の駆動量とが異なり、

前記第 2 光学系が前記第 2 加工光を前記物体の一の部分に照射する場合の前記第 2 偏向部材の駆動量と、前記第 2 光学系が前記第 4 加工光を前記物体の前記一の部分に照射する場合の前記第 2 偏向部材の駆動量とが異なる

付記 2 3 に記載の加工装置。

[付記 2 5]

前記第 1 光学系は、前記第 1 及び第 3 加工光に起因した色収差を補正するための第 1 収差補正部材を含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 及び第 4 加工光に起因した色収差を補正するための第 2 収差補正部材を含む

付記 2 2 から 2 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 26]

前記照射光学系は、
前記第 1 加工光を射出する第 1 光学系と、
前記第 2 加工光を射出する第 2 光学系と、
前記第 3 加工光を射出する第 3 光学系と、
前記第 4 加工光を射出する第 4 光学系と
を含む付記 21 に記載の加工装置。

[付記 27]

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含み、

前記第 3 光学系は、前記第 3 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 3 集光位置変更部材と、前記第 3 加工光が照射される第 3 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 3 加工光を偏向可能な第 3 偏向部材とを含み、

前記第 4 光学系は、前記第 4 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 4 集光位置変更部材と、前記第 4 加工光が照射される第 4 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 4 加工光を偏向可能な第 4 偏向部材とを含む

付記 26 に記載の加工装置。

[付記 28]

前記照射光学系に含まれる光学部材を冷却可能な冷却装置を更に備え、
前記冷却装置は、前記光学部材のうち前記第 1 加工光が入射する第 1 部分

の冷却態様が、前記光学部材のうち前記第 2 加工光が入射する第 2 部分の冷却態様と異なるものとなるように、前記光学部材を冷却する

付記 1 から 27 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 29]

前記冷却装置によって、前記第 1 部分は、前記第 2 部分よりも速く冷却可能である

付記 28 に記載の加工装置。

[付記 30]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第 1 光源から射出される第 1 加工光を前記物体に照射可能な第 1 光学系と

、
前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光を前記物体に照射可能な第 2 光学系と、

前記第 1 及び第 2 加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 2 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 2 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む

加工装置。

[付記 31]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第 1 光源から射出される第 1 加工光を前記物体に照射可能であり、前記第

1 光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と

を含む

加工装置。

[付記32]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と

を含み、

前記第2光学系は、

前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、

前記第4加工光の集光位置を、前記第4加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、

前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材と

を含む

加工装置。

[付記33]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する第1方向に沿っ

て変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 2 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 2 加工光の照射方向と交差する第 2 方向に沿って変更するように前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む加工装置。

[付記 3 4]

前記第 1 偏向部材は、前記第 1 集光位置変更部材による前記第 1 加工光の集光位置の変更量に基づいて制御され、

前記第 2 偏向部材は、前記第 2 集光位置変更部材による前記第 2 加工光の集光位置の変更量に基づいて制御される

付記 3 3 に記載の加工装置。

[付記 3 5]

前記第 1 偏向部材は、前記第 1 集光位置変更部材が前記第 1 加工光の集光位置を変更することで生ずる前記第 1 照射位置の前記物体の表面に沿った方向におけるずれを補正するように、前記第 1 照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更し、

前記第 2 偏向部材は、前記第 2 集光位置変更部材が前記第 2 加工光の集光位置を変更することで生ずる前記第 2 照射位置の前記物体の表面に沿った方向におけるずれを補正するように、前記第 2 照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更する

付記 3 3 又は 3 4 に記載の加工装置。

[付記 3 6]

前記第 1 集光位置変更部材は、前記第 1 偏向部材による前記第 1 照射位置の変更量に基づいて制御され、

前記第 2 集光位置変更部材は、前記第 2 偏向部材による前記第 2 照射位置の変更量に基づいて制御される

付記 3 3 から 3 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 37]

前記第 1 集光位置変更部材は、前記第 1 偏向部材が前記第 1 照射位置を変更することで生ずる前記第 1 加工光の集光位置の前記物体の表面に交差する方向におけるずれを補正するように、前記第 1 加工光の集光位置を前記物体の表面に交差する方向に沿って変更し、

前記第 2 集光位置変更部材は、前記第 2 偏向部材が前記第 2 照射位置を変更することで生ずる前記第 2 加工光の集光位置の前記物体の表面に交差する方向におけるずれを補正するように、前記第 2 加工光の集光位置を前記物体の表面に交差する方向に沿って変更する

付記 33 から 36 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 38]

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の強度を検出可能な第 1 検出器を含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の強度を検出可能な第 2 検出器を含む
付記 33 から 37 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 39]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第 1 加工光を前記物体に照射可能な第 1 光学系と、

第 2 加工光を前記物体に照射可能な第 2 光学系と、

前記第 1 及び第 2 加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材と、前記第 1 加工光の強度を検出可能な第 1 検出器とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 2 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工

光を偏向可能な第2偏向部材と、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器とを含む

加工装置。

[付記40]

前記第1検出器は、前記第1加工光を射出する第1光源と前記第1偏向部材との間の光路を進行する前記第1加工光の強度を検出可能であり、

前記第2検出器は、前記第2加工光を射出する第2光源と前記第2偏向部材との間の光路を進行する前記第2加工光の強度を検出可能である

付記38又は39に記載の加工装置。

[付記41]

前記第1加工光及び前記第2加工光の少なくとも一方の強度を変更可能な強度変更装置を更に備え、

前記強度変更装置は、前記第1検出器及び前記第2検出器の少なくとも一方の検出結果に基づいて、前記第1加工光及び前記第2加工光の少なくとも一方の強度を変更する

付記38から40のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記42]

前記加工装置は、

前記第1加工光、及び、前記第2加工光を前記物体に照射するための対物光学部材と、

前記対物光学部材を冷却可能な冷却装置を更に備え、

前記冷却装置は、前記第1検出器及び前記第2検出器の少なくとも一方の検出結果に基づいて、前記対物光学部材を冷却する

付記38から41のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記43]

加工光を物体に集光する集光光学系と、前記加工光を制御するために用いられる電気部品とを備える加工ヘッドと、

前記集光光学系の光軸に交差する方向に沿って前記加工ヘッドに隣接し、

且つ、加工ヘッドを支持する支持部材と

を備え、

前記光軸に交差する方向における前記電気部品と前記支持部材との間の第1距離は、前記光軸に交差する方向における前記光軸と前記支持部材との間の第2距離よりも長い

加工装置。

[付記44]

前記電気部品は、前記加工光の強度を検出可能な検出器を含む
付記43に記載の加工装置。

[付記45]

前記電気部品は、前記加工光を偏向可能な偏向部材を、前記物体の表面において前記加工光が照射される照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更するように駆動するための駆動系を含む

付記43又は44に記載の加工装置。

[付記46]

前記加工ヘッドは、前記物体に対する位置を変更可能である

付記43から45のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記47]

前記加工装置は、前記支持部材の位置を変更する駆動装置を更に備え、
前記支持部材の位置の変更とともに、前記加工ヘッドの位置が変更される

付記43から46のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記48]

前記加工装置は、前記加工ヘッドに対して前記支持部材と反対側には第1空間を備える

付記43から47のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記49]

前記加工装置は、前記加工ヘッドよりも前記第1空間側に開閉可能な扉を

更に備える

付記 48 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 50]

前記第 1 空間内で付加加工が行われる

付記 48 又は 49 に記載の加工装置。

[付記 51]

第 1 加工光と、前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光とを、
物体に照射可能な照射装置と、

前記第 1 及び第 2 加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、
造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備える加工装置。

[付記 52]

第 1 加工光と、前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光とを、
物体に照射可能な照射装置と、

前記照射装置によって前記第 1 及び第 2 加工光が照射される位置に、造形
材料を供給可能な材料供給部材と

を備える加工装置。

[付記 53]

第 1 加工光と、前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光とを、
物体に照射可能な照射装置と、

前記照射装置によって第 1 加工光が照射される照射領域に、造形材料を供
給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第 1 加工光が照射される照射領域は、前記第 2 加工光が照射される領
域と少なくとも一部が重なる

加工装置。

[付記 54]

前記第 1 加工光が照射される第 1 領域は、前記第 2 加工光が照射される第

2領域と同じである

付記5 1から5 3のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記5 5]

前記第1加工光が照射される第1領域は、前記第2加工光が照射される第2領域よりも狭い

付記5 1から5 3のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記5 6]

前記第1加工光は、前記第2領域の内側を移動可能である

付記5 5に記載の加工装置。

[付記5 7]

前記第1加工光の大きさは、前記第2領域内で変更される

付記5 5又は5 6に記載の加工装置。

[付記5 8]

前記第2加工光が照射される第2領域は、前記第1加工光が照射される第1領域よりも狭い

付記5 1から5 3のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記5 9]

前記第2加工光は、前記第1領域の内側を移動可能である

付記5 7に記載の加工装置。

[付記6 0]

前記第2加工光の大きさは、前記第1領域内で変更される

付記5 8又は5 9に記載の加工装置。

[付記6 1]

前記第2加工光によって形成された溶融池に前記第1加工光が照射される

付記5 1から6 0のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記6 2]

前記第1加工光と前記第2加工光は、同時に前記物体に照射される

付記5 1から6 1のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 3]

前記第 2 加工光は、前記第 1 加工光よりも先に前記物体に照射される
付記 5 1 から 6 2 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 4]

前記第 1 加工光は、前記第 2 加工光が照射されている期間のうちの少なくとも一部の期間において、前記物体に照射される
付記 5 1 から 6 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 5]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方のピーク強度を変調する
付記 5 1 から 6 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 6]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の照射領域の形状又は照射領域のサイズを変更可能である
付記 5 1 から 6 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 7]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の走査方向を変更可能である
付記 5 1 から 6 6 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 8]

前記加工装置は、前記第 1 加工光の照射領域と前記第 2 加工光の照射領域とを相対的に移動可能である
付記 5 1 から 6 7 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 6 9]

前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の照射領域の大きさを変更することは、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方のフォーカスを変更することを含む
付記 5 1 から 6 8 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 70]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一方を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一方を含む

加工装置。

[付記 71]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位

置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含む

加工装置。

[付記72]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光の少なくとも一つによって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と、

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含み、

前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差

する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一つを含む

加工装置。

[付記73]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一方を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一方を含む

加工装置。

[付記74]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1光源から射出される第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料

を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含む

加工装置。

[付記75]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光の少なくとも一つが照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と、

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含み、

前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位

置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一つを含む

加工装置。

[付記76]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工装置。

[付記77]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方

向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む
加工装置。

[付記78]

物体に付加加工を行う加工装置であって、
第1加工光を前記物体に照射可能であって、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器を含む第1光学系と、
第2加工光を前記物体に照射可能であって、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器を含む第2光学系と、
前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と
を備える加工装置。

[付記79]

物体に付加加工を行う加工装置であって、
第1加工光を前記物体に照射可能であって、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器を含む第1光学系と、
第2加工光を前記物体に照射可能であって、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器を含む第2光学系と、
前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と
を備える加工装置。

[付記80]

物体に付加加工を行う加工装置であって、
第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、
第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、
前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と
を備え、
前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射

方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含む、又は、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工装置。

[付記81]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含む、又は、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工装置。

[付記82]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工

光を偏向可能な第2偏向部材を含む

加工装置。

[付記83]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材を含む

加工装置。

[付記84]

前記第1加工光が照射される第1領域は、前記第2加工光が照射される第2領域と同じである

付記76から83のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記85]

前記第1加工光が照射される第1領域は、前記第2加工光が照射される第2領域よりも狭い

付記76から83のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記86]

前記第2加工光は、前記第1領域の内側を移動可能である

付記85に記載の加工装置。

[付記87]

前記第 1 加工光の大きさは、前記第 2 領域内で変更される
付記 8 5 又は 8 6 に記載の加工装置。

[付記 8 8]

前記第 2 加工光が照射される第 2 領域は、前記第 1 加工光が照射される第
1 領域よりも狭い

付記 7 6 から 8 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 8 9]

前記第 1 加工光は、前記第 2 領域の内側を移動可能である
付記 8 8 に記載の加工装置。

[付記 9 0]

前記第 2 加工光の大きさは、前記第 1 領域内で変更される
付記 8 8 又は 8 9 に記載の加工装置。

[付記 9 1]

前記第 2 加工光によって形成された溶融池に前記第 1 加工光が照射される
付記 7 6 から 9 0 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 2]

前記第 1 加工光と前記第 2 加工光は、同時に前記物体に照射される
付記 7 6 から 9 1 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 3]

前記第 2 加工光は、前記第 1 加工光よりも先に前記物体に照射される
付記 7 6 から 9 2 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 4]

前記第 1 加工光は、前記第 2 加工光が照射されている期間のうちの少なく
とも一部の期間において、前記物体に照射される

付記 7 6 から 9 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 5]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一
方のピーク強度を変調する

付記 7 6 から 9 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 6]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の照射領域の形状又は照射領域のサイズを変更可能である

付記 7 6 から 9 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 7]

前記加工装置は、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の走査方向を変更可能である

付記 7 6 から 9 6 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 8]

前記加工装置は、前記第 1 加工光の照射領域と前記第 2 加工光の照射領域とを相対的に移動可能である

付記 7 6 から 9 7 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 9 9]

前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方の照射領域の大きさを変更することは、前記第 1 加工光、及び、前記第 2 加工光の少なくとも一方のフォーカスを変更することを含む

付記 7 6 から 9 8 のいずれか一項に記載の加工装置。

[付記 1 0 0]

第 1 光源から射出される第 1 加工光と、前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光とを、物体に照射することと、

前記第 1 及び第 2 加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を含み、

前記第 2 加工光のピーク波長は、前記第 1 加工光のピーク波長よりも短く

、

前記第 2 加工光が照射される第 2 領域は、前記第 1 加工光が照射される第

1 領域よりも広い

加工方法。

[付記 101]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第 1 光学系を用いて、第 1 光源から射出される第 1 加工光を前記物体に照射することと、

第 2 光学系を用いて、前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光を前記物体に照射することと、

前記第 1 及び第 2 加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 2 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 2 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む

加工方法。

[付記 102]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第 1 光学系を用いて、第 1 光源から射出される第 1 加工光を前記物体に照射することと、

前記第 1 光学系を用いて、前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と

を含む

加工方法。

[付記103]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

前記第1光学系を用いて、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第3加工光を前記物体に照射することと、

前記第2光学系を用いて、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射することと、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と

を含み、

前記第2光学系は、

前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、

前記第4加工光の集光位置を、前記第4加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、

前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材と

を含む

加工方法。

[付記104]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を前記第1加工光の照射方向と交差する第1方向に沿って

変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を前記第2加工光の照射方向と交差する第2方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む加工方法。

[付記105]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材と、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材と、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器とを含む

加工方法。

[付記106]

加工光を物体に集光する集光光学系と、前記加工光を制御するために用いられる電気部品とを備える加工ヘッドと、

前記集光光学系の光軸に交差する方向に沿って前記加工ヘッドに隣接し、且つ、加工ヘッドを支持する支持部材と

を備える加工装置を用いる加工方法であって、

前記光軸に交差する方向における前記電気部品と前記支持部材との間の第1距離は、前記光軸に交差する方向における前記光軸と前記支持部材との間の第2距離よりも長い

加工方法。

[付記107]

第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備える加工方法。

[付記108]

第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光が照射される位置に、造形材料を供給することとを備える加工方法。

[付記109]

第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射することと、

前記第1加工光が照射される照射領域に、造形材料を供給することとを備え、

前記第1加工光が照射される照射領域は、前記第2加工光が照射される領域と少なくとも一部が重なる

加工方法。

[付記110]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一方を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一方を含む

加工方法。

[付記111]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

前記第1光学系を用いて、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏

向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含む

加工方法。

[付記112]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

前記第1光学系を用いて、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第3加工光を前記物体に照射することと、

前記第2光学系を用いて、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射することと、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光の少なくとも一つによって形成される熔融池に、造形材料を供給することと、

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含み、

前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一つを含む

加工方法。

[付記 1 1 3]

物体に付加加工を行う加工方法であって、
第 1 光学系を用いて、第 1 加工光を前記物体に照射することと、
第 2 光学系を用いて、前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光を前記物体に照射することと、
前記第 1 及び第 2 加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと
を備え、
前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置を、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材との少なくとも一方を含み、
前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の集光位置を、前記第 2 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置を、前記第 2 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材との少なくとも一方を含む
加工方法。

[付記 1 1 4]

物体に付加加工を行う加工方法であって、
第 1 光学系を用いて、第 1 光源から射出される第 1 加工光を前記物体に照射することと、
前記第 1 光学系を用いて、前記第 1 光源とは異なる第 2 光源から射出され且つ前記第 1 加工光とはピーク波長が異なる第 2 加工光を前記物体に照射することと、
前記第 1 及び第 2 加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含む

加工方法。

[付記115]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

前記第1光学系を用いて、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第3加工光を前記物体に照射することと、

前記第2光学系を用いて、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射することと、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光の少なくとも一つが照射される位置に、造形材料を供給することと、

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材との少なくとも一つを含み、

前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射

方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材との少なくとも一つを含む

加工方法。

[付記116]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工方法。

[付記117]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工方法。

[付記118]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器を含み

、

前記第2光学系は、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器を含む加工方法。

[付記119]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器を含み

、

前記第2光学系は、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器を含む加工方法。

[付記120]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、
前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、
造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含む、又は、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工方法。

[付記121]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材を含む、又は、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材を含む

加工方法。

[付記122]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、
造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材を含む

加工方法。

[付記123]

物体に付加加工を行う加工方法であって、

第1光学系を用いて、第1加工光を前記物体に照射することと、

第2光学系を用いて、第2加工光を前記物体に照射することと、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方が照射される位置に、造形材料を供給することと

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材を含む

加工方法。

[0275] 上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0276] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更

可能であり、そのような変更を伴う加工装置及び加工方法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

- [0277] SYS 加工システム
 - 2 加工ユニット
 - 21 加工ヘッド
 - 211 照射光学系
 - 212 材料ノズル
 - 214 第1光学系
 - 2143 パワーメータ
 - 2144 ガルバノスキャナ
 - 2145 フォーカス制御光学系
 - 2146 ガルバノミラー
 - 215 第2光学系
 - 2153 パワーメータ
 - 2154 ガルバノスキャナ
 - 2155 フォーカス制御光学系
 - 2156 ガルバノミラー
 - 216 第3光学系
 - 2162 $f\theta$ レンズ
 - 212 材料ノズル
 - 22 ヘッド駆動系
 - 23 ヘッド筐体
 - 231 収容空間
 - 232 後壁部材
 - 233 側壁部材
 - 3 ステージユニット
 - 31 ステージ

3 2 ステージ駆動系

6 筐体

6 3 I N チャンバ空間

W ワーク

MS 造形面

EL、EL # 1、EL # 2、EL # 3、EL # 4 加工光

MP 熔融池

EA、EA # 1、EA # 2 目標照射領域

請求の範囲

- [請求項1] 第1光源から射出される第1加工光と、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射光学系と、
前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と
を備え、
前記第2加工光のピーク波長は、前記第1加工光のピーク波長よりも短く、
前記第2加工光が照射される第2領域は、前記第1加工光が照射される第1領域よりも広い
加工装置。
- [請求項2] 前記第1加工光の波長帯域と、前記第2加工光の波長帯域とが異なる
請求項1に記載の加工装置。
- [請求項3] 前記第2加工光に対する前記物体の吸収率は、前記第1加工光に対する前記物体の吸収率よりも高い
請求項1又は2に記載の加工装置。
- [請求項4] 前記第1加工光は、近赤外光を含み、
前記第2加工光は、可視光を含む
請求項1から3のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項5] 前記造形材料は銅を含む
請求項1から4のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項6] 前記照射光学系は、
前記第1加工光を射出する第1光学系と、
前記第2加工光を射出する第2光学系と
を含む請求項1から5のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項7] 前記照射光学系は、前記第1光学系から射出される前記第1加工光

と、前記第2光学系から射出される前記第2加工光とが入射し、且つ、入射した前記第1及び第2加工光を前記物体に照射する第3光学系を含む

請求項6に記載の加工装置。

[請求項8] 前記第3光学系は、前記第1加工光及び前記第2加工光が通過し、且つ、前記第3光学系を構成する光学部材のうち最も前記物体側に配置される最終光学部材を含む

請求項7に記載の加工装置。

[請求項9] 前記第3光学系は、前記第1加工光と前記第2加工光とを前記物体に集光する集光光学系を含む

請求項7又は8に記載の加工装置。

[請求項10] 前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む

請求項6から9のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項11] 前記照射光学系は、前記第1加工光の照射態様と前記第2加工光の照射態様とが異なるものとなるように、前記第1加工光と前記第2加工光とを前記物体の表面に照射する

請求項1から10のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項12] 前記照射態様は、強度、強度分布、照射期間、照射時間、前記物体の表面に形成されるスポットの径、及び、前記物体の表面での照射位

置の移動態様の少なくとも一つを含む

請求項 1 1 に記載の加工装置。

[請求項13] 前記照射光学系は、前記第 1 加工光のピーク強度が前記第 2 加工光のピーク強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項14] 前記照射光学系は、前記物体の表面において前記第 2 加工光が単位時間あたりに走査する領域のサイズが、前記物体の表面において前記第 1 加工光が単位時間あたりに走査する領域のサイズよりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項15] 前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光が前記物体に照射される期間と、前記第 2 加工光が前記物体に照射される期間とが重複し、且つ、(i i) 前記第 1 加工光の強度が前記第 2 加工光の強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項16] 前記照射光学系は、(i) 前記第 2 加工光が前記物体の一の部分に照射された後に、前記第 1 加工光が前記物体の前記一の部分に照射され、且つ、(i i) 前記第 1 加工光の強度が前記第 2 加工光の強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項17] 前記照射光学系は、(i) 前記第 2 加工光が前記物体に照射されている期間の少なくとも一部において、前記第 1 加工光が前記物体に複数回照射され、且つ、(i i) 前記第 1 加工光の強度が前記第 2 加工光の強度よりも高くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 6 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項18] 前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光の照射方向と交差する第 1 面において前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置及び前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置のそれぞれが、前記第 1 面内の移動方向に沿って規則的に往復移動し、(i i) 前記移動方向において前記第 1 照射位置の移動方向が反転する第 1 反転タイミング及び前記第 1 照射位置と前記第 2 照射位置とが重なる重複タイミングの少なくとも一方における前記第 1 加工光の強度が、前記第 1 反転タイミング及び前記重複タイミングとは異なるタイミングにおける前記第 1 加工光の強度よりも弱くなり、且つ、(i i i) 前記移動方向において前記第 2 照射位置の移動方向が反転する第 2 反転タイミング及び前記重複タイミングの少なくとも一方における前記第 2 加工光の強度が、前記第 2 反転タイミング及び前記重複タイミングとは異なるタイミングにおける前記第 2 加工光の強度よりも弱くなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項19] 前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光の照射方向と交差する第 1 面において前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置が、前記第 1 面内の第 1 移動方向に沿って規則的に往復移動し、(i i) 前記第 1 面において前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置が、前記第 1 面に沿っており且つ前記第 1 移動方向に交差する第 2 移動方向に沿って規則的に往復移動し、且つ、(i i i) 前記第 2 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径が、前記第 1 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径よりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項20] 前記照射光学系は、(i) 前記第 1 加工光の照射方向と交差する第 1 面において前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置が、第 1 移動

軌跡に沿って規則的に移動し、(i i) 前記第 1 面において前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置が、前記第 1 移動軌跡とは異なる第 2 移動軌跡に沿って規則的に移動し、且つ、(i i i) 前記第 2 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径が、前記第 1 加工光によって前記物体に形成されるスポットの径よりも大きくなるように、前記第 1 加工光と前記第 2 加工光とを前記物体に照射する

請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項21] 前記照射光学系は更に、前記第 2 加工光の波長帯域と同じ波長帯域の第 3 加工光と、前記第 1 加工光の波長帯域と同じ波長帯域の第 4 加工光とを、前記物体に照射可能である

請求項 1 から 20 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項22] 前記照射光学系は、
前記第 1 及び第 3 加工光を射出する第 1 光学系と、
前記第 2 及び第 4 加工光を射出する第 2 光学系と
を含む請求項 21 に記載の加工装置。

[請求項23] 前記第 1 光学系は、前記第 1 及び第 3 加工光のそれぞれの集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 1 集光位置変更部材と、前記第 1 加工光が照射される第 1 照射位置及び前記第 3 加工光が照射される第 3 照射位置のそれぞれを、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 1 及び第 3 加工光を偏向可能な第 1 偏向部材とを含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 及び第 4 加工光のそれぞれの集光位置を、前記第 1 加工光の照射方向に沿って変更可能な第 2 集光位置変更部材と、前記第 2 加工光が照射される第 2 照射位置及び前記第 4 加工光が照射される第 4 照射位置のそれぞれを、前記第 1 加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第 2 及び第 4 加工光を偏向可能な第 2 偏向部材とを含む

請求項 22 に記載の加工装置。

[請求項24] 前記第1光学系が前記第1加工光を前記物体の一の部分に照射する場合の前記第1偏向部材の駆動量と、前記第1光学系が前記第3加工光を前記物体の前記一の部分に照射する場合の前記第1偏向部材の駆動量とが異なり、

前記第2光学系が前記第2加工光を前記物体の一の部分に照射する場合の前記第2偏向部材の駆動量と、前記第2光学系が前記第4加工光を前記物体の前記一の部分に照射する場合の前記第2偏向部材の駆動量とが異なる

請求項23に記載の加工装置。

[請求項25] 前記第1光学系は、前記第1及び第3加工光に起因した色収差を補正するための第1収差補正部材を含み、

前記第2光学系は、前記第2及び第4加工光に起因した色収差を補正するための第2収差補正部材を含む

請求項22から24のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項26] 前記照射光学系は、

前記第1加工光を射出する第1光学系と、
前記第2加工光を射出する第2光学系と、
前記第3加工光を射出する第3光学系と、
前記第4加工光を射出する第4光学系と
を含む請求項21に記載の加工装置。

[請求項27] 前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差

する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含み、

前記第3光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光を偏向可能な第3偏向部材とを含み、

前記第4光学系は、前記第4加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第4加工光を偏向可能な第4偏向部材とを含む

請求項26に記載の加工装置。

[請求項28] 前記照射光学系に含まれる光学部材を冷却可能な冷却装置を更に備え、

前記冷却装置は、前記光学部材のうち前記第1加工光が入射する第1部分の冷却態様が、前記光学部材のうち前記第2加工光が入射する第2部分の冷却態様と異なるものとなるように、前記光学部材を冷却する

請求項1から27のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項29] 前記冷却装置によって、前記第1部分は、前記第2部分よりも速く冷却可能である

請求項28に記載の加工装置。

[請求項30] 物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1光源から射出される第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学

系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む

加工装置。

[請求項31]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1光源から射出される第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と
を含む
加工装置。

[請求項32]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能であり、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1加工光、第2加工光、第3加工光、及び、第4加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と
を備え、

前記第1光学系は、

前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、

前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、

前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材と

を含み、

前記第2光学系は、

前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、

前記第4加工光の集光位置を、前記第4加工光の照射方向に沿って

て変更可能な第4集光位置変更部材と、

前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材と

を含む

加工装置。

[請求項33]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する第1方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する第2方向に沿って変更するように前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む

加工装置。

[請求項34]

前記第1偏向部材は、前記第1集光位置変更部材による前記第1加工光の集光位置の変更量に基づいて制御され、

前記第2偏向部材は、前記第2集光位置変更部材による前記第2加工光の集光位置の変更量に基づいて制御される

請求項 3 3 に記載の加工装置。

[請求項35]

前記第 1 偏向部材は、前記第 1 集光位置変更部材が前記第 1 加工光の集光位置を変更することで生ずる前記第 1 照射位置の前記物体の表面に沿った方向におけるずれを補正するように、前記第 1 照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更し、

前記第 2 偏向部材は、前記第 2 集光位置変更部材が前記第 2 加工光の集光位置を変更することで生ずる前記第 2 照射位置の前記物体の表面に沿った方向におけるずれを補正するように、前記第 2 照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更する

請求項 3 3 又は 3 4 に記載の加工装置。

[請求項36]

前記第 1 集光位置変更部材は、前記第 1 偏向部材による前記第 1 照射位置の変更量に基づいて制御され、

前記第 2 集光位置変更部材は、前記第 2 偏向部材による前記第 2 照射位置の変更量に基づいて制御される

請求項 3 3 から 3 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項37]

前記第 1 集光位置変更部材は、前記第 1 偏向部材が前記第 1 照射位置を変更することで生ずる前記第 1 加工光の集光位置の前記物体の表面に交差する方向におけるずれを補正するように、前記第 1 加工光の集光位置を前記物体の表面に交差する方向に沿って変更し、

前記第 2 集光位置変更部材は、前記第 2 偏向部材が前記第 2 照射位置を変更することで生ずる前記第 2 加工光の集光位置の前記物体の表面に交差する方向におけるずれを補正するように、前記第 2 加工光の集光位置を前記物体の表面に交差する方向に沿って変更する

請求項 3 3 から 3 6 のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項38]

前記第 1 光学系は、前記第 1 加工光の強度を検出可能な第 1 検出器を含み、

前記第 2 光学系は、前記第 2 加工光の強度を検出可能な第 2 検出器を含む

請求項33から37のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項39]

物体に付加加工を行う加工装置であって、

第1加工光を前記物体に照射可能な第1光学系と、

第2加工光を前記物体に照射可能な第2光学系と、

前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材と、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器とを含み、

前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材と、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器とを含む

加工装置。

[請求項40]

前記第1検出器は、前記第1加工光を射出する第1光源と前記第1偏向部材との間の光路を進行する前記第1加工光の強度を検出可能であり、

前記第2検出器は、前記第2加工光を射出する第2光源と前記第2偏向部材との間の光路を進行する前記第2加工光の強度を検出可能である

請求項38又は39に記載の加工装置。

[請求項41]

前記第1加工光及び前記第2加工光の少なくとも一方の強度を変更可能な強度変更装置を更に備え、

前記強度変更装置は、前記第1検出器及び前記第2検出器の少なくとも一方の検出結果に基づいて、前記第1加工光及び前記第2加工光の少なくとも一方の強度を変更する

請求項38から40のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項42]

前記加工装置は、

前記第1加工光、及び、前記第2加工光を前記物体に照射するための対物光学部材と、

前記対物光学部材を冷却可能な冷却装置を更に備え、

前記冷却装置は、前記第1検出器及び前記第2検出器の少なくとも一方の検出結果に基づいて、前記対物光学部材を冷却する

請求項38から41のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項43]

加工光を物体に集光する集光光学系と、前記加工光を制御するために用いられる電気部品とを備える加工ヘッドと、

前記集光光学系の光軸に交差する方向に沿って前記加工ヘッドに隣接し、且つ、加工ヘッドを支持する支持部材と

を備え、

前記光軸に交差する方向における前記電気部品と前記支持部材との間の第1距離は、前記光軸に交差する方向における前記光軸と前記支持部材との間の第2距離よりも長い

加工装置。

[請求項44]

前記電気部品は、前記加工光の強度を検出可能な検出器を含む請求項43に記載の加工装置。

[請求項45]

前記電気部品は、前記加工光を偏向可能な偏向部材を、前記物体の表面において前記加工光が照射される照射位置を前記物体の表面に沿った方向に沿って変更するように駆動するための駆動系を含む

請求項43又は44に記載の加工装置。

[請求項46]

前記加工ヘッドは、前記物体に対する位置を変更可能である

請求項43から45のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項47]

前記加工装置は、前記支持部材の位置を変更する駆動装置を更に備え、

前記支持部材の位置の変更とともに、前記加工ヘッドの位置が

変更される

請求項43から46のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項48] 前記加工装置は、前記加工ヘッドに対して前記支持部材と反対側には第1空間を備える

請求項43から47のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項49] 前記加工装置は、前記加工ヘッドよりも前記第1空間側に開閉可能な扉を更に備える

請求項48のいずれか一項に記載の加工装置。

[請求項50] 前記第1空間内で付加加工が行われる

請求項48又は49に記載の加工装置。

[請求項51] 第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、

前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備える加工装置。

[請求項52] 第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、

前記照射装置によって前記第1及び第2加工光が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備える加工装置。

[請求項53] 第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを、物体に照射可能な照射装置と、

前記照射装置によって第1加工光が照射される照射領域に、造形材料を供給可能な材料供給部材と

を備え、

前記第1加工光が照射される照射領域は、前記第2加工光が照射される領域と少なくとも一部が重なる

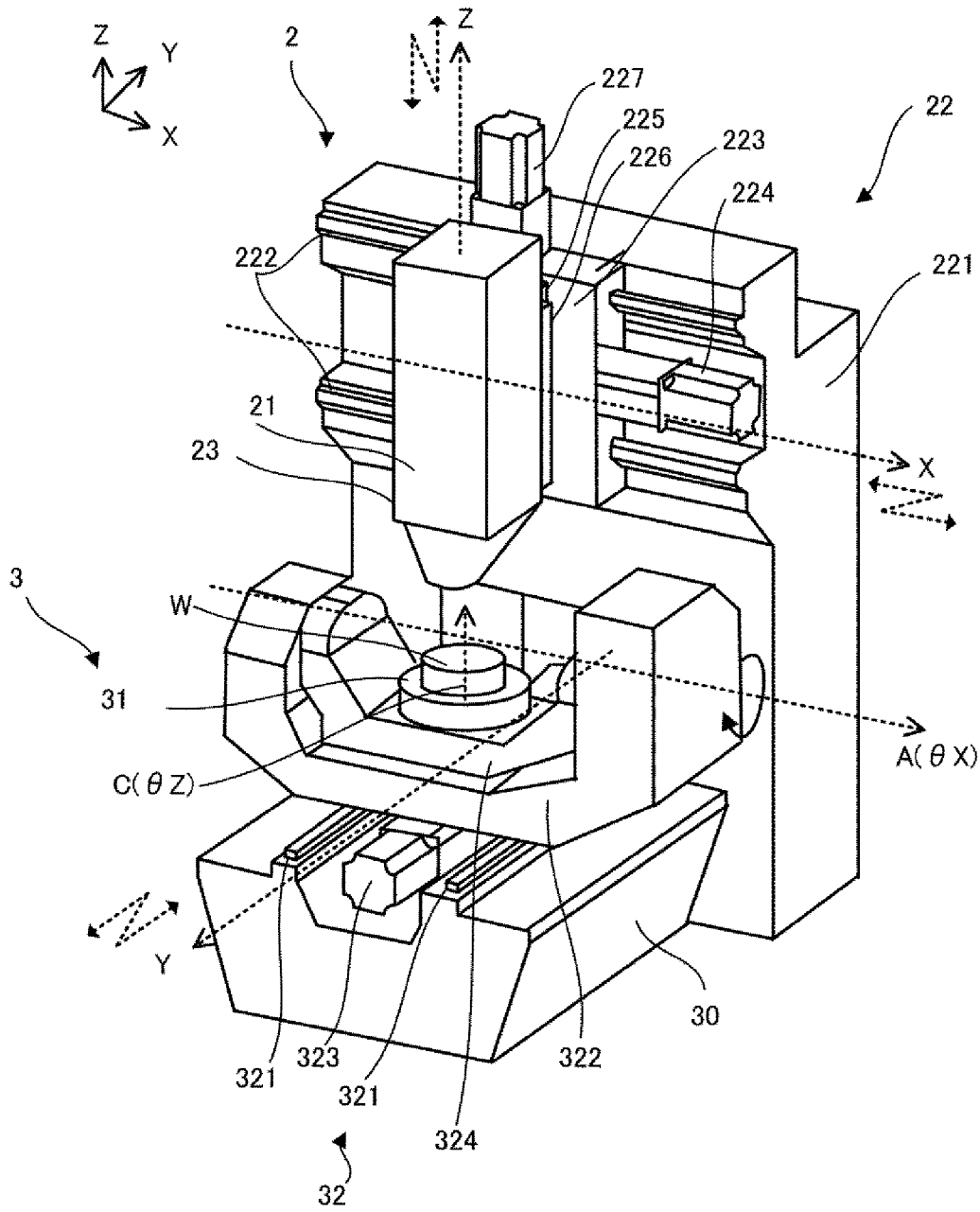
加工装置。

- [請求項54] 前記第1加工光が照射される第1領域は、前記第2加工光が照射される第2領域と同じである
請求項51から53のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項55] 前記第1加工光が照射される第1領域は、前記第2加工光が照射される第2領域よりも狭い
請求項51から53のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項56] 前記第1加工光は、前記第2領域の内側を移動可能である
請求項55に記載の加工装置。
- [請求項57] 前記第1加工光の大きさは、前記第2領域内で変更される
請求項55又は56に記載の加工装置。
- [請求項58] 前記第2加工光が照射される第2領域は、前記第1加工光が照射される第1領域よりも狭い
請求項51から53のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項59] 前記第2加工光は、前記第1領域の内側を移動可能である
請求項57に記載の加工装置。
- [請求項60] 前記第2加工光の大きさは、前記第1領域内で変更される
請求項58又は59に記載の加工装置。
- [請求項61] 前記第2加工光によって形成された熔融池に前記第1加工光が照射される
請求項51から60のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項62] 前記第1加工光と前記第2加工光は、同時に前記物体に照射される
請求項51から61のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項63] 前記第2加工光は、前記第1加工光よりも先に前記物体に照射される
請求項51から62のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項64] 前記第1加工光は、前記第2加工光が照射されている期間のうちの少なくとも一部の期間において、前記物体に照射される
請求項51から63のいずれか一項に記載の加工装置。

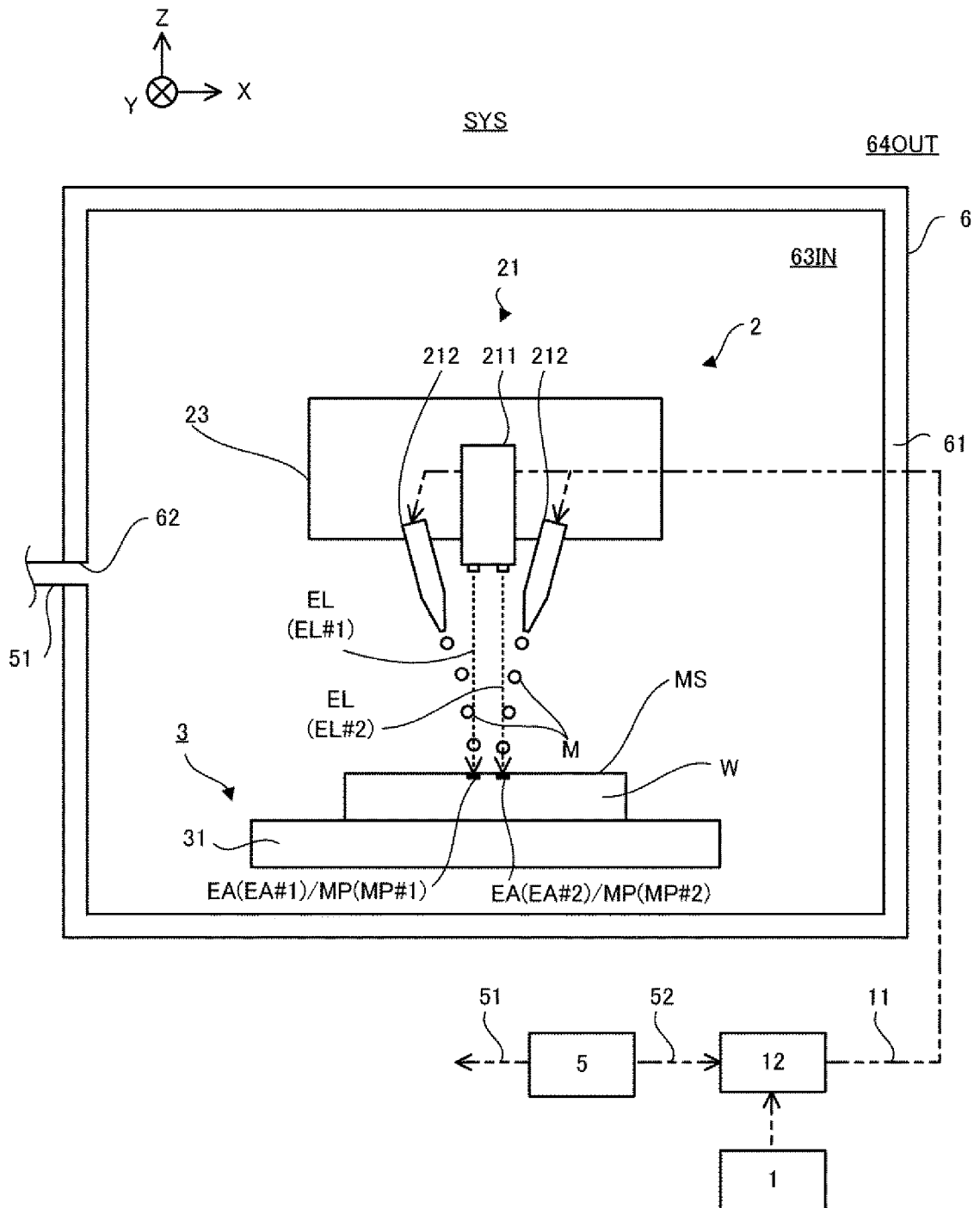
- [請求項65] 前記加工装置は、前記第1加工光、及び、前記第2加工光の少なくとも一方のピーク強度を変調する
請求項51から64のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項66] 前記加工装置は、前記第1加工光、及び、前記第2加工光の少なくとも一方の照射領域の形状又は照射領域のサイズを変更可能である
請求項51から65のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項67] 前記加工装置は、前記第1加工光、及び、前記第2加工光の少なくとも一方の走査方向を変更可能である
請求項51から66のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項68] 前記加工装置は、前記第1加工光の照射領域と前記第2加工光の照射領域とを相対的に移動可能である
請求項51から67のいずれか一項に記載の加工装置。
- [請求項69] 前記第1加工光、及び、前記第2加工光の少なくとも一方の照射領域の大きさを変更することは、前記第1加工光、及び、前記第2加工光の少なくとも一方のフォーカスを変更することを含む
請求項51から68のいずれか一項に記載の加工装置。

[図1]

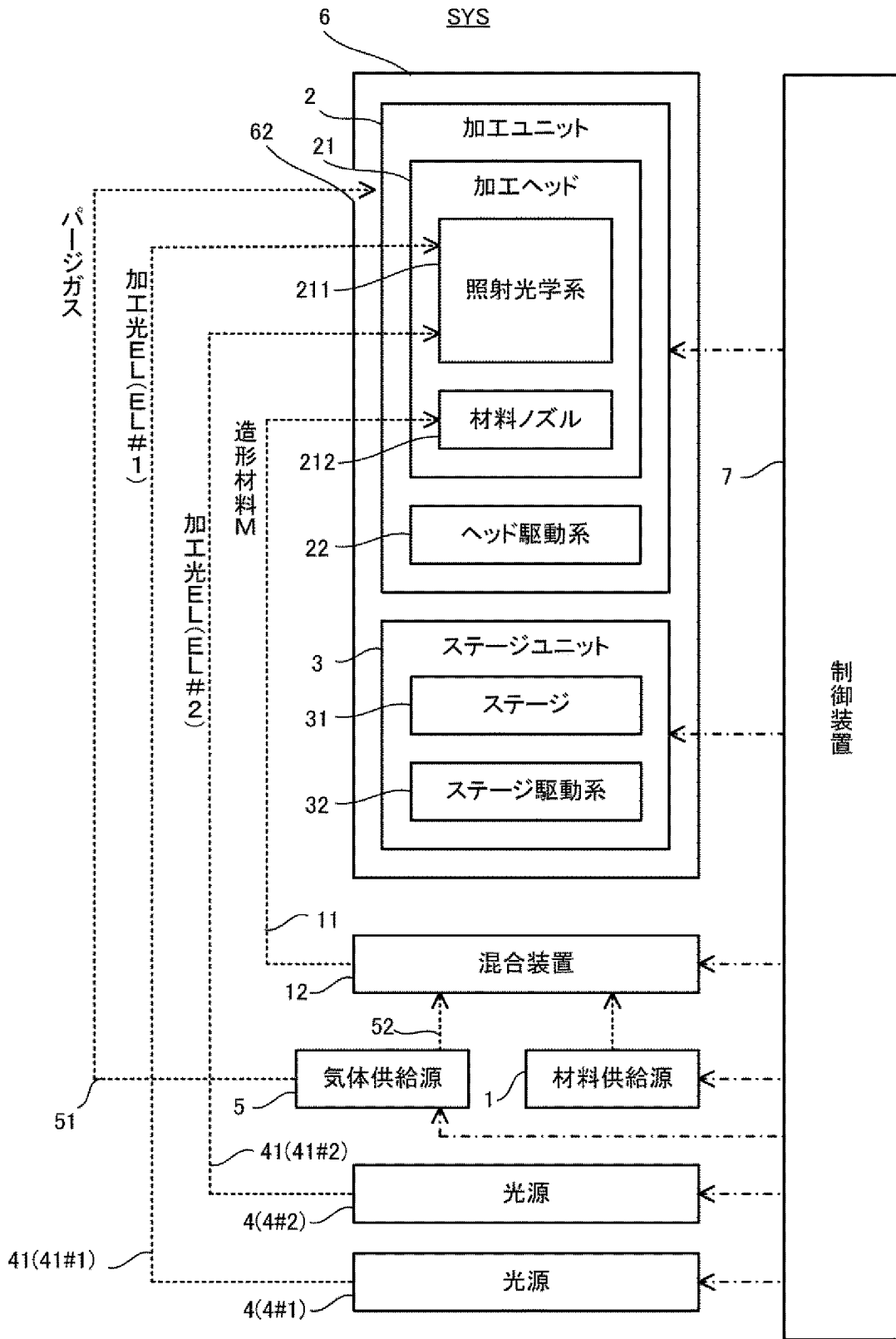
SYS



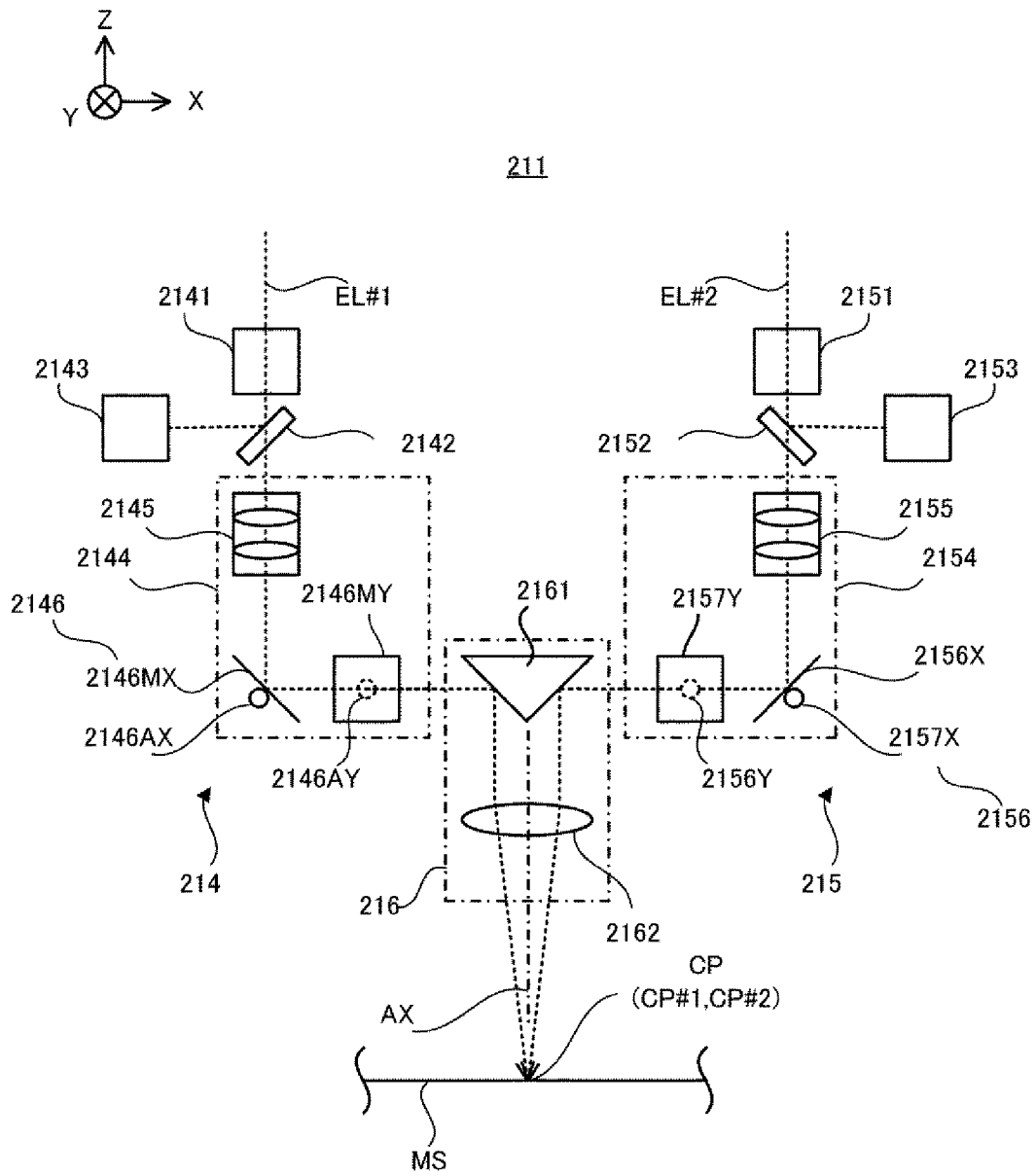
[図2]



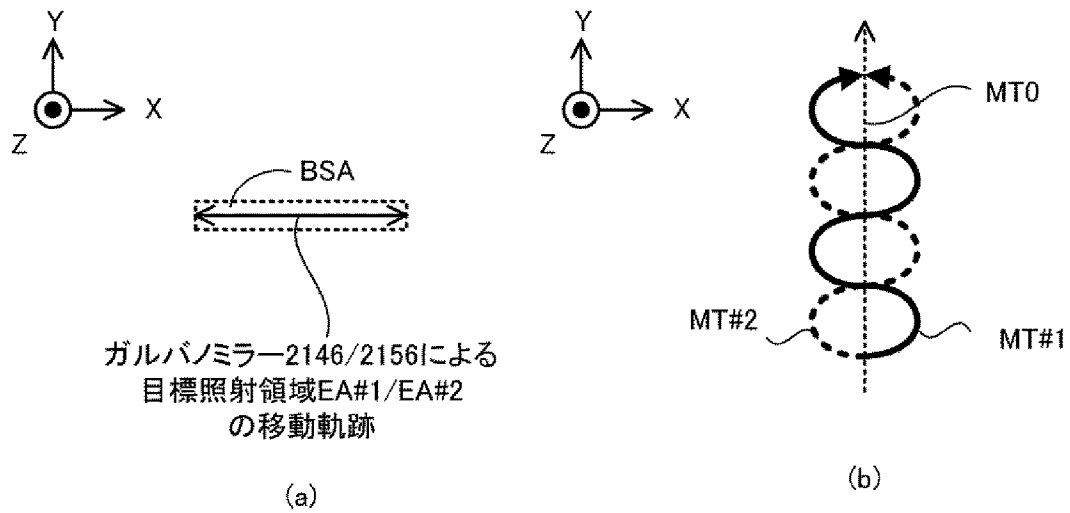
[図3]



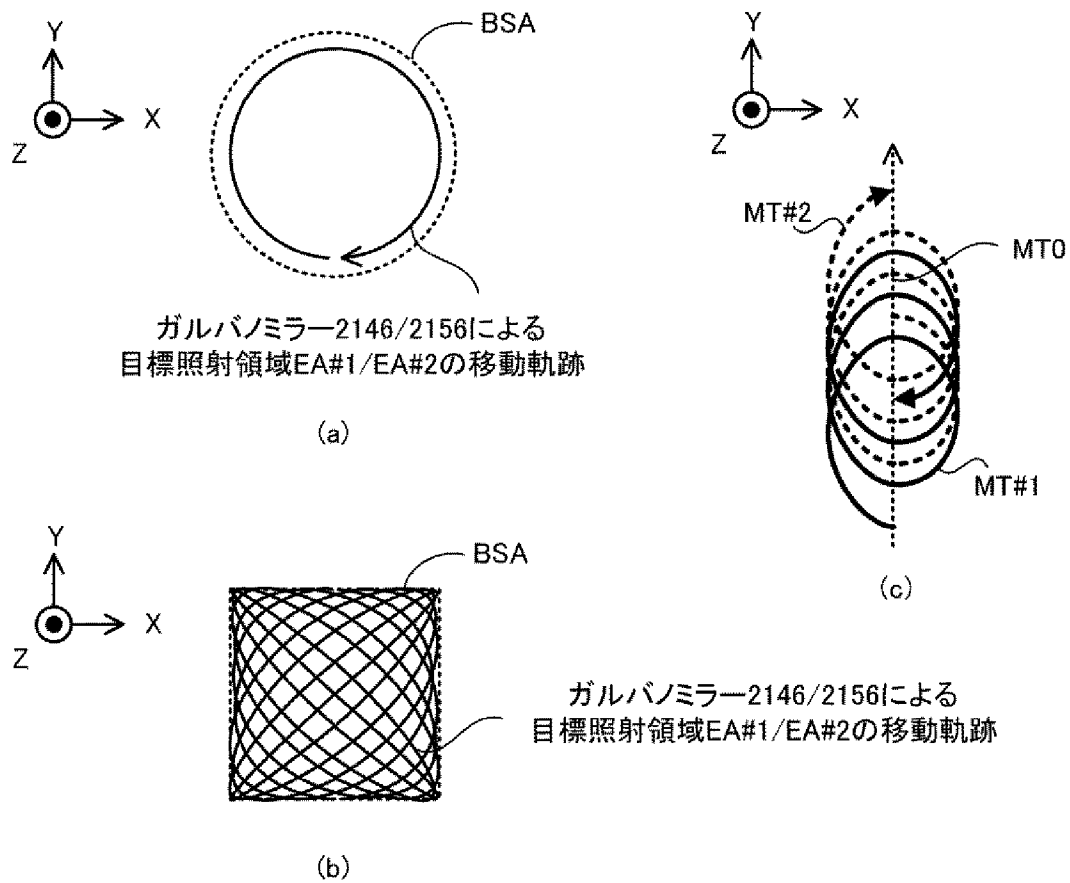
[図4]



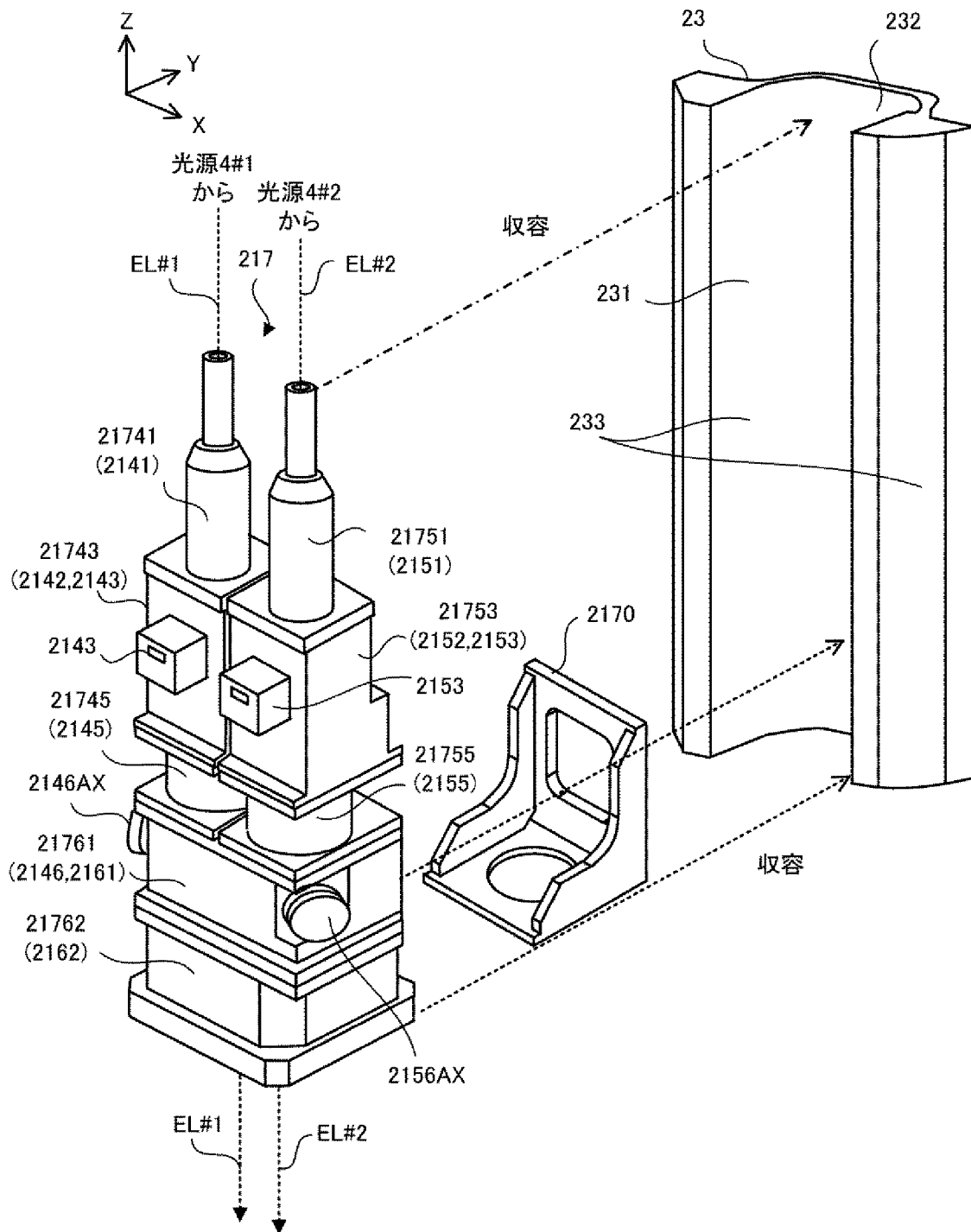
[図5]



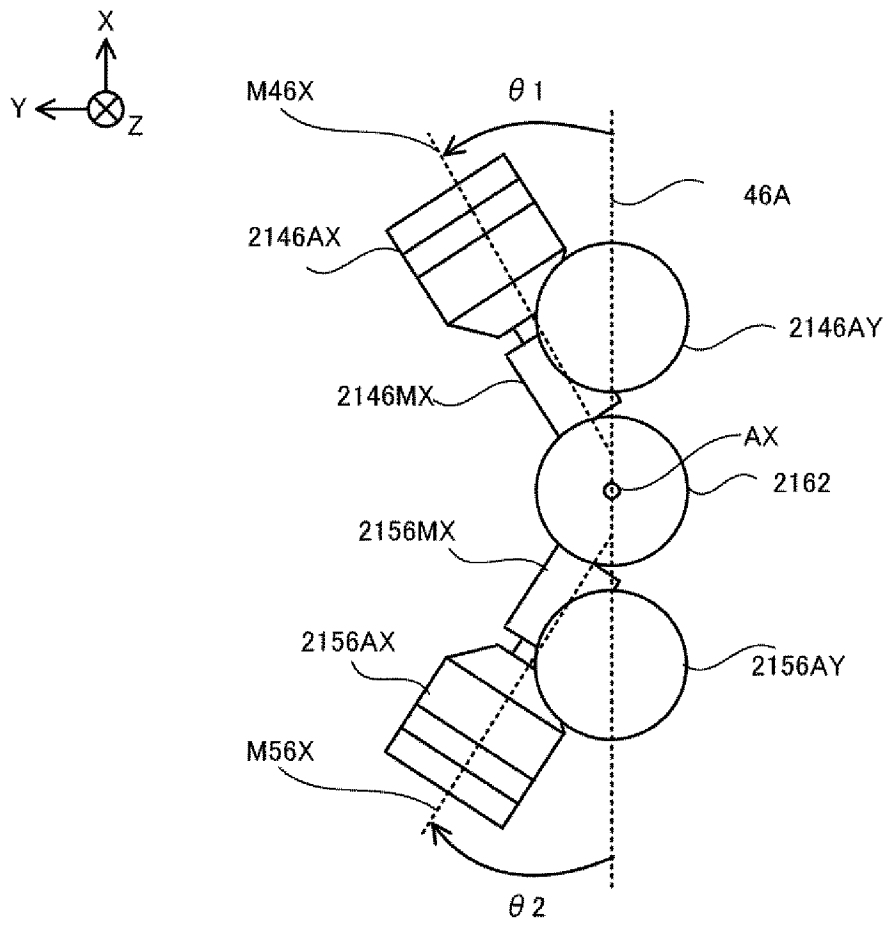
[図6]



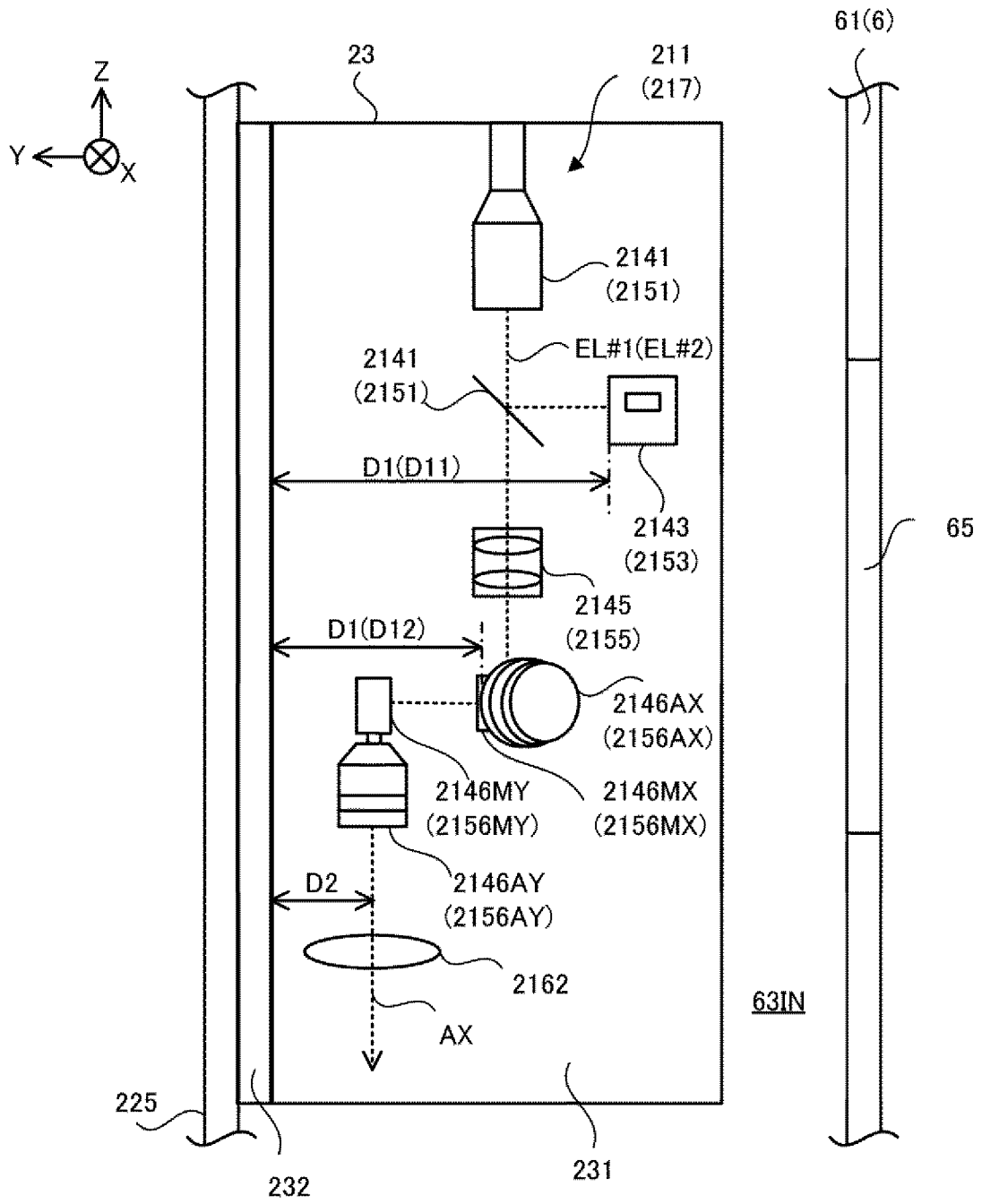
[図7]



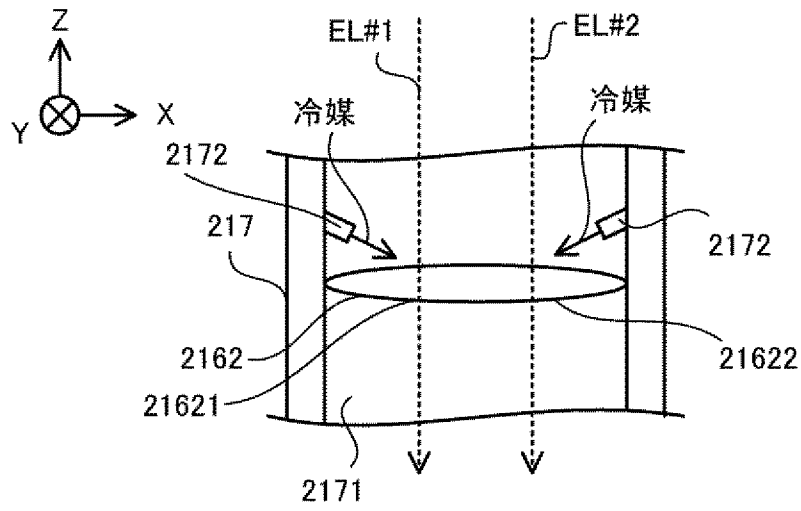
[図8]



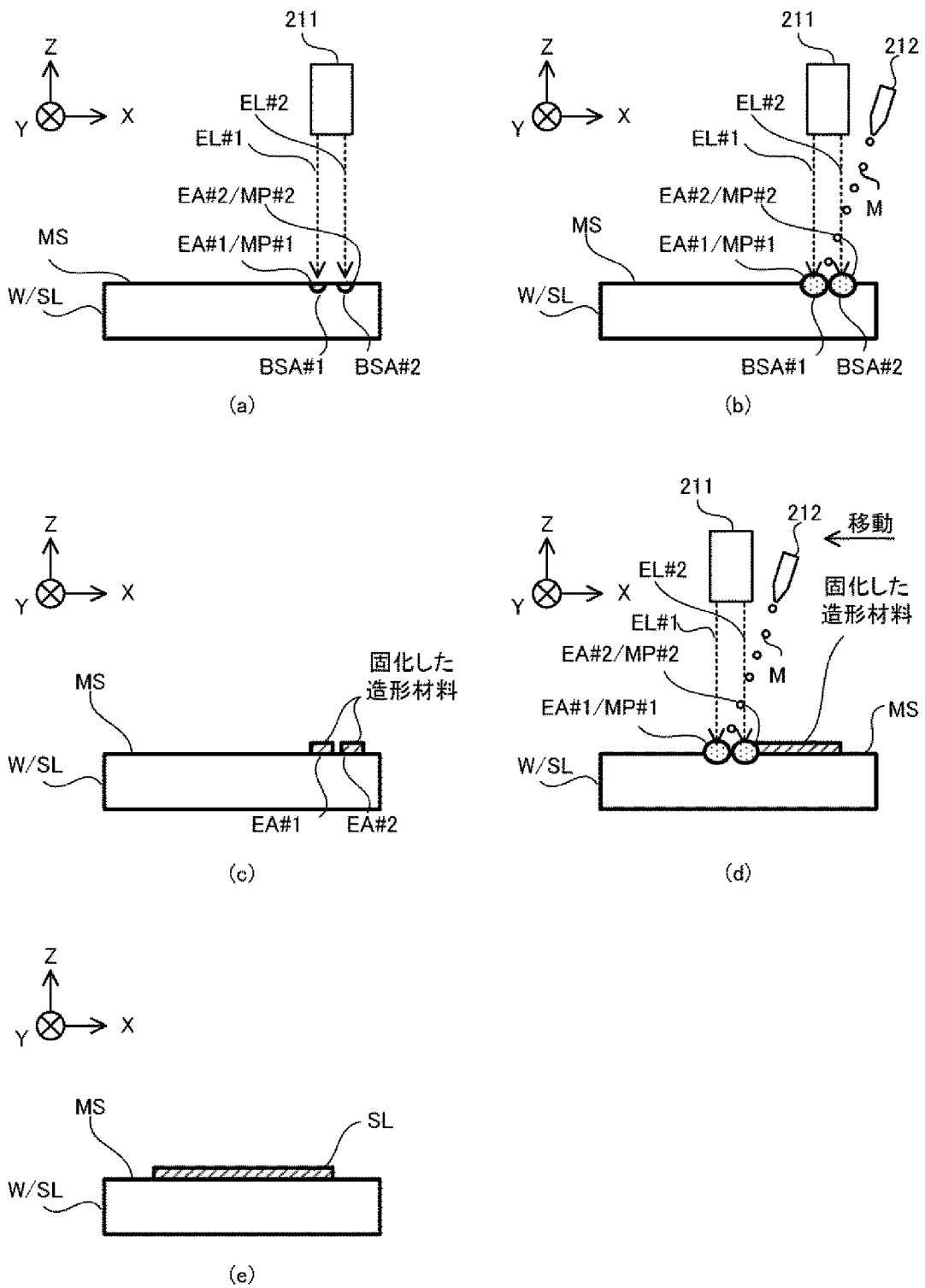
[図9]



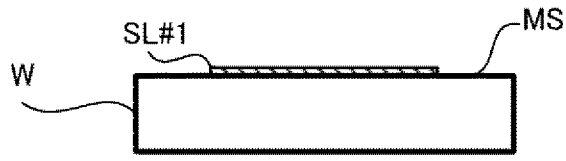
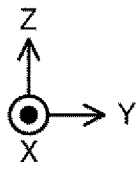
[図10]



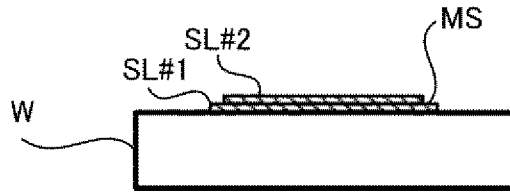
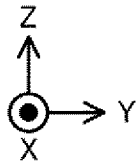
[図11]



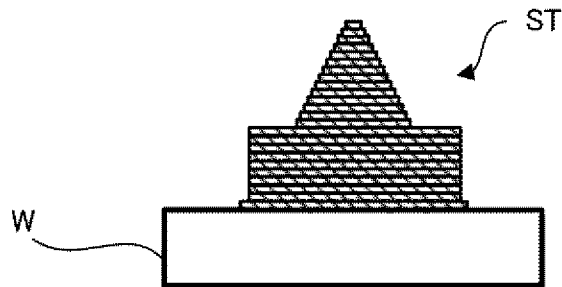
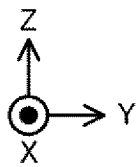
[図12]



(a)

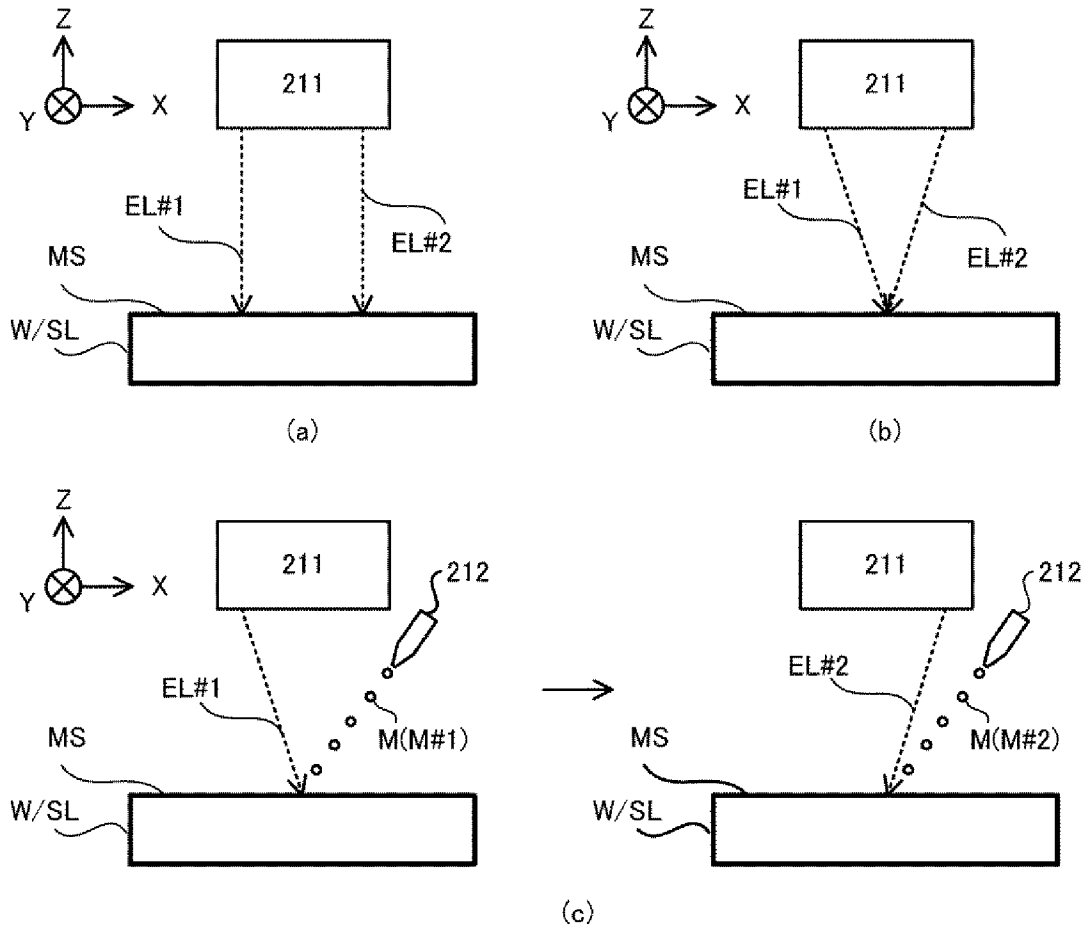


(b)

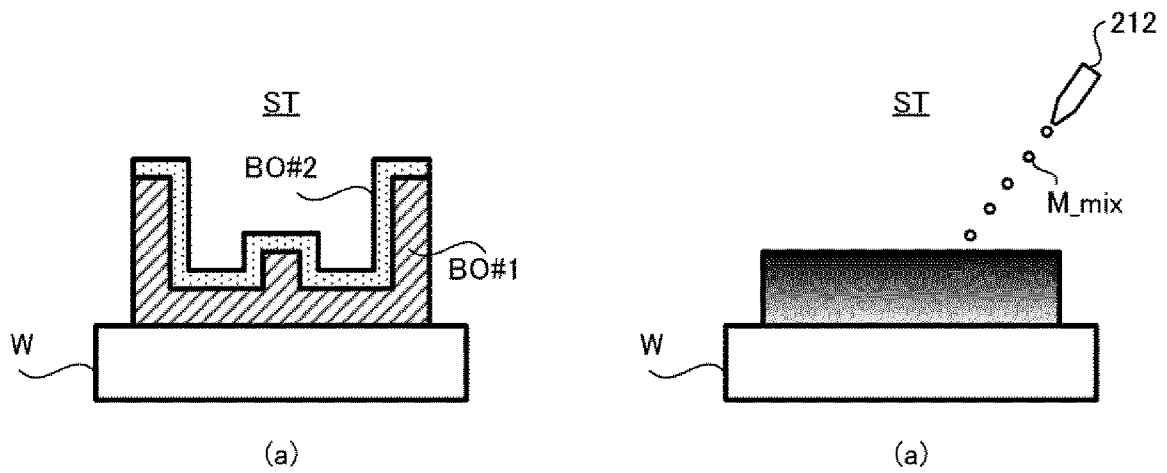


(c)

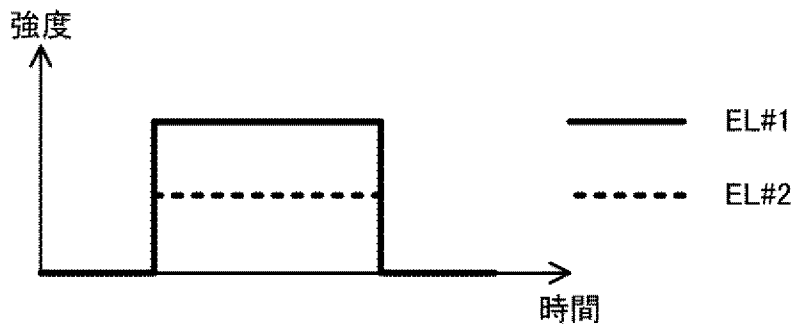
[図13]



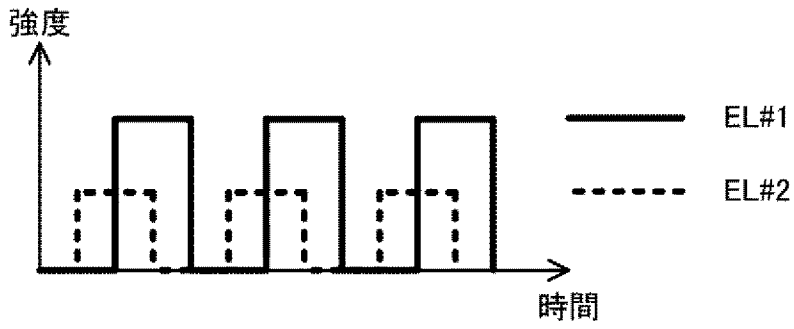
[図14]



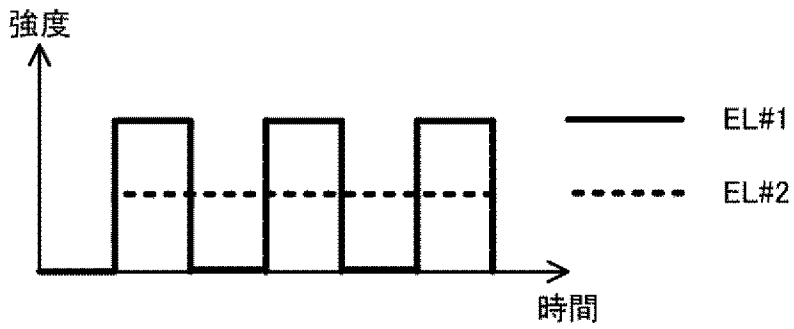
[図15]



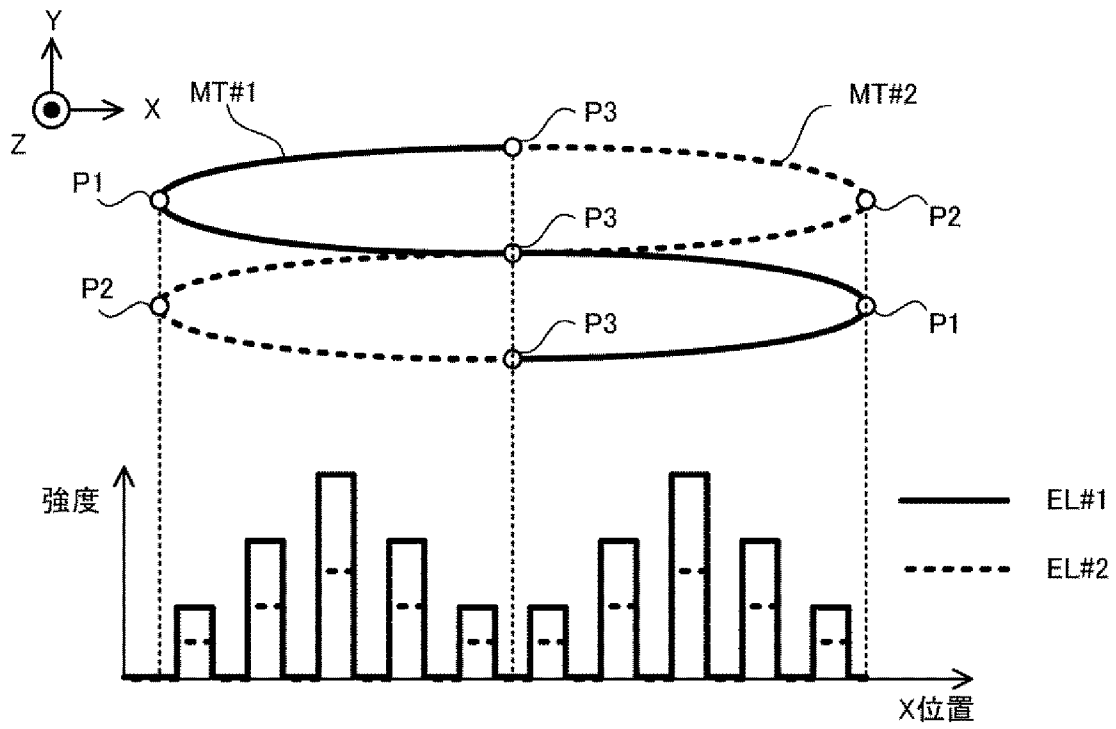
[図16]



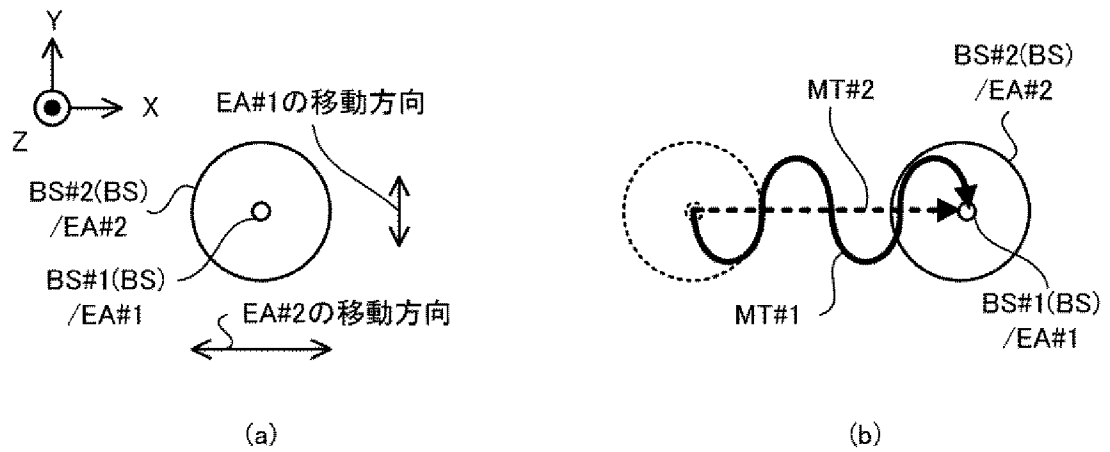
[図17]



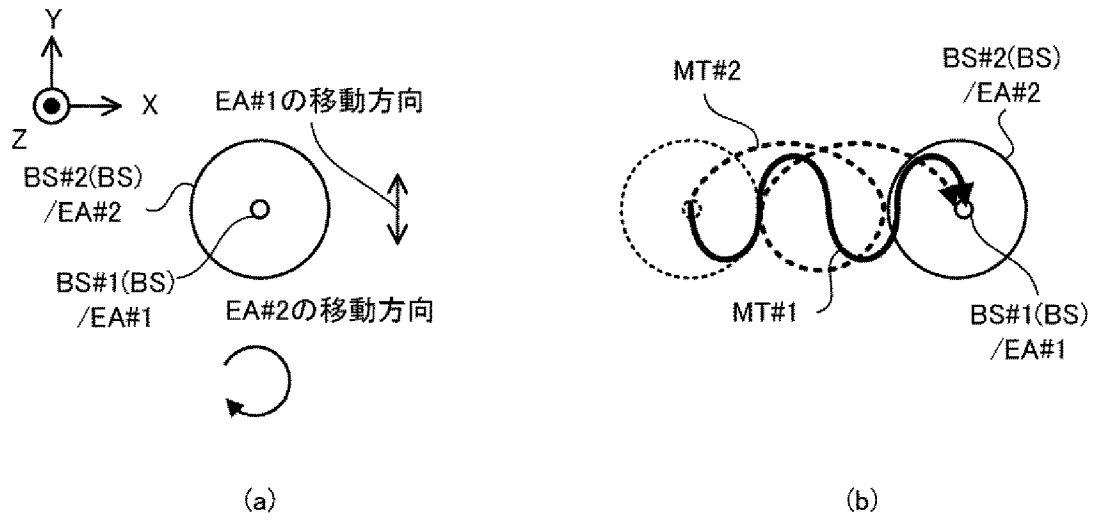
[図18]



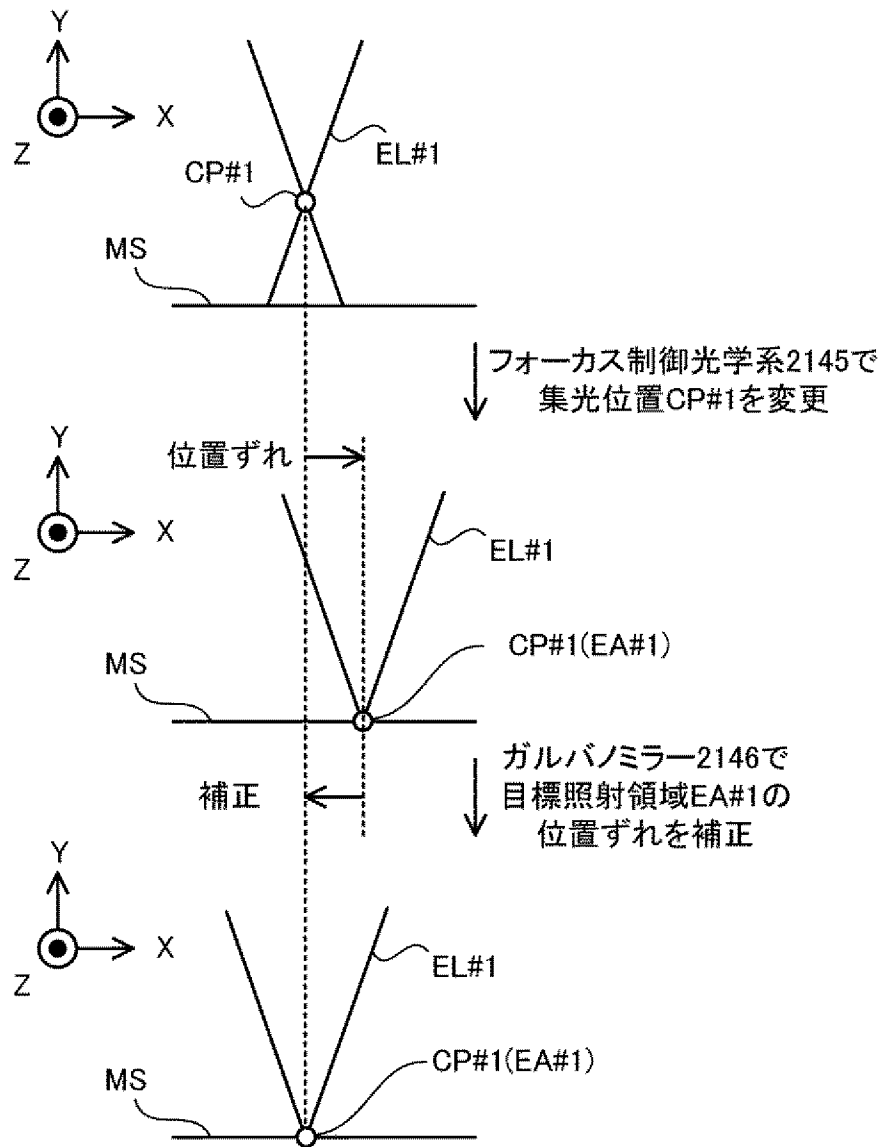
[図19]



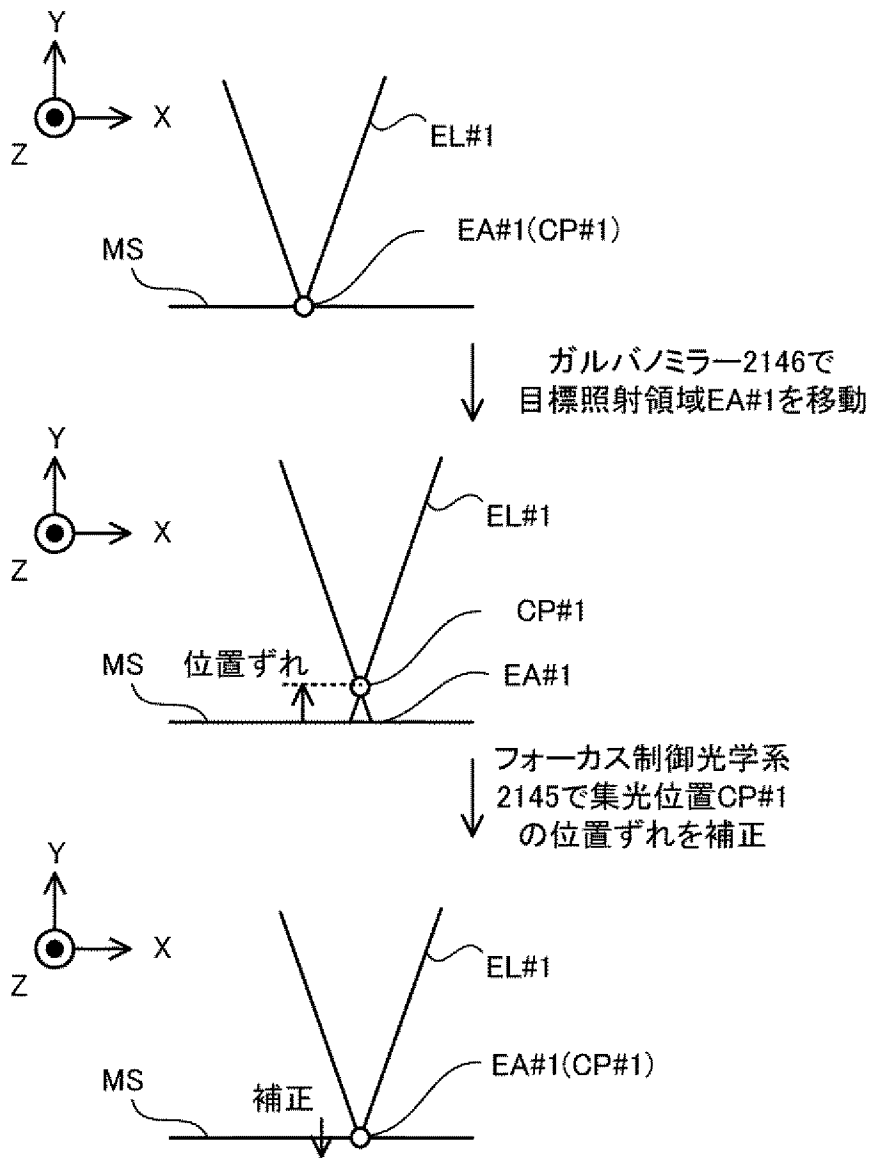
[図20]



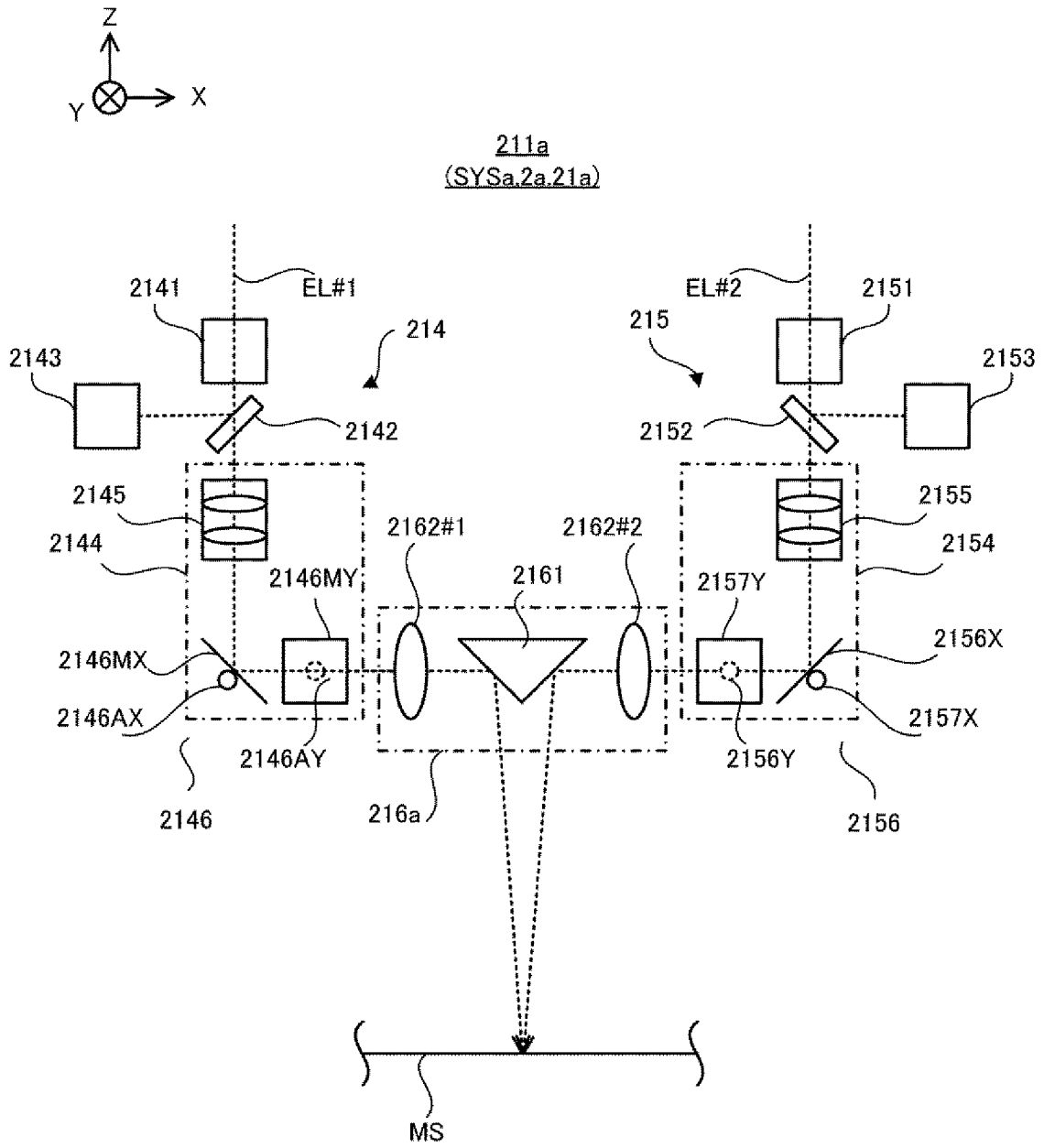
[図21]



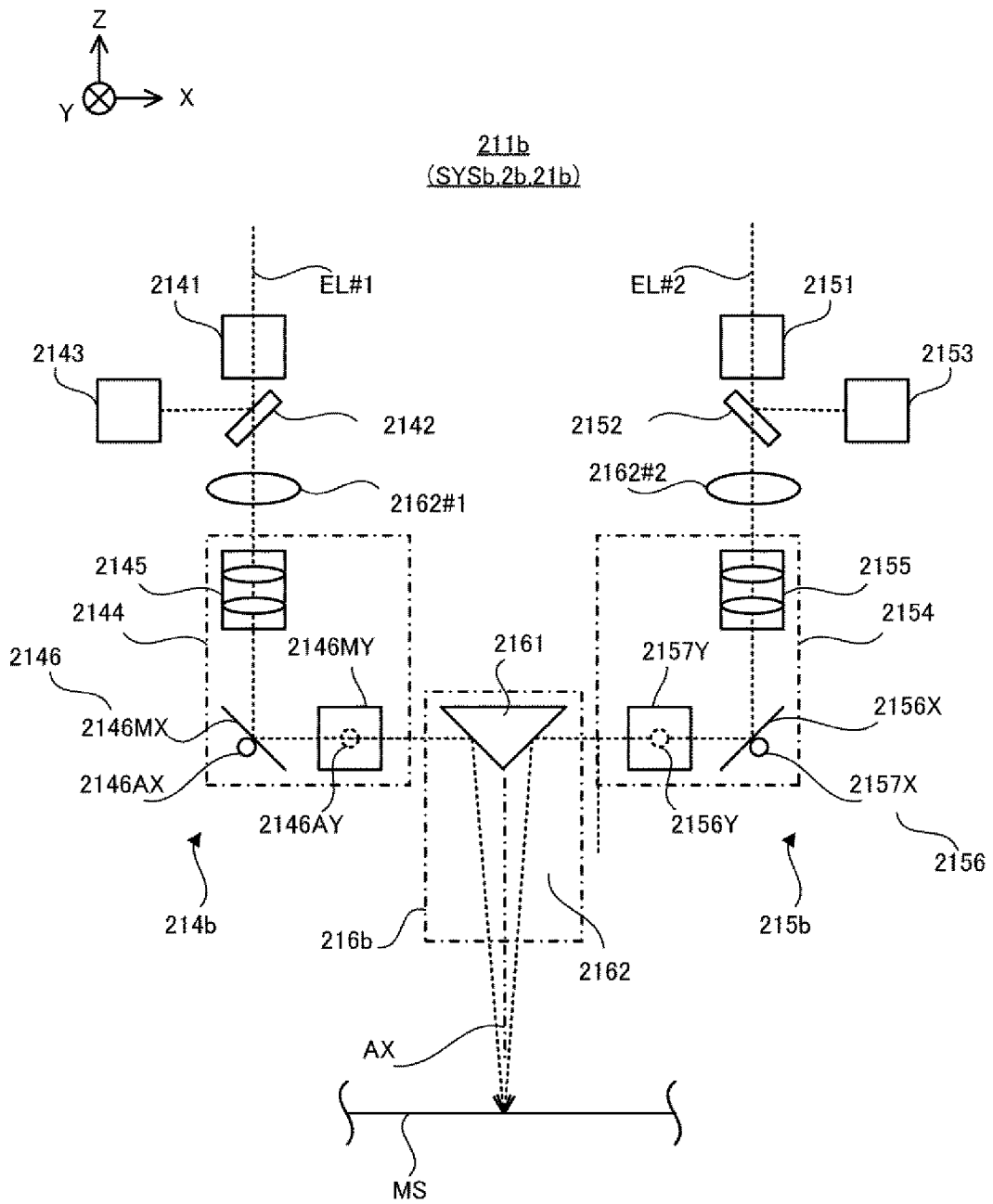
[図22]



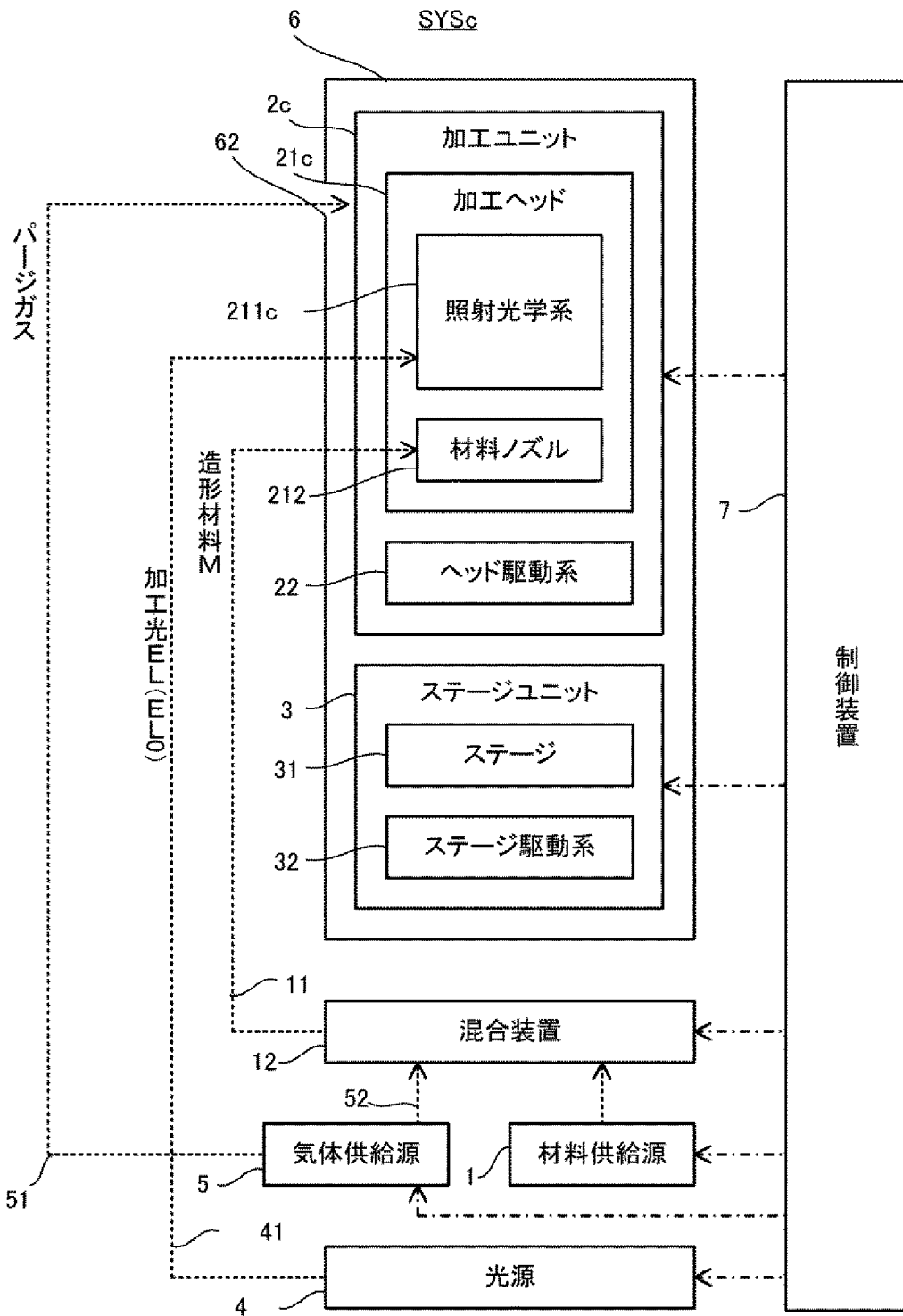
[図23]



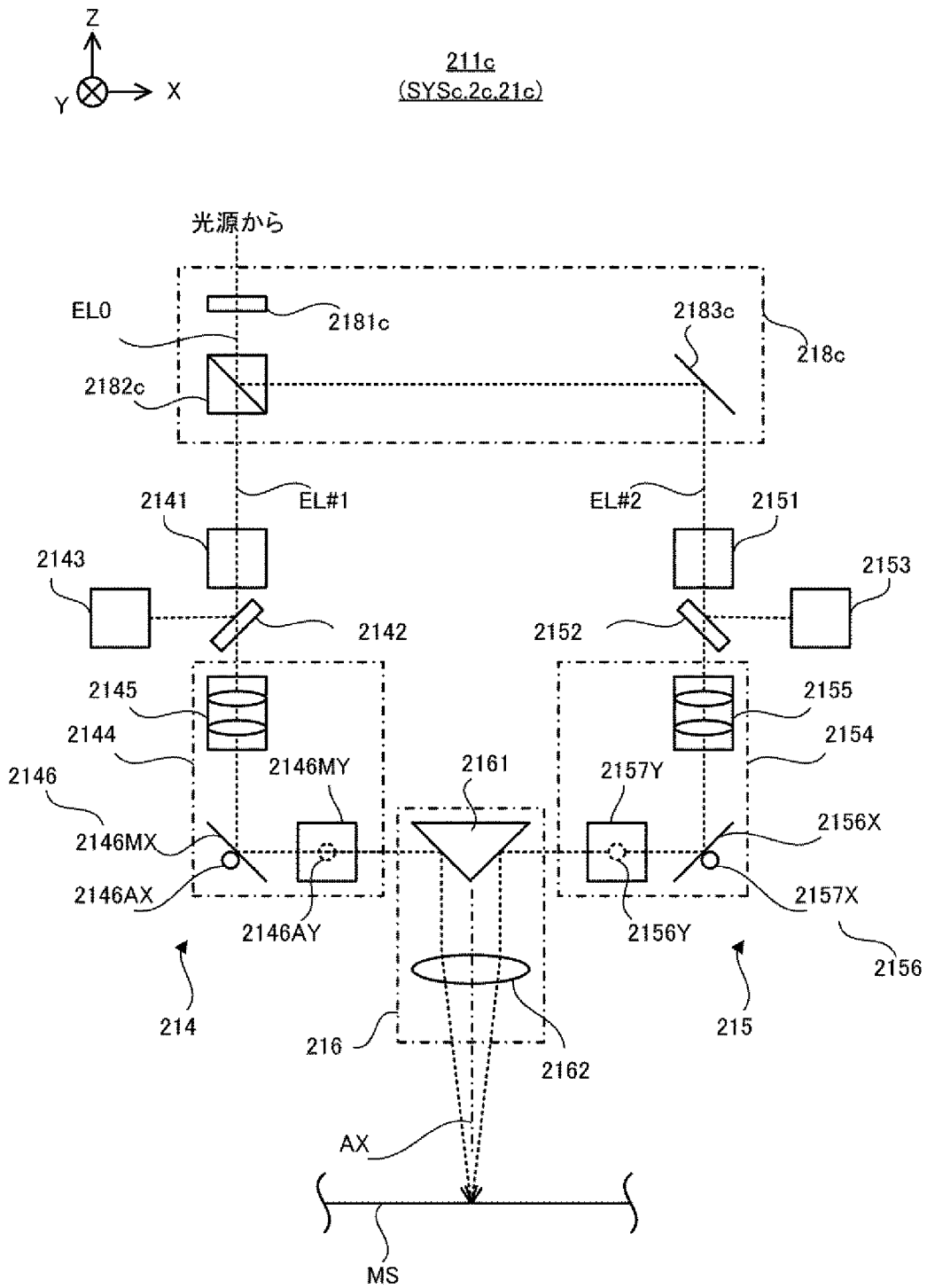
[図24]



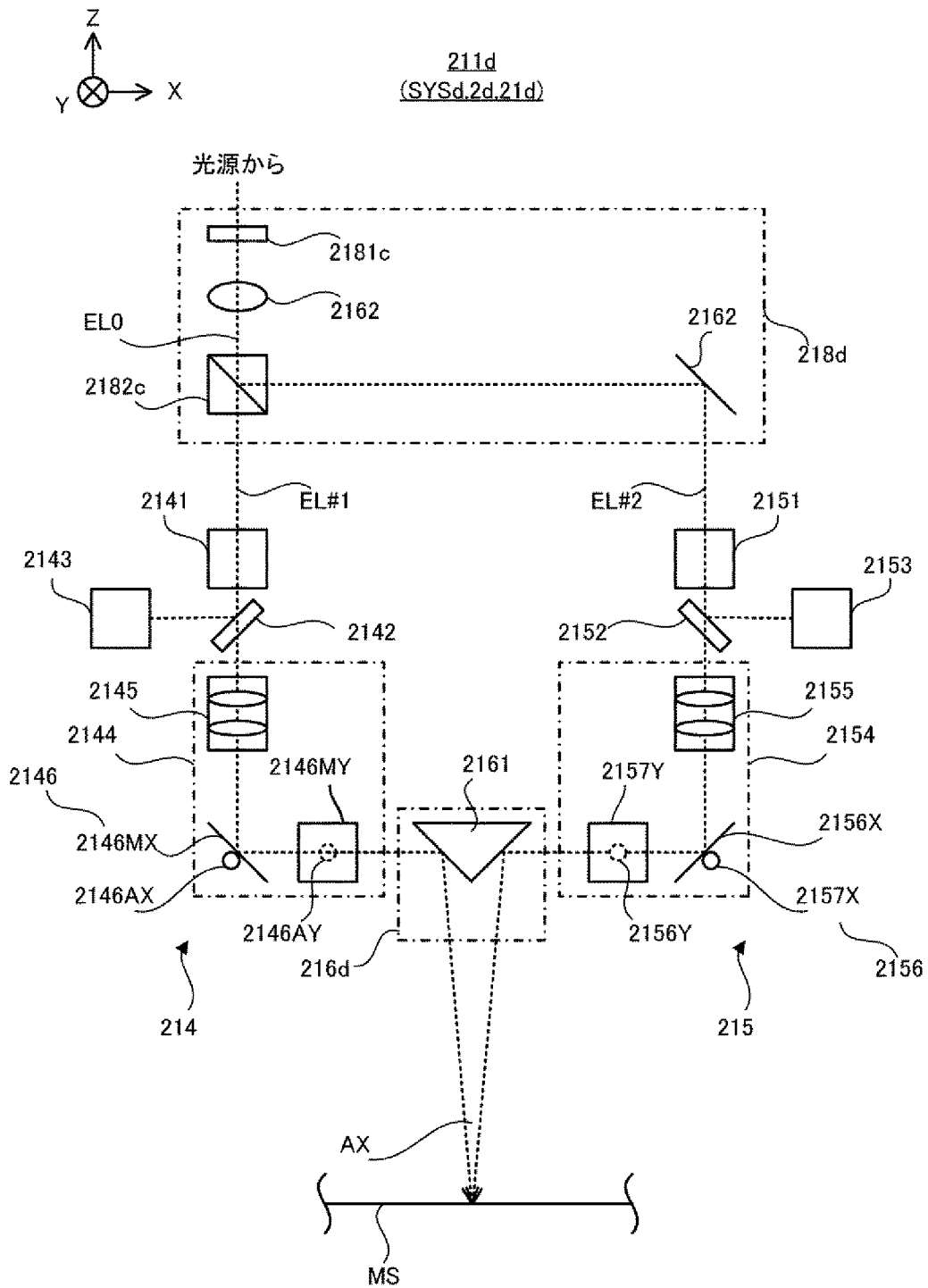
[図25]



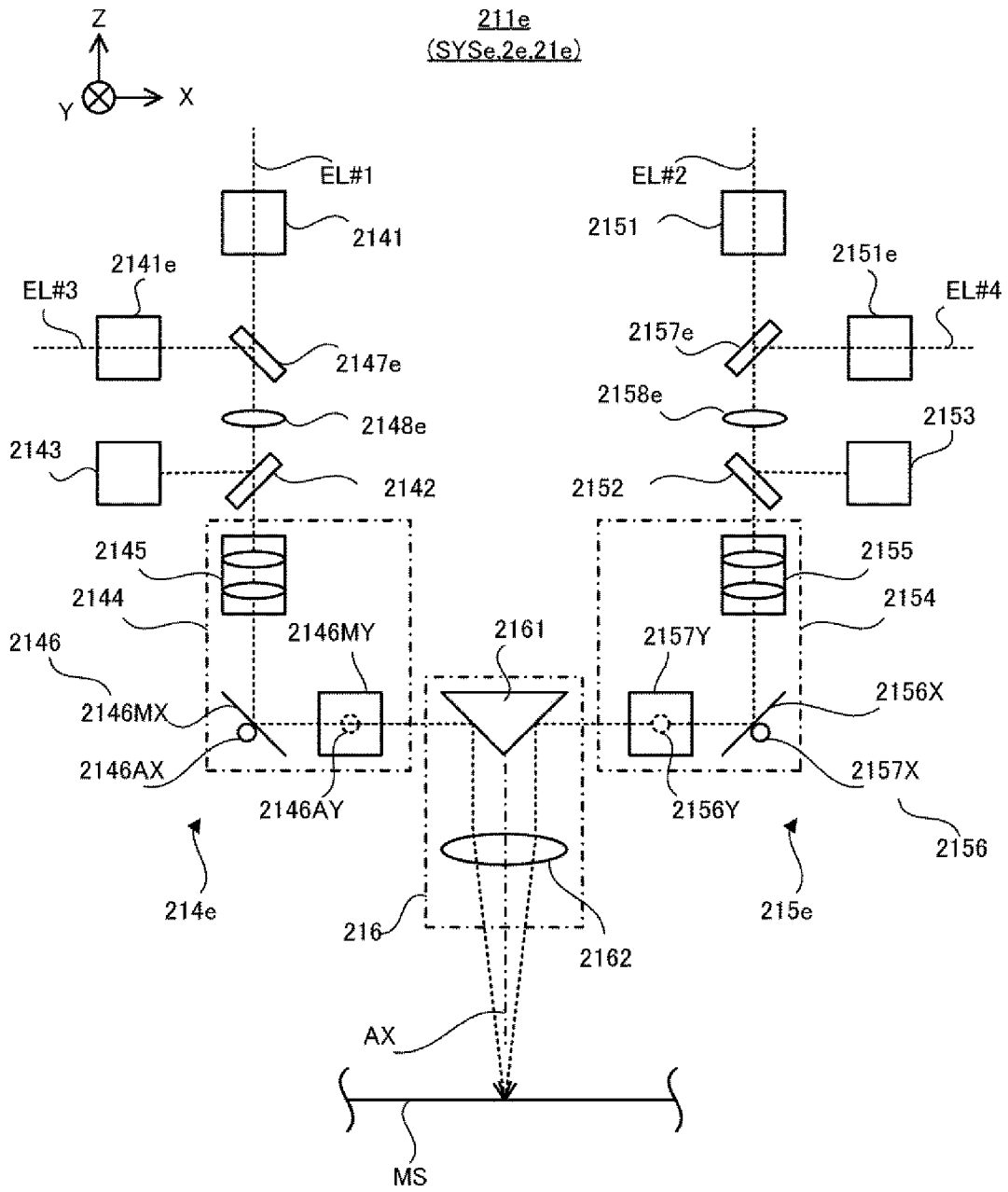
[図26]



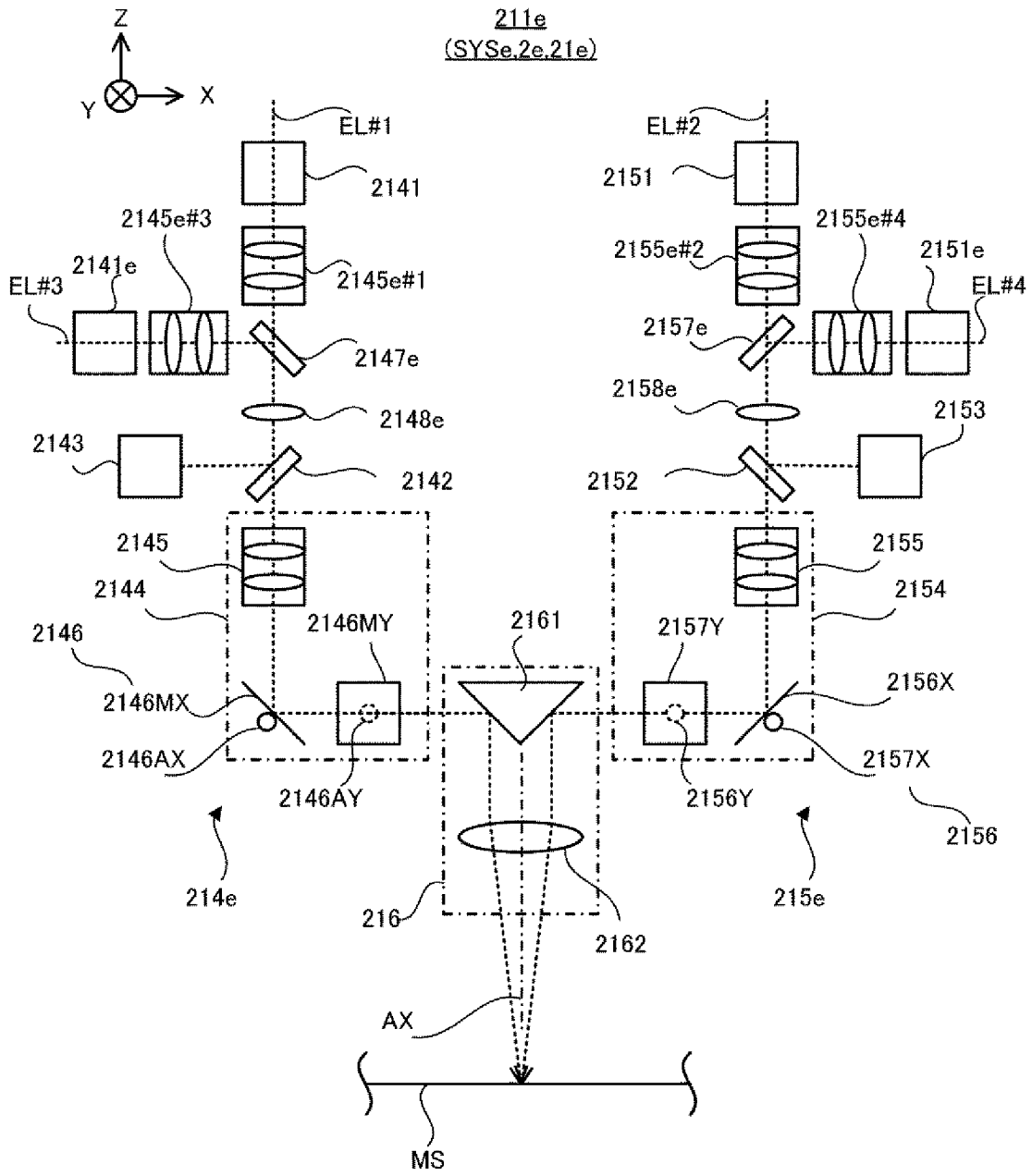
[図27]



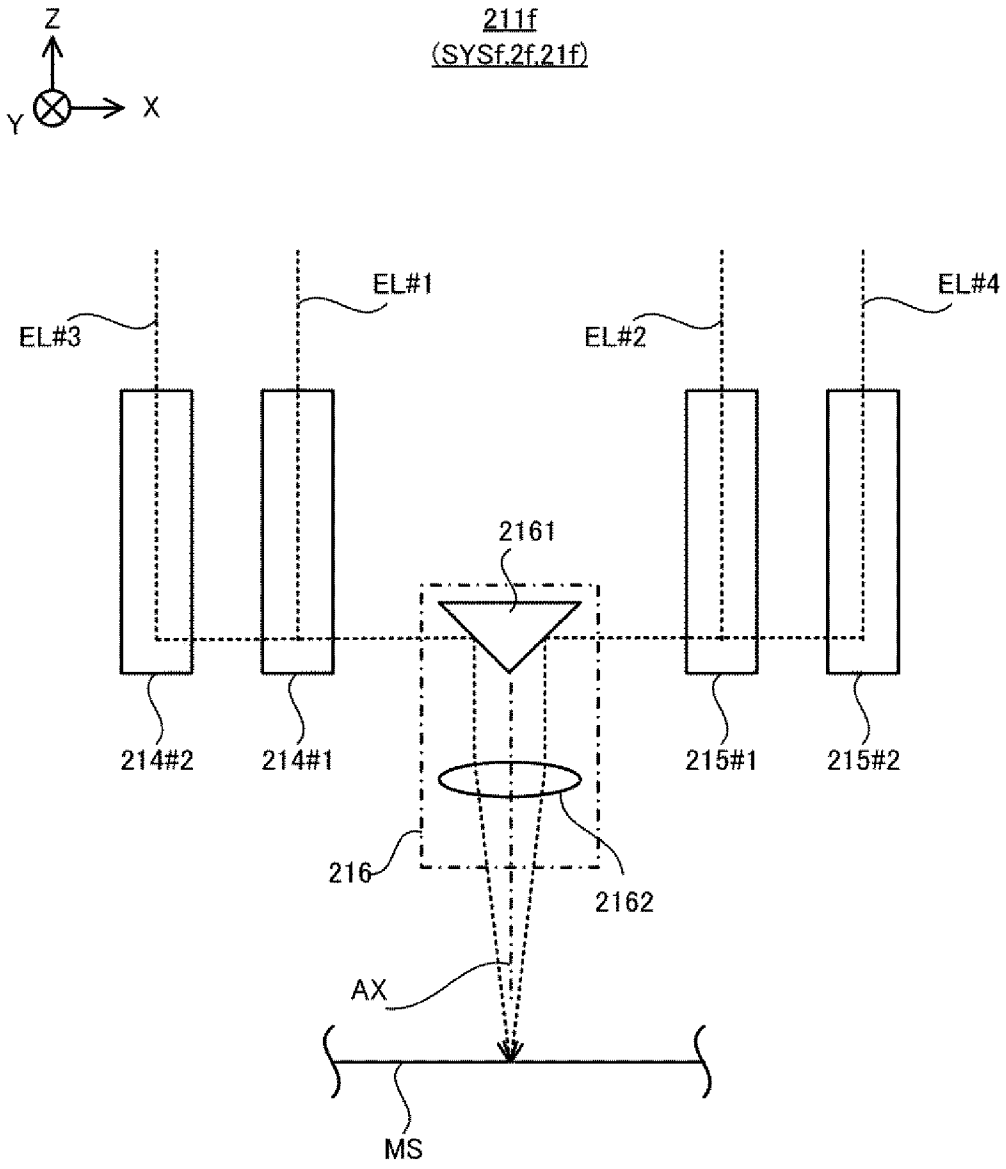
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B23K 26/046</i> (2014.01)i; <i>B23K 26/064</i> (2014.01)i; <i>B23K 26/073</i> (2006.01)i; <i>B23K 26/342</i> (2014.01)i FI: B23K26/342; B23K26/064 Z; B23K26/073; B23K26/046		
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) B23K26/00-26/70		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
Y A	JP 2019-536635 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 19 December 2019 (2019-12-19) paragraphs [0001]-[0023], fig. 1-3	1-17,21-42 18-20
Y A	JP 2021-186861 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 13 December 2021 (2021-12-13) paragraphs [0037], [0066]-[0092], fig. 1, 2	1-17,21-42 18-20
Y	JP 2016-26881 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 18 February 2016 (2016-02-18) paragraphs [0014]-[0025], fig. 1	10-17,21-42
Y	JP 2014-24105 A (MIYACHI TECHNOS CORP) 06 February 2014 (2014-02-06) paragraphs [0026]-[0037], fig. 1	10-17, 21-38, 40-42
Y	JP 2009-32780 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 12 February 2009 (2009-02-12) paragraphs [0069]-[0086], fig. 1	21-29, 32
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 03 June 2022		Date of mailing of the international search report 21 June 2022
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/JP2022/015889

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-30253 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 01 March 2021 (2021-03-01) paragraphs [0044]-[0059], fig. 2-3	25, 28-29
Y	JP 2014-161902 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 September 2014 (2014-09-08) paragraphs [0064]-[0066], fig. 3-4	28-29, 42
Y	JP 2005-14089 A (CENTRAL GLASS CO., LTD.) 20 January 2005 (2005-01-20) paragraph [0021], fig. 6	34-38, 40-42
Y	JP 63-144889 A (NIPPON KOGAKU KK) 17 June 1988 (1988-06-17) page 3, lower left column, line 14 to lower right column, line 20	38-42
A	US 2018/0345413 A1 (TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH) 06 December 2018 (2018-12-06) paragraphs [0126]-[0128], fig. 11	18-20
A	WO 2020/075632 A1 (AMADA HOLDINGS CO., LTD.) 16 April 2020 (2020-04-16) paragraphs [0035]-[0046], fig. 7-9	34-35

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:

(Invention 1) Claims 1-29

Claims 1-29 are classified as invention 1 due to having the special technical feature in which "the peak wavelength of the second machining light is shorter than the peak wavelength of the first machining light, and the second region irradiated by the second machining light is wider than the first region irradiated by the first machining light".

(Invention 2) Claim 30

Claim 30 shares, with claim 1 classified as invention 1, the technical feature of being capable of irradiating the object with first machining light emitted from a first light source, and second machining light emitted from a second light source different than the first light source and having a different peak wavelength than the first machining light, and comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by the first and second machining light. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1 (JP 2019-536635 A (General Electric Company) 19 December 2019 (2019-12-19) paragraphs [0001]-[0023], fig. 1-3), and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features between these inventions.

Additionally, claim 30 is not a dependent claim of claim 1. Moreover, claim 30 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 30 cannot be classified as invention 1.

Claim 30 is classified as invention 2 due to having the special technical feature of a machining device being capable of irradiating the object with first machining and second machining light having a different peak wavelength than the first machining light, wherein "the first optical system includes a first condensing position change member that can change a condensing position of the first machining light along an irradiation direction of the first machining light, and a first deflection member that can deflect the first machining light so as to change a first irradiation position irradiated by the first machining light along a direction intersecting the irradiation direction of the first machining light, and the second optical system includes a second condensing position change member that can change a condensing position of the second machining light along an irradiation direction of the second machining light, and a second deflection member that can deflect the second machining light so as to change a second irradiation position irradiated by the second machining light along a direction intersecting the irradiation direction of the second machining light".

(Invention 3) Claim 31

Claim 31 shares, with claim 1 classified as invention 1 and claim 30 classified as invention 2, the technical feature of being capable of irradiating the object with first machining light emitted from a first light source, and second machining light emitted from a second light source different than the first light source and having a different peak wavelength than the first machining light, and comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by the first and second machining light. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 31 is not a dependent claim of claims 1 and 30. Moreover, claim 31 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1 or 2.

Therefore, claim 31 cannot be classified as either invention 1 or 2.

Claim 31 is classified as invention 3 due to having the special technical feature in which "the first optical system includes a first condensing position change member that can change a condensing position of the first machining light along an irradiation direction of the first machining light, a second condensing position change member that can change a condensing position of the second machining light along an irradiation direction of the second machining light, and a first deflection member that can deflect the first machining light and the second machining light so as to change a first irradiation position irradiated by the first machining light and a second irradiation position irradiated by the second machining light along a direction intersecting the irradiation directions of the first machining light and the second machining light".

(Invention 4) Claim 32

Claim 32 shares, with the claims classified as inventions 1-3, the technical feature of being capable of irradiating the object with first machining light and second machining light having a different peak wavelength than the first

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

machining light, and comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by the first and second machining light. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 32 is not a dependent claim of claims 1, 30, and 31. Moreover, claim 32 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-3.

Therefore, claim 32 cannot be classified as any of inventions 1-3.

Claim 32 is classified as invention 4 due to having the special technical feature of "comprising a second optical system capable of irradiating the object with third machining light and capable of irradiating the object with fourth machining light having a different peak wavelength than the third machining light", wherein "the second optical system includes a third condensing position change member that can change a condensing position of the third machining light along an irradiation direction of the third machining light, a fourth condensing position change member that can change a condensing position of the fourth machining light along an irradiation direction of the fourth machining light, and a second deflection member that can deflect the third machining light and the fourth machining light so as to change a third irradiation position irradiated by the third machining light and a fourth irradiation position irradiated by the fourth machining light along a direction intersecting the irradiation directions of the third machining light and the fourth machining light".

(Invention 5) Claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38

Claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38 share, with the claims classified as inventions 1-4, the technical feature of comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by the first and second machining light. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38 are not dependent claims of claims 1 and 30-32. Moreover, claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-4.

Therefore, claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38 cannot be classified as any of inventions 1-4.

Claims 33-38 and claims 40-42 citing claim 38 are classified as invention 5 due to having the special technical feature in which "the first optical system includes a first condensing position change member that can change a condensing position of the first machining light along an irradiation direction of the first machining light, and a first deflection member that can deflect the first machining light so as to change a first irradiation position irradiated by the first machining light along a first direction intersecting the irradiation direction of the first machining light, and the second optical system includes a second condensing position change member that can change a condensing position of the second machining light along an irradiation direction of the second machining light, and a second deflection member that can deflect the second machining light so as to change a second irradiation position irradiated by the second machining light along a second direction intersecting the irradiation direction of the second machining light".

(Invention 6) Claim 39 and claims 40-42 citing claim 39

Claim 39 and claims 40-42 citing claim 39 share, with the claims classified as inventions 1-5, the technical feature of comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by the first and second machining light. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 39 and claims 40-42 citing claim 39 are not dependent claims of claims 1 and 30-33. Moreover, claim 39 and claims 40-42 citing claim 39 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-5.

Therefore, claim 39 and claims 40-42 citing claim 39 cannot be classified as any of inventions 1-5. Claim 39 and claims 40-42 citing claim 39 are classified as invention 6 due to having the special technical feature in which "the first optical system includes a first deflection member that can deflect the first machining light so as to change a first irradiation position irradiated by the first machining light along a direction intersecting the irradiation direction of the first machining light, and a first detector that can detect the intensity of the first machining light, and the second optical system includes a second deflection member that can deflect the second machining light so as to change a second irradiation position irradiated by the second machining light along a direction intersecting the irradiation

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

direction of the second machining light, and a second detector that can detect the intensity of the second machining light".

(Invention 7) Claims 43-50

Claims 43-50 share, with the claims classified as inventions 1-6, the technical feature of being a machining device. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claims 43-50 are not dependent claims of claims 1, 30-33, and 39. Moreover, claims 43-50 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-6.

Therefore, claims 43-50 cannot be classified as any of inventions 1-6.

Claims 43-50 are classified as invention 7 due to having the special technical feature in which "a first distance between the electrical component and the support member in the direction intersecting the optical axis is longer than a second distance between the optical axis and the support member in the direction intersecting the optical axis".

(Invention 8) Claim 51 and claims 54-69 citing claim 51

Claim 51 and claims 54-69 citing claim 51 share, with the claims classified as inventions 1-7, the technical feature of being a machining device. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 51 and claims 54-69 citing claim 51 are not dependent claims of claims 1, 30-33, 39, and 43. Moreover, claim 51 and claims 54-69 citing claim 51 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-7.

Therefore, claim 51 and claims 54-69 citing claim 51 cannot be classified as any of inventions 1-7.

Claim 51 and claims 54-69 citing claim 51 are classified as invention 8 due to having the special technical feature of "comprising a material supply member that can supply a shaping material to a molten pool formed by at least one among the first and second machining light".

(Invention 9) Claim 52 and claims 54-69 citing claim 52

Claim 52 and claims 54-69 citing claim 52 share, with the claims classified as inventions 1-8, the technical feature of being a machining device. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 52 and claims 54-69 citing claim 52 are not dependent claims of claims 1, 30-33, 39, 43, and 51. Moreover, claim 52 and claims 54-69 citing claim 52 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-8.

Therefore, claim 52 and claims 54-69 citing claim 52 cannot be classified as any of inventions 1-8.

Claim 52 and claims 54-69 citing claim 52 are classified as invention 9 due to having the special technical feature of "comprising a material supply member that can supply a shaping material to positions irradiated by the first and second machining light by the irradiation device".

(Invention 10) Claim 53 and claims 54-69 citing claim 53

Claim 53 and claims 54-69 citing claim 53 share, with the claims classified as inventions 1-9, the technical feature of being a machining device. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 53 and claims 54-69 citing claim 53 are not dependent claims of claims 1, 30-33, 39, 43, and 51-52. Moreover, claim 53 and claims 54-69 citing claim 53 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-9.

Therefore, claim 53 and claims 54-69 citing claim 53 cannot be classified as any of inventions 1-9.

Claim 53 and claims 54-69 citing claim 53 are classified as invention 10 due to having the special technical feature of "comprising a material supply member that can supply a shaping material to an irradiation region irradiated by first machining light by the irradiation device, wherein the irradiation region irradiated by the first machining light at least partially overlaps with a region irradiated by the second machining light".

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.: **Claims 1-42**
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/JP2022/015889

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-536635 A	19 December 2019	US 2018/0141160 A1 paragraphs [0001]-[0026], fig. 1-3 WO 2018/093504 A1 EP 3541566 B1 CN 109996644 A	
JP 2021-186861 A	13 December 2021	(Family: none)	
JP 2016-26881 A	18 February 2016	CN 105195904 A KR 10-2015-0146435 A TW 201603929 A	
JP 2014-24105 A	06 February 2014	(Family: none)	
JP 2009-32780 A	12 February 2009	(Family: none)	
JP 2021-30253 A	01 March 2021	US 2020/0361038 A1 paragraphs [0079]-[0096], fig. 2-3 DE 102020206089 A1 CN 111940910 A	
JP 2014-161902 A	08 September 2014	US 2015/0352666 A1 paragraphs [0096]-[0098], fig. 3-4 WO 2014/132503 A1 EP 2923791 A1 TW 201433397 A KR 10-2015-0086374 A CN 104870137 A	
JP 2005-14089 A	20 January 2005	(Family: none)	
JP 63-144889 A	17 June 1988	(Family: none)	
US 2018/0345413 A1	06 December 2018	WO 2016/128430 A1 EP 3256285 B1 DE 102015202347 A1 CN 108883499 A	
WO 2020/075632 A1	16 April 2020	US 2021/0346991 A1 paragraphs [0045]-[0056], fig. 7-9 EP 3865244 A1 CN 112823075 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/046(2014.01)i; B23K 26/064(2014.01)i; B23K 26/073(2006.01)i; B23K 26/342(2014.01)i FI: B23K26/342; B23K26/064 Z; B23K26/073; B23K26/046</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/00-26/70</p>										
<p>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</p> <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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022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 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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								
Y A	JP 2019-536635 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）19.12.2019（2019 - 12 - 19） 段落[0001]-[0023], 図1-3	1-17, 21-42 18-20								
Y A	JP 2021-186861 A（古河電気工業株式会社）13.12.2021（2021 - 12 - 13） 段落[0037]-[0066], [0092], 図1-5	1-17, 21-42 18-20								
Y	JP 2016-26881 A（三菱電機株式会社）18.02.2016（2016 - 02 - 18） 段落[0014]-[0025], 図1	10-17, 21-42								
Y	JP 2014-24105 A（ミヤチテクノス株式会社）06.02.2014（2014 - 02 - 06） 段落[0026]-[0037], 図1	10-17, 21-38, 40-42								
Y	JP 2009-32780 A（住友重機械工業株式会社）12.02.2009（2009 - 02 - 12） 段落[0069]-[0086], 図1	21-29, 32								
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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）	<p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>									
“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										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日									
03.06.2022	21.06.2022									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）									
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	後藤 泰輔 3P 4647									
	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
Y	JP 2021-30253 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 01.03.2021 (2021 - 03 - 01) 段落[0044]-[0059], 図2-3	25, 28-29
Y	JP 2014-161902 A (三菱重工業株式会社) 08.09.2014 (2014 - 09 - 08) 段落[0064], [0066], 図3-4	28-29, 42
Y	JP 2005-14089 A (セントラル硝子株式会社) 20.01.2005 (2005 - 01 - 20) 段落[0021], 図6	34-38, 40-42
Y	JP 63-144889 A (日本光学工業株式会社) 17.06.1988 (1988 - 06 - 17) 第3頁左下欄第14行-同右下欄第20行, 図1-2	38-42
A	US 2018/0345413 A1 (TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH) 06.12.2018 (2018 - 12 - 06) 段落[0126]-[0128], 図11	18-20
A	WO 2020/075632 A1 (株式会社アマダホールディングス) 16.04.2020 (2020 - 04 - 16) 段落[0035]-[0046], 図7-9	34-35

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。

（発明1）請求項1-29

請求項1-29は、「前記第2加工光のピーク波長は、前記第1加工光のピーク波長よりも短く、前記第2加工光が照射される第2領域は、前記第1加工光が照射される第1領域よりも広い」という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項30

請求項30は、発明1に区分された請求項1と、第1光源から射出される第1加工光と、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを前記物体に照射可能であり、前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP2019-536635 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）19.12.2019（2019-12-19）段落[0001]-[0023]、図1-3）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項30は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項30は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項30は発明1に区分できない。

そして、請求項30は、第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを前記物体に照射可能な加工装置において、「前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

（発明3）請求項31

請求項31は、発明1に区分された請求項1及び発明2に区分された請求項30と、第1光源から射出される第1加工光と、前記第1光源とは異なる第2光源から射出され且つ前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを前記物体に照射可能であり、前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項31は、請求項1及び30の従属請求項ではない。また、請求項31は、発明1又は2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項31は発明1又は2のいずれにも区分できない。

そして、請求項31は、「前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置及び前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第1加工光及び前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光及び前記第2加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明3に区分する。

（発明4）請求項32

請求項32は、発明1-3に区分された請求項と、第1加工光と、前記第1加工光とはピーク波長が異なる第2加工光とを前記物体に照射可能であり、前記第1及び第2加工光によって形成される熔融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項32は、請求項1、30及び31の従属請求項ではない。また、請求項32は、発明1-3に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項32は発明1-3のいずれにも区分できない。

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）

そして、請求項32は、「第3加工光を前記物体に照射可能であり、前記第3加工光とはピーク波長が異なる第4加工光を前記物体に照射可能な第2光学系」を備え、「前記第2光学系は、前記第3加工光の集光位置を、前記第3加工光の照射方向に沿って変更可能な第3集光位置変更部材と、前記第4加工光の集光位置を、前記第4加工光の照射方向に沿って変更可能な第4集光位置変更部材と、前記第3加工光が照射される第3照射位置及び前記第4加工光が照射される第4照射位置を、前記第3加工光及び前記第4加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第3加工光及び前記第4加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明4に区分する。

（発明5）請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42

請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42は、発明1-4に区分された請求項と、第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材を備える、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42は、請求項1、30-32の従属請求項ではない。また、請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42は、発明1-4に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42は発明1-4のいずれにも区分できない。

そして、請求項33-38、請求項38を引用する請求項40-42は、「前記第1光学系は、前記第1加工光の集光位置を、前記第1加工光の照射方向に沿って変更可能な第1集光位置変更部材と、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する第1方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光の集光位置を、前記第2加工光の照射方向に沿って変更可能な第2集光位置変更部材と、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する第2方向に沿って変更するように前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材とを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明5に区分する。

（発明6）請求項39、請求項39を引用する請求項40-42

請求項39、請求項39を引用する請求項40-42は、発明1-5に区分された請求項と、第1及び第2加工光によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材を備える、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項39、請求項39を引用する請求項40-42は、請求項1、30-33の従属請求項ではない。また、請求項39、請求項39を引用する請求項40-42は、発明1-5に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項39、請求項39を引用する請求項40-42は発明1-5のいずれにも区分できない。

そして、請求項39、請求項39を引用する請求項40-42は、「前記第1光学系は、前記第1加工光が照射される第1照射位置を、前記第1加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第1加工光を偏向可能な第1偏向部材と、前記第1加工光の強度を検出可能な第1検出器とを含み、前記第2光学系は、前記第2加工光が照射される第2照射位置を、前記第2加工光の照射方向と交差する方向に沿って変更するように、前記第2加工光を偏向可能な第2偏向部材と、前記第2加工光の強度を検出可能な第2検出器とを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明6に区分する。

（発明7）請求項43-50

請求項43-50は、発明1-6に区分された請求項と、加工装置、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項43-50は、請求項1、30-33、39の従属請求項ではない。また、請求項43-50は、発明1-6に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項43-50は発明1-6のいずれにも区分できない。

そして、請求項43-50は、「前記光軸に交差する方向における前記電気部品と前記支持部材との間の第1距離は、前記光軸に交差する方向における前記光軸と前記支持部材との間の第2距離よりも長い」という特別な技術的特徴を有しているので、発明7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）

（発明8）請求項51、請求項51を引用する請求項54-69

請求項51、請求項51を引用する請求項54-69は、発明1-7に区分された請求項と、加工装置、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項51、請求項51を引用する請求項54-69は、請求項1、30-33、39、43の従属請求項ではない。また、請求項51、請求項51を引用する請求項54-69は、発明1-7に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項51、請求項51を引用する請求項54-69は発明1-7のいずれにも区分できない。

そして、請求項51、請求項51を引用する請求項54-69は、「前記第1及び第2加工光の少なくとも一方によって形成される溶融池に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える」という特別な技術的特徴を有しているため、発明8に区分する。

（発明9）請求項52、請求項52を引用する請求項54-69

請求項52、請求項52を引用する請求項54-69は、発明1-8に区分された請求項と、加工装置、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項52、請求項52を引用する請求項54-69は、請求項1、30-33、39、43、51の従属請求項ではない。また、請求項52、請求項52を引用する請求項54-69は、発明1-8に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項52、請求項52を引用する請求項54-69は発明1-8のいずれにも区分できない。

そして、請求項52、請求項52を引用する請求項54-69は、「前記照射装置によって前記第1及び第2加工光が照射される位置に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備える」という特別な技術的特徴を有しているため、発明9に区分する。

（発明10）請求項53、請求項53を引用する請求項54-69

請求項53、請求項53を引用する請求項54-69は、発明1-9に区分された請求項と、加工装置、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項53、請求項53を引用する請求項54-69は、請求項1、30-33、39、43、51-52の従属請求項ではない。また、請求項53、請求項53を引用する請求項54-69は、発明1-9に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項53、請求項53を引用する請求項54-69は発明1-9のいずれにも区分できない。

そして、請求項53、請求項53を引用する請求項54-69は、「前記照射装置によって第1加工光が照射される照射領域に、造形材料を供給可能な材料供給部材とを備え、前記第1加工光が照射される照射領域は、前記第2加工光が照射される領域と少なくとも一部が重なる」という特別な技術的特徴を有しているため、発明10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ため、この国際調査報告は、手数料の納付があった次の請求項のみについて作成した。
請求項1-42
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ため、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/JP2022/015889

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-536635 A	19.12.2019	US 2018/0141160 A1 段落[0001]-[0026], 図1-3 WO 2018/093504 A1 EP 3541566 B1 CN 109996644 A	
JP 2021-186861 A	13.12.2021	(ファミリーなし)	
JP 2016-26881 A	18.02.2016	CN 105195904 A KR 10-2015-0146435 A TW 201603929 A	
JP 2014-24105 A	06.02.2014	(ファミリーなし)	
JP 2009-32780 A	12.02.2009	(ファミリーなし)	
JP 2021-30253 A	01.03.2021	US 2020/0361038 A1 段落[0079]-[0096], 図2-3 DE 102020206089 A1 CN 111940910 A	
JP 2014-161902 A	08.09.2014	US 2015/0352666 A1 段落[0096], [0098], 図3-4 WO 2014/132503 A1 EP 2923791 A1 TW 201433397 A KR 10-2015-0086374 A CN 104870137 A	
JP 2005-14089 A	20.01.2005	(ファミリーなし)	
JP 63-144889 A	17.06.1988	(ファミリーなし)	
US 2018/0345413 A1	06.12.2018	WO 2016/128430 A1 EP 3256285 B1 DE 102015202347 A1 CN 108883499 A	
WO 2020/075632 A1	16.04.2020	US 2021/0346991 A1 段落[0045]-[0056], 図7-9 EP 3865244 A1 CN 112823075 A	