(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
2019年8月8日(08.08.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/150481 A1

(51) 国際特許分類:
B29C 64/268 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B23K 26/342 (2014.01) *B33Y 30/00* (2015.01)
B29C 64/153 (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/003192

(22) 国際出願日： 2018年1月31日(31.01.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

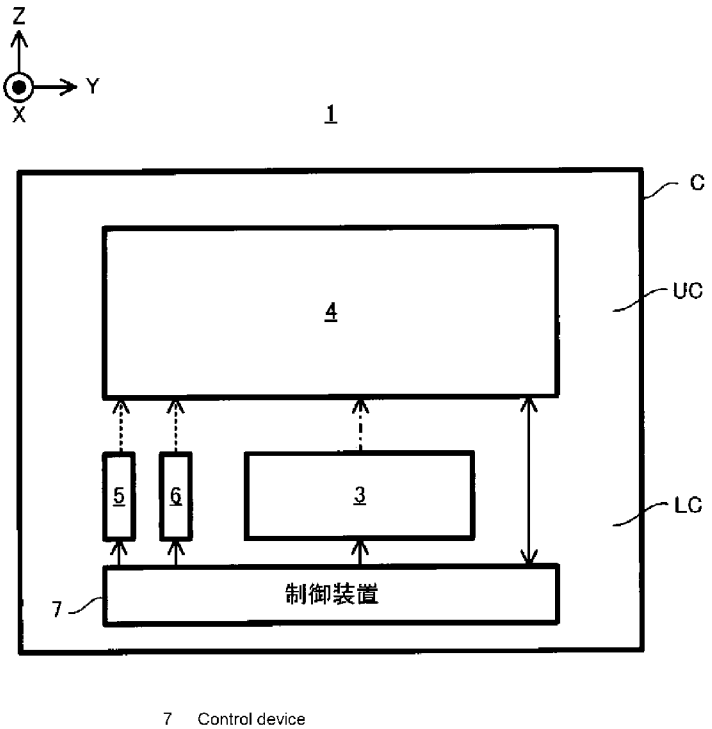
(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松田 壮史 (MATSUDA, Takeshi); 〒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). 長坂 博之 (NAGASAKA, Hiroyuki); 〒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). 白石 雅之 (SHIRAISHI, Masayuki); 〒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). 江上 茂樹 (EGAMI, Shigeki); 〒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). 山本 岳洋 (YAMAMOTO, Takehiro); 〒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

(54) **Title:** PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称： 処理装置及び処理方法



7 Control device

(57) **Abstract:** This processing device is provided with: an irradiation device that applies an energy beam to an irradiation position; and a supply device that supplies a material to the irradiation position. The processing device forms an object by moving the irradiation position from a first position on a first object to a second position separated from the first object.

(57) 要約：処理装置は、エネルギービームを照射位置に照射する照射装置と、前記照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、前記照射位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する。

WO 2019/150481 A1

［続葉有］

オークビル京橋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, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 処理装置及び処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、基材に造形物を形成するための造形システム及び造形方法、並びに、この造形システムで用いられる材料保持装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、粉状の材料をエネルギビームで溶融した後に、溶融した材料を再固化させることで造形物を形成する造形システムが記載されている。このような造形システムでは、所望の形状の造形物を形成することが技術的課題となる。

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２０１７／０１４９０９号明細書

発明の概要

[0004] 第１の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、前記照射位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する処理装置が提供される。

[0005] 第２の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体から突出した第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物から突出した第２造形物を形成する処理装置が提供される。

[0006] 第３の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネル

ギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体に前記エネルギビームを照射して第１方向側に向けられた第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体の前記第１方向側に第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物の前記第１方向側に第２造形物を形成する処理装置が提供される。

[0007] 第４の態様によれば、材料を供給する供給装置と、前記材料の供給位置にエネルギビームを照射する照射装置とを備え、前記供給位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する処理装置が提供される。

[0008] 第５の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理装置が提供される。

[0009] 第６の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、鉛直方向に沿った方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理装置が提供される。

[0010] 第７の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、重力に逆らう方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理装置が提供される。

[0011] 第８の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネル

ギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記エネルギビームの照射位置との位置関係を変更する処理装置が提供される。

[0012] 第９の態様によれば、エネルギビームを照射して前記エネルギビームの照射位置に溶融池を形成する照射装置と、前記照射位置に材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する処理装置が提供される。

[0013] 第１０の態様によれば、エネルギビームを照射する照射装置と、前記エネルギビームの照射に合わせて材料を供給する供給装置とを備え、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記材料の供給位置との位置関係を変更する処理装置が提供される。

[0014] 第１１の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することとを含み、前記照射位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する処理方法が提供される。

[0015] 第１２の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することとを含み、第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体から突出した第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物から突出した第２造形物を形成する処理方法が提供される。

[0016] 第１３の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギ

ビームの照射位置に材料を供給することとを含み、第１物体に前記エネルギビームを照射して第１方向側に向けられた第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体の前記第１方向側に第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物の前記第１方向側に第２造形物を形成する処理方法が提供される。

[0017] 第１４の態様によれば、材料を供給することと、前記材料の供給位置にエネルギビームを照射することとを含み、前記供給位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する処理方法が提供される。

[0018] 第１５の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することとを含み、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理方法が提供される。

[0019] 第１６の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することとを含み、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、鉛直方向に沿った方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理方法が提供される。

[0020] 第１７の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することとを含み、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、重力に逆らう方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理方法が提供される。

[0021] 第１８の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと、第１物体にエネルギビームを照

射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記エネルギビームの照射位置との位置関係を変更することとを含む処理方法が提供される。

[0022] 第１９の態様によれば、エネルギビームを照射して前記エネルギビームの照射位置に溶融池を形成することと、前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更することとを含む処理方法が提供される。

[0023] 第２０の態様によれば、エネルギビームを照射することと、前記エネルギビームの照射に合わせて材料を供給することと、第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記造形材料の供給位置との位置関係を変更することとを含む処理方法が提供される。

[0024] 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

[0025] [図1]図１は、本実施形態の造形システムの構造を示すブロック図である。

[図2]図２は、本実施形態の造形システムが備える造形装置の構造を示す側面図である（但し、説明の便宜上、一部は断面図である）。

[図3]図３（ａ）から図３（ｃ）は、夫々、造形面において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4]図４（ａ）から図４（ｃ）の夫々は、第１造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図5]図５（ａ）から図４（ｅ）の夫々は、第２造形動作によって延伸構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図6]図６（ａ）から図６（ｄ）の夫々は、第２造形動作によって延伸構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図7]図７（ａ）から図７（ｄ）の夫々は、第２造形動作によって形成された延伸構造物の一例を示す断面図又は斜視図である。

[図8]図８（ａ）から図８（ｆ）の夫々は、第２造形動作によって形成された延伸構造物の一例を示す断面図又は斜視図である。

[図9]図９（ａ）から図９（ｄ）の夫々は、第２造形動作によって形成された延伸構造物の一例を示す断面図又は斜視図である。

[図10]図１０（ａ）から図１０（ｄ）の夫々は、第２造形動作によって形成された延伸構造物の一例を示す断面図又は斜視図である。

[図11]図１１は、第２造形動作によって形成された３次元構造物の一例を示す斜視図である。

[図12]図１２（ａ）及び図１２（ｂ）の夫々は、第１変形例の造形装置の構造を示す側面図である（但し、説明の便宜上、一部は断面図である）。

[図13]図１３は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図14]図１４は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図15]図１５は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図16]図１６は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図17]図１７は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図18]図１８は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図19]図１９は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図20]図２０は、第２変形例における第２造形動作によって３次元構造物を形成する過程を示す断面図である。

[図21]図２１は、造形される３次元構造物の構造の一例を示す図である。

[図22]図２２は、造形される３次元構造物の構造の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら、処理装置及び処理方法の実施形態について説明する。以下では、レーザ肉盛溶接法（ＬＭＤ：Ｌａｓｅｒ　Ｍｅｔａｌ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）により、造形材料Ｍを用いた付加加工を行うことで３次元構造物ＳＴを形成可能な造形システム１を用いて、処理装置及び処理方法の実施形態を説明する。尚、レーザ肉盛溶接法（ＬＭＤ）は、ダイレクト・メタル・デポジション、ダイレクト・エナジー・デポジション、レーザクラッディング、レーザ・エンジニアード・ネット・シェイピング、ダイレクト・ライト・ファブリケーション、レーザ・コンソリデーション、シェイプ・デポジション・マニュファクチャリング、ワイヤ－フィード・レーザ・デポジション、ガス・スルー・ワイヤ、レーザ・パウダー・フージョン、レーザ・メタル・フォーミング、セレクティブ・レーザ・パウダー・リメルティング、レーザ・ダイレクト・キャスティング、レーザ・パウダー・デポジション、レーザ・アディティブ・マニュファクチャリング、レーザ・ラピッド・フォーミングと称してもよい。

[0027] 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、造形システム１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或いは重力方向）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、θＸ方向、θＹ方向及びθＺ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。

[0028] （１）造形システム１の構造

初めに、図１及び図２を参照しながら、本実施形態の造形システム１の全体構造について説明する。図１は、本実施形態の造形システム１の構造の一例を示すブロック図である。図２は、本実施形態の造形システム１が備える造形装置４の構造を示す断面図である。

[0029] 造形システム１は、３次元構造物（つまり、３次元方向のいずれの方向においても大きさを持つ３次元の物体であり、立体物、言い換えると、Ｘ、Ｙ及びＺ方向において大きさを持つ物体）ＳＴを形成可能である。造形システム１は、３次元構造物ＳＴを形成するための基礎（つまり、母材）となるワークＷ上に、３次元構造物ＳＴを形成可能である。造形システム１は、ワークＷに付加加工を行うことで、３次元構造物ＳＴを形成可能である。ワークＷが後述するステージ４３である場合には、造形システム１は、ステージ４３上に、３次元構造物ＳＴを形成可能である。ワークＷがステージ４３によって保持されている既存構造物である場合には、造形システム１は、既存構造物上に、３次元構造物ＳＴを形成可能である。この場合、造形システム１は、既存構造物と一体化された３次元構造物ＳＴを形成してもよい。既存構造物と一体化された３次元構造物ＳＴを形成する動作は、既存構造物に新たな構造物を付加する動作と等価である。或いは、造形システム１は、既存構造物と分離可能な３次元構造物ＳＴを形成してもよい。尚、図２は、ワークＷが、ステージ４３によって保持されている既存構造物である例を示している。また、以下でも、ワークＷがステージ４３によって保持されている既存構造物である例を用いて説明を進める。

[0030] 上述したように、造形システム１は、レーザ肉盛溶接法により３次元構造物ＳＴを形成可能である。つまり、造形システム１は、積層造形技術を用いて物体を形成する３Ｄプリンタであるとも言える。尚、積層造形技術は、ラピッドプロトタイピング（Ｒａｐｉｄ　Ｐｒｏｔｏｔｙｐｉｎｇ）、ラピッドマニュファクチャリング（Ｒａｐｉｄ　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ）、又は、アディティブマニュファクチャリング（Ａｄｄｉｔｉｖｅ　Ｍａｎｕ

ｆａｃｔｕｒｉｎｇ）とも称される。

[0031] ３次元構造物ＳＴを形成するために、造形システム１は、図１に示すように、材料供給装置３と、造形装置４と、光源５と、ガス供給装置６と、制御装置７とを備える。材料供給装置３と、造形装置４と、光源５と、ガス供給装置６と、制御装置７とは、筐体Ｃ内に収容されている。図１に示す例では、造形装置４が、筐体Ｃの上部空間ＵＣに収容され、材料供給装置３、光源５、ガス供給装置６及び制御装置７が、上部空間ＵＣの下方に位置する筐体Ｃの下部空間ＬＣに収容される。但し、材料供給装置３、造形装置４、光源５、ガス供給装置６及び制御装置７の夫々の筐体Ｃ内での配置位置が図１に示す配置位置に限定されることはない。

[0032] 材料供給装置３は、造形装置４に造形材料Ｍを供給する。材料供給装置３は、造形装置４が３次元構造物ＳＴを形成するために単位時間あたりに必要とする分量の造形材料Ｍが材料供給装置３から造形装置４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。

[0033] 造形材料Ｍは、所定強度以上の光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。但し、造形材料Ｍとして、金属性の材料及び樹脂性の材料とは異なるその他の材料が用いられてもよい。造形材料Ｍは、粉状の又は粒状の材料である。つまり、造形材料Ｍは、粉粒体である。但し、造形材料Ｍは、粉粒体でなくてもよく、例えばワイヤ状の造形材料やガス状の造形材料が用いられてもよい。尚、造形装置４は、造形材料Ｍを荷電粒子線等のエネルギビームで加工して造形物を形成してもよい。

[0034] 造形装置４は、材料供給装置３から供給される造形材料Ｍを加工して３次元構造物ＳＴを形成する。３次元構造物ＳＴを形成するために、造形装置４は、図２に示すように、造形ヘッド４１と、ヘッド駆動系４２と、ステージ４３とを備える。更に、造形ヘッド４１は、照射系４１１と、材料ノズル（つまり造形材料Ｍを供給する供給系）４１２とを備えている。造形ヘッド４１と、ヘッド駆動系４２と、ステージ４３とは、チャンバ４６内に収容され

ている。

[0035] 照射系４１１は、射出部４１３から光ＥＬを射出するための光学系（例えば、集光光学系）である。具体的には、照射系４１１は、光ＥＬを発する光源５と、光ファイバやライトパイプ等の不図示の光伝送部材を介して光学的に接続されている。照射系４１１は、光伝送部材を介して光源５から伝搬してくる光ＥＬを射出する。照射系４１１は、照射系４１１から下方（つまり、－Ｚ側）に向けて光ＥＬを照射する。照射系４１１の下方には、ステージ４３が配置されている。ステージ４３にワークＷが搭載されている場合には、照射系４１１は、ワークＷに向けて光ＥＬを照射可能である。具体的には、照射系４１１は、光ＥＬが照射される領域として設定される照射領域ＥＡに光ＥＬが集光されるように、照射領域ＥＡに光ＥＬを照射する。更に、照射系４１１の状態は、制御装置７の制御下で、光ＥＬを照射する状態と、光ＥＬを照射しない状態との間で切替可能である。尚、照射系４１１から射出される光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。

[0036] 材料ノズル４１２は、造形材料Ｍを供給する供給アウトレット４１４を有する。材料ノズル４１２は、供給アウトレット４１４から造形材料Ｍを材料供給路に沿って供給（具体的には、噴射、噴出又は射出）する。材料ノズル４１２は、造形材料Ｍの供給源である材料供給装置３と、不図示のパイプ等の粉体伝送部材を介して物理的に接続されている。材料ノズル４１２は、粉体伝送部材を介して材料供給装置３から供給される造形材料Ｍを供給する。尚、図２において材料ノズル４１２は、チューブ状に描かれているが、材料ノズル４１２の形状は、この形状に限定されない。材料ノズル４１２は、材料ノズル４１２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４１２の下方には、ステージ４３が配置されている。ステージ４３にワークＷが搭載されている場合には、材料ノズル４１２は、ワークＷに向けて造形材料Ｍを供給する。尚、材料ノズル４１２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。尚、複数の材料ノズル４１２を設けてもよい。

[0037] 本実施形態では、材料ノズル４１２は、照射系４１１による光ＥＬの照射位置に向けて造形材料Ｍを供給するように、照射系４１１に対して位置合わせされている。材料ノズル４１２は、照射系４１１が光ＥＬを照射する照射領域ＥＡに向けて造形材料Ｍを供給するように、照射系４１１に対して位置合わせされている。つまり、材料ノズル４１２が造形材料Ｍを供給する領域として設定される供給領域ＭＡと照射領域ＥＡとが一致する（或いは、少なくとも部分的に重複する）ように、材料ノズル４１２と照射系４１１とが位置合わせされている。尚、照射系４１１から射出された光ＥＬによって形成される後述の溶融池ＭＰに、材料ノズル４１２が造形材料Ｍを供給するように位置合わせされていてもよい。また、材料ノズル４１２が造形材料Ｍを供給する供給領域ＭＡと、溶融池ＭＰの領域とが部分的に重畳するように位置合わせされてもよい。

[0038] ヘッド駆動系４２は、造形ヘッド４１を移動させる。造形ヘッド４１を移動させるために、ヘッド駆動系４２は、ヘッド駆動系４２Ｘと、ヘッド駆動系４２Ｙと、ヘッド駆動系４２Ｚとを備える。ヘッド駆動系４２Ｘは、Ｘ軸に沿って造形ヘッド４１を移動させる。ヘッド駆動系４２Ｙは、Ｙ軸に沿って造形ヘッド４１を移動させる。ヘッド駆動系４２Ｚは、Ｚ軸に沿って造形ヘッド４１を移動させる。つまり、ヘッド駆動系４２は、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸の夫々に沿って造形ヘッド４１を移動させる。造形ヘッド４１がＸ軸に沿って移動すると、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡは、Ｘ軸に沿って移動する。造形ヘッド４１がＹ軸に沿って移動すると、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡは、Ｙ軸に沿って移動する。造形ヘッド４１がＺ軸に沿って移動すると、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡは、Ｚ軸に沿って移動する。尚、ヘッド駆動系４２は、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸の少なくとも一つに加えて又は代えて、θＸ軸、θＹ軸及びθＺ軸の少なくとも一つに沿って移動（つまり、回転）させてもよい。

[0039] ヘッド駆動系４２Ｘ、ヘッド駆動系４２Ｙ及びヘッド駆動系４２Ｚの夫々は、例えば、モータを含む駆動系であるが、その他のアクチュエータ（或いは、駆動源）を含む駆動系であってもよい。ヘッド駆動系４２Ｘは、チャンバ４６の底面に空気ばね等の防振装置を介して設置される支持フレーム４２３に固定され且つＸ軸に沿って延びるＸガイド部４２１Ｘと、モータ４２２Ｘとを備える。ヘッド駆動系４２Ｙは、Ｙ軸に沿って延びるＹガイド部４２１Ｙと、モータ４２２Ｙとを備える。ヘッド駆動系４２Ｚは、Ｚ軸に沿って延びるＺガイド部４２１Ｚと、モータ４２２Ｚとを備える。モータ４２２Ｘが駆動すると、Ｘガイド部４２１Ｘに沿って（つまり、Ｘ軸に沿って）Ｙガイド部４２１Ｙ（更には、Ｚガイド部４２１Ｚを介してＹガイド部４２１Ｙに連結されている造形ヘッド４１）が移動する。モータ４２２Ｙが駆動すると、Ｙガイド部４２１Ｚに沿って（つまり、Ｙ軸に沿って）Ｚガイド部４２１Ｚ（更には、Ｚガイド部４２１Ｚに連結されている造形ヘッド４１）が移動する。モータ４２２Ｚが駆動すると、Ｚガイド部４２１Ｚに沿って（つまり、Ｚ軸に沿って）造形ヘッド４１が移動する。尚、防振装置はなくてもよい。

[0040] ステージ４３は、ワークＷを保持可能である。更に、ステージ４３は、保持したワークＷをリリース可能である。上述した照射系４１１は、ステージ４３がワークＷを保持している期間の少なくとも一部において光ＥＬを照射する。更に、上述した材料ノズル４１２は、ステージ４３がワークＷを保持し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。尚、材料ノズル４１２が供給した造形材料Ｍの一部は、ワークＷの表面からワークＷの外部へと（例えば、ステージ４３の周囲へと）散乱する又はこぼれ落ちる可能性がある。このため、造形システム１は、ステージ４３の周囲に、散乱した又はこぼれ落ちた造形材料Ｍを回収する回収装置を備えていてもよい。尚、ステージ４３は、ワークＷを保持するために、機械的なチャック、真空吸着チャック、電磁吸着チャック及び静電吸着チャック等の少なくとも一つを備えていてもよい。

[0041] 再び図１において、光源５は、例えば、赤外光、可視光及び紫外光のうちの少なくとも一つを、光ＥＬとして射出する。但し、光ＥＬとして、その他の種類の光が用いられてもよい。光ＥＬは、レーザ光である。この場合、光源５は、レーザ光源（例えば、レーザダイオード（ＬＤ：Ｌａｓｅｒ　Ｄｉｏｄｅ）等の半導体レーザを含んでいてもよい。レーザ光源としては、ファイバ・レーザやCO_2レーザ、ＹＡＧレーザ、エキシマレーザ等であってもよい。但し、光ＥＬはレーザ光でなくてもよいし、光源５は任意の光源（例えば、ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）、放電ランプ及びＥＵＶ（Ｅｘｔｒｅｍｅ　Ｕｌｔｒａ　Ｖｉｏｌｅｔ）光源等の少なくとも一つ）を含んでいてもよい。また、光源５に加えて又は代えて、荷電粒子線等のエネルギビームを射出するエネルギ源を用いてもよい。

[0042] ガス供給装置６は、不活性ガスの供給源である。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。ガス供給装置６は、造形装置４のチャンバ４６内に不活性ガスを供給する。その結果、チャンバ４６の内部空間は、不活性ガスによってパージされた空間となる。尚、ガス供給装置６は、窒素ガスやアルゴンガス等の不活性ガスが格納されたボンベであってもよいし、不活性ガスが窒素ガスである場合には、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。

[0043] 制御装置７は、造形システム１の動作を制御する。制御装置７は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等の演算装置や、メモリ等の記憶装置を含んでいてもよい。特に、本実施形態では、制御装置７は、照射系４１１による光ＥＬの射出態様を制御する。射出態様は、例えば、光ＥＬの強度及び光ＥＬの射出タイミングの少なくとも一方を含む。光ＥＬがパルス光である場合には、射出態様は、例えば、パルス光の発光時間の長さ及びパルス光の発光時間と消光時間との比（いわゆる、デューティ比）の少なくとも一方を含んでいてもよい。更に、制御装置７は、ヘッド駆動系４２による造形ヘッド４１の移動態様を制御する。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の少なくとも一つを

含む。更に、制御装置７は、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給態様を制御する。供給態様は、例えば、供給量（特に、単位時間当たりの供給量）を含む。尚、制御装置７は、造形システム１の内部に設けられていなくてもよく、例えば、造形システム１外にサーバ等として設けられていてもよい。

[0044] （２）造形システム１の動作

続いて、造形システム１による３次元構造物ＳＴを形成するための造形動作について説明する。造形システム１は、形成するべき３次元構造物ＳＴの３次元モデルデータ（例えば、ＣＡＤ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｄｅｓｉｇｎ）データ）等に基づいて３次元構造物ＳＴを形成する。３次元モデルデータは、３次元構造物ＳＴの形状（特に、３次元形状）を表すデータを含む。３次元モデルデータとして、造形システム１内に設けられた不図示の計測装置で計測された立体物の計測データが用いられてもよい。３次元モデルデータとして、造形システム１とは別に設けられた３次元形状計測機の計測データが用いられてもよい。このような３次元形状計測機の一例として、ワークＷに対して移動可能であって且つワークＷに接触可能なプローブを有する接触型の３次元測定機及び非接触型の３次元計測機の少なくとも一方があげられる。非接触型の３次元計測機の一例として、パターン投影方式の３次元計測機、光切断方式の３次元計測機、タイム・オブ・フライト方式の３次元計測機、モアレトポグラフィ方式の３次元計測機、ホログラフィック干渉方式の３次元計測機、ＣＴ（Ｃｏｍｐｕｔｅｄ Ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）方式の３次元計測機、及び、ＭＲＩ（Ｍａｇｎｅｔｉｃ Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ Ｉｍａｇｉｎｇ）方式の３次元計測機の少なくとも一つがあげられる。３次元モデルデータとして、３次元構造物ＳＴの設計データが用いられてもよい。

[0045] 本実施形態では、造形システム１は、３次元構造物ＳＴを形成するべき造形面ＣＳに交差する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を順に形成することで３次元構造物ＳＴを形成する第

１造形動作を行ってもよい。尚、造形面ＣＳは、ワークＷの上面（つまり、＋Ｚ側を向いている表面）であるワーク面ＷＳの少なくとも一部に設定されてもよいし、ワーク面ＷＳに形成された既存構造物（例えば、構造層ＳＬ）の表面に設定されてもよい。造形システム１は、第１造形動作に加えて、造形面ＣＳに交差する方向に向かって延びた（言い換えれば、延ばされた、伸びた、伸ばされた、伸長した、伸長された、突き出した、突起した、隆起した、盛り上がった、出っ張った、膨らんだ、膨れ出た又は膨れ上がった）延伸構造物ＳＰを形成することで３次元構造物ＳＴを形成する第２造形動作を行ってもよい。以下、第１造形動作及び第２造形動作について順に説明する。

[0046] （２－１）第１造形動作

初めに、第１造形動作について説明する。第１造形動作を行う造形システム１は、造形面ＣＳに直交する方向に沿って３次元構造物ＳＴを輪切りにすることで得られる複数の構造層ＳＬを１層ずつ順に形成していく。その結果、造形面ＣＳに直交する方向に沿って複数の構造層ＳＬが積層された積層構造体である３次元構造物ＳＴが形成される。以下、複数の構造層ＳＬを１層ずつ順に形成していくことで３次元構造物ＳＴを形成する動作の流れについて説明する。

[0047] 尚、以下では、説明の便宜上、造形面ＣＳがＸＹ平面に沿った面であるものとする。このため、以下では、Ｚ軸方向に沿って３次元構造物ＳＴを輪切りにすることで得られる複数の構造層ＳＬを１層ずつ順に形成していくことで、Ｚ軸方向に沿って複数の構造層ＳＬが積層された３次元構造物ＳＴを形成するための第１造形動作について説明する。但し、造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜した面であってもよいし、ＸＹ平面に対して直交する面（つまり、Ｚ軸を含む平面）であってもよい。

[0048] まず、各構造層ＳＬを形成する動作について説明する。造形システム１は、制御装置７の制御下で、ワーク面ＷＳ又は形成済みの構造層ＳＬのうち最も上層（つまり、最も＋Ｚ側の）構造層ＳＬの上面ＷＳＬに設定される造形

面ＣＳに照射領域ＥＡを設定し、当該照射領域ＥＡに対して光ＥＬが集光されるように照射系４１１から光ＥＬを照射する。つまり、第１造形動作では、光ＥＬのフォーカス位置（つまり、集光位置、言い換えると、Ｚ軸方向或いは光ＥＬの進行方向において、光ＥＬが最も収斂している位置）は、造形面ＣＳに設定されている。尚、光ＥＬのフォーカス位置は、造形面ＭＳからＺ軸方向にずれた位置に設定されてもよい。その結果、図３（ａ）に示すように、照射系４１１から射出された光ＥＬによって造形面ＣＳ上の所望領域に、照射系４１１側（つまり、＋Ｚ側）を向いた溶融池（つまり、光ＥＬによって溶融した、液状の金属又は樹脂等のプール）ＭＰが形成される。更に、造形システム１は、制御装置７の制御下で、造形面ＣＳ上の所望領域に供給領域ＭＡを設定し、当該供給領域ＭＡに対して材料ノズル４１２から造形材料Ｍを供給する。ここで、上述したように照射領域ＥＡと供給領域ＭＡとが一致しているため、供給領域ＭＡは、溶融池ＭＰが形成された領域に設定されている。このため、造形システム１は、図３（ｂ）に示すように、溶融池ＭＰに対して、材料ノズル４１２から造形材料Ｍを供給する。その結果、溶融池ＭＰに供給された造形材料Ｍが溶融する。造形ヘッド４１の移動に伴って照射領域ＥＡが溶融池ＭＰから移動すると、溶融池ＭＰに光ＥＬが照射されなくなる。このため、溶融池ＭＰにおいて溶融した造形材料Ｍは、冷却されて再度固化（つまり、凝固）する。その結果、図３（ｃ）に示すように、再固化した造形材料Ｍが造形面ＣＳ上に堆積される。つまり、再固化した造形材料Ｍの堆積物による造形物が形成される。つまり、造形面ＣＳに造形材料Ｍの堆積物を付加する付加加工が行われることで、造形面ＣＳの照射系４１１側（つまり、＋Ｚ側）に造形物が形成される。

[0049] このような光の照射ＥＬ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の再固化を含む一連の造形処理が、造形面ＣＳに沿って造形ヘッド４１を移動させながら繰り返される。つまり、一連の造形処理が、造形ヘッド４１のＺ軸方向の位置を固定したまま造形ヘッド４１をＸ軸及びＹ軸の少なくとも一方に沿

って移動させながら繰り返される。造形面ＣＳに沿って造形ヘッド４１が移動すると、造形面ＣＳに沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰもまた移動する。従って、一連の造形処理が、造形面ＣＳに沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させながら繰り返される。この際、光ＥＬは、造形物を形成したい領域に選択的に照射される一方で、造形物を形成したくない領域に対して選択的に照射されない。尚、造形物を形成したくない領域には照射領域ＥＡが設定されないとも言える。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳに沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させながら、造形物を形成したい領域の分布（つまり、構造層ＳＬのパターン）に応じたタイミングで光ＥＬを造形面ＣＳに照射する。その結果、造形面ＣＳ上に、凝固した造形材料Ｍによる造形物の集合体に相当する構造層ＳＬが形成される。尚、上述した説明では、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させたが、後述する第２変形例等で説明するように照射領域ＥＡに対して造形面ＣＳを移動させてもよい。

[0050] 造形システム１は、このような構造層ＳＬを形成するための動作を、制御装置７の制御下で、３次元モデルデータに基づいて繰り返し行う。具体的には、まず、制御装置７は、３次元モデルデータを積層ピッチでスライス処理してスライスデータを作成する。尚、制御装置７は、造形システム１の特性に応じて、スライスデータを少なくとも部分的に修正してもよい。造形システム１は、制御装置７の制御下で、ワーク面ＷＳに相当する造形面ＣＳ上に１層目の構造層ＳＬ＃１を形成するための動作を、構造層ＳＬ＃１に対応する３次元モデルデータ（つまり、構造層ＳＬ＃１に対応するスライスデータ）に基づいて行う。その結果、ワーク面ＷＳ上には、図４（ａ）に示すように、構造層ＳＬ＃１が形成される。その後、造形システム１は、構造層ＳＬ＃１の上面ＷＳＬ＃１を新たな造形面ＣＳに設定した上で、当該新たな造形面ＣＳ上に２層目の構造層ＳＬ＃２を形成する。構造層ＳＬ＃２を形成するために、制御装置７は、まず、造形ヘッド４１がＺ軸に沿って移動するよう

にヘッド駆動系１２を制御する。具体的には、制御装置７は、ヘッド駆動系１２を制御して、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡが構造層ＳＬ＃１のワーク面ＷＳＬ（つまり、新たな造形面ＣＳ）に設定されるように、＋Ｚ側に向かって造形ヘッド４１を移動させる。これにより、光ＥＬのフォーカス位置が新たな造形面ＣＳに設定される。その後、造形システム１は、制御装置７の制御下で、構造層ＳＬ＃１を形成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＃２を形成する。その結果、図４（ｂ）に示すように、構造層ＳＬ＃１の上面ＷＳＬ＃１に構造層ＳＬ＃２が形成される。以降、同様の動作が、ワークＷ上に形成するべき３次元構造物ＳＴを構成する全ての構造層ＳＬが形成されるまで繰り返される。その結果、図４（ｃ）に示すように、Ｚ軸に沿って（つまり、溶融池ＭＰの底面から上面へと向かう方向に沿って）複数の構造層ＳＬが積層された積層構造物によって、３次元構造物ＳＴが形成される。

[0051] （２－２）第２造形動作

続いて、第２造形動作について説明する。第２造形動作を行う造形システム１は、造形面ＣＳに交差する方向に向かって延びた延伸構造物ＳＰを形成することで３次元構造物ＳＴを形成する。以下、延伸構造物ＳＰを形成する動作の流れについて説明する。

[0052] まず、造形システム１は、第２造形動作においても、第１造形動作と同様に、造形面ＣＳに照射領域ＥＡを設定し、当該照射領域ＥＡに対して光ＥＬが集光されるように照射系４１１から光ＥＬを照射する。更に、造形システム１は、制御装置７の制御下で、造形面ＣＳ上の所望領域に供給領域ＭＡを設定し、当該供給領域ＭＡに対して材料ノズル４１２から造形材料Ｍを供給する。その結果、図５（ａ）に示すように、造形面ＣＳの照射系４１１側に、再固化した造形材料Ｍの堆積物による造形物Ｓｕが形成される。つまり、造形面ＣＳに、造形面ＣＳから造形面ＣＳに交差する方向に突き出す造形物Ｓｕが形成される。ここまでの処理は、第２造形動作においても、第１造形動作と同一である。

[0053] その後、上述の第１造形動作では、造形システム１は、造形面ＣＳに沿って、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡを造形面ＣＳに対して移動させる（更には、結果として、溶融池ＭＰを移動させる）ことで、造形面ＣＳ上に１層目の構造層ＳＬ＃１を形成している。一方で、第２造形動作では、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って、照射領域ＥＡを造形面ＣＳに対して移動させることで、延伸構造物ＳＰを形成する。つまり、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って照射領域ＥＡと造形面ＣＳとの位置関係を変更することで、延伸構造物ＳＰを形成する。

[0054] 第２造形動作においても、第１造形動作と同様に、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡを移動させるために、造形システム１は、造形面ＣＳに対して造形ヘッド４１を移動させる。このとき、造形システム１は、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡが連続的に移動するように、造形ヘッド４１を連続的に移動させてもよい。或いは、造形システム１は、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡが段階的に移動するように造形ヘッド４１を段階的に移動させてもよい。但し、後述するようにステージ４３が移動可能である場合には、造形システム１は、造形ヘッド４１に対してステージ４３を移動させることで、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡを移動させてもよい。

[0055] 上述したように、造形材料Ｍが供給される供給領域ＭＡは、照射領域ＥＡと一致するように位置合わせされている。このため、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って供給領域ＭＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰを形成するとも言える。つまり、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って供給領域ＭＡと造形面ＣＳとの位置関係を変更することで、延伸構造物ＳＰを形成するとも言える。

[0056] 上述したように、照射領域ＥＡが設定される位置に溶融池ＭＰが形成される。このため、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って溶融池ＭＰを移動させることで、延伸

構造物ＳＰを形成するとも言える。つまり、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに交差する方向に沿って溶融池ＭＰと造形面ＣＳとの位置関係を変更することで、延伸構造物ＳＰを形成するとも言える。

[0057] 一例として、図５（ｂ）に示すように、造形システム１は、造形面ＣＳに直交する方向に沿って、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させてもよい。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における造形面ＣＳと照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰとの位置関係を維持したまま、造形面ＣＳに直交する方向における造形面ＣＳと照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰとの位置関係を変更してもよい。この場合、典型的には、造形システム１は、造形面ＣＳに直交する方向に沿って造形ヘッド４１を移動させることで、造形面ＣＳに直交する方向に沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における造形面ＣＳと造形ヘッド４１との位置関係を維持したまま、造形面ＣＳに直交する方向における造形面ＣＳと造形ヘッド４１との位置関係を変更するように造形ヘッド４１を移動させることで、造形面ＣＳに直交する方向に沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。

[0058] 或いは、図６（ａ）に示すように、造形システム１は、造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させてもよい。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における造形面ＣＳと照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰとの位置関係を変更しながら、造形面ＣＳに直交する方向における造形面ＣＳと照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰとの位置関係を変更してもよい。この場合、典型的には、造形システム１は、造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って造形ヘッド４１を移動させることで、造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における造形面

ＣＳと造形ヘッド４１との位置関係を変更しながら、造形面ＣＳに直交する方向における造形面ＣＳと造形ヘッド４１との位置関係を変更するように造形ヘッド４１を移動させることで、造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。このように、造形システム１は、造形面ＣＳと交差する方向に沿って、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させて、造形面ＣＳと交差する方向に延びた延伸構造物ＳＰを形成することができる。

[0059] 造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させる場合には、造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量（例えば、単位時間当たりの移動量又は移動量の総量、以下同じ）よりも、造形面ＣＳに直交する方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量が多くなるように、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させてもよい。造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量よりも、造形面ＣＳに直交する方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量が少なくなるように、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させてもよい。造形システム１は、造形面ＣＳに沿った方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量が、造形面ＣＳに直交する方向における照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動量と同じになるように、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させてもよい。

[0060] 第２造形動作では特に、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに設定されていた照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを、造形面ＣＳから離れた位置に移動させることで、延伸構造物ＳＰを形成する。造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳに設定されていた照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを、造形面ＣＳから離れた空間内において移動させることで、延伸構造物ＳＰを形成する。

[0061] 具体的には、造形システム１は、図５（ｂ）及び図６（ａ）の夫々に示すように、造形面ＣＳに造形物Ｓｕを形成した後に、当該造形物Ｓｕのうち延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向を向いている表面ＭＳに照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡを設定する。つまり、造形システム１は、造形面ＣＳ上に設定されていた照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡを、造形面ＣＳ上に既に形成済みの造形物Ｓｕのうち延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向を向いている表面ＭＳに移動させる（或いは、近づける）。尚、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向は、造形面ＣＳに交差する。この場合、典型的には、造形システム１は、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に向かって照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡを移動させる（つまり、造形ヘッド４１を移動させる）ことで、造形物Ｓｕの表面ＭＳの少なくとも一部に照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡを設定することができる。造形物Ｓｕの表面ＭＳに照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡが設定されると、造形物Ｓｕの表面ＭＳには、光ＥＬが照射される。特に、造形物Ｓｕの表面ＭＳには、当該表面ＭＳよりも延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に分布する空間を介して光ＥＬが照射される。その結果、造形物Ｓｕの表面ＭＳには、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向を向いた溶融池ＭＰが形成される。このため、造形システム１は、造形面ＣＳ上に形成されていた溶融池ＭＰを、造形面ＣＳ上に既に形成済みの造形物Ｓｕの表面ＭＳに移動させる（或いは、近づける）とも言える。

[0062] その結果、造形物Ｓｕの表面ＭＳに形成された溶融池ＭＰに造形材料Ｍが供給される。このため、造形物Ｓｕの表面ＭＳに形成された溶融池ＭＰに供給された造形材料Ｍが溶融する。造形ヘッド４１の移動に伴って照射領域ＥＡが造形物Ｓｕの表面ＭＳから移動する（つまり、離れる）と、造形物Ｓｕの表面ＭＳに形成された溶融池ＭＰにおいて溶融した造形材料Ｍは、冷却されて再度固化（つまり、凝固）する。その結果、図５（ｃ）及び図６（ｂ）の夫々に示すように、造形面ＣＳ上に既に形成されていた造形物Ｓｕ（以降、造形面ＣＳ上に既に形成されていた造形物Ｓｕを、適宜“造形物Ｓｕ１”と称する）上に、再固化した造形材料Ｍの堆積物による新たな造形物Ｓｕ２

が形成される。つまり、造形面ＣＳ上に既に形成されていた造形物Ｓｕ１の表面ＭＳに、造形物Ｓｕ１から延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に突き出す新たな造形物Ｓｕ２が形成される。その結果、造形面ＣＳ上には、造形物Ｓｕ１及び造形物Ｓｕ２を含む造形物Ｓｕが形成される。このように造形物Ｓｕ１上に造形物Ｓｕ２を形成することで、造形システム１は、造形面ＣＳに交差する方向に向かって造形物Ｓｕを成長させている。造形システム１は、延伸構造物ＳＰを成長させたい方向に向かって造形物Ｓｕを成長させている。造形システム１は、造形面ＣＳから離れる方向に向かって造形物Ｓｕを成長させている。造形システム１は、造形面ＣＳから離れた空間内において造形物Ｓｕを成長させている。造形システム１は、造形物Ｓｕの端部（特に、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向を向いている端部）が、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に向かって造形面ＣＳから離れていくように造形物Ｓｕを成長させている。

[0063] 以降、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に向かって照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させる動作を繰り返す。つまり、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、造形面ＣＳ上に既に形成済みの造形物Ｓｕのうち延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向を向いている表面ＭＳに照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡが設定されるように、造形ヘッド４１を移動させる動作を繰り返す。その結果、造形システム１は、照射系４１１から光ＥＬを照射しながら、延伸構造物ＳＰを延伸させたい方向に向かって造形物Ｓｕを成長させる動作を繰り返すことになる。このため、造形面ＣＳ上に、照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡの移動方向に沿って延びる造形物Ｓｕである延伸構造物ＳＰが形成される。つまり、造形面ＣＳ上に、造形面ＣＳから離れる空間内において造形面ＣＳに交差する方向に沿って延びる造形物Ｓｕである延伸構造物ＳＰが形成される。例えば、図５（ｂ）及び図５（ｃ）に示すように造形面ＣＳに直交する方向に沿って照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡが移動した場合には、図５（ｄ）及び図５（ｅ）に示すように、造形面ＣＳに直

交する方向に沿って延びる造形物Ｓｕである延伸構造物ＳＰが形成される。例えば、図６（ａ）及び図６（ｂ）に示すように造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って照射領域ＥＡ及び供給領域ＭＡが移動した場合には、図６（ｃ）及び図６（ｄ）に示すように、造形面ＣＳに対して傾斜する方向に沿って延びる造形物Ｓｕである延伸構造物ＳＰが形成される。尚、このような延伸構造物ＳＰは、図５（ｄ）及び図５（ｅ）、並びに、図６（ｄ）及び図５（ｅ）に示すように、典型的には、線状の、棒状の、角柱状の、円柱状の又は長手形状の構造物となり得る。但し、延伸構造物ＳＰの形状がこれらの形状に限定されることはない。

[0064] 上述したように、造形面ＣＳは、ＸＹ平面に沿った面であってもよい。例えば、造形面ＣＳは、ＸＹ平面に沿った面であるワーク面ＷＳに設定されていてもよい。造形面ＣＳがＸＹ平面に沿った面である場合、造形面ＣＳに直交する方向は、Ｚ軸方向（つまり、鉛直方向）となる。この場合、造形システム１は、図７（ａ）及び図７（ｂ）に示すように、造形面ＣＳから鉛直方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。更に、造形面ＣＳに対して傾斜する方向は、Ｚ軸方向に対して傾斜する方向となる。つまり、造形面ＣＳに対して傾斜する方向は、鉛直方向に沿った方向成分を含む方向となる。この場合、造形システム１は、図７（ｃ）及び図７（ｄ）に示すように、造形面ＣＳから鉛直方向に沿った方向成分を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。

[0065] 上述したように、造形面ＣＳは、ＸＹ平面に対して傾斜した面であってもよい。例えば、造形面ＣＳは、ワーク面ＷＳに形成されている既存構造物ＳＡのうちＸＹ平面に対して傾斜した表面に設定されていてもよい。造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜した面である場合、造形面ＣＳに直交する方向は、Ｚ軸方向（つまり、鉛直方向）に対して傾斜した方向となる。更に、造形面ＣＳに対して傾斜する方向もまた、Ｚ軸方向に対して傾斜する方向となり得る。この場合、造形システム１は、図８（ａ）から図８（ｆ）に示すように、造形面ＣＳから鉛直方向に沿った方向成分を含む方向に向かって延びる

延伸構造物ＳＰを形成することができる。尚、造形システム１は、図８（ａ）から図８（ｄ）に示すように、造形面ＣＳから重力に逆らう方向成分（つまり、＋Ｚ側に向かう方向成分）を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成してもよい。或いは、造形システム１は、図８（ｅ）から図８（ｆ）に示すように、造形面ＣＳから重力に従う方向成分（つまり、－Ｚ側に向かう方向成分）を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成してもよい。或いは、造形面ＣＳに対して傾斜する方向は、Ｚ軸方向に沿った方向となり得る。この場合、造形システム１は、図９（ａ）及び図９（ｂ）に示すように、造形面ＣＳから鉛直方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。或いは、造形面ＣＳに対して傾斜する方向は、Ｚ軸方向に直交する方向（つまり、ＸＹ平面に沿った方向であり、水平方向）となり得る。この場合、造形システム１は、図９（ｃ）及び図９（ｄ）に示すように、造形面ＣＳから水平方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。尚、ワーク面ＷＳが水平方向に沿った面であるため、造形システム１は、ワーク面ＷＳに沿った方向に向かって延びる（つまり、ワーク面ＷＳに平行な）延伸構造物ＳＰを形成することができる。

[0066] 上述したように、造形面ＣＳは、ＸＹ平面に対して直交した面（つまり、Ｚ軸を含む面）であってもよい。例えば、造形面ＣＳは、ワーク面ＷＳに形成されている既存構造物ＳＡのうちＸＹ平面に対して直交した表面に設定されていてもよい。造形面ＣＳがＸＹ平面に対して直交した面である場合、造形面ＣＳに直交する方向は、Ｚ軸方向に直交する方向（つまり、ＸＹ平面に沿った方向であり、水平方向）となる。この場合、造形システム１は、図１０（ａ）及び図１０（ｂ）に示すように、造形面ＣＳから水平方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。更に、造形面ＣＳに対して傾斜する方向は、Ｚ軸方向に対して傾斜する方向となり得る。この場合、造形システム１は、図１０（ｃ）及び図１０（ｄ）に示すように、造形面ＣＳから鉛直方向に沿った方向成分を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成することができる。また、図示しないものの、造形面ＣＳがＸＹ平

面に対して直交した面である場合においても、造形システム１は、造形面ＣＳから重力に逆らう方向成分を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成してもよいし、造形面ＣＳから重力に従う方向成分を含む方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成してもよい。

[0067] 尚、造形面ＣＳがワーク面ＷＳに形成されている既存構造物ＳＡの表面に設定されている場合には、造形システム１は、ワーク面ＷＳから離れた延伸構造物ＳＰを形成してもよい。造形システム１は、ワーク面ＷＳとの間に空隙が確保された延伸構造物ＳＰを形成してもよい。図８（ａ）から図１０（ｄ）は、いずれも、ワーク面ＷＳから離れた延伸構造物ＳＰを示している。但し、造形システム１は、少なくとも一部がワーク面ＷＳに接触する又は一体化している延伸構造物ＳＰを形成してもよい。例えば、造形システム１は、造形面ＣＳからワーク面ＷＳに向かって延びる延伸構造物ＳＰを形成してもよい。この場合、延伸構造物ＳＰの端部がワーク面ＷＳと接触する又は一体化する。

[0068] 造形システム１は、このような延伸構造物ＳＰを形成する動作を、制御装置７の制御下で、３次元モデルデータに基づいて繰り返し行う。具体的には、まず、制御装置７は、３次元モデルデータを、３次元構造物ＳＴを線の集合体（いわゆる、立体線画モデル）として示すためのワイヤーフレームデータに変換する。その後、制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて、ワイヤーフレームデータが示す各線に対応する延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定する。その後、造形システム１は、制御装置７が決定した順番で、ワイヤーフレームデータが示す各線に対応する延伸構造物ＳＰを形成する動作を繰り返す。例えば、図１１に示す例では、造形システム１は、（ｉ）造形面ＣＳに直交する第１方向Ｄ１に向かって延びる延伸構造物ＳＰ１を形成する動作と、（ｉｉ）造形面ＣＳに対して傾斜する第２方向Ｄ２に向かって延びる延伸構造物ＳＰ２を形成する動作と、（ｉｉｉ）造形面ＣＳに平行な第３方向Ｄ３に向かって延びる延伸構造物ＳＰ３を形成する動作と、（ｉｖ）造形面ＣＳに対して傾斜する第４方向Ｄ４に向かって延びる延伸構造物

ＳＰ４を形成する動作とを行うことで、延伸構造物ＳＰ１からＳＰ４を含む３次元構造物ＳＴを形成する。

[0069] このとき、造形システム１は、光ＥＬを照射しながら一の方向に向かって照射領域ＥＡを移動させることで一の方向に向かって延びる一の延伸構造物ＳＰを形成した後に、光ＥＬを照射しながら一の方向とは異なる（つまり、交差する）他の方向に向かって照射領域ＥＡを移動させることで他の方向に向かって延びる他の延伸構造物ＳＰを一の延伸構造物ＳＰに続けて形成してもよい。つまり、造形システム１は、異なる複数の方向に向かって夫々延びる複数の延伸構造物ＳＰが一体化された３次元構造物ＳＴを形成してもよい。例えば、図１１に示す例では、造形システム１は、まず、造形面ＣＳ（つまり、ワーク面ＷＳ）から第１方向Ｄ１に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、造形面ＣＳ（つまり、ワーク面ＷＳ）から第１方向Ｄ１に向かって延びる延伸構造物ＳＰ１を形成する。その後、造形システム１は、延伸構造物ＳＰ１の端部から第２方向Ｄ２に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰ１の端部から第２方向Ｄ２に向かって延びる延伸構造物ＳＰ２を延伸構造物ＳＰ１に続けて形成する。その後、造形システム１は、延伸構造物ＳＰ２の端部から第３方向Ｄ３に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰ２の端部から第３方向Ｄ３に向かって延びる延伸構造物ＳＰ３を延伸構造物ＳＰ２に続けて形成する。その後、造形システム１は、延伸構造物ＳＰ３の端部から第４方向Ｄ４に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰ３の端部から第４方向Ｄ４に向かって延びる延伸構造物ＳＰ４を延伸構造物ＳＰ３に続けて形成する。その結果、造形面ＣＳ上には、延伸構造物ＳＰ１からＳＰ４が一体化された３次元構造物ＳＴが形成される。

[0070] 但し、延伸構造物ＳＰ３の端部から第４方向Ｄ４に向かって照射領域ＥＡを移動させることで延伸構造物ＳＰ４を形成することは、造形システム１にとっては困難である可能性がある。なぜならば、延伸構造物ＳＰ４を形成するために照射する光ＥＬが、延伸構造物ＳＰ４と照射系４１１との間に位置

し得る延伸構造物ＳＰ３によって遮られてしまう可能性があるからである。このため、制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定した時点で、当該決定した順番で複数の延伸構造物ＳＰを形成しようとした場合に、ある延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが、光ＥＬを遮る何らかの物体（例えば、障害物及び既に形成済みの延伸構造物ＳＰの少なくとも一方）によって遮られる可能性があるか否かを判定してもよい。例えば、制御装置７は、ある延伸構造物ＳＰを形成するタイミングで、当該ある延伸構造物ＳＰと照射系４１１との間における光ＥＬの光路上に、何らかの物体が位置すると推定される場合に、ある延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性があると判定してもよい。例えば、制御装置７は、ある延伸構造物ＳＰを形成するタイミングで、当該ある延伸構造物ＳＰと照射系４１１との間における光ＥＬの光路から所定距離以内に何らかの物体が位置すると推定される場合に、ある延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性があると判定してもよい。ある延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性があると判定された場合には、制御装置７は、各延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を再度決定してもよい。例えば、図１１に示す例では、制御装置７は、延伸構造物ＳＰ１、延伸構造物ＳＰ２、延伸構造物ＳＰ４及び延伸構造物ＳＰ３がこの順に形成されるように、複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定してもよい。この場合、造形システム１は、延伸構造物ＳＰ１及びＳＰ２を形成した後に、延伸構造物ＳＰ１の端部から第４方向Ｄ４とは逆向きの第５方向Ｄ５に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰ１の端部から第５方向Ｄ５に向かって延びる延伸構造物ＳＰ４を延伸構造物ＳＰ１に続けて形成してもよい。その後、造形システム１は、延伸構造物ＳＰ２の端部から第３方向Ｄ３に向かって又は延伸構造物ＳＰ４の端部から第３方向Ｄ３とは逆向きの第６

方向Ｄ６に向かって照射領域ＥＡを移動させることで、延伸構造物ＳＰ２の端部から第３方向Ｄ３に向かって又は延伸構造物ＳＰ４の端部から第６方向Ｄ６に向かって延びる延伸構造物ＳＰ３を延伸構造物ＳＰ２又はＳＰ４に続けて形成してもよい。

[0071] 尚、制御装置７は、ある延伸構造物ＳＰを形成するタイミングで、当該ある延伸構造物ＳＰと材料ノズル４１２との間における材料供給路から所定距離以内に何らかの物体が位置すると推定される場合に、ある延伸構造物ＳＰを形成するために供給される造形材料Ｍが何らかの物体によって遮られる可能性があると判定してもよい。ある延伸構造物ＳＰを形成するための造形材料Ｍが何らかの物体によって遮られる可能性があると判定された場合には、制御装置７は、各延伸構造物ＳＰを形成するための造形材料Ｍが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を再度決定してもよい。

[0072] 尚、上述の例では、延伸構造物ＳＰ（例えば、図１１に示す延伸構造物ＳＰ１からＳＰ４）は直線状に延びた形状であるが、延伸構造物ＳＰは直線状に延びた形状に限定されず、曲線に沿って延びた形状であってもジクザクに折れ曲がった線に沿って延びた形状であってもよい。

[0073] 制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて、造形面ＣＳから離れた空間内での照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰの移動経路が相対的に短くなるように又は最短になるように、３次元構造物ＳＴを構成する複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定してもよい。特に、異なる複数の方向に夫々延びる複数の延伸構造物ＳＰが一体化された３次元構造物ＳＴを形成する場合には、制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて、３次元構造物ＳＴを構成する複数の延伸構造物ＳＰを可能な限り連続して形成することができるように、複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定してもよい。言い換えれば、制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて、複数の延伸構造物ＳＰを順に形成する過程で光ＥＬを照射することなく造形ヘッド４１を移動させるだけの期間が可能な限り短くなるように、複数の

延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定してもよい。一例として、例えば、制御装置７は、ワイヤーフレームデータに基づいて、３次元構造物ＳＴを構成する複数の延伸構造物ＳＰをいわゆる一筆書きの要領で形成することができるように、複数の延伸構造物ＳＰを形成する順番を決定してもよい。

[0074] 以上説明した第２造形動作によれば、第１造形動作と比較して、複数の延伸構造物ＳＰを含む形状を有する３次元構造物をより適切に形成することができる。

[0075] （３）変形例

続いて、造形システム１の変形例について説明する。

[0076] （３－１）第１変形例

初めに、第１変形例について説明する。第１変形例の造形システム１ａは、上述した造形システム１と比較して、造形装置４に代えて造形装置４ａを備えているという点で異なっている。造形装置４ａは、上述した造形装置４と比較して、ステージ駆動系４４を備えているという点で異なっている。造形システム１ａのその他の構造は、上述した造形システム１のその他の構造と同一である。以下、図１２を参照しながら、第１変形例の造形装置４ａについて説明する。

[0077] 図１２に示すように、造形装置４ａは、造形ヘッド４１、ヘッド駆動系４２及びステージ４３に加えて、ステージ駆動系４４を備えている。ステージ駆動系４４は、ステージ４３を移動させる（ステージ４３の姿勢を変更する）。ステージ４３を移動させるために、ステージ駆動系４４は、ステージ駆動系４４θＹと、ステージ駆動系４４θＺとを備える。ステージ駆動系４４θＹは、θＹ軸に沿ってステージ４３を移動させる。言い換えれば、ステージ駆動系４４θＹは、Ｙ軸周りにステージ４３を回転させる。ステージ駆動系４４θＺは、θＺ軸に沿ってステージ４３を移動させる。言い換えれば、ステージ駆動系４４θＺは、Ｚ軸周りにステージ４３を回転させる。つまり、ステージ駆動系４４は、θＹ軸及びθＺ軸の夫々に沿ってステージ４３を移動させる。尚、図１２（ａ）及び図１２（ｂ）に示した例では、θＹ軸が

ワークＷを貫通するように（θＹ軸がステージ４３の上面とほぼ一致するように）設定されているが、それに限定されず、θＹ軸がワークＷの上方或いは下方（ステージ４３の上面に対して上方（＋Ｚ側）、或いはステージ４３の上面に対して下方（－Ｚ側））に設定されていてもよい。

[0078] ステージ駆動系４４θＹ及びステージ駆動系４４θＺの夫々は、例えば、回転モータを含む駆動系であるが、その他のモータ（或いは、駆動源）を含む駆動系であってもよい。ステージ駆動系４４θＹは、ステージ４３を保持する板状の保持部材４４１θＹ、保持部材４４１θＹの＋Ｙ側の端部及び－Ｙ側の端部から＋Ｚ側に突き出る板状の壁部材４４２θＹと、Ｙ軸周りに回転可能な回転子を有する回転モータ４４３θＹと、回転モータ４４３θＹの回転子と壁部材４４２θＹとを連結する連結部材４４４θＹとを備える。回転モータ４４３θＹは、チャンバ４６の底面に空気ばね等の防振装置を介して設置される支持フレーム４４５に固定されている。ステージ駆動系４４θＺは、Ｚ軸周りに回転可能であって且つステージ４３に連結された回転子を有する回転モータ４４３θＺを備える。回転モータ４４３θＺは、保持部材４４１θＹに固定されている。回転モータ４４３θＹが駆動すると、Ｙ軸周りに保持部材４４１θＹ（更には、保持部材４４１θＹが保持するステージ４３）が回転する。回転モータ４４θＺが駆動すると、Ｙ軸周りに保持部材４４１θＹ（更には、保持部材４４１θＹが保持するステージ４３）が回転する。回転モータ４４３θＺが駆動すると、Ｚ軸周りにステージ４３が回転する。尚、支持フレーム４４５は、造形システム１ａが設置される床からの振動、或いは造形システム１ａ内であってチャンバ４６外からの振動を低減するための防振装置を介してチャンバ４６に設置されているが、例えば、造形システム１ａ内であってチャンバ４６外からの振動が無視できれば、造形システム１ａと床との間に設けてもよく、この床の振動条件が良好（低い振動）である場合には、防振装置はなくてもよい。

[0079] ステージ４３がθＹ軸及びθＺ軸の夫々に沿って移動する（θＹ軸及びθＺ軸の夫々の回りに回転する）と、照射系４１１に対するステージ４３（更

には、ステージ４３が保持するワークW及び３次元造形物ＳＴの少なくとも一方）の相対的な位置が変わる。より具体的には、ステージ４３がθＹ軸及びθＺ軸の少なくとも一方に沿って移動すると、照射系４１１に対するステージ４３（更には、ステージ４３が保持するワークW及び３次元造形物ＳＴの少なくとも一方）の姿勢が変わる。照射系４１１からの光ＥＬの射出方向に対するステージ４３（更には、ステージ４３が保持するワークW及び３次元造形物ＳＴの少なくとも一方）の姿勢が変わる。照射系４１１からの照射領域ＥＡへと向かう光ＥＬの軸線に対するステージ４３（更には、ステージ４３が保持するワークW及び３次元造形物ＳＴの少なくとも一方）の姿勢が変わる。

[0080] このようなステージ駆動系４４を備える造形システム１ａは、ステージ駆動系４４を用いてステージ４３を移動させることで、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。具体的には、造形システム１ａは、照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰに対してステージ４３を移動させることで、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。造形システム１ａは、造形ヘッド４１に対してステージ４３を移動させることで、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰを移動させることができる。このため、第１変形例の造形システム１ａは、上述した造形システム１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。

[0081] 尚、上述した説明では、ステージ駆動系４４は、θＹ軸及びθＺ軸の夫々に沿ってステージ４３を移動させている。しかしながら、ステージ駆動系４４は、θＹ軸及びθＺ軸の少なくとも一方に沿ってステージ４３を移動させなくてもよい。ステージ駆動系４４は、θＹ軸及びθＺ軸のうちの少なくとも一つに加えて又は代えて、θＸ軸、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸の少なくとも一つに沿ってステージ４３を移動させてもよい。

[0082] （３－２）第２変形例

続いて、第２変形例について説明する。第２変形例の造形システム１ｂは

、上述した第１変形例の造形システム１ａと同一の構造を有している。つまり、造形システム１ｂは、ステージ駆動系４４を備えている。

[0083] 更に、造形システム１ｂは、第２造形動作によって３次元構造物ＳＴを形成する際に、造形物Ｓｕを所望方向に向かって成長させて延伸構造物ＳＰを形成するように、ステージ駆動系４４を用いて光ＥＬに対するステージ４３の姿勢（つまり、造形面ＣＳの姿勢）を変更する。具体的には、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを鉛直方向に沿っており且つ重力に逆らう所望方向に向かって成長させて延伸構造物ＳＰを形成するように、ステージ駆動系４４を用いて光ＥＬに対するステージ４３の姿勢を変更する。以下、説明の便宜上、鉛直方向に沿っており且つ重力に逆らう所望方向を、“＋Ｚ方向”と称する。但し、所望方向は、鉛直方向に沿っており且つ重力に逆らう方向とは異なる方向であってもよい。

[0084] 上述したように、造形システム１ｂは、異なる複数の方向に夫々延びる複数の延伸構造物ＳＰを含む３次元構造物ＳＴを形成することができる。この場合であっても、造形システム１ｂは、複数の延伸構造物ＳＰを夫々構成する複数の造形物Ｓｕの夫々を同じ＋Ｚ方向に向かって成長させて複数の延伸構造物ＳＰを形成するように、光ＥＬに対するステージ４３の姿勢を変更する。例えば、造形システム１ｂは、一の造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させて一の延伸構造物ＳＰを形成し、その後、他の造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させることができるようにステージ４３の姿勢を変更し、その後、他の造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させて他の延伸構造物ＳＰを形成する。

[0085] 一例として、図１３から図２０を参照して、第２変形例における第２造形動作によって図１１に示す３次元構造物ＳＴが形成される例について説明する。まず、図１３に示すように、造形システム１ｂは、３次元構造物ＳＴの一部に相当する延伸構造物ＳＰ１を造形面ＣＳ（ここでは、ワーク面ＷＳ）上に形成する。延伸構造物ＳＰ１を形成するために、まずは、造形システム１ｂは、延伸構造物ＳＰ１を構成する造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長

させることができるように、ステージ４３の姿勢を制御する。具体的には、延伸構造物ＳＰ１が造形面ＣＳに直交する第１方向Ｄ１に向かって延びる構造物であるため、造形システム１ｂは、造形面ＣＳがＸＹ平面に沿った面となるように、ステージ４３の姿勢を変更する。このとき、造形システム１ｂは、必要に応じて、造形ヘッド４１の位置も変更してもよい。その後、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ１を形成する。具体的には、造形システム１ｂは、光ＥＬを照射しながら、ステージ４３に対して造形ヘッド４１を＋Ｚ方向に向かって移動させる。この際、造形システム１ｂは、ステージ４３の姿勢を維持してもよい。その結果、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰが＋Ｚ方向に向かって移動する。このため、造形面ＣＳから造形物Ｓｕが＋Ｚ方向に向かって成長していく。つまり、造形面ＣＳから＋Ｚ方向に向かって成長した造形物Ｓｕによって延伸構造物ＳＰ１が形成される。言い換えれば、造形面ＣＳから＋Ｚ方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰ１が形成される。

[0086] その後、造形システム１ｂは、延伸構造物ＳＰ２を構成する造形物Ｓｕを、延伸構造物ＳＰ１を構成する造形物Ｓｕを成長させた方向と同じ＋Ｚ方向に向かって成長させることができるように、ステージ４３の姿勢を制御する。具体的には、延伸構造物ＳＰ２が造形面ＣＳに対して傾斜する第２方向Ｄ２に沿って延びる構造物であるため、図１４に示すように、造形システム１ｂは、造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜する面となるように、ステージ４３の姿勢を変更する。図１４に示す例では、造形システム１ｂは、Ｙ軸周りにステージ４３が回転するように、ステージ４３の姿勢を変更している。このとき、造形システム１ｂは、必要に応じて、造形ヘッド４１の位置も変更してもよい。ここで、造形ヘッド４１の材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射は、ステージ４３の姿勢変更時に停止されていてもよい。尚、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射とを行いつつステージ４３の姿勢変更を行ってもよい。その後、図１５に示すように、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕ

を＋Ｚ方向に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ２を形成する。言い換えると、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを造形面ＣＳに対して傾斜する第２方向Ｄ２に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ２を形成する。具体的には、造形システム１ｂは、光ＥＬを照射しながら、ステージ４３に対して造形ヘッド４１を＋Ｚ方向（この場合、第２方向Ｄ２）に向かって移動させる。この際、造形システム１ｂは、ステージ４３の姿勢を維持してもよい。その結果、既に形成済みの延伸構造物ＳＰ１に対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰが＋Ｚ方向（この場合、第２方向Ｄ２）に向かって移動する。このため、延伸構造物ＳＰ１の端部から造形物Ｓｕが＋Ｚ方向（この場合、第２方向Ｄ２）に向かって成長していく。つまり、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向（この場合、第２方向Ｄ２）に向かって成長した造形物Ｓｕによって延伸構造物ＳＰ２が形成される。言い換えれば、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向（この場合、第２方向Ｄ２）に向かって延びる延伸構造物ＳＰ２が形成される。尚、造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜する面であるため、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰ２は、造形面ＣＳに対して傾斜する第２方向Ｄ２に向かって延びる構造物となっている。

[0087] その後、造形システム１ｂは、延伸構造物ＳＰ３を構成する造形物Ｓｕを、延伸構造物ＳＰ１及びＳＰ２を構成する造形物Ｓｕを成長させた方向と同じ＋Ｚ方向に向かって成長させることができるように、ステージ４３の姿勢を制御する。具体的には、延伸構造物ＳＰ３が造形面ＣＳに平行な第３方向Ｄ３に沿って延びる構造物であるため、図１６に示すように、造形システム１ｂは、造形面ＣＳがＸＹ平面に直交する面となるように、ステージ４３の姿勢を変更する。図１６に示す例では、造形システム１ｂは、Ｙ軸周りにステージ４３が回転するように、ステージ４３の姿勢を変更している。このとき、造形システム１ｂは、必要に応じて、造形ヘッド４１の位置も変更してもよい。ここで、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射は、ステージ４３の姿勢変更時に停止されていてもよい

し、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射とを行いつつステージ４３の姿勢変更を行ってもよい。その後、図１７に示すように、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ３を形成する。具体的には、造形システム１ｂは、光ＥＬを照射しながら、ステージ４３に対して造形ヘッド４１を＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって移動させる。この際、造形システム１ｂは、ステージ４３の姿勢を維持してもよい。その結果、既に形成済みの延伸構造物ＳＰ２に対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰが＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって移動する。このため、延伸構造物ＳＰ２の端部から造形物Ｓｕが＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって成長していく。つまり、延伸構造物ＳＰ２の端部から＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって成長した造形物Ｓｕによって延伸構造物ＳＰ３が形成される。言い換えれば、延伸構造物ＳＰ２の端部から＋Ｚ方向（この場合、第３方向Ｄ３）に向かって延びる延伸構造物ＳＰ３が形成される。尚、造形面ＣＳがＸＹ平面に直交する面であるため、延伸構造物ＳＰ２の端部から＋Ｚ方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰ３は、造形面ＣＳに平行な第３方向Ｄ３に向かって延びる構造物となっている。

[0088] その後、造形システム１ｂは、延伸構造物ＳＰ４を構成する造形物Ｓｕを、延伸構造物ＳＰ１からＳＰ３を構成する造形物Ｓｕを成長させた方向と同じ＋Ｚ方向に向かって成長させることができるように、ステージ４３の姿勢を制御する。具体的には、延伸構造物ＳＰ４が造形面ＣＳに対して傾斜する第５方向Ｄ５に沿って延びる構造物であるため、図１８に示すように、造形システム１ｂは、造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜する面となるように、ステージ４３の姿勢を変更する。図１８に示す例では、造形システム１ｂは、Ｙ軸周りにステージ４３が回転するように、ステージ４３の姿勢を変更している。このとき、造形システム１ｂは、必要に応じて、造形ヘッド４１の位置も変更してもよい。ここで、ステージ４３の姿勢変更時或いは造形ヘッ

ド４１の位置変更時に、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射とを停止してもよい。尚、材料ノズル４１２による造形材料Ｍの供給と照射系４１１による光ＥＬの照射とを行いつつステージ４３の姿勢変更或いは造形ヘッド４１の位置変更を行ってもよい。その後、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを＋Ｚ方向（この場合、第５方向Ｄ５）に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ４を形成する。具体的には、造形システム１ｂは、光ＥＬを照射しながら、ステージ４３に対して造形ヘッド４１を＋Ｚ方向に向かって移動させる。この際、造形システム１ｂは、ステージ４３の姿勢を維持してもよい。その結果、既に形成済みの延伸構造物ＳＰ１に対して照射領域ＥＡ、供給領域ＭＡ及び溶融池ＭＰが＋Ｚ方向（この場合、第５方向Ｄ５）に向かって移動する。このため、延伸構造物ＳＰ１の端部から造形物Ｓｕが＋Ｚ方向（この場合、第５方向Ｄ５）に向かって成長していく。つまり、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向（この場合、第５方向Ｄ５）に向かって成長した造形物Ｓｕによって延伸構造物ＳＰ４が形成される。言い換えれば、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向（この場合、第５方向Ｄ５）に向かって延びる延伸構造物ＳＰ４が形成される。尚、造形面ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜する面であるため、延伸構造物ＳＰ１の端部から＋Ｚ方向に向かって延びる延伸構造物ＳＰ４は、造形面ＣＳに対して傾斜する第５方向Ｄ５に向かって延びる構造物となっている。

[0089] 但し、図１８に示す例では、延伸構造物ＳＰ４を構成する造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させることができるようにステージ４３の姿勢が変更されると、延伸構造物ＳＰ４を形成するために照射した光ＥＬが、延伸構造物ＳＰ４と照射系４１１との間に位置し得る延伸構造物ＳＰ３によって遮られてしまう可能性がある。この場合には、造形システム１ｂは、上述したように、各延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、複数の延伸構造物ＳＰを適切な順番で形成してもよい。例えば、造形システム１ｂは、延伸構造物ＳＰ２の形成後に延伸構造物ＳＰ４を形成し、その後に、延伸構造物ＳＰ３を形成して

もよい。

[0090] 或いは、造形システム１ｂは、ある延伸構造物ＳＰを形成する時点で当該延伸構造物ＳＰを形成するための光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がある場合には例外的に、当該延伸構造物ＳＰを構成する造形物Ｓｕを＋Ｚ方向とは異なる方向に向かって成長させることを許容してもよい。つまり、造形システム１ｂは、ある延伸構造物ＳＰを構成する造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させることよりも、ある延伸構造物ＳＰを形成するための光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性をなくすことを優先してもよい。この場合、例えば、図１９に示すように、造形システム１ｂは、ある延伸構造物ＳＰを形成するための光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、ステージ４３の姿勢を変更してもよい。つまり、造形システム１ｂは、ある延伸構造物ＳＰを形成するための光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、光ＥＬとステージ４３（更には、ステージ４３上のワークW及びワークW上の延伸構造物ＳＰと等）との位置関係を変更してもよい。このとき、造形システム１ｂは、必要に応じて、造形ヘッド４１の位置も変更してもよい。その後、図２０に示すように、造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを＋Ｚ方向とは異なる方向（図２０に示す例では、Ｚ軸方向に対して傾斜した方向）に向かって成長させて延伸構造物ＳＰ４を形成してもよい。尚、第２変形例で説明した造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に成長させるように延伸構造物ＳＰを形成する場合に限らず、ある延伸構造物ＳＰを形成するために照射する光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がある場合には、造形システム１ｂは、ある延伸構造物ＳＰを形成するための光ＥＬが何らかの物体によって遮られる可能性がなくなるように、ステージ４３の姿勢を変更してもよい。

[0091] 以上説明した第２変形例の造形システム１ｂは、上述した造形システム１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、第２変形例の造形システム１ｂは、造形物Ｓｕを＋Ｚ方向に向かって成長させることで、延伸構造物ＳＰを形成することができる。造形物Ｓｕが＋Ｚ方向に向かっ

て成長する場合には、造形物Ｓｕの＋Ｚ方向を向いた表面に照射領域ＥＡが設定される。つまり、ワークＷに対して＋Ｚ方向に位置している造形ヘッド４１から－Ｚ方向に向かって照射される光ＥＬが、造形物Ｓｕのうち延伸構造物ＳＰを成長させたい方向を向いた表面ＭＳに適切に照射される。更に、造形物Ｓｕが＋Ｚ方向に向かって成長する場合には、溶融池ＭＰが＋Ｚ方向を向いた面に形成される。このため、ワークＷに対して＋Ｚ方向に位置している造形ヘッド４１から－Ｚ方向に向かって供給される造形材料Ｍが、溶融池ＭＰに適切に供給される。更に、溶融池ＭＰが＋Ｚ方向を向いた面に形成されるがゆえに、溶融池ＭＰにおいて溶融した造形材料Ｍが、重力に起因して溶融池ＭＰからこぼれ落ちる可能性が小さくなる。このため、このため、造形システム１ｂは、相対的に適切に３次元構造物ＳＴを形成することができる。

[0092] （３－３）その他の変形例

上述した説明では、造形システム１は、造形ヘッド４１を移動させることで、造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡを移動させている。しかしながら、造形システム１は、造形ヘッド４１を移動させることに加えて又は代えて、光ＥＬを偏向させることで造形面ＣＳに対して照射領域ＥＡを移動させてもよい。この場合、照射系４１１は、例えば、光ＥＬを偏向可能な光学系（例えば、ガルバノミラー等）を備えていてもよい。

[0093] 上述した説明では、造形システム１は、造形材料Ｍに光ＥＬ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、造形システム１は、任意のエネルギビームを造形材料Ｍに照射することで、造形材料Ｍを溶融させてもよい。この場合、造形システム１は、照射系４１１に加えて又は代えて、任意のエネルギビームを照射可能なビーム照射装置を備えていてもよい。任意のエネルギビームは、限定されないが、電子ビーム、イオンビーム等の荷電粒子ビーム又は電磁波を含む。また、造形システム１は、熱を造形材料Ｍに伝達することで、造形材料Ｍを溶融させてもよい。この場合、造形システム１は、照射系４１１に加えて又は代えて、造形材料Ｍに高温の気体（一

例として火炎）を加えて造形材料Ｍを溶融させてもよい。

[0094] 上述した説明では、造形システム１は、レーザ肉盛溶接法により造形物を形成可能である。しかしながら、造形システム１は、造形材料Ｍから造形物を形成可能なその他の方式により造形材料Ｍから造形物を形成してもよい。その他の方式として、例えば、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（Ｂｉｎｄｅｒ Ｊｅｔｔｉｎｇ）又は、レーザメタルフュージョン法（ＬＭＦ：Ｌａｓｅｒ Ｍｅｔａｌ Ｆｕｓｉｏｎ）があげられる。

[0095] 尚、造形システム１は、３次元構造物ＳＴの一例として、図２１に示すような複数の三角形による骨組み構造であるトラス構造体を、造形してもよい。また、造形システム１は、図２２に示すように、延伸構造物ＳＰがサポート材となるように、ワークＷのワーク面ＷＳと交差する方向に延びた延伸構造物ＳＰを造形してもよい。このとき、延伸構造物ＳＰの上に構造層ＳＬを造形してもよい。尚、延伸構造物ＳＰの上に造形される構造層ＳＬのうち最下層の構造層ＳＬ（つまり、最も延伸構造物ＳＰ側の構造層ＳＬ）を造形する場合、造形システム１は、この最下層の構造層ＳＬの延伸方向が±Ｚ軸方向を向くようにステージ４３の姿勢を変えて造形してもよい。尚、構造層ＳＬの上側に延伸構造物ＳＰを造形してもよい。

[0096] 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。

[0097] 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処理装置及び処理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

[0098] １　造形システム

３　材料供給装置

４　造形装置

４１　造形ヘッド

４１１　照射系

４１２　材料ノズル

４２　ヘッド駆動系

４３　ステージ

７　制御装置

Ｗ　ワーク

ＷＳ　ワーク面

ＣＳ　造形面

ＥＬ　光

Ｍ　造形材料

ＥＡ　照射領域

ＭＡ　供給領域

ＭＰ　溶融池

Ｓｕ　造形物

ＳＰ　延伸構造物

ＳＴ　３次元構造物

請求の範囲

[請求項1] エネルギビームを照射する照射装置と、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と

を備え、

前記照射位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する

処理装置。

[請求項2] 前記第１位置から延ばされた造形物を形成する

請求項１に記載の処理装置。

[請求項3] 前記第１物体上の前記第１位置に前記エネルギビームを照射した後に、前記照射位置を前記第１物体から離れた空間内で移動させ、前記空間内に造形物を形成する

請求項１又は２に記載の処理装置。

[請求項4] 前記第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して第２造形物を形成する

請求項１から３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項5] 前記第１造形物は前記第１物体に対して突出しており、前記第２造形物は前記第１造形物に対して突出している

請求項４に記載の処理装置。

[請求項6] 前記第１溶融池は第１方向側に向けられており、

前記第１造形物は前記第１物体の前記第１方向側に形成され、

前記第２造形物は前記第１造形物の前記第１方向側に形成される

請求項４又は５に記載の処理装置。

[請求項7] 前記供給装置による材料の供給位置は、前記第１位置から前記第２位置に移動する

請求項１から６のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項8] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、
第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体から突出した第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物から突出した第２造形物を形成する
処理装置。

[請求項9] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、
第１物体に前記エネルギビームを照射して第１方向側に向けられた第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体の前記第１方向側に第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物の前記第１方向側に第２造形物を形成する
処理装置。

[請求項10] 材料を供給する供給装置と、
前記材料の供給位置にエネルギビームを照射する照射装置と
を備え、
前記供給位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する
処理装置。

[請求項11] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向に向かって前記造形物を成長させる
処理装置。

[請求項12] 前記第１方向は、鉛直方向に沿った方向成分を含む
請求項１１に記載の処理装置。

[請求項13] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、
第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、鉛直方向に沿った方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる
処理装置。

[請求項14] 前記第１方向は、重力に逆らう方向成分を含む
請求項１１から１３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項15] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、
第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、重力に逆らう方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる
処理装置。

[請求項16] 前記第１物体は、第２物体の第２表面に形成されており、
前記第１表面は、前記第２表面に交差する面を含む
請求項１１から１５のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項17] 前記造形物と前記第２物体との間に空隙を確保しながら前記造形物を形成する
請求項１６に記載の処理装置。

[請求項18] 前記第２物体から離れた前記造形物を形成する
請求項１６又は１７に記載の処理装置。

[請求項19] 前記第１方向は、前記第２表面に沿った方向成分を含む
請求項１６から１８のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項20] 前記造形物を前記第１方向に向かって成長させることで、前記第１方向に向かって延びる前記造形物を形成する
請求項１１から１９のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項21] 前記造形物を前記第１方向に向かって成長させることで、前記第１物体から前記第１方向に向かって突き出るように延びる前記造形物を形成する
請求項１１から２０のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項22] 前記エネルギビームを照射しながら前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更することで、前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる
請求項１１から２１のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項23] エネルギビームを照射する照射装置と、
前記エネルギビームの照射位置に材料を供給する供給装置と
を備え、
第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する
処理装置。

[請求項24] 前記第１表面に対して前記照射位置が前記第１方向に向かって移動するように、前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する
請求項２２又は２３に記載の処理装置。

[請求項25] 前記第１方向に沿って前記照射位置が前記第１表面から離れていく

ように、前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する

請求項２２から２４のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項26] 既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記照射位置が近づくように前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する

請求項２２から２５のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項27] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更しながら、前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する

請求項２２から２６のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項28] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を維持したまま、前記第１方向における前記第１表面と前記照射位置との位置関係を変更する

請求項２２から２６のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項29] 前記エネルギビームの照射によって溶融池を形成して前記造形物を形成し、

前記エネルギビームを照射しながら前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更することで、前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる

請求項１１から２８のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項30] エネルギビームを照射して前記エネルギビームの照射位置に溶融池を形成する照射装置と、

前記照射位置に材料を供給する供給装置と

を備え、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置

関係を変更する

処理装置。

[請求項31] 前記第１表面に対して前記溶融池が前記第１方向に向かって移動するように、前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する

請求項２９又は３０に記載の処理装置。

[請求項32] 前記第１方向に沿って前記溶融池が前記第１表面から離れていくように、前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する

請求項２９から３１のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項33] 既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記溶融池が形成されるように前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する

請求項２９から３２のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項34] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更しながら、前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する

請求項２９から３３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項35] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を維持したまま、前記第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更する

請求項２９から３３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項36] 前記エネルギビームを照射しながら第１方向における前記第１表面と前記供給装置からの前記材料の供給位置との位置関係を変更することで、前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる

請求項１１から３５のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項37] エネルギビームを照射する照射装置と、

前記エネルギビームの照射に合わせて材料を供給する供給装置と

を備え、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記供給装置からの前記材料の供給位置との位置関係を変更する

処理装置。

[請求項38] 前記第１表面に対して前記供給位置が前記第１方向に向かって移動するように、前記第１方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更する

請求項３６又は３７に記載の処理装置。

[請求項39] 前記第１方向に沿って前記供給位置が前記第１表面から離れていくように、前記第１方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更する

請求項３６から３８のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項40] 既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記供給位置が設定されるように前記第１方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更する

請求項３６から３９のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項41] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更しながら、前記第１方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更する

請求項３６から４０のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項42] 前記第１表面に沿った第２方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を維持したまま、前記第１方向における前記第１表面と前記供給位置との位置関係を変更する

請求項３６から４０のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項43] 前記エネルギビームを照射しながら、既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記エネルギビームを照射して

前記第３表面から前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理を繰り返す

請求項１１から４２のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項44] 前記エネルギビームの照射によって溶融池を形成して前記造形物を形成し、

前記エネルギビームを照射しながら、既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記溶融池を形成して前記第３表面から前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理を繰り返す

請求項１１から４３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項45] 前記エネルギビームを照射しながら、既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に前記造形材料を供給して前記第３表面から前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる処理を繰り返す

請求項１１から４４のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項46] 前記エネルギビームを照射しながら、既に形成された前記造形物のうち前記第１方向を向いた第３表面に対して、前記第３表面よりも前記第１方向側に分布する空間を介して前記造形材料を供給して前記造形物を形成する

請求項１１から４５のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項47] 前記エネルギビームを照射しながら、前記造形物のうちの第１部分を形成した後に、前記造形物のうち前記第１部分に交差する第２部分を前記第１部分に続けて形成する

請求項１１から４６のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項48] 前記第１及び第２部分の少なくとも一方は、前記第１表面に交差する

請求項４７に記載の処理装置。

[請求項49] 前記エネルギビームを照射しながら、前記第１部分を前記第１方向

に向かって成長させた後に、前記エネルギビームと前記第１部分との位置関係を変更して前記第２部分を前記第１方向に向かって成長させるように、前記エネルギビームと前記第１部分との位置関係を変更する

請求項４７又は４８に記載の処理装置。

[請求項50] 前記照射装置が照射する前記エネルギビームが遮蔽物によって遮られる可能性がある場合に、前記遮蔽物と前記エネルギビームとの位置関係を変更する

請求項１１から４９のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項51] 前記エネルギビームが前記遮蔽物によって遮られなくなるように前記遮蔽物と前記エネルギビームとの位置関係を変更する

請求項５０に記載の処理装置。

[請求項52] 前記遮蔽物は、前記エネルギビームの照射によって形成された前記造形物の少なくとも一部を含む

請求項５０又は５１に記載の処理装置。

[請求項53] （ｉ）前記第１方向に向かって前記造形物を成長させようとすると前記エネルギビームが前記遮蔽物によって遮られる可能性がある場合には、前記第１方向とは異なる第３方向に向かって前記造形物を成長させるように、前記遮蔽物と前記エネルギビームとの位置関係を変更し、（ｉｉ）前記第１方向に向かって前記造形物を成長させようとしても前記エネルギビームが前記遮蔽物によって遮られる可能性がない場合には、前記第１方向に向かって前記造形物を成長させる

請求項５０から５２のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項54] 前記エネルギビームから所定距離以内に前記遮蔽物が存在する場合に、前記エネルギビームが前記遮蔽物によって遮られる可能性があると判定する

請求項５０から５３のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項55] 前記エネルギビームの照射位置を、前記第１物体上の第１位置から

、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて前記造形物を形成する

請求項１１から５４のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項56] 前記第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体から突出した第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物から突出した第２造形物を形成する

請求項１１から５５のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項57] 前記第１物体に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体の前記第１方向側に第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物の前記第１方向側に第２造形物を形成する

請求項１１から５６のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項58] 前記材料の供給位置を、前記第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する

請求項１１から５７のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項59] 前記造形物は前記第１方向に延ばされた線状の造形物である

請求項１１から５８のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項60] 前記造形物は前記第１物体から突出している

請求項１１から５９のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項61] 前記造形物の端部が前記第１表面から離れるように前記造形物が成長する

請求項１１から６０のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項62] 前記造形物の前記端部が前記第１方向に向かって前記第１表面から離れるように前記造形物が成長する

請求項６１に記載の処理装置。

[請求項63] エネルギビームを照射位置に照射することと、

前記照射位置に材料を供給することと

を含み、

前記照射位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する

処理方法。

[請求項64] 前記第１位置から延ばされた造形物を形成する

請求項６３に記載の処理方法。

[請求項65] 前記第１物体上の前記第１位置に前記エネルギビームを照射した後に、前記照射位置を前記第１物体から離れた空間内で移動させ、前記空間内に造形物を形成する

請求項６３又は６４に記載の処理方法。

[請求項66] 前記第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して第２造形物を形成する

請求項６３から６５のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項67] 前記第１造形物は前記第１物体に対して突出しており、前記第２造形物は前記第１造形物に対して突出している

請求項６３から６６のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項68] 前記第１溶融池は第１方向側に向けられており、

前記第１造形物は前記第１物体の前記第１方向側に形成され、

前記第２造形物は前記第１造形物の前記第１方向側に形成される

請求項６３から６７のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項69] 前記材料の供給位置は、前記第１位置から前記第２位置に移動する

請求項６３から６８のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項70] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと

を含み、

第１物体に前記エネルギビームを照射して第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体から突出した第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物から突出した第２造形物を形成する

処理方法。

[請求項71] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと

を含み、

第１物体に前記エネルギビームを照射して第１方向側に向けられた第１溶融池を形成すると共に前記第１溶融池に前記材料を形成して前記第１物体の前記第１方向側に第１造形物を形成し、前記第１造形物に前記エネルギビームを照射して前記第１方向側に向けられた第２溶融池を形成すると共に前記第２溶融池に前記材料を供給して前記第１造形物の前記第１方向側に第２造形物を形成する

処理方法。

[請求項72] 供給位置に材料を供給することと、

前記供給位置にエネルギビームを照射することと

を含み、

前記供給位置を、第１物体上の第１位置から、前記第１物体から離れた第２位置に移動させて造形物を形成する

処理方法。

[請求項73] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと

を含み、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造

形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向に向かって前記造形物を成長させる

処理方法。

[請求項74] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと

を含み、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、鉛直方向に沿った方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる

処理方法。

[請求項75] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと

を含み、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、重力に逆らう方向成分を含む第１方向に向かって前記造形物を成長させる

処理方法。

[請求項76] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記エネルギビームの照射位置との位置関係を変更することと

を含む処理方法。

[請求項77] エネルギビームを照射して前記エネルギビームの照射位置に溶融池を形成することと、

前記エネルギビームの照射位置に材料を供給することと、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造

形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記溶融池との位置関係を変更することと

を含む処理方法。

[請求項78] エネルギビームを照射することと、

前記エネルギビームの照射に合わせて材料を供給することと、

第１物体にエネルギビームを照射して前記第１物体の第１表面に造形物を形成する際に、前記エネルギビームを照射しながら、前記第１表面に交差する第１方向における前記第１表面と前記造形材料の供給位置との位置関係を変更することと

を含む処理方法。

[請求項79] 前記造形物は前記第１方向に延ばされた線状の造形物である

請求項７３から７８のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項80] 前記造形物は前記第１物体から突出している

請求項７３から７９のいずれか一項に記載の処理方法。

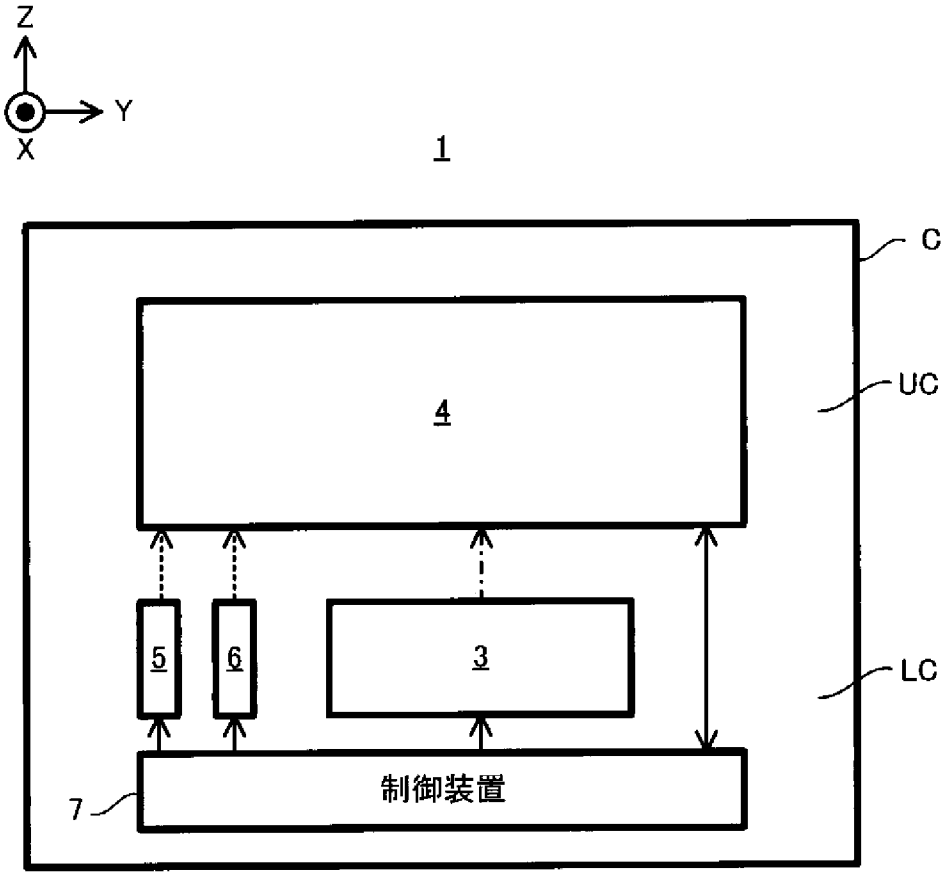
[請求項81] 前記造形物の端部が前記第１表面から離れるように前記造形物が成長する

請求項７３から８０のいずれか一項に記載の処理方法。

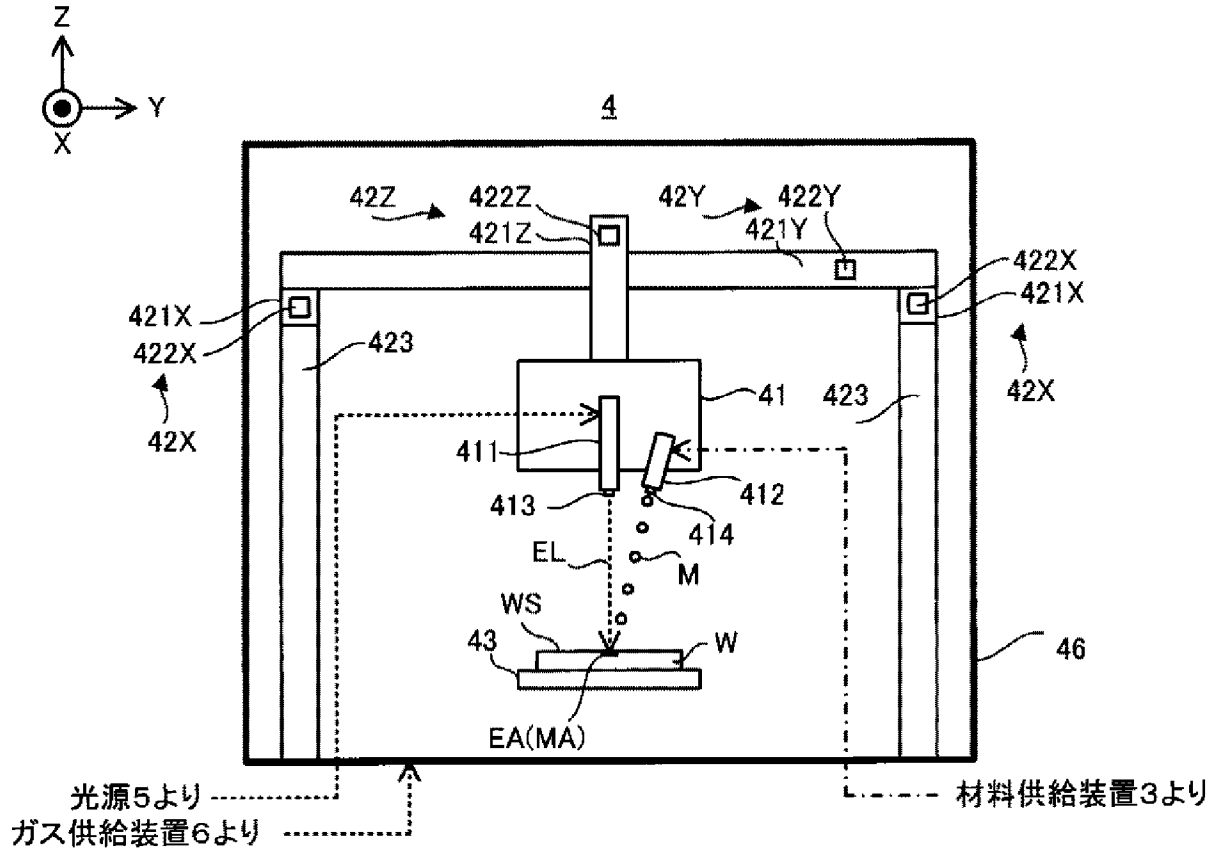
[請求項82] 前記造形物の前記端部が前記第１方向に向かって前記第１表面から離れるように前記造形物が成長する

請求項８１に記載の処理方法。

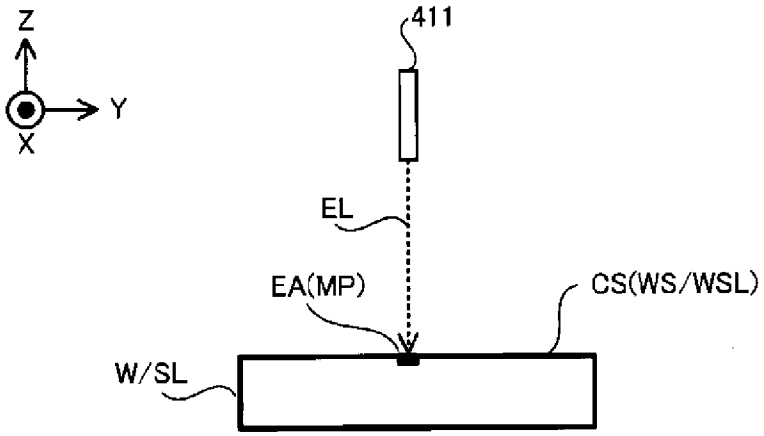
[図1]


Z
Y
X
1
C
UC
4
5
6
3
LC
制御装置
7

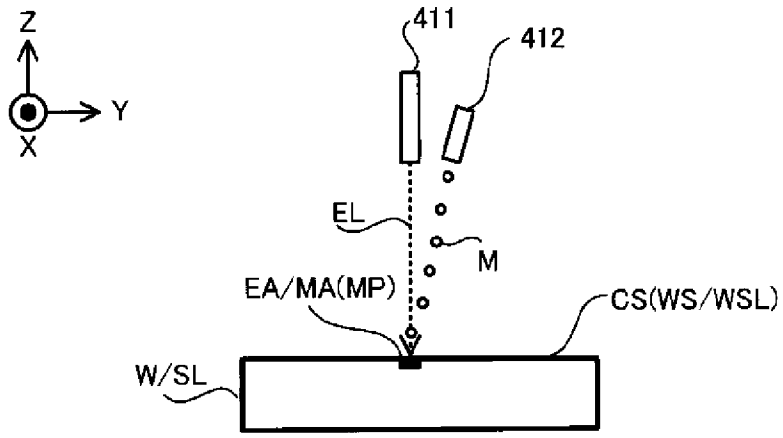
[図2]


Z
Y
X
4
42Z
422Z
421Z
42Y
422Y
421Y
422X
421X
423
41
423
411
412
413
414
EL
M
WS
43
W
46
EA(MA)
421X
422X
42X
42X
光源5より
ガス供給装置6より
材料供給装置3より

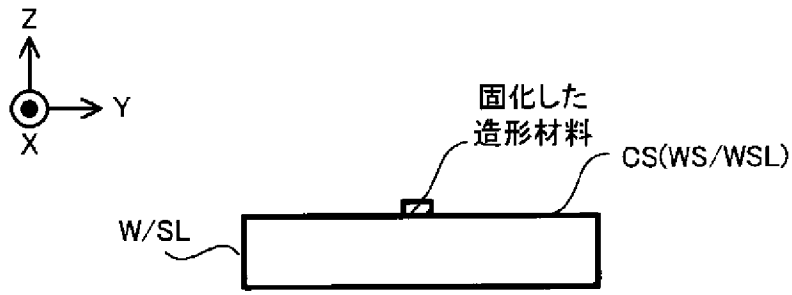
[図3]


Z
Y
X
411
EL
EA(MP)
CS(WS/WSL)
W/SL

(a)

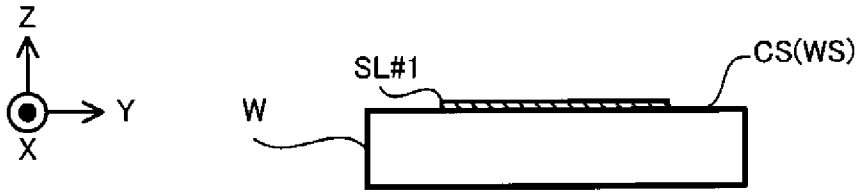

Z
Y
X
411
412
EL
M
EA/MA(MP)
CS(WS/WSL)
W/SL

(b)

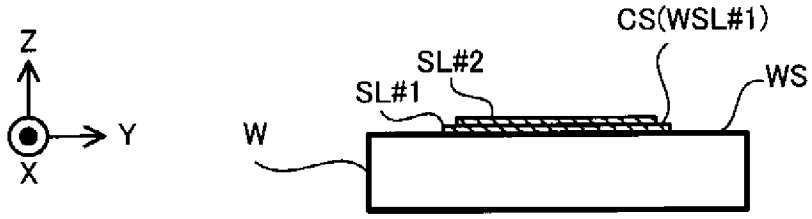

Z
Y
X
固化した
造形材料
CS(WS/WSL)
W/SL

(c)

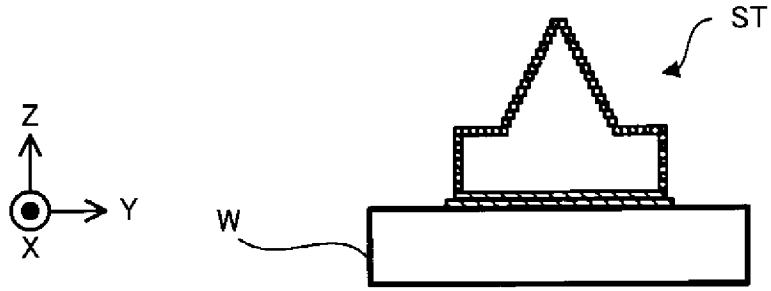
[図4]



(a)

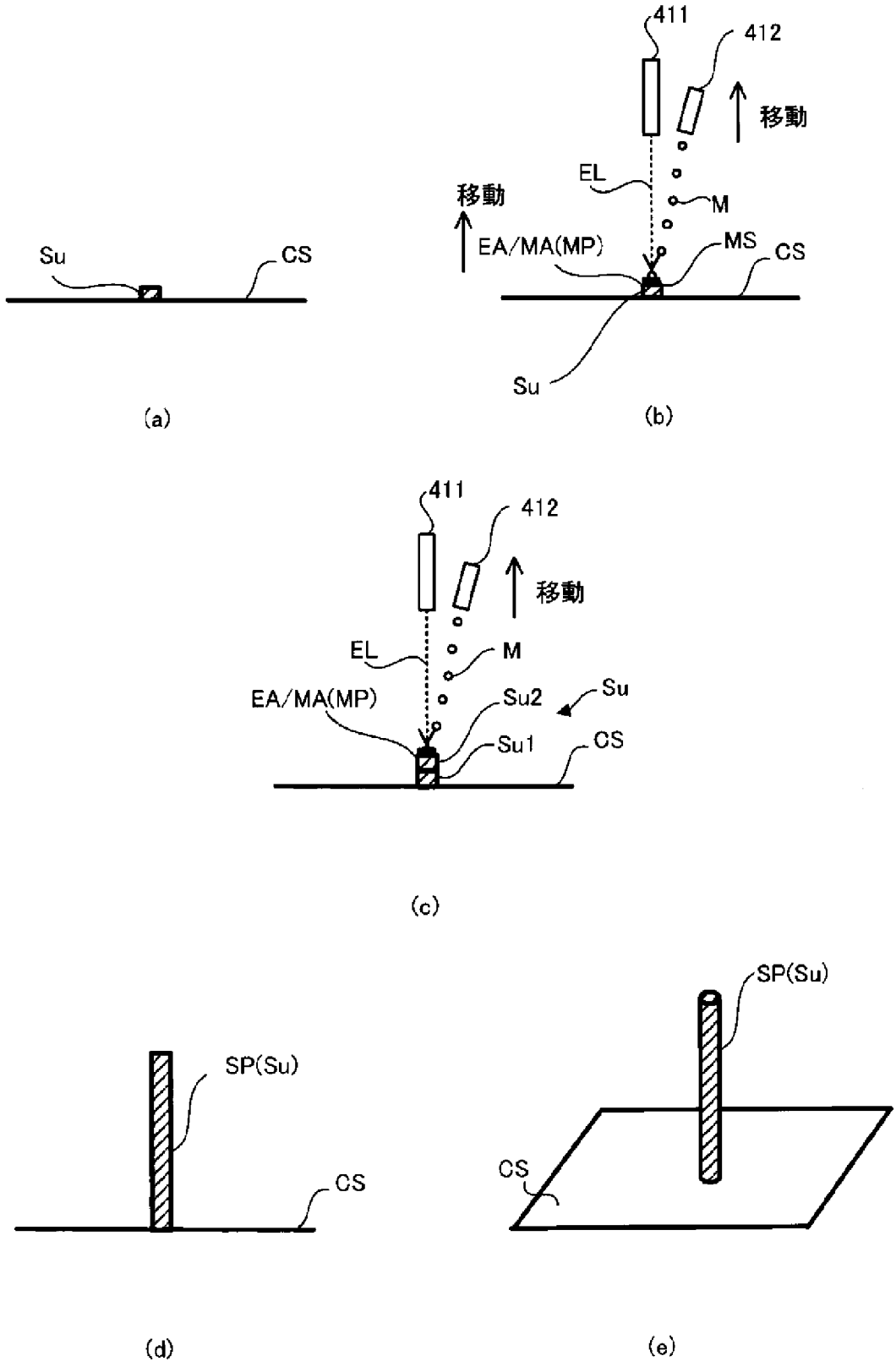


(b)

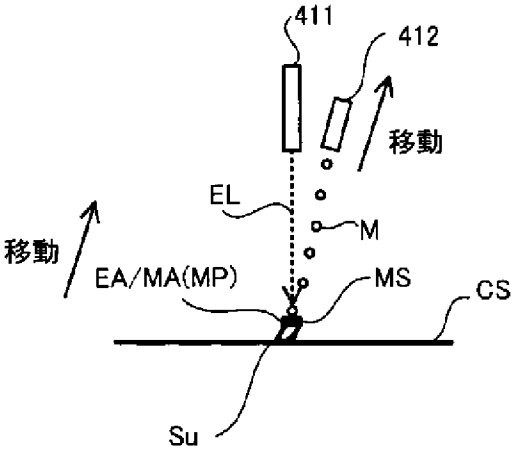


(c)

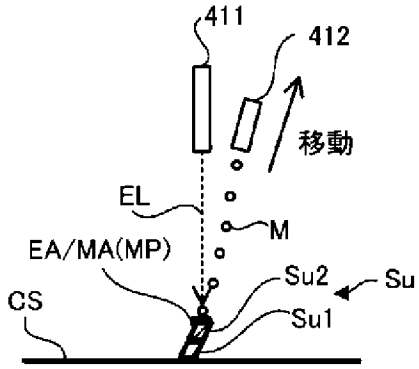
[図5]


411
412
移動
EL
移動
M
EA/MA(MP)
MS
CS
Su
CS
Su
(a)
(b)
411
412
移動
EL
M
EA/MA(MP)
Su2
Su
Su1
CS
(c)
SP(Su)
CS
SP(Su)
CS
(d)
(e)

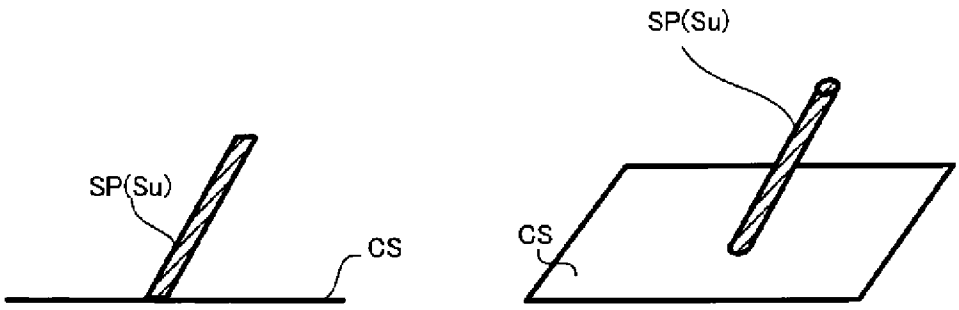
[図6]


411
412
移動
EL
M
移動
EA/MA(MP)
MS
CS
Su

(a)

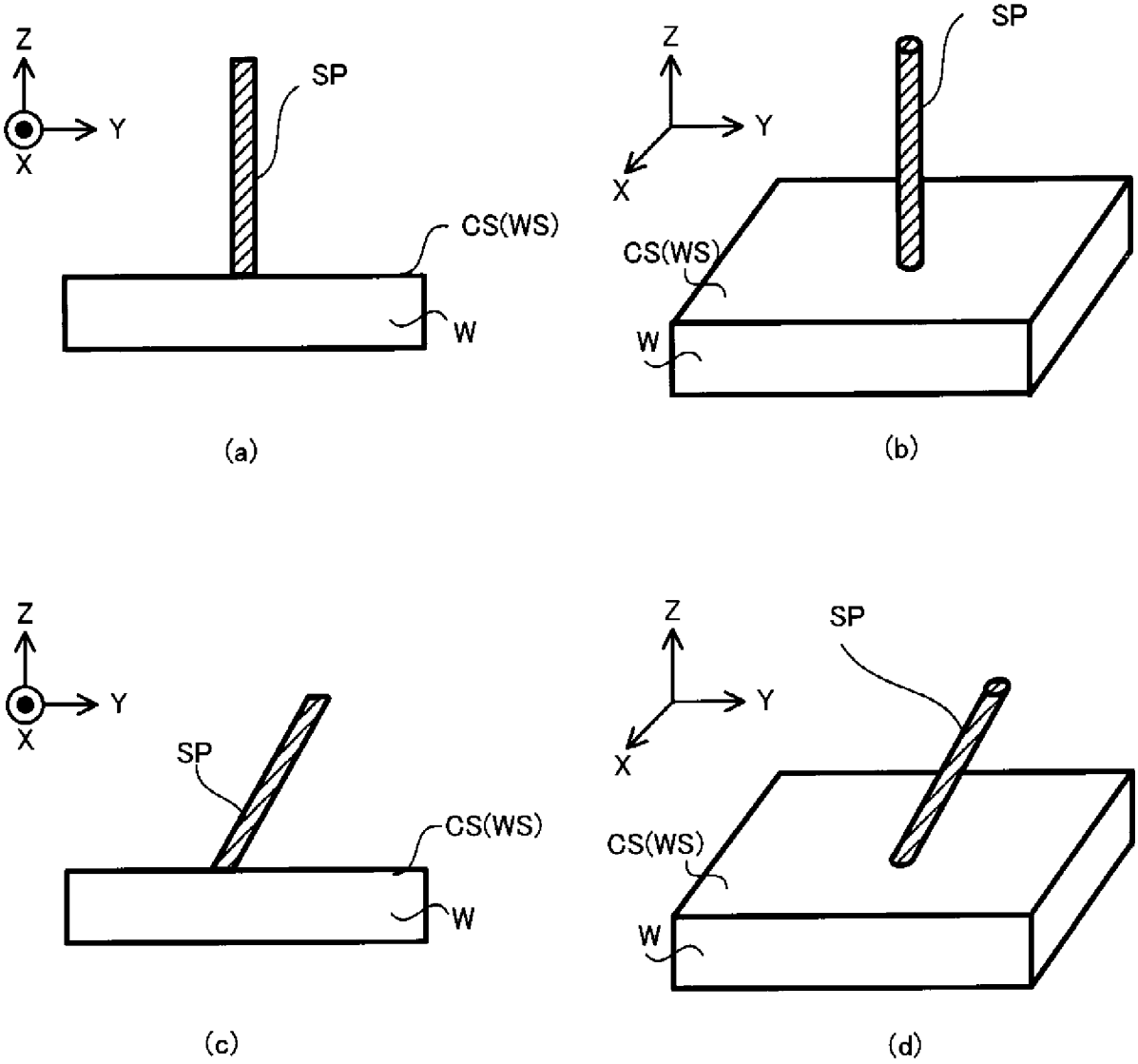

411
412
移動
EL
M
EA/MA(MP)
Su2
Su
CS
Su1

(b)

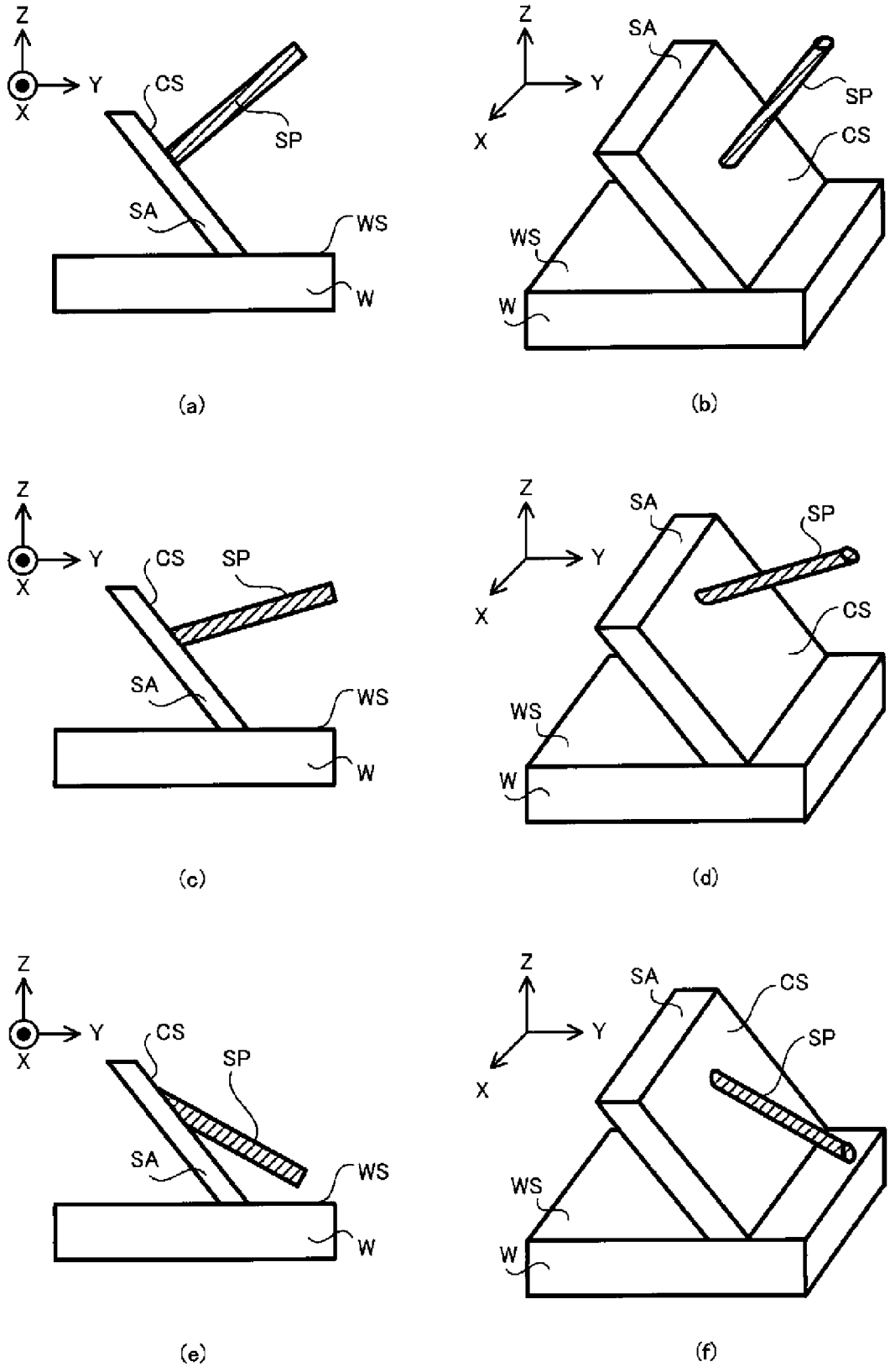

SP(Su)
CS
SP(Su)
CS

(c) (d)

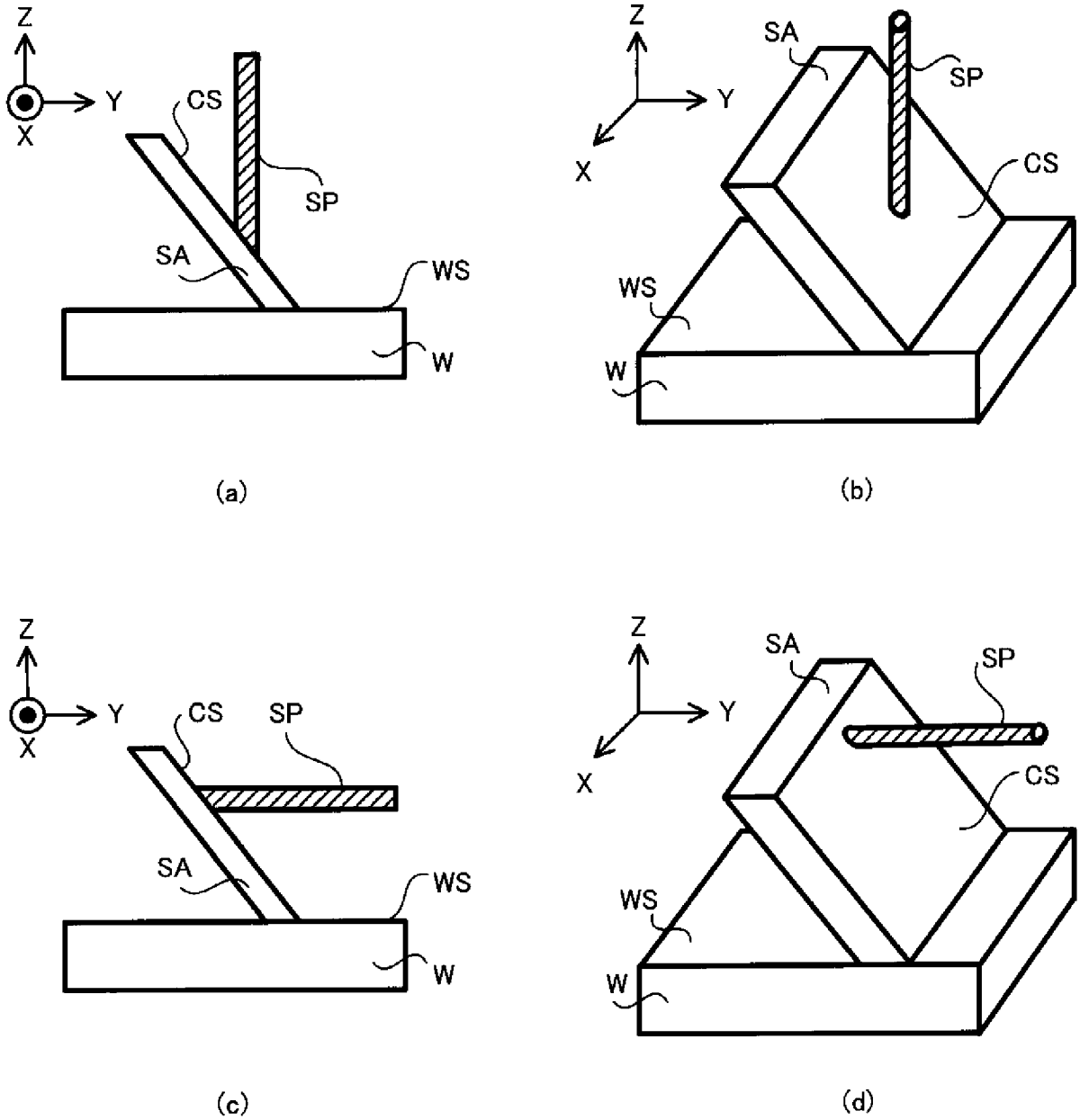
[図7]



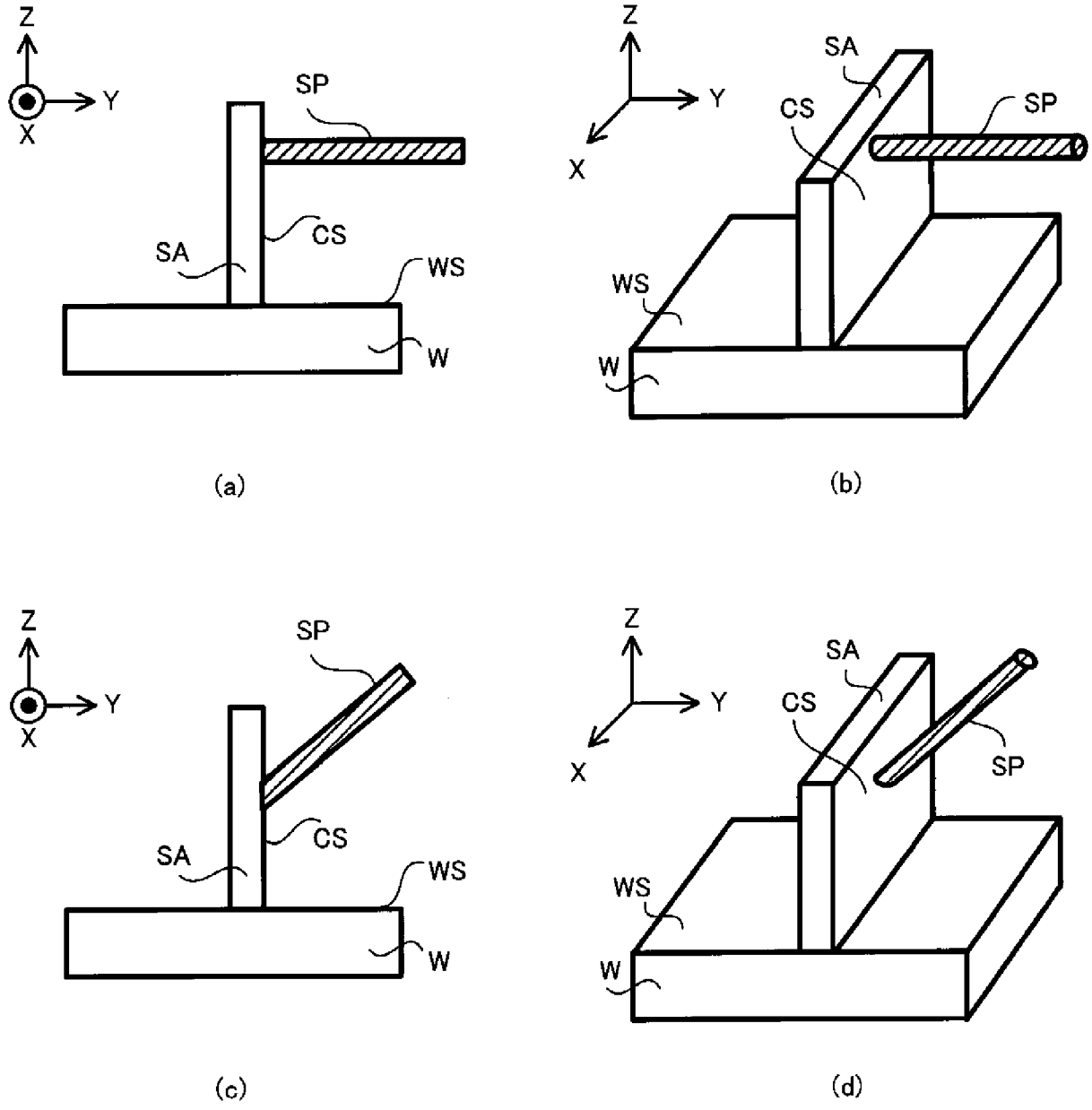
[図8]



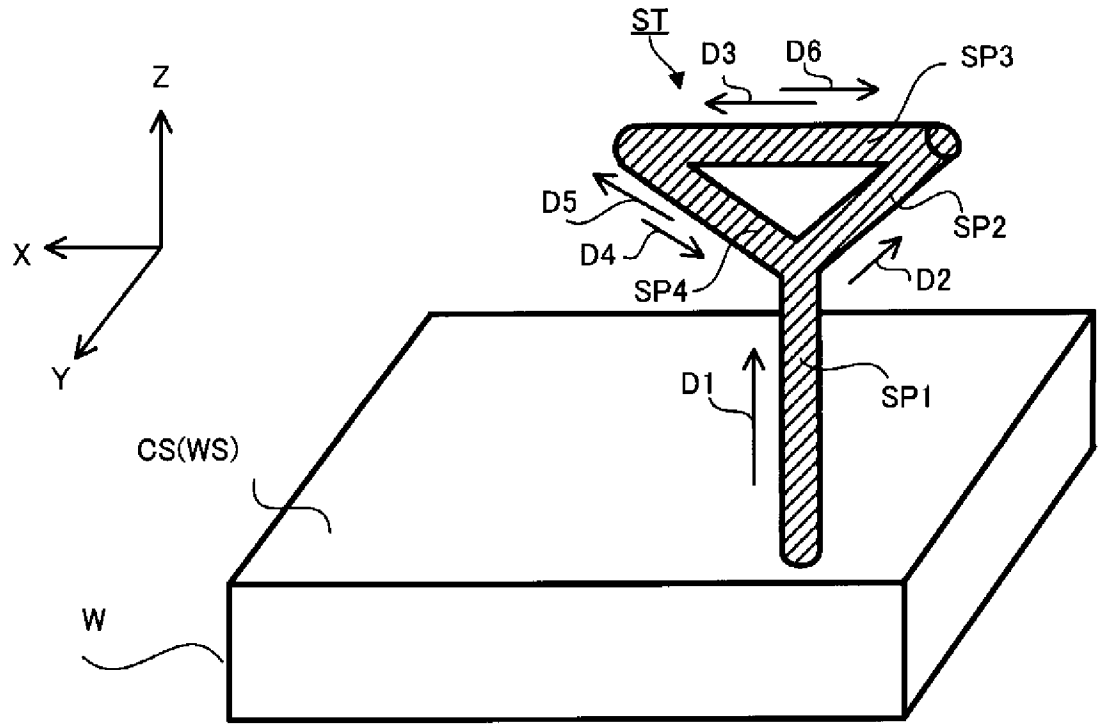
[図9]


Z
Y
X
CS
SP
SA
WS
W
(a)
Z
Y
X
SA
SP
CS
WS
W
(b)
Z
Y
X
CS
SP
SA
WS
W
(c)
Z
Y
X
SA
SP
CS
WS
W
(d)

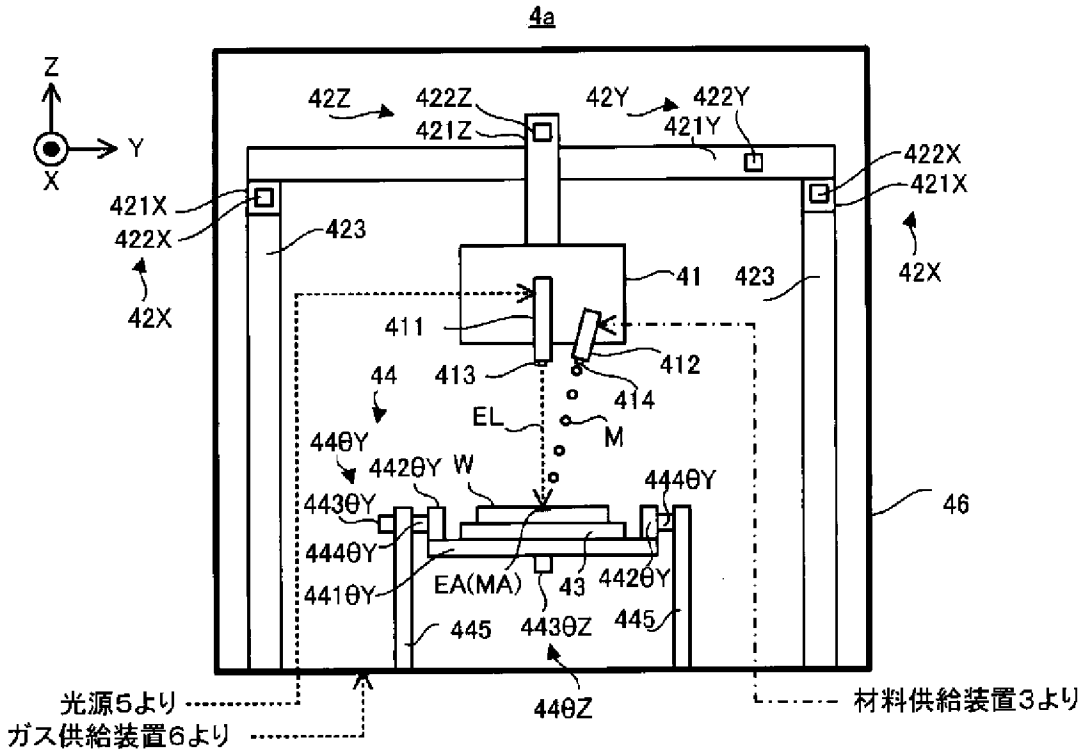
[図10]


Z
Y
X
SP
CS
SA
WS
W
(a)
Z
Y
X
SA
CS
SP
WS
W
(b)
Z
Y
X
SP
CS
SA
WS
W
(c)
Z
Y
X
SA
CS
SP
WS
W
(d)

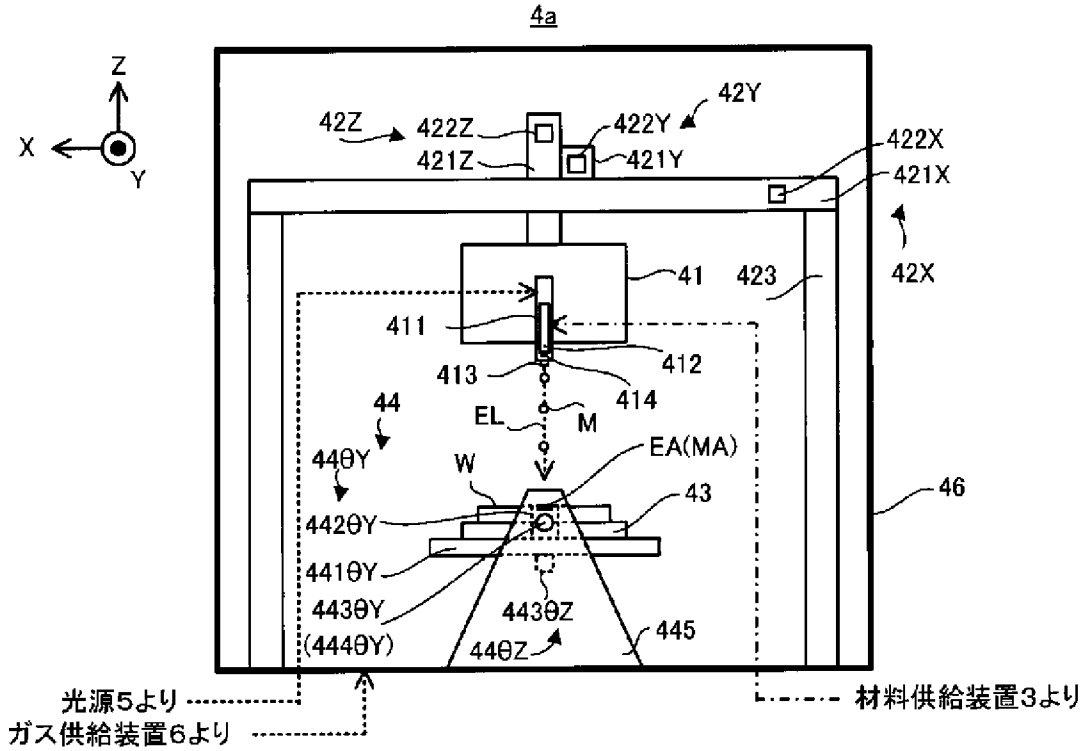
[図11]



[図12]

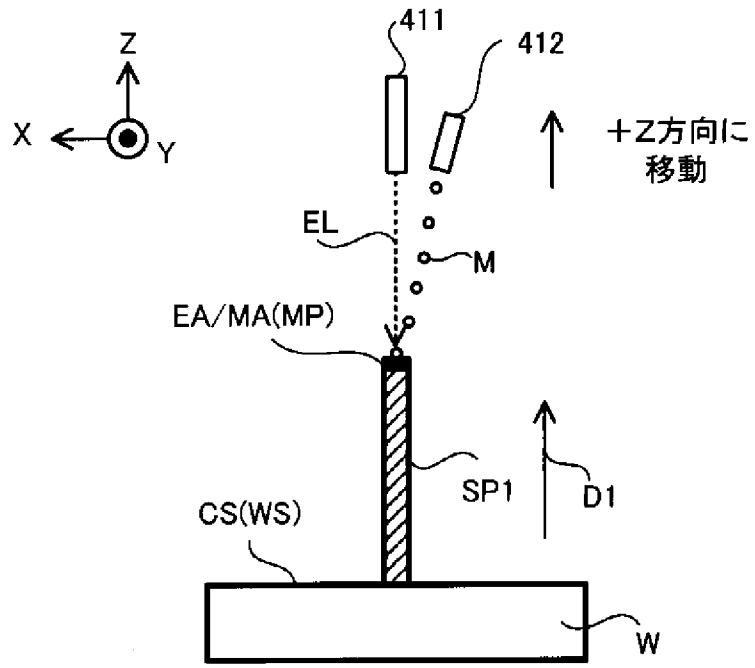

4a
Z
Y
X
42Z
422Z
421Z
42Y
422Y
421Y
422X
421X
42X
423
41
411
412
413
414
44
EL
M
44θY
442θY
W
444θY
443θY
441θY
EA(MA)
43
445
443θZ
44θZ
46
光源5より
ガス供給装置6より
材料供給装置3より

(a)

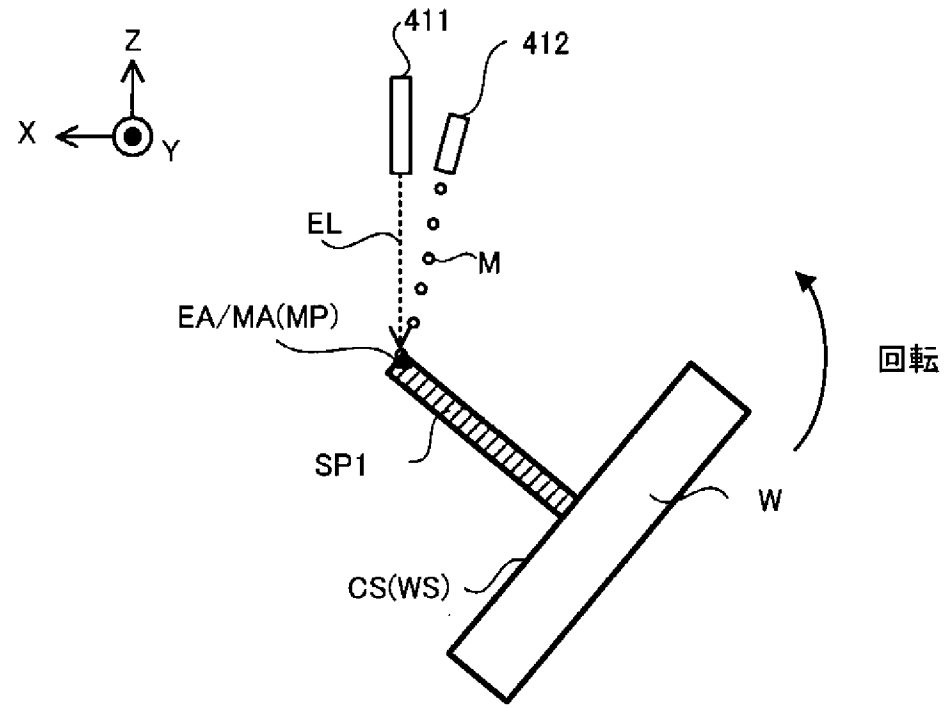

4a
Z
X
Y
42Z
422Z
421Z
42Y
422Y
421Y
422X
421X
42X
423
41
411
412
413
414
44
EL
M
44θY
W
EA(MA)
43
46
442θY
441θY
443θY
(444θY)
443θZ
44θZ
445
光源5より
ガス供給装置6より
材料供給装置3より

(b)

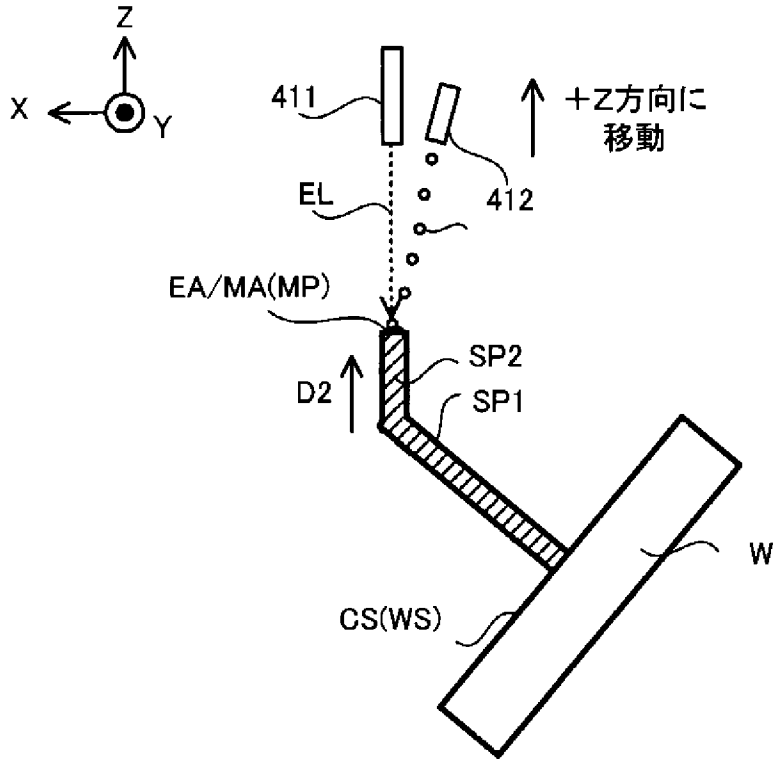
[図13]


Z
X
Y
411
412
+Z方向に
移動
EL
M
EA/MA(MP)
SP1
D1
CS(WS)
W

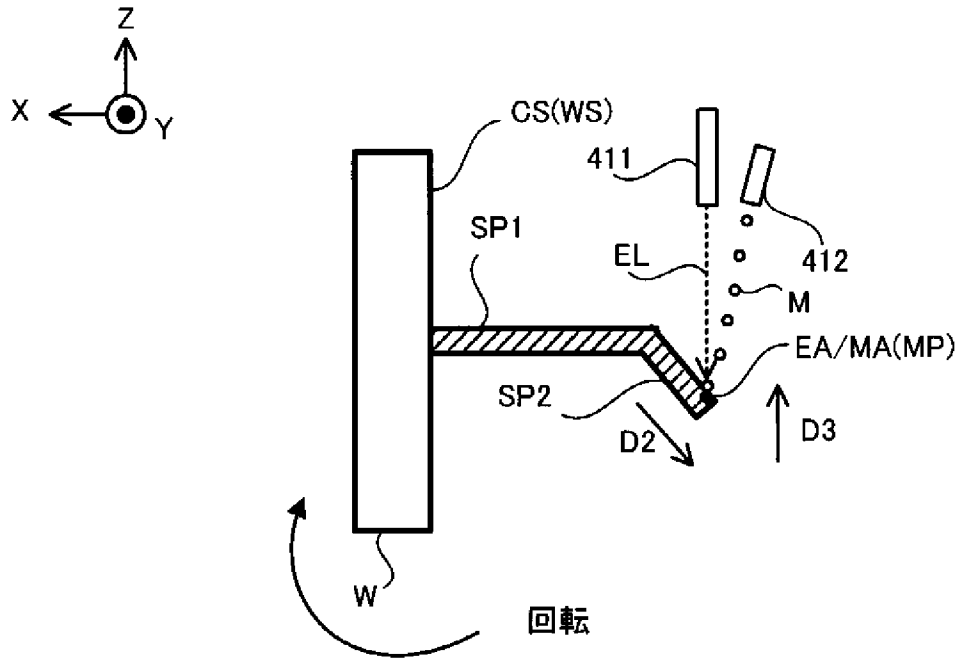
[図14]


Z
X
Y
411
412
EL
M
EA/MA(MP)
回転
SP1
W
CS(WS)

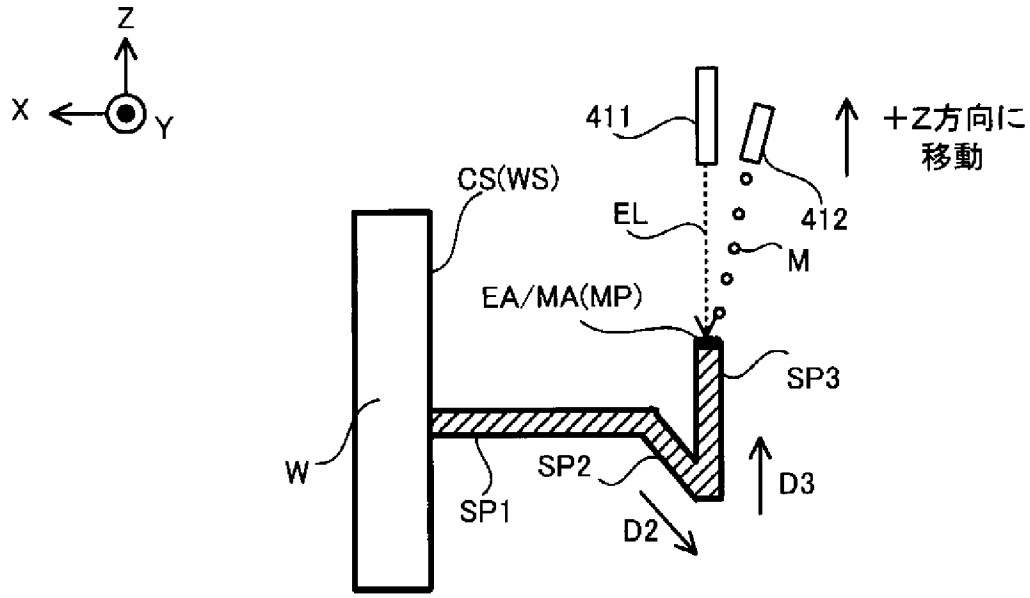
[図15]


Z
X
Y
411
+Z方向に
移動
412
EL
EA/MA(MP)
SP2
D2
SP1
W
CS(WS)

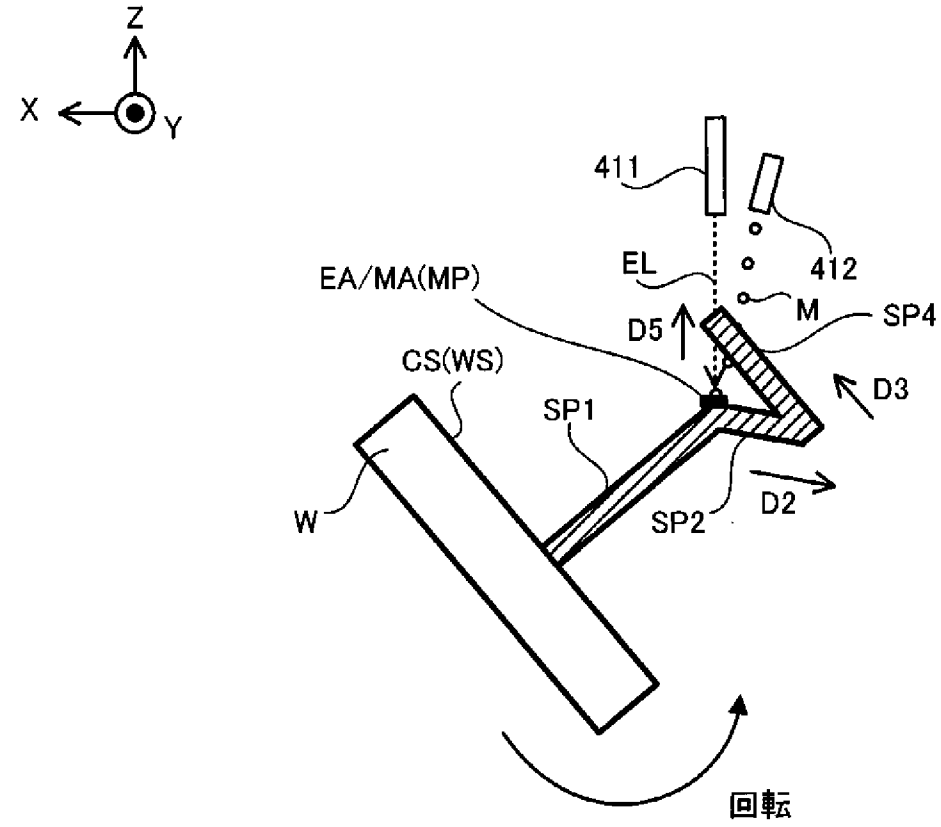
[図16]


Z
X
Y
CS(WS)
411
SP1
EL
412
M
EA/MA(MP)
SP2
D2
D3
W
回転

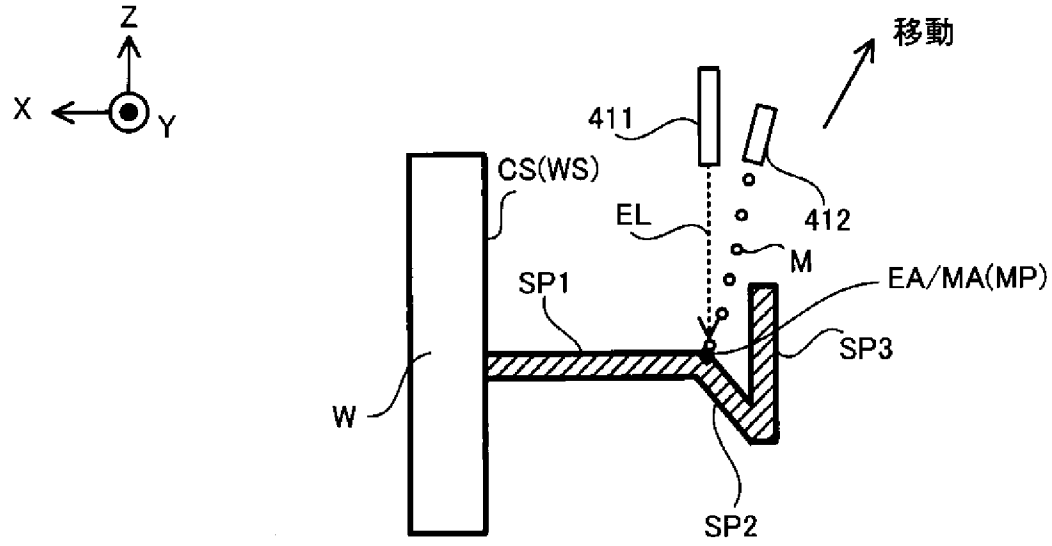
[図17]


Z
X
Y
411
+Z方向に
移動
CS(WS)
EL
412
M
EA/MA(MP)
SP3
W
SP2
D3
SP1
D2

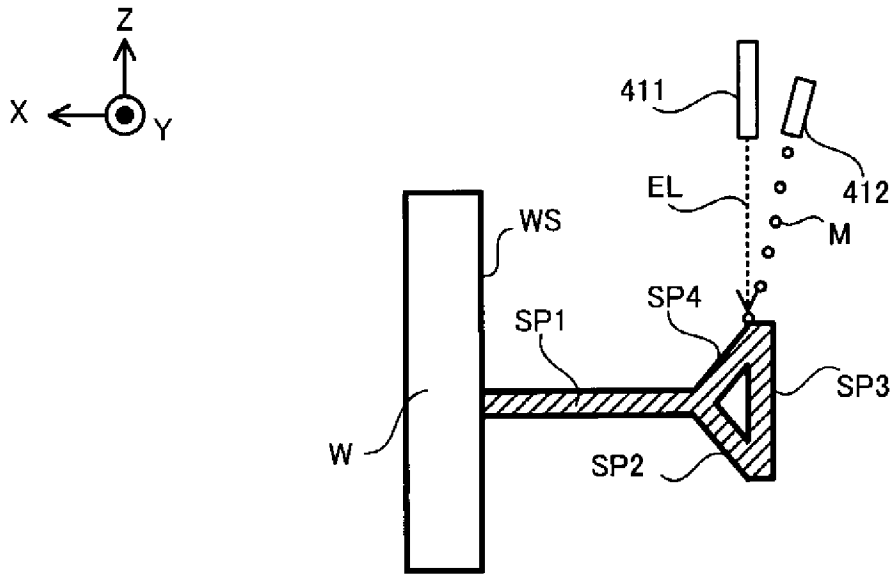
[図18]


Z
X
Y
411
EL
412
EA/MA(MP)
M
SP4
D5
CS(WS)
D3
SP1
W
SP2
D2
回転

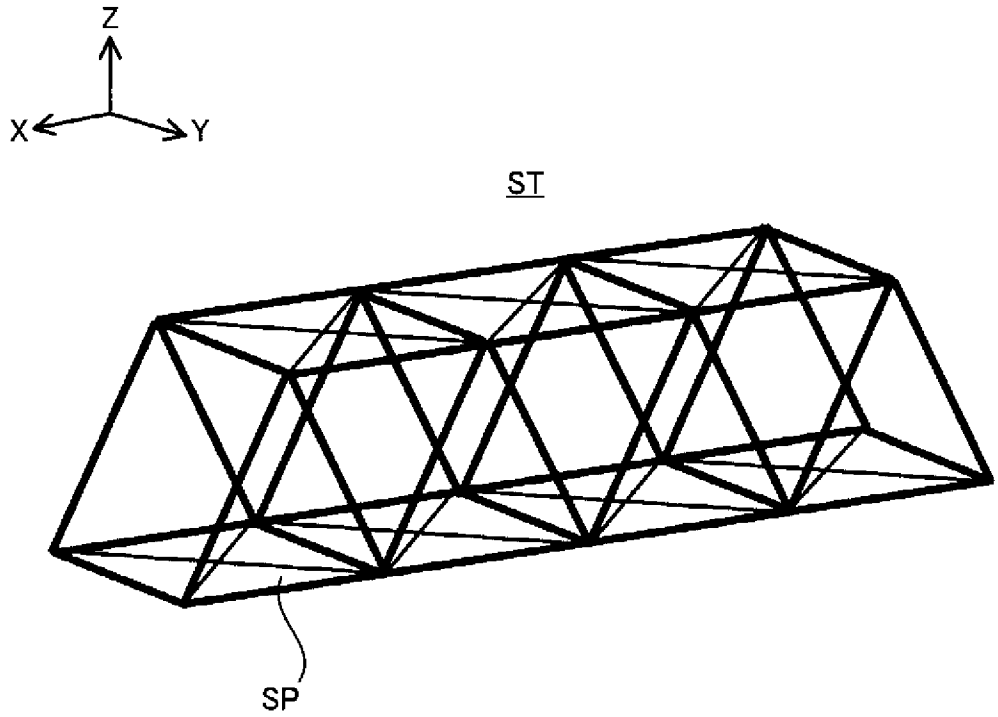
[図19]


Z
X
Y
移動
411
412
CS(WS)
EL
M
SP1
EA/MA(MP)
SP3
W
SP2

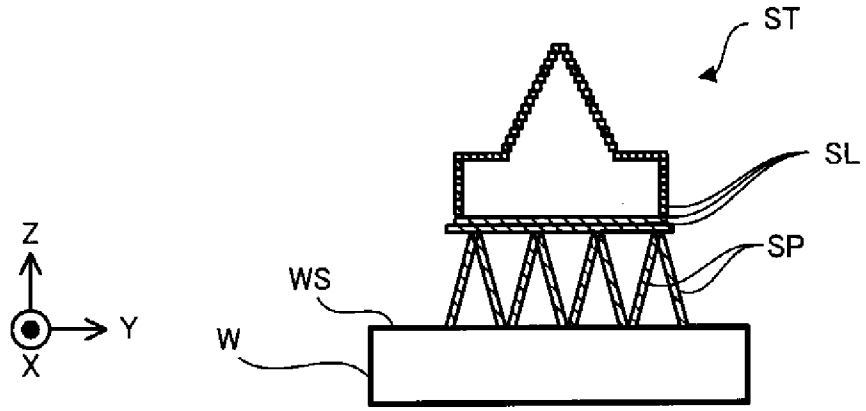
[図20]


Z
X
Y
411
412
EL
M
WS
SP4
SP1
SP3
W
SP2

[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/003192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B29C64/268(2017.01)i, B23K26/342(2014.01)i, B29C64/153(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i

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)
Int.Cl. B29C64/268, B23K26/342, B29C64/153, B33Y10/00, B33Y30/00

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-179500 A (LINCOLN GLOBAL, INC.) 13 October 2016, paragraphs [0011]-[0013], [0018], [0094], fig. 1-15 & US 2015/0209905 A1, paragraphs [0021]-[0023], [0028], fig. 1-12 & WO 2015/110895 A1 & DE 102016003465 A & CN 105983741 A & KR 10-2016-0113986 A	1-82

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23.02.2018	06.03.2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/003192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-530027 A (BOEING CO.) 12 October 2017, paragraphs [0038], [0039], [0077], fig. 1-31 & US 2015/0352794 A1, paragraphs [0077], [0078], [0138], fig. 1-31 & WO 2015/184495 A1 & EP 3152519 A1 & AU 2015271638 A & CN 106662439 A	1-82
X	JP 6-143438 A (SANYO MACH WORKS LTD.) 24 May 1994, claims 1-3, paragraphs [0005], [0006], [0011]-[0024], fig. 1-3 (Family: none)	1-3, 10-28, 37, 63-65, 72-76, 78

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００３１９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B29C64/268(2017.01)i, B23K26/342(2014.01)i, B29C64/153(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B29C64/268, B23K26/342, B29C64/153, B33Y10/00, B33Y30/00

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

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2016-179500 A（リンカーン　グローバル，　インコーポレイテッド）2016.10.13, 【００１１】－【００１３】、【００１８】、【００９４】、図１－１５ & US 2015/0209905 A1 [0021]-[0023], [0028], Fig.1-12 & WO 2015/110895 A1 & DE 102016003465 A & CN 105983741 A & KR 10-2016-0113986 A	1-82

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２３．０２．２０１８	０６．０３．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	４Ｒ	６１１０
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	関口　貴夫 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１		

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2017-530027 A（ザ・ボーイング・カンパニー）2017.10.12, 【００３８】－【００３９】、【００７７】、図１－３１ & US 2015/0352794 A1 [0077]-[0078], [0138], Fig.1-31 & WO 2015/184495 A1 & EP 3152519 A1 & AU 2015271638 A & CN 106662439 A	1-82
X	JP 6-143438 A（三洋機工株式会社）1994.05.24, 請求項１－３、【０００５】－【０００６】、【００１１】－【００２４】、図１－３ (ファミリーなし)	1-3, 10-28, 37, 63-65, 72-76, 78