

(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, IT, JO, 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, 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))

of the main DED nozzle body. The AM device also comprises a cover surrounding the laser port and the powder port of the DED nozzle and whereof the downstream-side in the laser light emission direction is open. The cover comprises a gas supply path for supplying a gas to the interior of the cover, and the orientation of the gas supply path is defined in such a manner as to guide the gas toward the main DED nozzle body.

(57) 要約 : 造形物を製造するためのAM装置が提供され、前記AM装置は、DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている。

明 細 書

発明の名称：AM装置およびAM方法

技術分野

[0001] 本願は、AM装置およびAM方法に関する。本願は、2020年5月20日出願の日本特許出願番号第2020-88239号に基づく優先権を主張する。また、本願は、2020年8月14日出願の日本特許出願第2020-137004号に基づく優先権を主張する。日本特許出願番号第2020-88239号および日本特許出願第2020-137004号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に援用される。

背景技術

[0002] 三次元物体を表現したコンピュータ上の三次元データから、三次元物体を直接的に造形する技術が知られている。たとえば、Additive Manufacturing (AM) (付加製造) 法が知られている。一例として、デポジション方式のAM法としてダイレクトエナジーデポジション (DED) がある。DEDは、金属材料を局所的に供給しながら適当な熱源を用いて基材と共に溶融、凝固させることで造形を行う技術である。また、AM法の一例として、パウダーベッドフュージョン (PBF) がある。PBFは、二次元的に敷き詰められた金属粉体に対して、造形する部分に熱源であるレーザービームや電子ビームを照射して、金属粉体を溶融・凝固または焼結させることで三次元物体の各層を造形する。PBFでは、このような工程を繰り返すことで、所望の三次元物体を造形することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第4724299号明細書
特許文献2：特表2019-500246号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] PBFのように金属粉体を二次元的に敷き詰めた後に、金属粉体に対してDEDノズルを用いてレーザービームを照射して三次元物体の各層を造形することもできる。しかし、このような場合、DEDノズルは一般に材料となる粉末や気体をDEDノズルから供給しながら造形を行うので、予め敷き詰めてある金属粉体を吹き飛ばしてしまい、予定している造形を困難にしてしまう。本願は、DEDノズルを用いて、予め敷き詰められた粉末材料を造形するための技術を提供することを1つの目的としている。

[0005] また、上述のDEDやPBFにより造形を行う場合、造形場所の酸素濃度を下げするために、造形場所付近を不活性ガスでパージすることが行われることがある。このときパージガスの流速が大きいと、たとえばDEDによる材料粉末およびキャリアガスの流れを乱し、造形を不安定にすることがある。また、PBFでパージガスを使用すると、予め敷き詰めてある材料粉末を吹き飛ばしてしまい、予定している造形を困難にすることがある。一方で、パージガスの流速が小さいと、造形場所の酸素を十分に排除することができないことがある。本願は、AM法による造形時に、パージガスの流速を適度に維持しつつ造形場所の酸素濃度を十分に下げするためのAM装置の構造を提供することを1つの目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 一実施形態によれば、造形物を製造するためのAM装置が提供され、前記AM装置は、DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口して

いるカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている。

[0007] 造形物を製造するためのAM装置が提供され、前記AM装置は、DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、全体として前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされており、前記ガス供給路は、ラティス構造層を含む。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]一実施形態による、造形物を製造するためのAM装置を概略的に示す図である。
- [図2]一実施形態による、DEDノズルの断面を概略的に示す図である。
- [図3]一実施形態による、DEDノズルの断面を概略的に示す図である。
- [図4]図3に示されるカバーを上方から見た概略図である。
- [図5]一実施形態による、カバーを上方から見た概略図である。
- [図6]一実施形態による、カバーを示す断面図である。
- [図7]一実施形態による、カバーを示す断面図である。
- [図8]一実施形態による、AM装置を概略的に示す上面図である。
- [図9]一実施形態による、AM装置で造形する方法を示すフローチャートである。
- [図10]一実施形態による、AM装置により輪郭を造形しているときの様子を

概略的に示す側面図である。

[図11]一実施形態による、輪郭の内側に粉体材料を供給しているときの様子を概略的に示す側面図である。

[図12]一実施形態による、供給された材料粉末の上面を造形するときの様子を概略的に示す側面図である。

[図13]一実施形態による、AM装置で造形される造形物を概略的に示す断面図である。

[図14]一実施形態による、造形物を製造するためのAM装置を概略的に示す図である。

[図15]一実施形態によるDEDノズルの断面を概略的に示す図である。

[図16]一実施形態によるDEDノズルに取り付けられるカバーの断面を概略的に示す図である。

[図17]図16に示されるカバーを斜め上方から見た斜視図である。

[図18]図16に示されるカバーの一部を上方から見た上面図である。

[図19]一実施形態による、内カバーを単独で示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明に係る造形物を製造するためのAM装置の実施形態を添付図面とともに説明する。添付図面において、同一または類似の要素には同一または類似の参照符号が付され、各実施形態の説明において同一または類似の要素に関する重複する説明は省略することがある。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。

[0010] 図1は、一実施形態による、造形物を製造するためのAM装置を概略的に示す図である。図1に示されるように、AM装置100は、ベースプレート102を備える。ベースプレート102上に造形物Mが造形されることになる。ベースプレート102は、造形物Mを支持することができる任意の材料から形成されるプレートとすることができる。一実施形態において、ベースプレート102は、XYステージ104の上に配置される。XYステージ104は、水平面内で直交する二方向（x方向、y方向）に移動可能なステー

ジ104である。なお、XYステージ104は、高さ方向（z方向）に移動可能なリフト機構に連結されていてもよい。また、一実施形態においては、XYステージ104はなくてもよい。

[0011] 一実施形態において、図1に示されるように、AM装置100は、DEDヘッド200を備える。DEDヘッド200は、レーザー源202、材料粉体源204、およびガス源206に接続されている。DEDヘッド200は、DEDノズル250を有する。DEDノズル250は、レーザー源202、材料粉体源204、およびガス源206からのレーザー、材料粉体、およびガスを噴射するように構成される。一実施形態において、図1に示されるようにDEDノズル250には、カバー300が取り付けられている。カバー300は、DEDノズル250の噴射口の周りを囲うように構成されている。

[0012] DEDヘッド200は任意のものとすることができ、たとえば公知のDEDヘッドを使用することができる。DEDヘッド200は、移動機構220に連結されており、移動可能に構成される。移動機構220は、任意のものとすることができ、たとえば、レールなどの特定の軸に沿ってDEDヘッド200を移動可能なものとしてもよく、あるいは、任意の位置および向きにDEDヘッド200を移動させることができるロボットから構成されてもよい。一実施形態として、移動機構220は、直交する3軸に沿ってDEDヘッド200を移動可能に構成することができる。

[0013] 図2は一実施形態によるDEDノズル250の断面を概略的に示す図である。図示の実施形態によるDEDノズル250は、全体として切頭円錐形状のDEDノズル本体259である。図示の実施形態によるDEDノズル250は、DEDノズル本体259の中心にレーザー251が通過する第1通路252を備える。第1通路252を通ったレーザーは、DEDノズル本体259のレーザー口252aから放出される。また、DEDノズル本体259は、第1通路252の外側に、材料粉体および材料粉体を輸送するためのキャリアガスが通過する第2通路254を備える。第2通路254を通った材

料粉体は粉体口 254 a から放出される。さらに、DED ノズル本体 259 は、第 2 通路 254 の外側に、シールドガスが通過する第 3 通路 256 を備える。第 3 通路 256 を通ったシールドガスは、ガス口 256 a から放出される。

[0014] 第 2 通路 254 は、DED ノズル 250 から排出される材料粉体がレーザー 251 の集光点 251 a と実質的に同一の位置に収束するように構成される。なお、図 2 において材料粉体およびキャリアガスの流れは破線で示されている。キャリアガスは、たとえばアルゴンガスや窒素ガスなどの不活性ガスとすることができる。キャリアガスとして、空気より重いアルゴンガスを使用することがより望ましい。なお、キャリアガスに不活性ガスを用いることで、材料粉体が溶融して形成される溶融池を不活性ガスで覆うことで酸化を防止することができる。ただし、粉体口 254 a から放出されるキャリアガスの流れにより、その外側の空気が巻き込まれることがある。そこで、図 2 に示される DED ノズル 250 は、粉体材料およびキャリアガスが排出される第 2 通路 254 の外側に配置された第 3 通路 256 からシールドガスを低速で供給することで、周囲の空気が巻き込まれることを防止することができる。キャリアガスにより周囲の空気（特に酸素）が巻き込まれることを防止することで、造形時に金属酸化膜が生成されることを抑制でき、また、濡れ性の良い溶融池を形成することができる。図 2 において、シールドガスの流れは矢印で示されている。

[0015] 図 3 は一実施形態による DED ノズル 250 の断面を概略的に示す図である。図 3 に示される DED ノズル 250 は、図 2 に示される DED 250 にカバー 300 が取り付けられている。図 4 は、図 3 に示されるカバー 300 を上方から見た概略図である。図 4 においては、図示を明瞭化するために DED ノズル 250 は省略して示している。

[0016] 図 3 に示されるように、カバー 300 は、DED ノズル 250 の先端の側面を覆い、且つ、下側が開放している形状である。図 3 に示されるように、カバー 300 は、上面 302 および上面 302 の端部から下方に延びる外壁

304を備える。図3に示されるように、DEDノズル250は、カバー300の上面302の中心付近に形成された中心孔301を通過してカバー300の内側に先端が位置する。すなわち、DEDノズル250を通ったレーザー、粉体材料、およびガスは、カバー300の内側に放出される。外壁304の下端は、DEDノズル250のレーザーの集光点251aと同程度の高さとなるように構成される。

[0017] 図3に示される実施形態によるカバー300は、外壁304の内側に、上面302から下方に延びる縦内壁306を備える。また、カバー300は、上面302の下方において、縦内壁306から内側に上面302と並行に延びる横内壁308を備える。図3に示されるように、上面302における縦内壁306のすぐ内側に、ガス供給口310を備える。一実施形態において、図4に示されるように、複数のガス供給口310が、DEDノズル250を囲うよう配置されている。また、カバー300は、上面302における縦内壁306のすぐ外側に、ガス排出口312を備える。一実施形態において、図4に示されるように、複数のガス排出口312が、DEDノズル250を囲うように配置されている。ガス供給口310は、ガス供給源に接続されており、ガス供給口310からカバー300内へガスを供給することができる。供給されるガスは、たとえばアルゴンガスや窒素ガスなどの不活性ガスとすることができる。また、ガス供給口310へのガス供給源は、上述のDEDノズル250から供給されるガス源206と同一のものを使用してもよい。

[0018] 図3に示される実施形態において、ガス供給口310からカバー300内に供給されたガスは、上面302、縦内壁306、および横内壁308で画定されるガス供給路314を通過して、DEDノズル250の方へ導かれる。図3に示される実施形態において、ガス供給路314は、カバー300の上面302に平行であるが、他の実施形態として、ガス供給路314は、概ねDEDノズル本体259の方に向かえば、必ずしも上面302に平行でなくてもよい。ガス供給路314を通過したガスは、DEDノズル本体259に当

たって、DEDノズル本体259の先端の方へ流れる。DEDノズル本体259の先端の方へ流れたガスは、造形対象物Mに向かい、造形対象物Mに沿って外側に流れる。造形対象物Mに沿って外側に流れたガスはカバー300の外壁304に当たり、そこから上方流れ、外壁304および縦内壁306により画定されるガス排出路316を通過して、ガス排出口312から排出される。

[0019] 図3に示される実施形態においては、カバー300によりDEDノズル250からレーザー251が照射されて造形される部分を不活性ガスで満たすことができ、造形箇所が酸化することを防止することができる。また、不活性ガスで満たす領域をカバー300内に限定することができるので、不活性ガスの使用量を抑制することができる。

[0020] 図5は、一実施形態によるカバー300を上方から見た概略図である。図5に示されるカバー300は、図4に示されるカバーと異なり上面302が円形であるが、その他は図3および図4で示されたものと実質的に同様の構造である。図5に示されるカバー300において、図4に示されるカバーと同様の要素には同様の符号を付してあるので、詳細な説明は省略する。なお、図4、5において、ガス供給口310およびガス排出口312の数および配置は例示であり、任意の数および配置とすることができる。

[0021] 図6は、一実施形態によるカバー300を示す断面図である。図6に示される実施形態によるカバー300は、一部において（図6の左側）、図3のカバー300と同様に、ガス供給口310から供給されたガスを内側に向かってDEDノズル本体259の方へ導くガス供給路314を備える。また、図6に示されるカバー300は、一部において（図6の右側）、ガス供給口310から供給されたガスを外壁304に向かって導くガス供給路314を備える。図6に示されるように外壁304に向かって導かれたガスは、外壁304に沿って下方に向かい、さらに、外壁304の端部から内側に向かって延びる外壁延長部318に沿って、内側に導かれる。図6に示されるカバー300において、上面302は四角形でも円形でもよい。

[0022] 図7は、一実施形態によるカバー300を示す断面図である。図7に示される実施形態によるカバー300は、一部において（図7の左側）、図3のカバー300と同様に、ガス供給口310から供給されたガスを内側に向かってDEDノズル250の方へ導くガス供給路314を備える。図7に示されるカバー300は、一部において（図7の右側）、ガス供給口310から供給されたガスを外壁304に向かって導くガス供給路314を備える。外壁304に向かって導かれたガスは、カバー300の外壁304、縦内壁306、外壁延長部318、および縦内壁306の先端から内側に向かって延びる縦内壁延長部320によって、カバー300の外壁304の内側を通過して下方に導かれ、さらに、外壁延長部318および縦内壁延長部320の内側を通過してDEDノズル250のレーザーの集光点251aに導かれる。

[0023] 一実施形態において、図1に示されるように、AM装置100は、造形対象物の材料を供給するための粉体供給ヘッド400を備える。粉体供給ヘッド400は、造形対象物の材料となる粉末、たとえば金属粉末を排出するための材料供給ノズル450を備える。材料供給ノズル450は、造形対象物の材料となる粉末の供給源402およびガス源404に接続されている。そのため、材料供給ノズル450からは、材料粉末およびガスを供給することができる。材料供給ノズル450から材料粉末とともに供給されるガスは、不活性ガスであることが好ましく、空気より重い不活性ガスであることがより好ましい。たとえば、不活性ガスとしてアルゴンガス採用することができる。空気より重い不活性ガスを採用することで、材料供給ノズル450から供給された材料粉末の隙間を不活性ガスで充填することが可能となる。そのため、レーザー照射による造形時に、造形物の酸化を抑制することができる。

[0024] 図1に示されるように、粉体供給ヘッド400は、供給された材料粉末を均すためのブレード406を備えてもよい。ブレード406は、材料粉末を供給するときの粉体供給ヘッド400の移動方向（図1の左方向）に関して、材料供給ノズル450の後方に配置されている。

- [0025] 図1に示されるように、粉体供給ヘッド400は、供給された材料粉末の上から不活性ガスを供給するためのガス供給ノズル408を備える。ガス供給ノズル408から供給されるガスの流量は、供給されている材料粉末を吹き飛ばさない程度に小さい流量であることが望ましい。
- [0026] 一実施形態において、粉体供給ヘッド400は、ガス供給ノズル408のガス供給口を覆う多孔質体410を備える。そのため、ガス供給ノズル408から供給された不活性ガスは、多孔質体410を通して緩やかに供給された材料粉末の上に供給され、材料粉末が吹き飛ばされることを抑制できる。多孔質体410の孔径や厚さは、多孔質体410から均一かつ微細に分散したガスが供給されるようにされる。一実施形態において、多孔質体410の平均孔径は、材料粉末の平均粒径の $1/2$ 以下であることが好ましく、 $1/10$ 以下であることがより好ましい。一実施形態において、多孔質体410は、市販のものを使用することができ、たとえば一例として、日本タングステン株式会社から販売されている多孔質セラミックスを使用することができる。
- [0027] 一実施形態において、多孔質体410の下面は、ブレード406の下面とほぼ同一の高さとすることができる。多孔質体410の下面を、ブレード406の下面とほぼ同一の高さとすることで、供給された材料粉末をブレード406で均したのちに、さらに、多孔質体410から供給されたガスで非接触式に材料粉末を均すことができる。この場合、多孔質体410が材料粉末に接触しないので、多孔質体410の寿命を長くすることができる。なお、図1における実施形態では、多孔質体410の下面は、ブレード406の下面とほぼ同一の高さとしているが、他の実施形態として、多孔質体410の下面は、ブレード406の下面よりも高い位置にしてもよい。
- [0028] なお、ガス供給ノズル408から供給される不活性ガスは空気よりも重い、たとえばアルゴンガスとすることができる。供給された材料粉末の上に空気よりも重い不活性ガスを供給することで、材料粉末の層内に残留する酸素濃度を低減することができ、また、供給された材料粉末を不活性ガスで覆う

ことができ、造形時に造形物の酸化を抑制することができる。

[0029] 粉体供給ヘッド400は、上述の特徴を備える任意のものとしてことができ、たとえば公知の粉体供給ヘッドを使用することができる。粉体供給ヘッド400は、移動機構420に連結されており、移動可能に構成される。移動機構420は、任意のものとしてことができ、たとえば、レールなどの特定の軸に沿って粉体供給ヘッド400を移動可能なものとしてもよく、あるいは、任意の位置および向きに粉体供給ヘッド400を移動させることができるロボットから構成されてもよい。

[0030] 図8は、一実施形態によるAM装置100を概略的に示す上面図である。特に、図8は、DEDヘッド200および粉体供給ヘッド400の移動機構を概略的に示している。図8に示される実施形態において、DEDヘッド200の移動機構は、直交する3軸に沿ってDEDヘッド200を移動させることが可能に構成される。図8に示される実施形態において、DEDヘッド200の移動機構220は、x軸に沿って延びる第1レール222およびy軸に沿って延びる第2レール224を備える。また、第2レール224は、第1レール222上を移動可能に第1レール222上に搭載されている。DEDヘッド200は、第2レール224上を移動可能に第2レール224上に搭載されている。したがって、DEDヘッド200は、ベースプレート102に平行なxy平面上の任意の位置に移動可能である。また、DEDヘッド200は、z方向に移動可能に構成され、ベースプレート102に対してDEDヘッド200の高さを調整可能である。

[0031] 図8の実施形態においては、2つのDEDヘッド200が搭載された第2レール224が2つ第1レール222に搭載されている。図8における、DEDヘッド200の数は例示であり、AM装置100に任意の数のDEDヘッド200を使用してもよい。また、複数のDEDヘッド200を使用する場合、同一のDEDヘッド200を使用してもよく、また異なるDEDヘッド200を使用してもよい。

[0032] 一実施形態において、図8に示されるように、粉体供給ヘッド400の移

動機構420は、x軸に沿って延びる第3レール422を備える。粉体供給ヘッド400は、第3レール422上を移動可能に、第3レール422上に搭載されている。第3レール422上を移動しながら粉体供給ヘッド400から材料粉体を供給することで、ベースプレート102上の任意の位置に材料粉体を供給することができる。

[0033] 一実施形態によるAM装置100は、図1に示されるように制御装置170を有する。制御装置170は、AM装置100の各種の動作機構、たとえば上述のDEDヘッド200、粉体供給ヘッド400、各種の動作機構220、420などの動作を制御するように構成される。制御装置170は、一般的なコンピュータまたは専用コンピュータから構成することができる。

[0034] 図9は、一実施形態によるAM装置で造形する方法を示すフローチャートである。一実施形態において、本明細書で開示される方法では、図13に示されるような、内部に空洞を有する造形物Mを造形することができる。図13に示される造形物は、輪郭M1および輪郭M1を橋渡しする上蓋M2を有する構造である。

[0035] 一実施形態による造形方法において、まず、造形対象物の輪郭M1を造形する(S100)。輪郭M1を造形するときは、DEDヘッド200を使用する。DEDヘッド200は任意のものを使用することができ、本明細書で開示される任意のDEDヘッド200を使用することができ、また、本明細書で開示されるDEDヘッド200以外の他のDEDヘッドを用いてもよい。図10は、AM装置100により輪郭M1を造形しているときの様子を概略的に示す側面図である。輪郭M1を本明細書で開示されるDEDヘッド200を用いて造形する場合、DEDノズル250の第2通路254を通じて材料粉体およびキャリアガスを供給しながら、第1通路252を通じてレーザー251を造形点に照射する。また、造形時には、第3通路256を通じてシールドガスを造形点に供給する。キャリアガスおよびシールドガスには、たとえば不活性ガスであるアルゴンガスを用いることができる。キャリアガスに不活性ガスを用い、また、シールドガスを用いることで、造形物の酸

化を防止でき、安定した造形を行うことができる。

[0036] 造形対象物の輪郭M1を造形したら、輪郭M1の内側に粉体材料を供給する(S102)。粉体材料の供給は、上述した粉体供給ヘッド400を用いて行われる。図11は、輪郭M1の内側に粉体材料を供給しているときの様子を概略的に示す側面図である。一実施形態において、粉体供給ヘッド400の材料供給ノズル450から、材料粉末と空気よりも重い不活性ガスとを同時に輪郭M1の内側に供給する。また、材料供給ノズル450を移動させながら材料粉末を供給するので、材料供給ノズル450の後方に配置されたブレード406で供給された材料粉末を均一の高さになるように均すことができる。さらに、ブレード406の後方に配置された、ガス供給ノズル408および多孔質体410により、さらに材料粉末を均一にすることができる。また、材料供給ノズル450から、材料粉末と空気よりも重い不活性ガスとを同時に供給するので、材料粉末の間隙は不活性ガスで満たされる。また、材料供給ノズル450から材料粉末を供給する際に、材料供給ノズル450およびブレード406の後方に配置されたガス供給ノズル408から空気よりも重い不活性ガスを供給することで、均一にならされた材料粉末の上を不活性ガスで覆うことができる。

[0037] 造形対象物の輪郭M1の内側に材料粉末を供給したら、供給された材料粉末の上面を造形する(S104)。供給された材料粉末の上面を造形することで、輪郭M1を橋渡しする上蓋M2を造形することができる。本実施形態においては、輪郭M1の内側に供給された材料粉末の表層のみが造形されて上蓋M2が造形され、上蓋M2の下には供給された材料粉末が残留することになる。材料粉末の上面の造形は、本明細書で開示されるDEDヘッド200を用いて行うことができる。図12は、供給された材料粉末の上面を造形するときの様子を概略的に示す側面図である。供給された材料粉末の上面を造形するときは、DEDノズル250の第1通路252からレーザーを材料粉末の上面に照射する。ただし、この時、第2通路254からキャリアガスおよび材料粉末は供給されない。また、第3通路256からもシールドガス

は供給されない。これは、DEDノズル250からキャリアガスおよびシールドガスが予め供給されている材料粉末を吹き飛ばすことを防止するためである。一実施形態において、DEDノズル250の第3通路256からシールドガスを供給してもよい。ただし、DEDノズル250の第3通路256からシールドガスを供給する場合、予め供給されている材料粉末を吹き飛ばすことがない流量で供給する。たとえば、輪郭M1を造形するときのシールドガスの流量よりも小さな流量で供給する。

[0038] 一方、材料粉末の上面を造形するときは、カバー300のガス供給口310（図3など参照）からは不活性ガスが供給され、DEDノズル250の先端および造形点の周りが不活性ガスで覆われる。そのため、造形点の酸素濃度を低い状態に維持することができる。また、供給された材料粉末に直接的にガスを吹き付けないので、材料粉末を吹き飛ばすことを防止することができる。一実施形態においては、図3に示されるように、カバー300のガス供給口310から導入されたガスは、ガス供給路314によりDEDノズル本体259の方に向かって導かれる。ガスが造形面と平行な方向に向いた状態でカバー300の内部に導かれるので、予め供給されている材料粉末を吹き飛ばすことを防止できる。

[0039] なお、上蓋M2を造形するために材料粉末の上面の造形を開始するときは、輪郭M1と材料粉末の境界における輪郭M1の部分を、部分的に溶融させてメルトプールを形成し、その後にレーザーを材料粉末の方向に移動させることが好ましい。このようにすることで、材料粉末の溶融物が輪郭M1の部分の溶融部とつながりやすくなり、安定した造形を実現しやすくなる。また、材料粉末の上面の造形が終了するとき、すなわち、材料粉末の上面を造形して反対側の輪郭M1に上蓋M2部分を結合させるとき、同様に輪郭M1と材料粉末の境界における輪郭M1の部分を、部分的に溶融させてメルトプールを形成し、その後にレーザーを材料粉末の方向に移動させることで、開始時と同様の効果を得ることができる。

[0040] 材料粉末の上面を造形して上蓋M2を完成させたら、必要であればその上

にさらなる造形を行って全体の造形を完成させる。最後に、造形されずに残った材料粉末を取り除くことで、図13に例示されるような内部に空洞を備える造形物Mを得ることができる。一般に、内部に空洞を有する構造をAM法により造形する場合、上蓋M2の部分を造形するためには、上蓋M2部分を支持するサポート部材を使用する。しかし、上述の方法によれば、輪郭M1の内側に供給されて材料粉末がサポート部材としての役割を果たすので、サポート部材を使用しなくても内部に空洞を有する構造をAM法により造形することができる。また、一般に、DEDノズルは、ロボット機構により任意の位置および角度に移動できるように構成されることがある。上述の実施形態によるAM装置および造形方法では、DEDノズル250を直交する3軸に移動可能な構成により、内部に空洞を有する構造を造形することができ、DEDノズル250の移動機構として複雑なロボットを必要としない。

[0041] 上述の実施形態においては、DEDヘッド200を用いて造形しているが、他の実施形態において、造形工程の一部においてPBFを用いてもよい。また、一実施形態において、AM装置100は、DEDヘッド200に追加的にPBFを行うためのPBFヘッドを備えてもよい。また、上述の輪郭M1の全部または一部は、AM法により造形しなくてもよい。たとえば、他の方法で成型済の部品を輪郭M1として用いてもよく、また、他の方法で成型済の部品にAM法による加工をして輪郭M1を形成してもよい。

[0042] 図14は、一実施形態による、造形物を製造するためのAM装置を概略的に示す図である。図14に示されるように、AM装置2-100は、ベースプレート2-102を備える。ベースプレート2-102上に造形物Mが造形されることになる。ベースプレート2-102は、造形物Mを支持することができる任意の材料から形成されるプレートとすることができる。一実施形態において、ベースプレート2-102は、XYステージ2-104の上に配置される。XYステージ2-104は、水平面内で直交する二方向（x方向、y方向）に移動可能なステージ2-104である。なお、XYステージ2-104は、高さ方向（z方向）に移動可能なリフト機構に連結されて

いてもよい。また、一実施形態においては、XYステージ2-104はなくてもよい。

[0043] 一実施形態において、図14に示されるように、AM装置2-100は、DEDヘッド2-200を備える。DEDヘッド2-200は、レーザー源2-202、材料粉体源2-204、およびガス源2-206に接続されている。DEDヘッド2-200は、DEDノズル2-250を有する。DEDノズル2-250は、レーザー源2-202、材料粉体源2-204、およびガス源2-206からのレーザー、材料粉体、およびガスを噴射するように構成される。一実施形態において、図14に示されるようにDEDノズル2-250には、カバー2-300が取り付けられている。カバー2-300は、DEDノズル2-250の噴射口の周りを囲うように構成されている。

[0044] DEDヘッド2-200は任意のものとすることができ、たとえば公知のDEDヘッドを使用することができる。DEDヘッド2-200は、移動機構2-220に連結されており、移動可能に構成される。移動機構2-220は、任意のものとすることができ、たとえば、レールなどの特定の軸に沿ってDEDヘッド2-200を移動可能なものとしてもよく、あるいは、任意の位置および向きにDEDヘッド2-200を移動させることができるロボットから構成されてもよい。一実施形態として、移動機構2-220は、直交する3軸に沿ってDEDヘッド2-200を移動可能に構成することができる。

[0045] 一実施形態によるAM装置2-100は、図14に示されるように制御装置2-170を有する。制御装置2-170は、AM装置2-100の各種の動作機構、たとえば上述のDEDヘッド2-200や各種の動作機構などの動作を制御するように構成される。制御装置2-170は、一般的なコンピュータまたは専用コンピュータから構成することができる。

[0046] 図15は一実施形態によるDEDノズル2-250の断面を概略的に示す図である。図示の実施形態によるDEDノズル2-250は、全体として切

頭円錐形状のDEDノズル本体2-259を備える。図示の実施形態によるDEDノズル2-250は、DEDノズル本体2-259の中心にレーザー2-251が通過するレーザー通路2-252を備える。レーザー通路2-252を通ったレーザーは、DEDノズル本体2-259のレーザー口2-252aから放出される。また、DEDノズル本体2-259は、レーザー通路2-252の外側に、材料粉体および材料粉体を輸送するためのキャリアガスが通過する粉体通路254を備える。粉体通路2-254を通った材料粉体は粉体口2-254aから放出される。さらに、DEDノズル本体2-259は、粉体通路2-254の外側に、シールドガスが通過するシールドガス通路2-256を備える。シールドガス通路2-256を通ったシールドガスは、ガス口2-256aから放出される。

[0047] 粉体通路2-254は、DEDノズル2-250から排出される材料粉体がレーザー2-251の集光点2-251aと実質的に同一の位置に収束するように構成される。なお、図15において材料粉体およびキャリアガスの流れは破線で示されている。キャリアガスは、たとえばアルゴンガスや窒素ガスなどの不活性ガスとすることができる。キャリアガスとして、空気より重いアルゴンガスを使用することがより望ましい。なお、キャリアガスに不活性ガスを用いることで、材料粉体が溶融して形成される溶融池を不活性ガスで覆うことで酸化を防止することができる。ただし、粉体口2-254aから放出されるキャリアガスの流れにより、その外側の空気が巻き込まれることがある。そこで、図15に示されるDEDノズル2-250は、粉体材料およびキャリアガスが排出される粉体通路2-254の外側に配置されたシールドガス通路2-256からシールドガスを低速で供給することで、周囲の空気が巻き込まれることを防止することができる。キャリアガスにより周囲の空気（特に酸素）が巻き込まれることを防止することで、造形時に金属酸化膜が生成されることを抑制でき、また、濡れ性の良い溶融池を形成することができる。図15において、シールドガスの流れは矢印で示されている。なお、シールドガスは、キャリアガスと同一の種類的气体とすることが

できる。

[0048] 図16は、一実施形態によるDEDノズル2-250に取り付けられるカバー2-300の断面を概略的に示す図である。図17は、図16に示されるカバー2-300を斜め上方から見た斜視図である。図18は、図16に示されるカバー2-300の一部を上方から見た上面図である。

[0049] 図16、17に示されるように、カバー2-300は、内カバー2-302および外カバー2-304を備える。内カバー2-302は略円筒形状である、内カバー2-302は下側が開放されている。内カバー2-302は、DEDノズル2-250のレーザー口2-252a、粉体口2-254a、ガス口2-256aを囲うように配置されている。外カバー2-304は、間隔をあけて内カバー2-302を囲うように配置されており、内カバー2-302よりも径の大きな略円筒形状である。外カバー2-304も内カバー2-302と同様に下側が開放されている。

[0050] 内カバー2-302と外カバー2-304とは、連結部材2-306により連結される。連結部材2-306は、内カバー2-302から外側に延びる突起である。かかる突起が外カバー2-304に形成される凹部に嵌合することで内カバー2-302と外カバー2-304とが連結される。

[0051] 図16に示される実施形態において、カバー2-300は、第1上カバー2-310および第2上カバー2-312を備える。第1上カバー2-310は、内カバー2-302の上端部に連結されている。なお、内カバー2-302と第1上カバー2-310とは一体的な構造物としてもよく、別部材として形成したものを連結させたものでもよい。第2上カバー2-312は、第1上カバー2-310の上方に配置されている。

[0052] 第1上カバー2-310および第2上カバー2-312は、DEDノズル2-250のノズル本体2-259が通るための中心孔2-320を備える。図16に示されるように、中心孔2-320は、ノズル本体2-259の直径よりも大きく、ノズル本体2-259の側面は、第1上カバー2-310および第2上カバー2-312に接触しない。図16に示されるように、

ノズル本体 2-259 の肩部 2-257 を第 2 上カバー 2-312 に係合させることで、ノズル本体 2-259 の側面を第 1 上カバー 2-310 および第 2 上カバー 2-312 に接触させずに、DED ノズル 2-250 の先端がカバー 2-300 の内側に配置されるようにカバー 2-300 を DED ノズル 2-250 に位置決めすることができる。

[0053] 第 1 上カバー 2-310 と第 2 上カバー 2-312 との間には、ガス供給路 2-314 が画定されている。第 2 上カバー 2-312 には、ガス供給路 2-314 にパージガスを供給するためのガス供給口 2-316 が設けられている。ガス供給口 2-316 は、第 2 上カバー 2-312 の外側付近、すなわち内カバー 2-302 の近くに配置されている。ガス供給口 2-316 から供給されたパージガスは、ガス供給路 2-314 を通って全体として DED ノズル 2-250 の方に向かって流れる。上述のように、第 1 上カバー 2-310 および第 2 上カバー 2-312 の中心孔 2-320 とノズル本体 2-259 の側面との間は隙間があるので、ガス供給路 2-314 を通ったパージガスはノズル本体 2-259 の側面に向けて供給され、また、内カバー 2-302 および第 1 上カバー 2-310 で囲まれる空間内にパージガスが供給される。

[0054] なお、ガス供給口 2-316 から供給されるパージガスは、たとえばアルゴンガスや窒素ガスなどの不活性ガスとすることができる。パージガスは、空気より重いアルゴンガスを使用することがより望ましい。ガス供給口 2-316 から供給されるパージガスとして、上述のキャリアガスおよびシールドガスと同一の種類的气体を使用することができる。

[0055] 一実施形態において、ガス供給路 2-314 はラティス構造層 2-330 を含む。一実施形態において、ラティス構造層 2-330 は、ガス供給路 2-314 に配置される複数の柱 2-332 を備える。図 16 に示される実施形態において、複数の柱 2-332 は、第 1 上カバー 2-310 から第 2 上カバーに向けて延びる円柱形状の柱 2-332 である。一実施形態において、複数の柱 2-332 を備える第 1 上カバー 2-310 は、AM 法あるいは

他の任意の方法により造形される。また、一実施形態において、複数の柱 2-332 を備える第 2 上カバー 2-312 を AM 法あるいは他の任意の方法により造形してもよい。あるいは、複数の柱 2-332 を備えるラティス構造層 2-330 を、第 1 上カバー 2-310 および第 2 上カバー 2-312 とは別の部材として AM 法を含む任意の方法で造形してもよい。

[0056] 一実施形態において、複数の柱 2-332 は、ガス供給路 2-314 の入り口側では疎に、出口側では密になるように配置されている。たとえば、図 18 に示されるように、半径方向に並ぶ複数の柱 2-332 の列を多数設けることで、ガス供給路 2-314 の出口側となる半径方向内側で柱 2-332 が密となり、ガス供給口 2-316 が配置されている半径方向外側で柱 2-332 が疎となる構造とすることができる。図 18 に示される実施形態において、柱 2-332 の断面は円形であるが、他の実施形態として、柱 2-332 の断面形状は四角形や三角形などの多角形、あるいは十字形など任意の形状とすることができる。

[0057] 上述の実施形態において、ガス供給路 2-314 はラティス構造層 2-330 を含むので、ガス供給口 2-316 から供給されたパージガスは、ラティス構造層 2-330 においてパージガスが拡散されながらガス供給路 2-314 を通り、第 1 上カバー 2-310 および第 2 上カバー 2-312 の中心孔 2-320 から DED ノズル 2-250 に向けて緩やかに供給される。そのため、パージガスの流速を適度に低減しながら、カバー 2-300 により造形場所の酸素濃度を下げることができる。

[0058] 一実施形態において、カバー 2-300 は、カバー 2-300 を冷却するための冷却機構を備える。図 19 は、内カバー 2-302 を単独で示す斜視図である。一実施形態において、図 16 に示されるように、内カバー 2-302 は、内部に冷媒を流すための冷媒通路 2-340 を備える。冷媒通路 2-340 は、円筒形の内カバー 2-302 を円周方向に延びる。また、カバー 2-300 は、冷媒通路 2-340 に冷媒を供給するための冷媒供給口 2-342 を備える。図 16 に示される実施形態において、冷媒供給口 2-3

42は、上述した内カバー2-302と外カバー2-304とを連結する連結部材2-306の1つに形成された開口とすることができる。また、内カバー2-302は、冷媒通路2-340から冷媒を排出するための冷媒排出口2-344を備える。図19に示される実施形態において、冷媒排出口2-344は、内カバー2-302の上端に形成されている。

[0059] 冷媒供給口2-342および冷媒排出口2-344は、図示しない熱交換機やポンプなどを備える冷媒供給ラインに連結される。冷媒供給口2-342から供給された冷媒は、内カバー2-302に形成され冷媒通路2-340を通過して冷媒排出口2-344から排出される。冷媒通路2-340を通過する冷媒により、内カバー2-302は冷却される。

[0060] カバー2-300を備えるDEDノズル2-250を使用して造形を行う場合、造形対象物Mへ照射したレーザーの反射エネルギーは、DEDノズル2-250およびカバー2-300、特に内カバー2-302で受けることになる。また、カバー2-300内を不活性ガスでパージするので、カバー2-300内におけるDEDノズル2-250の周囲においてガスの流れが緩やかになる。そのため、造形時にDEDノズル2-250やカバー2-300の温度が上昇しやすく、造形を不安定にすることがある。上述の実施形態のように、カバー2-300に冷却機構を設けることで、造形時にDEDノズル2-250やカバー2-300の温度上昇を抑制することができる。なお、冷媒としては、たとえば純水やその他の液体を使用することができる。

[0061] 一実施形態において、冷媒通路2-340の壁面に凹凸を設けるようにしてもよい。冷媒通路の壁面に凹凸を設けることで、冷媒による熱交換面積を大きくすることができ、冷媒の利用効率を高めることができる。また、一実施形態において、冷媒通路2-340は、ラティス構造を備えるものとしてもよい。ラティス構造は、冷媒通路2-340内の熱交換面積を大きくできるものであればよく、たとえば冷媒通路2-340内に配置される複数の柱構造としてもよいし、冷媒通路2-340の内部をメッシュ構造となるよう

にしてもよい。

[0062] 一実施形態において、冷媒通路 2-340 を備える内カバー 2-302 は、任意の金属またはプラスチック等の材料から AM 法またはその他の任意の方法で製造することができる。

[0063] また、一実施形態において、冷却機構は、冷媒および冷媒通路を使用せずに、ペルチェ素子などの冷却素子を使用してもよい。たとえば、ペルチェ素子を内カバー 2-302 や DED ノズル 2-250 に取り付けてもよい。

[0064] 一実施形態において、DED ノズル 2-250 あるいは内カバー 2-302 に温度計を設けてもよい。一実施形態において、温度計で測定した温度に応じて冷却機構を制御するようにすることで、DED ノズル 2-250 または内カバー 2-302 の温度を一定に維持することができる。

[0065] 上述の実施形態から少なくとも以下の技術的思想が把握される。

[形態 1] 形態 1 によれば、造形物を製造するための AM 装置が提供され、前記 AM 装置は、DED ノズルを有し、前記 DED ノズルは、DED ノズル本体と、前記 DED ノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記 DED ノズル本体をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記 DED ノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記 DED ノズル本体を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記 AM 装置はさらに、前記 DED ノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記 DED ノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている。

[0066] [形態 2] 形態 2 によれば、形態 1 による AM 装置において、前記カバーは、前記カバーの内側に存在するガスを前記カバーから排出させるための排出路を有する。

[0067] [形態 3] 形態 3 によれば、形態 2 による AM 装置において、前記カバー

の前記排出路は、前記カバーの側壁の内側を上方に向かってガスを導くよう
に向き決めされている。

[0068] [形態4] 形態4によれば、形態1から形態3のいずれか1つの形態によ
るAM装置において、前記カバーは、レーザーの出射方向に垂直な方向から
レーザーの集光点に向かってガスを導くよう向き決めされた第2ガス供給
路を有する。

[0069] [形態5] 形態5によれば、造形物を製造するためのAM装置が提供され
、前記AM装置は、製造される造形物を支持するためのベースプレートと、
粉体材料およびレーザーを出射するためのDEDノズルと、前記DEDノズ
ルを水平方向であるX軸方向に移動させるためのX軸移動機構と、前記DED
ノズルを水平方向でありX軸に直交するY軸方向に移動させるためのY軸
移動機構と、前記ベースプレート上に粉体材料を供給するための粉体供給ヘ
ッドと、前記粉体供給ヘッドを前記X軸に平行であるP軸方向に移動させる
ためのP軸移動機構と、を有する。

[0070] [形態6] 形態6によれば、形態5によるAM装置において、前記粉体供
給ヘッドは、空気よりも重い不活性ガスと粉体材料とを同時に供給するた
めの粉体供給口を有する。

[0071] [形態7] 形態7によれば、形態6によるAM装置において、前記粉体供
給ヘッドは、空気よりも重い不活性ガスを供給するためのガス供給口を有し
、前記ガス供給口は、粉体材料を供給するときの前記粉体供給ヘッドの移動
方向に関して、前記粉体供給口の後方に配置されている。

[0072] [形態8] 形態8によれば、形態7によるAM装置において、前記粉体供
給ヘッドは、前記ガス供給口を覆う多孔質体を有する。

[0073] [形態9] 形態9によれば、形態5から形態8のいずれか1つの形態によ
るAM装置において、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DED
ノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、
および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内をレーザー光が
通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた

粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている。

[0074] [形態10] 形態10によれば、AM法により造形物を製造する方法が提供され、かかる方法は、DEDノズルにより造形対象物の輪郭を造形するステップと、前記DEDノズルにより造形された輪郭の内側に粉体材料を供給するステップと、前記輪郭の内側に供給された粉体材料の上面にエネルギーを与えて、前記粉体材料の上面を造形するステップと、を有する。

[0075] [形態11] 形態11によれば、形態10による方法において、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体を粉体材料が通過するための粉体通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたガスを供給するためのガス口、および前記ガス口に連通する、前記DEDノズル本体をガスが通過するためのガス通路と、を有し、前記方法は、造形対象物の輪郭を造形するときに、第1流量で不活性ガスを前記ガス口から出射し、前記粉体材料の上面を造形するときに、前記第1流量と異なる第2流量で不活性ガスを前記ガス口から出射する。

[0076] [形態12] 形態12によれば、形態11または形態12による方法において、前記輪郭の内側に粉体材料を供給するステップは、粉体材料を供給しながら不活性ガスを前記輪郭の内側に供給する。

[0077] [形態13] 形態13によれば、造形物を製造するためのAM装置が提供さ

れ、前記AM装置は、DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、全体として前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされており、前記ガス供給路は、ラティス構造層を含む。

[0078] [形態14] 形態14によれば、形態13によるAM装置において、前記ラティス構造層は、複数の柱構造を含む。

[0079] [形態15] 形態15によれば、形態14によるAM装置であって、前記ラティス構造層は、複数の柱構造は、前記ガス供給路の入り口側では疎に、出口側では密になるように配置されている。

[0080] [形態16] 形態16によれば、造形物を製造するためのAM装置が提供され、前記AM装置は、DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、DEDノズル本体と、前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、全体として前記DED

ノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされており、前記カバーは、前記カバーを冷却するための冷却機構を有する。

[0081] [形態17] 形態17によれば、形態16によるAM装置において、前記カバーの前記冷却機構は、冷媒を通過させるための冷媒通路を有する。

[0082] [形態18] 形態18によれば、形態17によるAM装置において、前記冷媒通路は、前記カバーの側壁に形成されている。

[0083] [形態19] 形態19によれば、形態17または18によるAM装置において、前記冷媒通路は、前記冷媒通路の表面に凹凸構造を有する。

[0084] [形態20] 形態20によれば、形態17から形態19のいずれか1つの形態によるAM装置において、前記冷媒通路は、ラティス構造を有する。

[0085] [形態21] 形態21によれば、形態16から形態20のいずれか1つの形態によるAM装置において、前記カバーの前記冷却機構は、ペルチェ素子を有する。

符号の説明

- [0086] 170…制御装置
DED200…ヘッド
202…レーザー源
204…材料粉体源
206…ガス源
220…移動機構
222…第1レール
224…第2レール
DED250…ノズル
251…レーザー
252…第1通路
254…第2通路
256…第3通路
259…ノズル本体

3 0 0 …カバー
3 1 0 …ガス供給口
3 1 2 …ガス排出口
3 1 4 …ガス供給路
3 1 6 …ガス排出路
4 0 0 …粉体供給ヘッド
4 0 2 …材料供給源
4 0 4 …ガス源
4 0 6 …ブレード
4 0 8 …ガス供給ノズル
4 1 0 …多孔質体
4 2 0 …移動機構
4 2 2 …第3レール
4 5 0 …材料供給ノズル
2 5 1 a …集光点
2 5 2 a …レーザー口
2 5 4 a …粉体口
2 5 6 a …ガス口
2 - 1 0 0 …AM装置
2 - 1 7 0 …制御装置
2 - 2 0 0 …DEDヘッド
2 - 2 0 2 …レーザー源
2 - 2 0 4 …材料粉体源
2 - 2 0 6 …ガス源
2 - 2 5 0 …DEDノズル
2 - 2 5 2 …レーザー通路
2 - 2 5 4 …粉体通路
2 - 2 5 6 …シールドガス通路

2-257…肩部
2-259…ノズル本体
2-300…カバー
2-302…内カバー
2-304…外カバー
2-306…連結部材
2-310…第1上カバー
2-312…第2上カバー
2-314…ガス供給路
2-316…ガス供給口
2-320…中心孔
2-330…ラティス構造層
2-332…柱
2-340…冷媒通路
2-342…冷媒供給口
2-344…冷媒排出口
M…造形対象物
M1…輪郭
M2…上蓋

請求の範囲

- [請求項1] 造形物を製造するためのAM装置であって、前記AM装置は、
DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、
DEDノズル本体と、
前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内部をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、
前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内部を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、
前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、
前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている、
AM装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のAM装置であって、
前記カバーは、前記カバーの内側に存在するガスを前記カバーから排出させるための排出路を有する、
AM装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のAM装置であって、
前記カバーの前記排出路は、前記カバーの側壁の内側を上方に向かってガスを導くように向き決めされている、
AM装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載のAM装置であって、
前記カバーは、レーザーの出射方向に垂直な方向からレーザーの集光点に向かってガスを導くように向き決めされた第2ガス供給路を有

する、

A M装置。

- [請求項5] 造形物を製造するためのA M装置であって、前記A M装置は、
製造される造形物を支持するためのベースプレートと、
粉体材料およびレーザーを出射するためのDEDノズルと、
前記DEDノズルを水平方向であるX軸方向に移動させるためのX
軸移動機構と、
前記DEDノズルを水平方向でありX軸に直交するY軸方向に移動
させるためのY軸移動機構と、
前記ベースプレート上に粉体材料を供給するための粉体供給ヘッド
と、
前記粉体供給ヘッドを前記X軸に平行であるP軸方向に移動させる
ためのP軸移動機構と、を有する、
A M装置。

- [請求項6] 請求項5に記載のA M装置であって、
前記粉体供給ヘッドは、空気よりも重い不活性ガスと粉体材料とを
同時に供給するための粉体供給口を有する、
A M装置。

- [請求項7] 請求項6に記載のA M装置であって、
前記粉体供給ヘッドは、空気よりも重い不活性ガスを供給するた
めのガス供給口を有し、前記ガス供給口は、粉体材料を供給するとき
の前記粉体供給ヘッドの移動方向に関して、前記粉体供給口の後方に配
置されている、
A M装置。

- [請求項8] 請求項7に記載のA M装置であって、
前記粉体供給ヘッドは、前記ガス供給口を覆う多孔質体を有する、
A M装置。

- [請求項9] 請求項5から8のいずれか一項に記載のA M装置であって、前記D

E D ノズルは、

D E D ノズル本体と、

前記D E D ノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記D E D ノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、

前記D E D ノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記D E D ノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、

前記A M装置はさらに、前記D E D ノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、

前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、前記D E D ノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされている、

A M装置。

[請求項10]

A M法により造形物を製造する方法であって、

D E D ノズルにより造形対象物の輪郭を造形するステップと、

前記D E D ノズルにより造形された輪郭の内側に粉体材料を供給するステップと、

前記輪郭の内側に供給された粉体材料の上面にエネルギーを与えて、前記粉体材料の上面を造形するステップと、を有する、方法。

[請求項11]

請求項10に記載の方法であって、

前記D E D ノズルは、

D E D ノズル本体と、

前記D E D ノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記D E D ノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられたガスを出射するためのガス口、および前記ガス口に連通する、前記DEDノズル本体内をガスが通過するためのガス通路と、を有し、

前記方法は、造形対象物の輪郭を造形するときに、第1流量で不活性ガスを前記ガス口から出射し、前記粉体材料の上面を造形するときに、前記第1流量と異なる第2流量で不活性ガスを前記ガス口から出射する、

方法。

[請求項12]

請求項10または11に記載の方法であって、

前記輪郭の内側に粉体材料を供給するステップは、粉体材料を供給しながら不活性ガスを前記輪郭の内側に供給する、方法。

[請求項13]

造形物を製造するためのAM装置であって、前記AM装置は、

DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、

DEDノズル本体と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、

前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、

前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給

路を有し、前記ガス供給路は、全体として前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされており、前記ガス供給路は、ラティス構造層を含む、

AM装置。

[請求項14]

請求項13に記載のAM装置であって、

前記ラティス構造層は、複数の柱構造を含む、

AM装置。

[請求項15]

請求項14に記載のAM装置であって、

前記ラティス構造層は、複数の柱構造は、前記ガス供給路の入り口側では疎に、出口側では密になるように配置されている、

AM装置。

[請求項16]

造形物を製造するためのAM装置であって、前記AM装置は、

DEDノズルを有し、前記DEDノズルは、

DEDノズル本体と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられたレーザー光を出射するためのレーザー口、および前記レーザー口に連通する、前記DEDノズル本体内部をレーザー光が通過するためのレーザー通路と、

前記DEDノズル本体の先端に設けられた粉体材料を出射するための粉体口、および前記粉体口に連通する、前記DEDノズル本体内部を粉体材料が通過するための粉体通路と、を有し、

前記AM装置はさらに、前記DEDノズルの前記レーザー口および前記粉体口の周囲を囲い、且つ、前記レーザー光の出射方向の下流側が開口しているカバーを有し、

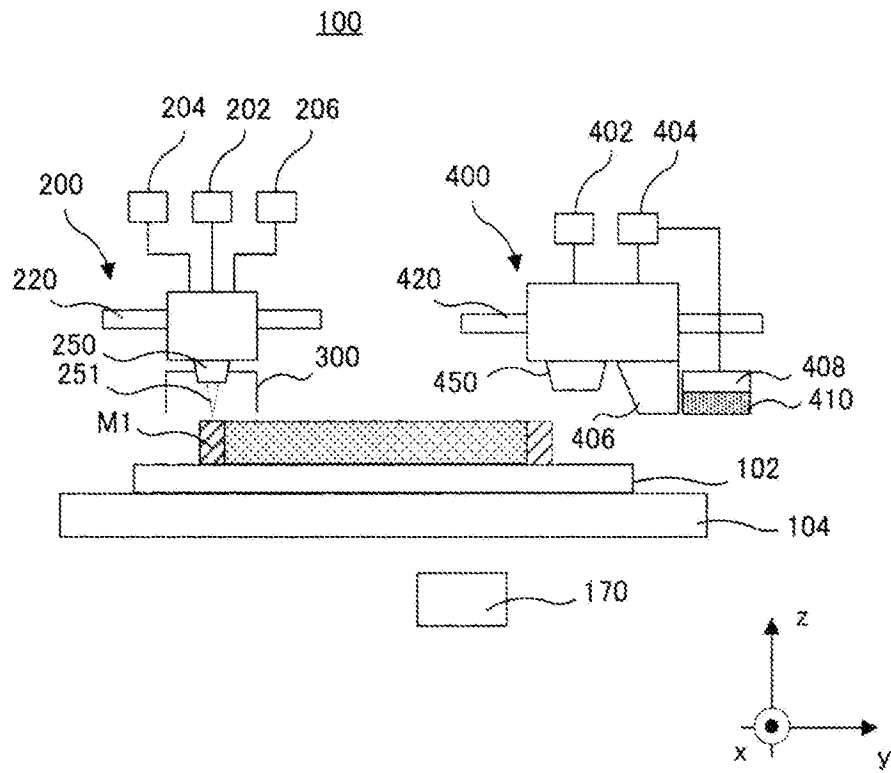
前記カバーは、前記カバーの内側へガスを供給するためのガス供給路を有し、前記ガス供給路は、全体として前記DEDノズル本体に向かってガスを導くように向き決めされており、

前記カバーは、前記カバーを冷却するための冷却機構を有する、

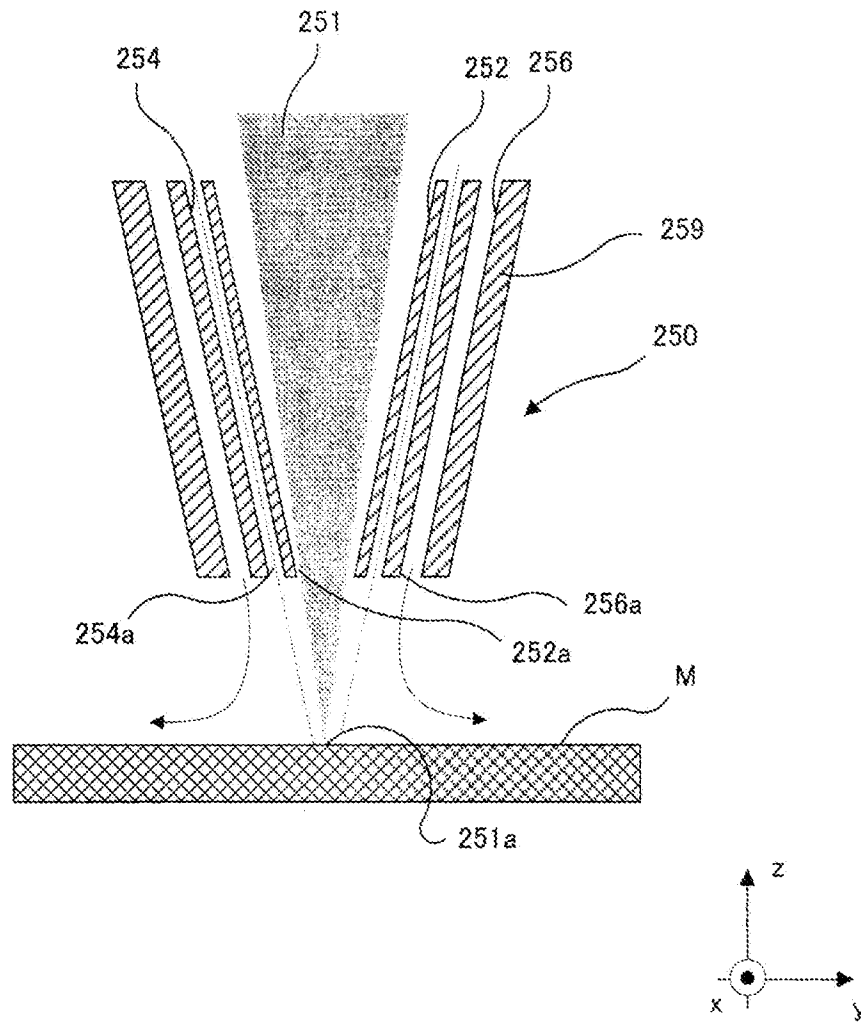
AM装置。

- [請求項17] 請求項16に記載のAM装置であって、
前記カバーの前記冷却機構は、冷媒を通過させるための冷媒通路を有する、
AM装置。
- [請求項18] 請求項17に記載のAM装置であって、
前記冷媒通路は、前記カバーの側壁に形成されている、
AM装置。
- [請求項19] 請求項17または18に記載のAM装置であって、
前記冷媒通路は、前記冷媒通路の表面に凹凸構造を有する、
AM装置。
- [請求項20] 請求項17から19に記載のAM装置であって、
前記冷媒通路は、ラティス構造を有する、
AM装置。
- [請求項21] 請求項16から20に記載のAM装置であって、
前記カバーの前記冷却機構は、ペルチェ素子を有する、
AM装置。

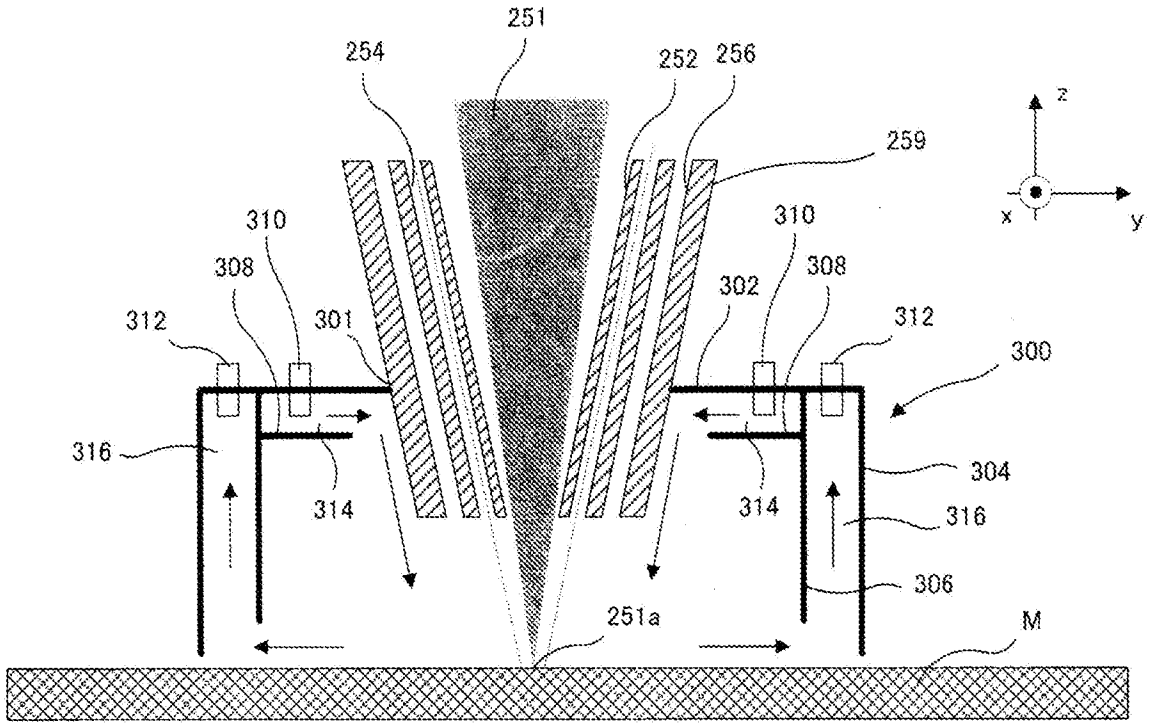
[図1]



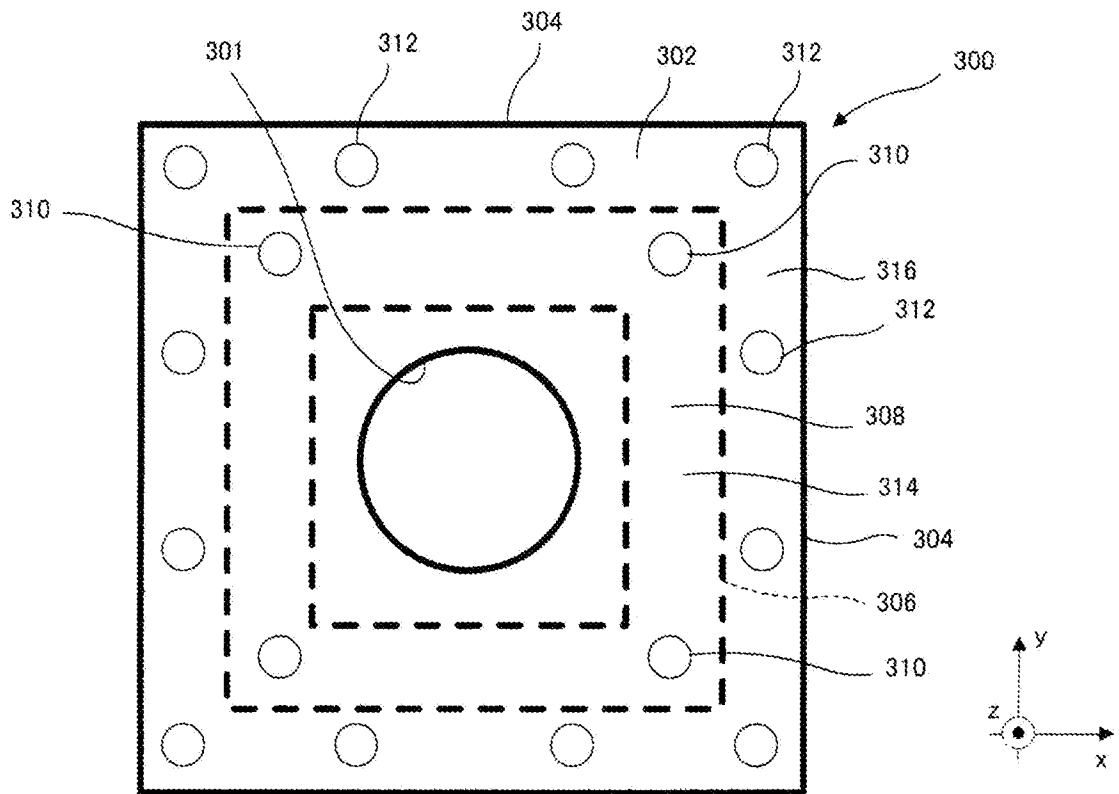
[図2]



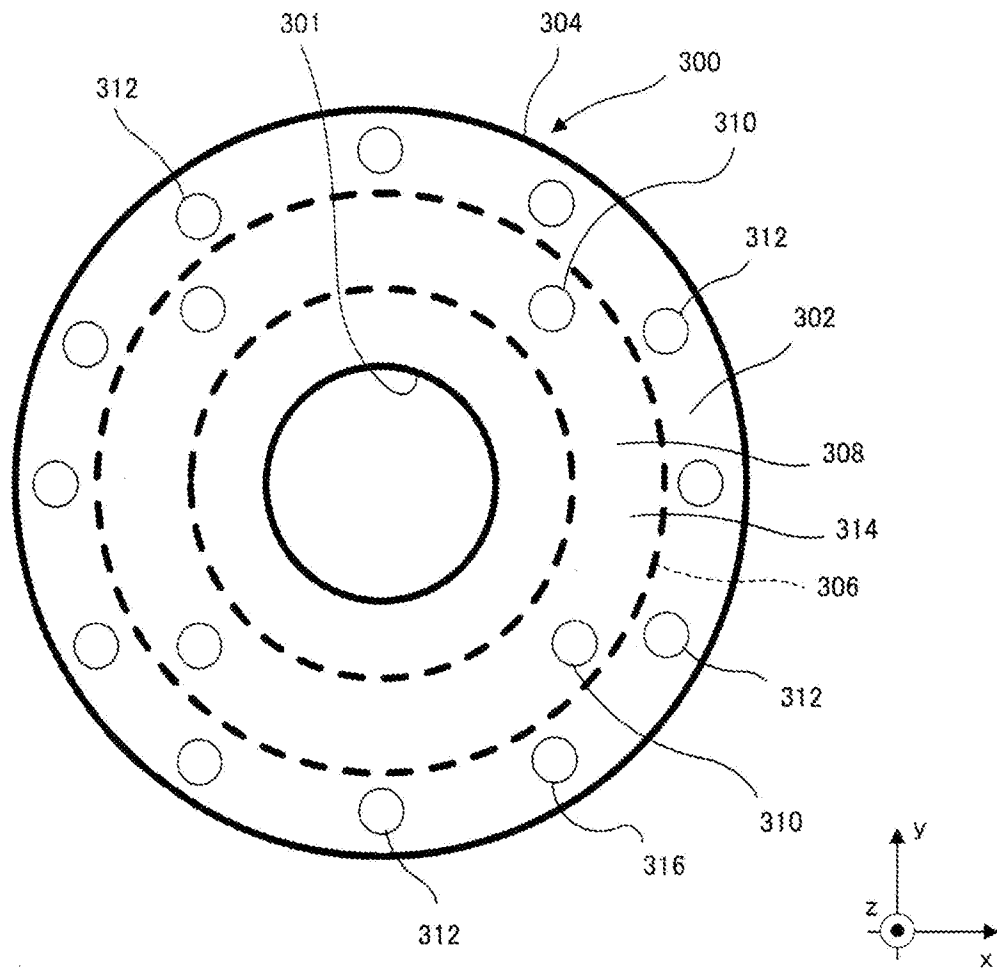
[図3]



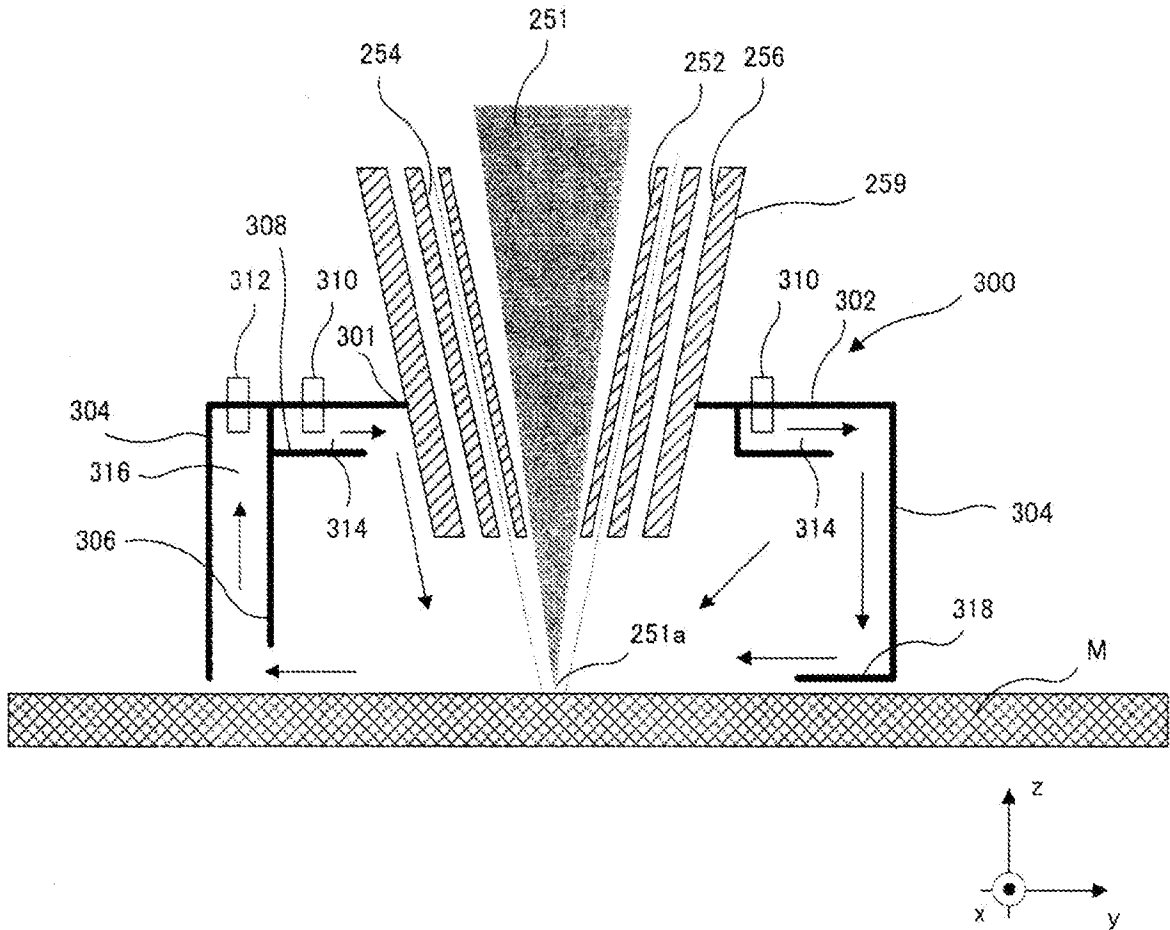
[図4]



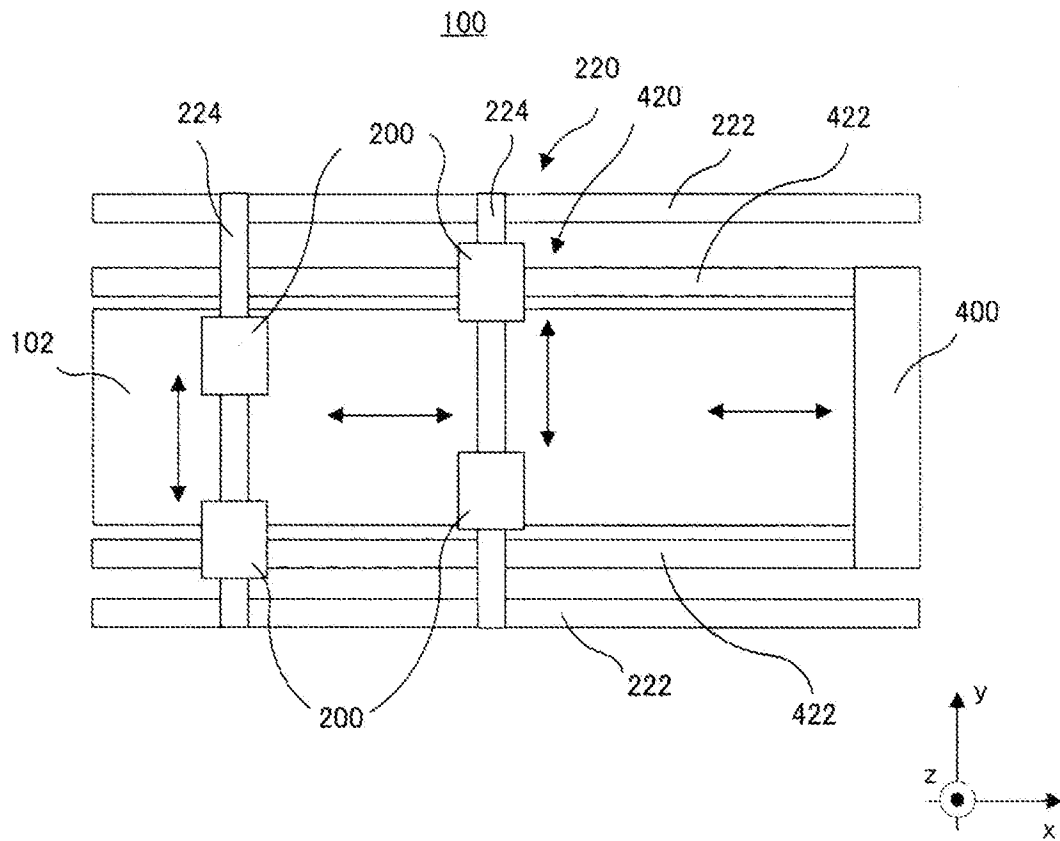
[図5]



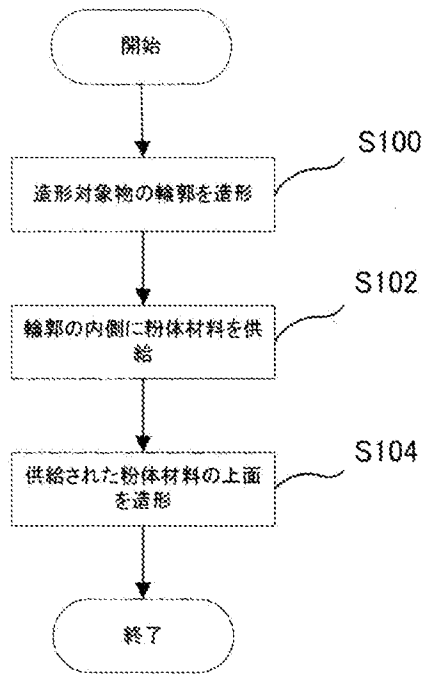
[図6]



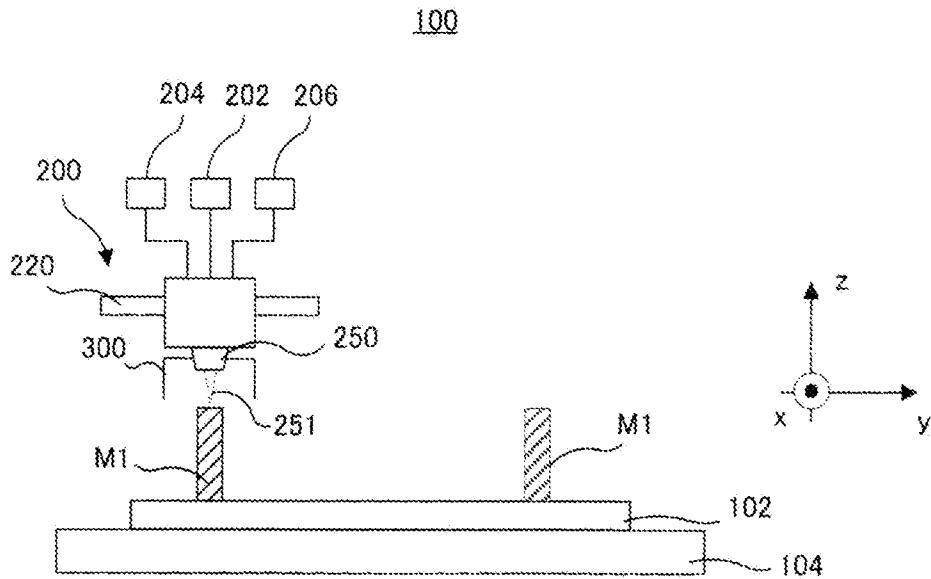
[図8]



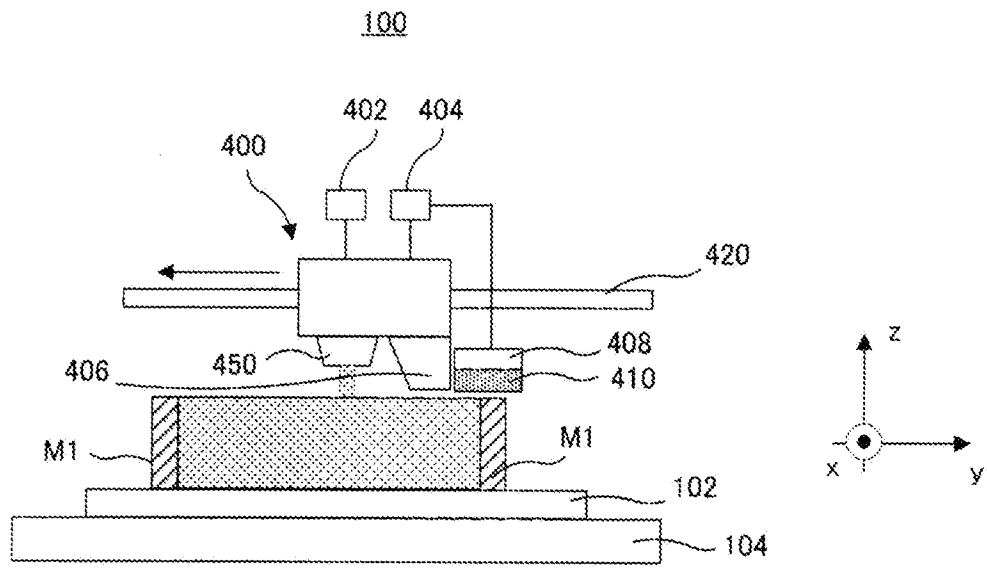
[図9]



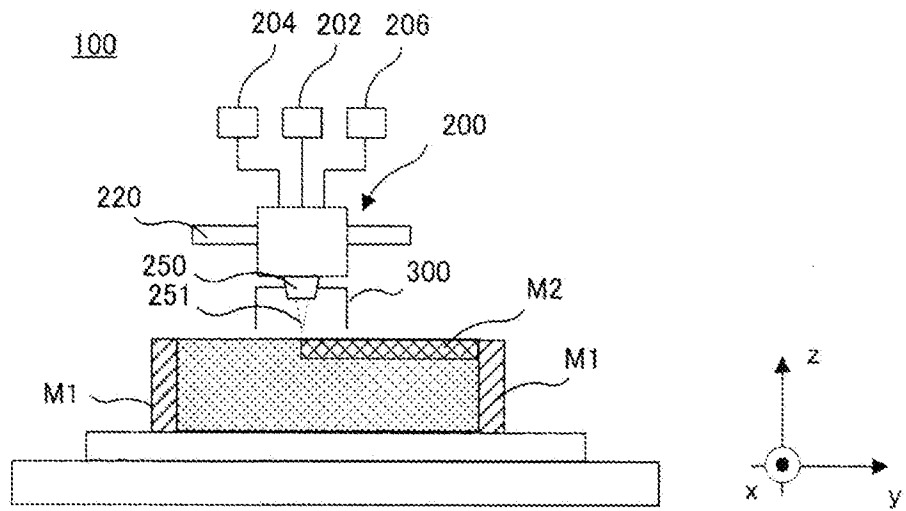
[図10]



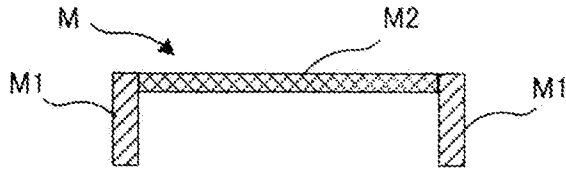
[図11]



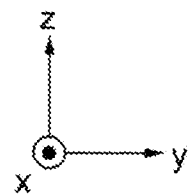
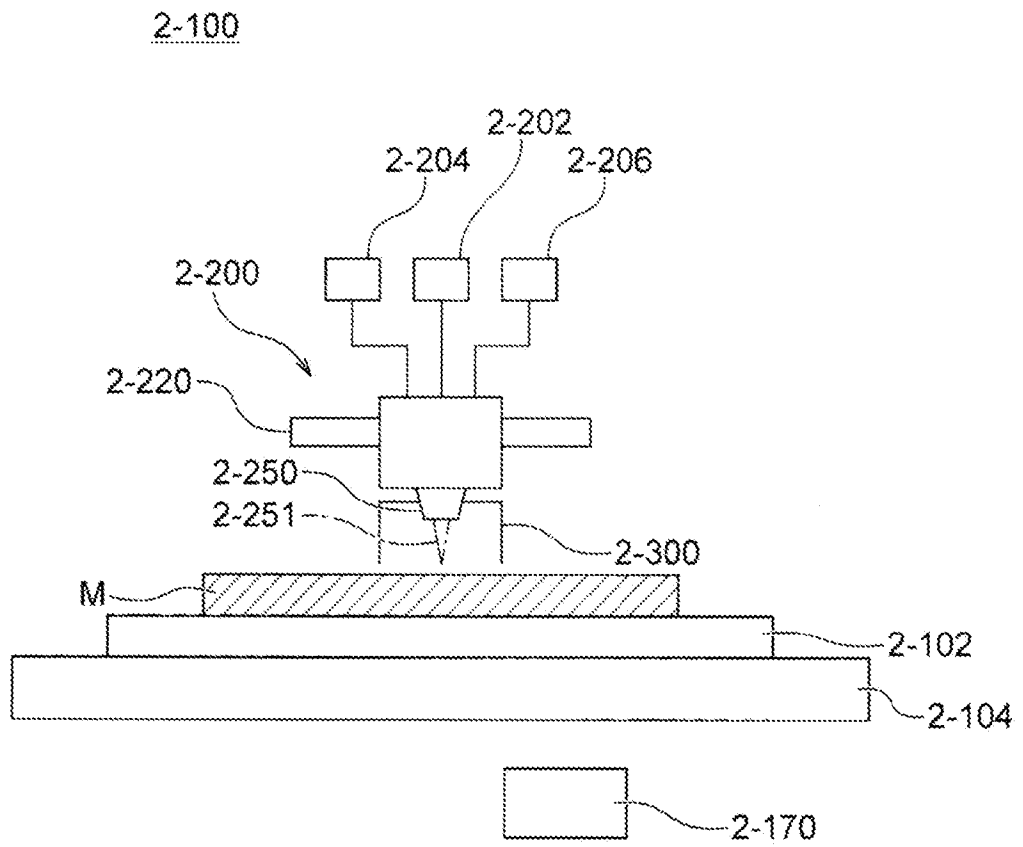
[図12]



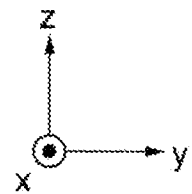
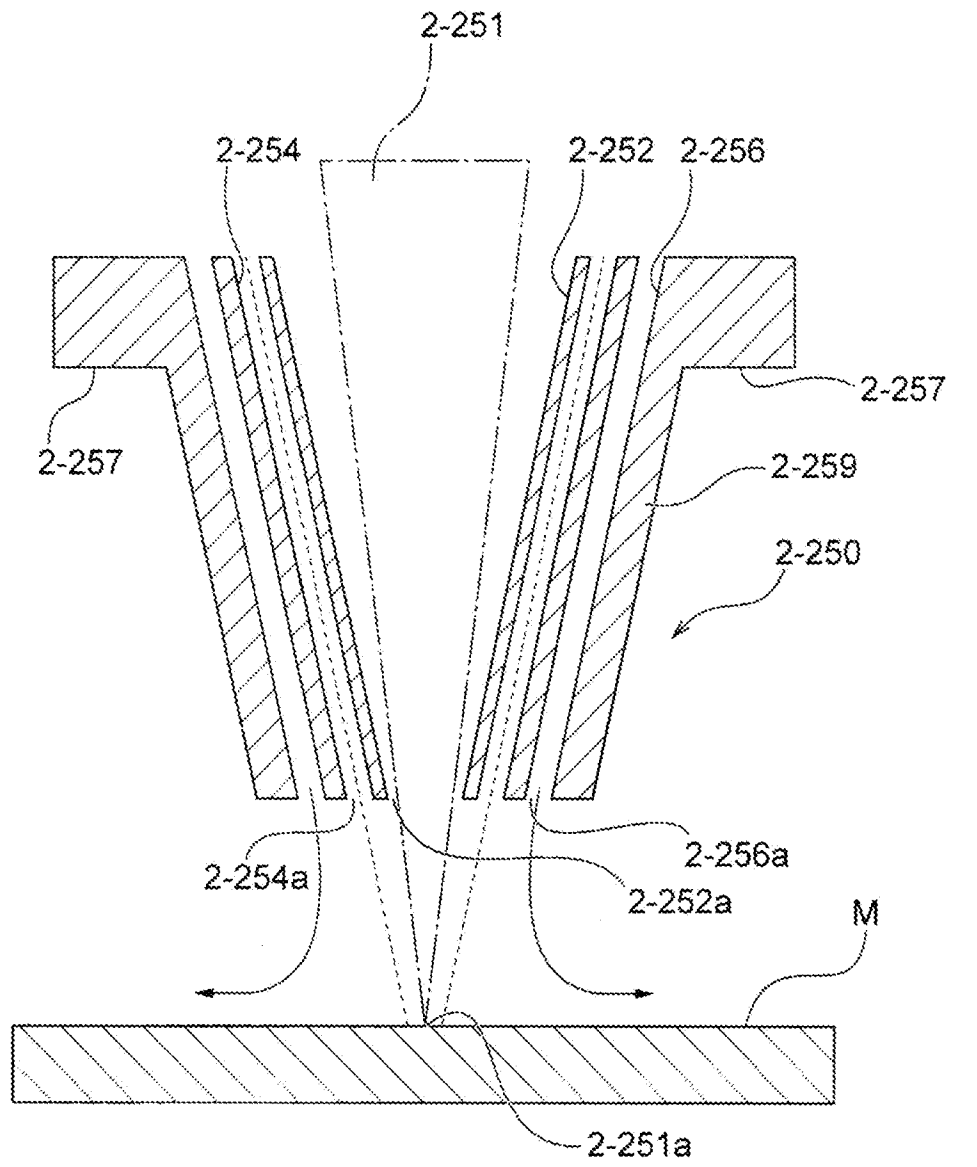
[図13]



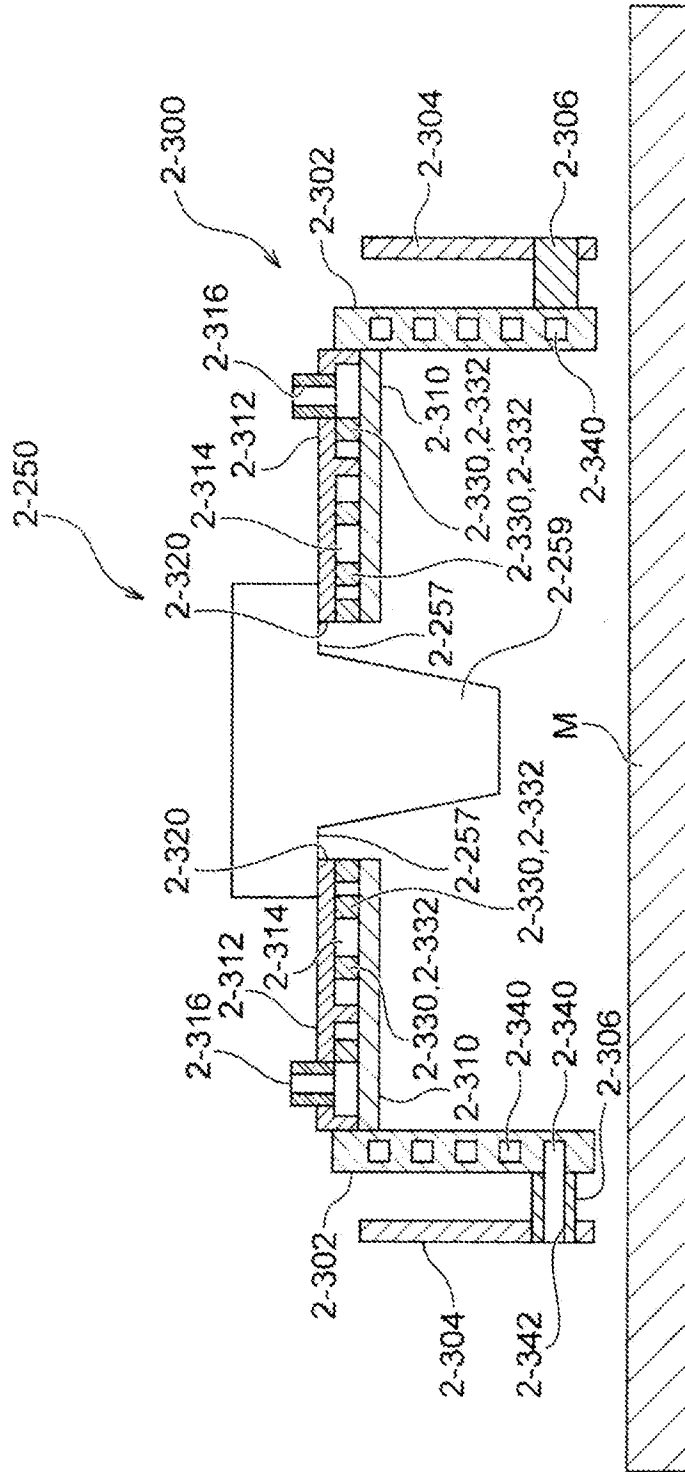
[図14]



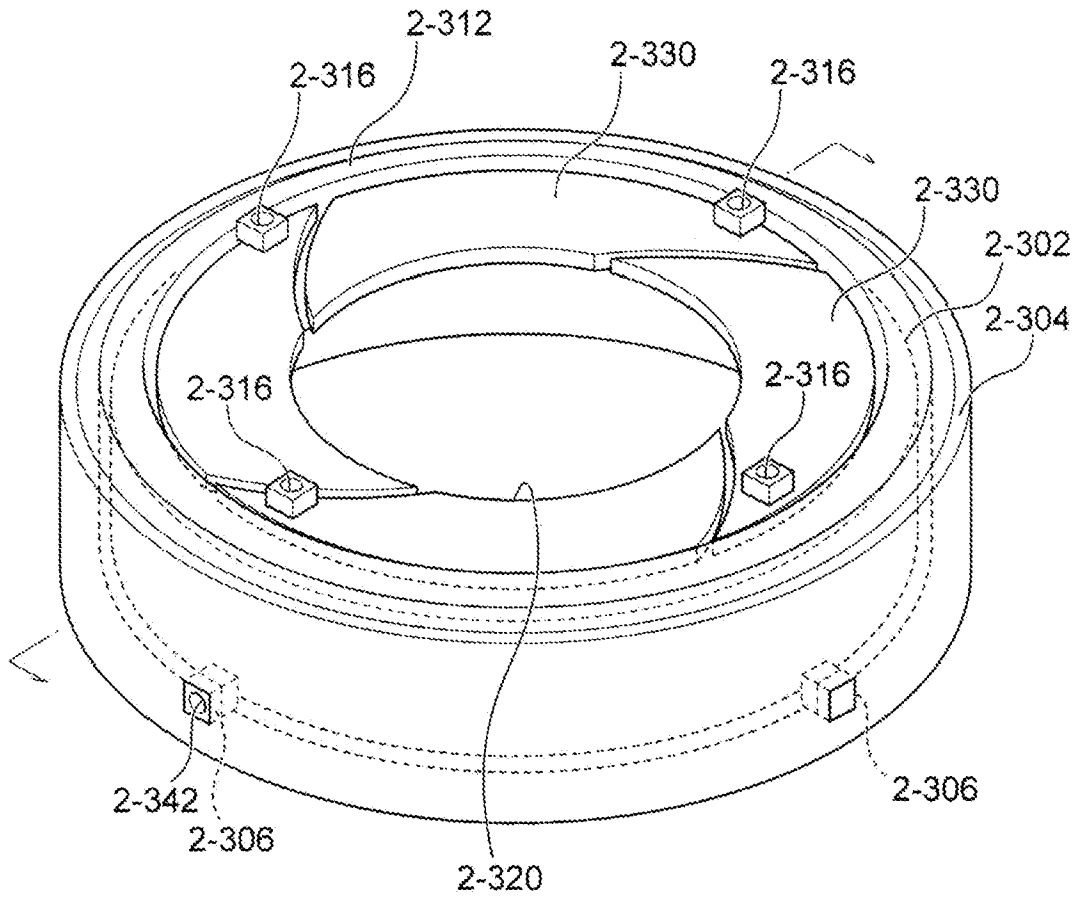
[図15]



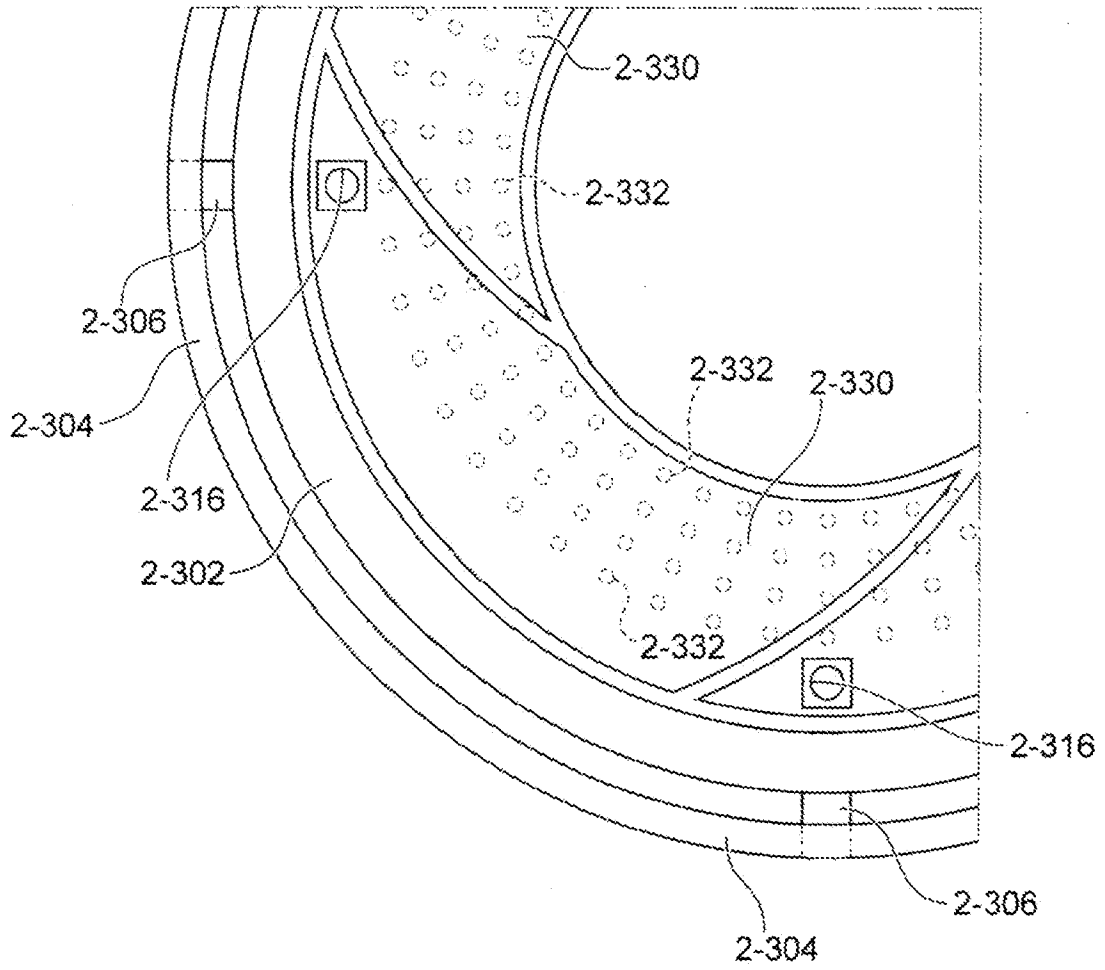
[図16]



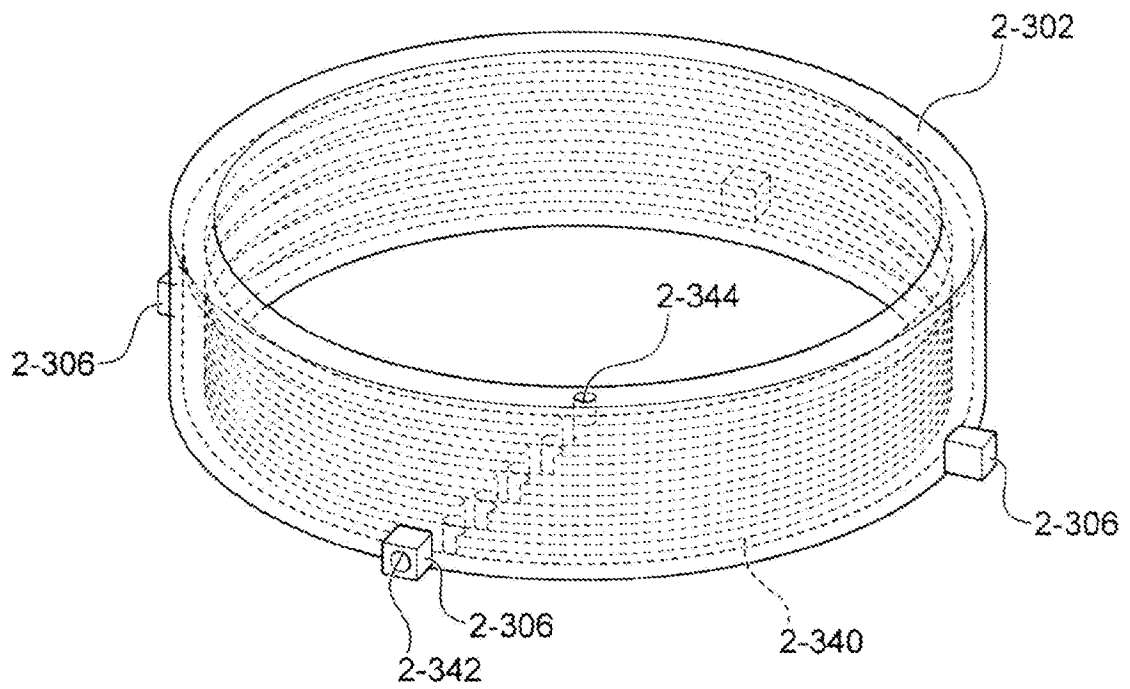
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/016604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F 5/00(2006.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B33Y 30/00(2015.01)i; B29C 64/209(2017.01)i; B29C 64/236(2017.01)i; B29C 64/268(2017.01)i; B29C 64/371(2017.01)i; B22F 3/105(2006.01)i; B22F 3/16(2006.01) i; B22F 10/25(2021.01) i; B22F 10/32(2021.01) i; B22F 12/47(2021.01) i
 FI: B22F10/25; B22F3/105; B22F3/16; B22F5/00 Z; B22F10/32; B22F12/47; B29C64/371; B29C64/209; B29C64/236; B29C64/268; B33Y10/00; B33Y30/00

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)

B22F5/00; B33Y10/00; B33Y30/00; B29C64/209; B29C64/236; B29C64/268; B29C64/371; B22F3/105; B22F3/16; B22F10/25; B22F10/32; B22F12/47

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2018-104769 A (HAKKO CORPORATION) 05 July 2018 (2018-07-05) paragraphs [0087]-[0092], fig. 14	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21
Y A	US 5876550 A (HELISYS, INC.) 02 May 1999 (1999-05-02) column 13, lines 5-38, column 15, lines 40-62, fig. 8	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21
Y A	US 2018/0354035 A1 (NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY) 13 December 2018 (2018-12-13) paragraphs [0008]-[0009], [0049]-[0050], fig. 1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21

 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

"I" 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
17 May 2021 (17.05.2021)Date of mailing of the international search report
08 June 2021 (08.06.2021)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, JapanAuthorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/016604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2016-060169 A (TOSHIBA CORP.) 25 April 2016 (2016-04-25) claims 1-10, paragraph [0035], fig. 1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21
Y A	JP 2017-030225 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 09 February 2017 (2017-02-09) claims 1-13, paragraphs [0018]-[0052], fig. 3	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21
X Y A	JP 2017-075362 A (SEIKO EPSON CORP.) 20 April 2017 (2017-04-20) paragraphs [0033]-[0091], fig. 1-3, 7-8	10 5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/016604

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-104769 A	05 Jul. 2018	(Family: none)	
US 5876550 A	02 May 1999	WO 1996/011117 A1	
US 2018/0354035 A1	13 Dec. 2018	WO 2017/018935 A1	
JP 2016-060169 A	25 Apr. 2016	(Family: none)	
JP 2017-030225 A	09 Feb. 2017	US 2018/0221952 A1	
		claims 1-13, paragraphs [0034]- [0068], fig. 3	
		WO 2017/022226 A1	
		CN 107848212 A	
JP 2017-075362 A	20 Apr. 2017	US 2017/0106444 A1	
		paragraphs [0050]- [0147], fig. 1-3, 7-8	
		CN 107030280 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B22F 5/00(2006.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B33Y 30/00(2015.01)i; B29C 64/209(2017.01)i; B29C 64/236(2017.01)i; B29C 64/268(2017.01)i; B29C 64/371(2017.01)i; B22F 3/105(2006.01)i; B22F 3/16(2006.01)i; B22F 10/25(2021.01)i; B22F 10/32(2021.01)i; B22F 12/47(2021.01)i</p> <p>F1: B22F10/25; B22F3/105; B22F3/16; B22F5/00 Z; B22F10/32; B22F12/47; B29C64/371; B29C64/209; B29C64/236; B29C64/268; B33Y10/00; B33Y30/00</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））</p> <p>B22F5/00; B33Y10/00; B33Y30/00; B29C64/209; B29C64/236; B29C64/268; B29C64/371; B22F3/105; B22F3/16; B22F10/25; B22F10/32; B22F12/47</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>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> <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>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年							
日本国実用新案公報	1922-1996年																
日本国公開実用新案公報	1971-2021年																
日本国実用新案登録公報	1996-2021年																
日本国登録実用新案公報	1994-2021年																
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2018-104769 A（白光株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落[0087]-[0092]，図14</td> <td>1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>US 5876550 A（HELISYS, INC.）02.05.1999（1999-05-02） 13欄5-38行，15欄40-62行，図8</td> <td>1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>US 2018/0354035 A1（NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY）13.12.2018（2018-12-13） 段落[0008]-[0009]，[0049]-[0050]，図1, 2</td> <td>5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2016-060169 A（株式会社東芝）25.04.2016（2016-04-25） 請求項1-10，段落[0035]，図1, 2</td> <td>5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21</td> </tr> </tbody> </table> <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> <p>* 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献</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 2018-104769 A（白光株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落[0087]-[0092]，図14	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21	Y A	US 5876550 A（HELISYS, INC.）02.05.1999（1999-05-02） 13欄5-38行，15欄40-62行，図8	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21	Y A	US 2018/0354035 A1（NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY）13.12.2018（2018-12-13） 段落[0008]-[0009]，[0049]-[0050]，図1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21	Y A	JP 2016-060169 A（株式会社東芝）25.04.2016（2016-04-25） 請求項1-10，段落[0035]，図1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21
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 2018-104769 A（白光株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落[0087]-[0092]，図14	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21															
Y A	US 5876550 A（HELISYS, INC.）02.05.1999（1999-05-02） 13欄5-38行，15欄40-62行，図8	1-2, 5-6, 9-12 3-4, 7-8, 13-21															
Y A	US 2018/0354035 A1（NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY）13.12.2018（2018-12-13） 段落[0008]-[0009]，[0049]-[0050]，図1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21															
Y A	JP 2016-060169 A（株式会社東芝）25.04.2016（2016-04-25） 請求項1-10，段落[0035]，図1, 2	5-6, 9-12 1-4, 7-8, 13-21															
国際調査を完了した日	17.05.2021	国際調査報告の発送日	08.06.2021														
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）	中西 哲也 4E 1191 電話番号 03-3581-1101 内線 3425														

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 A	JP 2017-030225 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 09.02.2017 (2017 - 02 - 09) 請求項1-13,段落[0018]-[0052], 図3	5-6,9-12 1-4,7-8,13-21
X Y A	JP 2017-075362 A (セイコーエプソン株式会社) 20.04.2017 (2017 - 04 - 20) 段落[0033]-[0091], 図1-3,7-8	10 5-6,9-12 1-4,7-8,13-21

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/JP2021/016604

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-104769 A	05.07.2018	(ファミリーなし)	
US 5876550 A	02.05.1999	WO 1996/011117 A1	
US 2018/0354035 A1	13.12.2018	WO 2017/018935 A1	
JP 2016-060169 A	25.04.2016	(ファミリーなし)	
JP 2017-030225 A	09.02.2017	US 2018/0221952 A1 請求項1-13,段落[0034]- [0068], 図3	
		WO 2017/022226 A1	
		CN 107848212 A	
JP 2017-075362 A	20.04.2017	US 2017/0106444 A1 段落[0050]-[0147], 図1-3, 7-8	
		CN 107030280 A	