

(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5月9日(09.05.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/088043 A1

(51) 国際特許分類:
B29C 64/371 (2017.01) *B29C 64/25* (2017.01)
B22F 3/105 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B22F 3/16 (2006.01) *B33Y 30/00* (2015.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040173

(22) 国際出願日: 2018年10月29日(29.10.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-211075 2017年10月31日(31.10.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山本 直矢 (YAMAMOTO Naoya);
〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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.

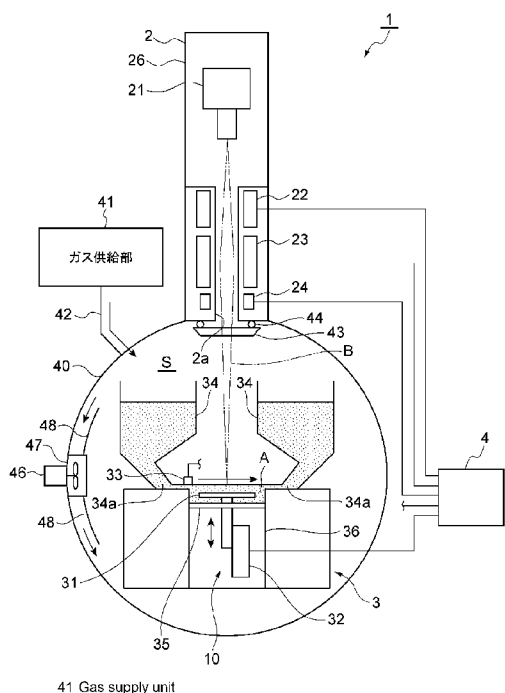
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: 3D LAYERING/MOLDING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD FOR 3D LAYERED/MOLDED OBJECT

(54) 発明の名称: 三次元積層造形装置および三次元積層造形物の製造方法

(57) Abstract: This 3D layering/molding device comprises: a molding unit that includes a molding tank which accommodates a molded object, and that forms a molded object in the molding tank; a pressure vessel which accommodates the molded object; and a gas supply unit that is connected to the pressure vessel, supplies a gas to the inside of the pressure vessel, and pressurizes the inside of the pressure vessel.

(57) 要約: 三次元積層造形装置は、造形物を收容する造形タンクを含み、造形タンク内で造形物を造形する造形部と、造形部を收容する圧力容器と、圧力容器に接続されて圧力容器内にガスを供給し、圧力容器の内部を加圧するように構成されたガス供給部と、を備える。



41 Gas supply unit



WO 2019/088043 A1

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)）

明 細 書

発明の名称：

三次元積層造形装置および三次元積層造形物の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、三次元積層造形装置および三次元積層造形物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 粉末に電子ビームまたはレーザー光等を照射して三次元積層造形物を造形する装置が知られている。これらの装置では、造形物が高温になるため、造形物の冷却が必要となる。たとえば装置が特段の冷却手段を備えない場合には、金属粉等の粉末中に造形物が埋まった状態で、造形物を真空中または大気中で保持する。そして、造形物が所定温度以下に冷えるまで、造形物を保持した状態を維持する。この場合、造形物は粉末によって断熱された状態になり、非常に長い冷却時間を要する。一方で、造形物の冷却時間を短縮する方法が検討されている。たとえば、特許文献1に記載された装置では、造形ボックスの壁の中に、冷媒が流される流路が設けられており、流路に冷媒を流すことによって、造形ボックスを冷却している。特許文献2に記載された装置では、小型の物を造形する際、小さな第2の造形領域を用いることにより、造形物の周囲に残留する粉末材料を減らし、冷却時間を短縮している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017/081812号

特許文献2：特開2007-30303号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1、2に記載された装置では、造形物の冷却の促進という観点で、十分な効果が見込めない。本開示は、造形物の冷却を効果的に促進するこ

とができる三次元積層造形装置および三次元積層造形物の製造方法を説明する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る三次元積層造形装置は、造形物を収容する造形タンクを含み、造形タンク内で造形物を造形する造形部と、造形部を収容する圧力容器と、圧力容器に接続されて圧力容器内にガスを供給し、圧力容器の内部を加圧するように構成されたガス供給部と、を備える。

発明の効果

[0006] 本開示の一態様によれば、造形物の冷却を効果的に促進することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る三次元積層造形装置の概略構成を示す図である。

[図2]図2は、圧力容器内の造形タンクおよび造形タンク内において造形される造形物を示す図である。

[図3]図3は、三次元積層造形装置におけるガス供給工程を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本開示の一態様に係る三次元積層造形装置は、造形物を収容する造形タンクを含み、造形タンク内で造形物を造形する造形部と、造形部を収容する圧力容器と、圧力容器に接続されて圧力容器内にガスを供給し、圧力容器の内部を加圧するように構成されたガス供給部と、を備える。

[0009] この三次元積層造形装置によれば、造形部は圧力容器に収容され、ガス供給部によって、その圧力容器内にガスが供給される。たとえば、真空中での粉末積層造形後に、圧力容器の内部が加圧される。圧力が高められたガスは造形タンクを包囲すると共に造形タンクの内部にまで流入し得るので、ガスによる造形物の急速な冷却が可能になっている。よって、従来のように真空

中または大気中で造形物を保持して放冷したり、造形ボックスの流路に冷媒を流して造形ボックスを冷却したりするよりも、造形物の冷却を効果的に促進することができる。

[0010] いくつかの態様において、造形タンクの壁部には、壁部の内外を連通させる孔部が設けられている。この場合、造形タンクの壁部に設けられた孔部を通じて、圧力が高められたガスが造形タンク内に流入し易い。よって、ガスによる造形物の冷却がより一層効果的に促進される。

[0011] いくつかの態様において、造形タンクは、孔部が造形物の造形中は閉鎖されており造形物の造形後に開口するように構成されている。このように構成された造形タンクによれば、造形物の造形中には造形タンク内の雰囲気（真空状態を含む）が維持され、造形物の造形後に、造形タンク内にガスが流入する。これにより、造形および冷却が適切に行われる。

[0012] 本開示の別の態様は、造形タンク内で三次元積層造形物を造形する造形部と、造形部を収容する圧力容器とを用いた三次元積層造形物の製造方法であって、造形タンク内で三次元積層造形物を造形する造形工程と、造形工程の終了後、圧力容器内にガスを供給して圧力容器の内部を加圧するガス供給工程と、を含む。

[0013] この三次元積層造形物の製造方法によれば、造形工程の終了後に、ガス供給工程が実施され、圧力容器内にガスが供給され、圧力容器の内部が加圧される。圧力が高められたガスは造形タンクを包囲すると共に造形タンクの内部にまで流入し得るので、ガスによる三次元積層造形物の急速な冷却が可能になっている。よって、従来のように真空中または大気中で造形物を保持して放冷したり、造形ボックスの流路に冷媒を流して造形ボックスを冷却したりするよりも、三次元積層造形物の冷却を効果的に促進することができる。

[0014] いくつかの態様において、造形タンクの壁部には、壁部の内外を連通させる孔部が設けられており、造形工程では孔部を閉鎖し、ガス供給工程では孔部を開口してガスを孔部に導入する。このようなタイミングで孔部が開閉されれば、造形物の造形中には造形タンク内の雰囲気（真空状態を含む）が維

持され、造形物の造形後に、造形タンク内にガスが流入する。これにより、造形および冷却が適切に行われる。

[0015] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面の説明において同一要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0016] 図1を参照して、本実施形態に係る三次元積層造形装置1の基本構成について説明する。図1に示されるように、三次元積層造形装置1は、粉末Aに電子ビームBを照射して粉末Aを溶融させ凝固させて三次元の物体を造形する装置である。三次元積層造形装置1は、電子ビーム出射部2、造形部3及び制御部4を備えている。

[0017] 電子ビーム出射部2は、造形部3の粉末Aに対し電子ビームBを出射し、粉末Aを溶融させる。電子ビーム出射部2は、物体の造形を行う前に粉末Aに対し電子ビームBを照射して粉末Aの予備加熱を行ってもよい。

[0018] 電子ビーム出射部2は、電子銃部21と、収差コイル22と、フォーカスコイル23と、偏向コイル24とを備えている。電子銃部21は、制御部4と電氣的に接続され、制御部4からの制御信号を受けて作動し、電子ビームBを出射する。電子銃部21は、たとえば、下方に向けて電子ビームBを出射するように設けられている。収差コイル22は、制御部4と電氣的に接続され、制御部4からの制御信号を受けて作動する。収差コイル22は、電子銃部21から出射される電子ビームBの周囲に設置され、電子ビームBの収差を補正する。フォーカスコイル23は、制御部4と電氣的に接続され、制御部4からの制御信号を受けて作動する。フォーカスコイル23は、電子銃部21から出射される電子ビームBの周囲に設置され、電子ビームBを収束させ、電子ビームBの照射位置におけるフォーカス状態を調整する。偏向コイル24は、制御部4と電氣的に接続され、制御部4からの制御信号を受けて作動する。偏向コイル24は、電子銃部21から出射される電子ビームBの周囲に設置され、制御信号に応じて電子ビームBの照射位置を調整する。なお、収差コイル22が省略されてもよい。

- [0019] 電子銃部 2 1、収差コイル 2 2、フォーカスコイル 2 3 及び偏向コイル 2 4 は、たとえば、筒状を呈するコラム 2 6 内に設置される。電子ビーム出射部 2 は、コラム 2 6 の下端に設けられた出射口 2 a から、造形部 3 内に形成された造形面に向けて、電子ビーム B を出射させる。
- [0020] 造形部 3 は、所望の物体である造形物 C（三次元積層造形物。図 2 参照）を造形する部位である。造形部 3 は、造形タンク 3 6 と、プレート 3 1 と、昇降装置 1 0 と、2 つのホッパ 3 4 と、塗布機構 3 3 とを備えている。造形部 3 は、電子ビーム出射部 2 の下方に設けられている。造形部 3 は、造形タンク 3 6 内で造形物 C を造形する。造形部 3 を構成するこれらの機器は、ユニット化されていてもよい。
- [0021] プレート 3 1 は、造形タンク 3 6 内に配置された平板状の部材である。プレート 3 1 は、造形される物体を支持する。プレート 3 1 は、たとえば円形をなしている。プレート 3 1 の形状は、造形領域の形状に対応する。プレート 3 1 は造形タンク 3 6 の内径よりも小さな直径を有しており、プレート 3 1 と側壁 3 6 a の側壁 3 6 a との間には隙間が形成されている。プレート 3 1 は、電子ビーム B の出射方向の延長線上に配置され、たとえば水平方向に向けて設けられる。プレート 3 1 と造形タンク 3 6 とは、同心円状に設置される。
- [0022] 昇降装置 1 0 は、プレート 3 1 を支持すると共に、造形タンク 3 6 内でプレート 3 1 を上下方向に昇降させる。昇降装置 1 0 は、プレート 3 1 の下方に設置されて、プレート 3 1 を支持する昇降ステージ 3 5 と、プレート 3 1 および昇降ステージ 3 5 を昇降させる昇降機 3 2 とを有する。昇降機 3 2 は、制御部 4 と電氣的に接続され、制御部 4 からの制御信号を受けて作動する。昇降機 3 2 は、物体の造形の初期において昇降ステージ 3 5 と共にプレート 3 1 を上部へ移動させ、プレート 3 1 上で粉末 A が溶融凝固されて積層されるごとにプレート 3 1 を降下させる。プレート 3 1 上には造形物 C が造形されていく。造形物 C の上面に、造形面が形成される。昇降装置 1 0 および昇降機 3 2 の具体的構成は、上記構成に限られず、他の公知の構成とされて

もよい。プレート31、昇降ステージ35、および造形タンク36の形状は、造形物Cの形状等に応じて、適宜に変更可能である。

[0023] 造形タンク36は、プレート31上に造形されていく造形物Cと、溶融されていない粉末Aとを収容する。造形タンク36は、たとえば、円筒状に形成され、プレート31の移動方向に向けて延びている。この造形タンク36は、プレート31と同心円状の断面円形に形成される。図2に示されるように、造形タンク36は、円筒状の側壁（壁部）36aと、側壁36aの下端を閉鎖する底壁36bとを含む。造形タンク36すなわち側壁36aの内面形状に合わせて、昇降ステージ35が形成される。造形タンク36の内面形状が水平断面で円形の場合、昇降ステージ35の外形も円形とされる。これにより、造形タンク36に供給される粉末Aが昇降ステージ35の下方へ漏れ落ちることが抑制される。なお、粉末Aが昇降ステージ35の下方へ漏れ落ちることを抑制するために、昇降ステージ35の外縁部にシール材が設けられてもよい。造形タンク36の形状は、円筒状に限定されず、断面矩形の角筒状であってもよい。

[0024] 塗布機構33は、プレート31の上方に粉末Aを供給し粉末Aの表面を均す部材であり、リコータとして機能する。たとえば、塗布機構33は、棒状又は板状の部材が用いられ、水平方向に移動することにより電子ビームBの照射領域に粉末Aを供給し、粉末Aの表面を均す。塗布機構33は、図示しないアクチュエータ及び機構により移動制御される。塗布機構33は、制御部4からの制御信号を受けて作動する。なお、粉末Aを均す機構として、塗布機構33以外の公知の機構が用いられてもよい。

[0025] ホッパ34は、粉末Aを収容する収容器である。ホッパ34の下部には、粉末Aを排出する排出口34aが形成されている。排出口34aから排出された粉末Aは、プレート31上へ流入し、又は、塗布機構33によりプレート31上へ供給される。なお、プレート31上に粉末Aを層状に供給する機構としては、塗布機構33及びホッパ34以外の機構を用いることができる。

- [0026] 粉末Aは、多数の粉末体により構成される。粉末Aとしては、たとえば金属製の粉末が用いられる。また、粉末Aとしては、電子ビームBの照射により溶融及び凝固できるものであれば、粉末より粒径の大きい粒体を用いてもよい。
- [0027] 制御部4は、三次元積層造形装置1の装置全体の制御を行う電子制御ユニットである。制御部4は、たとえばCPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、およびRAM (Random Access Memory)等のハードウェアと、ROMに記憶されたプログラム等のソフトウェアとから構成されたコンピュータを含んで構成される。制御部4は、プレート31の昇降制御、塗布機構33の作動制御、電子ビームBの出射制御および偏向コイル24の作動制御などを実行する。制御部4は、プレート31の昇降制御として、昇降機32に制御信号を出力して昇降機32を作動させ、プレート31の上下位置を調整する。制御部4は、塗布機構33の作動制御として、電子ビームBの出射前に塗布機構33を作動させ、プレート31上へ粉末Aを供給して均す。制御部4は、電子ビームBの出射制御として、電子銃部21に制御信号を出力し、電子銃部21から電子ビームBを出射させる。
- [0028] 制御部4は、偏向コイル24の作動制御として、偏向コイル24に制御信号を出力して、電子ビームBの照射位置を制御する。たとえば、制御部4には造形すべき物体である造形物Cの三次元CAD (Computer-Aided Design) データが入力される。制御部4は、この三次元CADデータに基づいて二次元のスライスデータを生成する。スライスデータは、たとえば、造形物Cの水平断面のデータであり、上下位置に応じた多数のデータの集合体である。このスライスデータに基づいて、電子ビームBが造形面上の粉末Aに対し照射する領域が決定され、その領域に応じて偏向コイル24に制御信号が出力される。
- [0029] 本実施形態の三次元積層造形装置1では、造形部3が、たとえば円筒状の圧力容器40の内部に設けられている。言い換えれば、三次元積層造形装置1は、造形タンク36とプレート31と昇降装置10とホッパ34と塗布機

構33とを含む造形部3を收容する。三次元積層造形装置1における造形物Cを造形する造形工程中は、压力容器40内が真空又はほぼ真空な状態とされる。一方、造形物Cの造形が終了した後すなわち造形工程の終了後、压力容器40内には、不活性ガスが供給されて压力容器40の内部空間Sが加圧される。三次元積層造形装置1を用いた造形物Cの製造方法では、このような工程を含むことにより、造形物Cの冷却が効果的に促進されるようになっている。

[0030] 以下、造形物Cの冷却に関わる構成について詳細に説明する。压力容器40は、たとえば鋼板製である。压力容器40は、たとえば、円筒部と、円筒部の軸方向の両端に接合された鏡板とを含む。円筒部と鏡板との接合部に、クラッチリング等が設けられてもよい。压力容器40は、円筒部の中心軸線が水平方向に向けられた状態で設置されている。すなわち、压力容器40の中心軸線方向と、コラム26および造形タンク36の各中心軸線方向とは略直交している。

[0031] 压力容器40は、電子ビーム出射部2のコラム26の下端に連結されている。電子ビーム出射部2および压力容器40の内部は、外部に対して気密性を有する。コラム26の下端は、压力容器40の円筒部に形成された貫通孔にはめ込まれた上で、溶接等によって円筒部に接合されてもよい。若しくは、压力容器40の円筒部に取り付けられたノズル（配管およびフランジ等）に、締結部材等を用いてコラム26の下端が接合されてもよい。コラム26に対する压力容器40の連結形態は、上記に限られず、気密性を保ちうる他の形態であってもよい。压力容器40は、たとえば、円筒部の中心軸線が水平方向（横置き）ではなく、鉛直方向に向けられた状態（縦置き）で設置されていてもよい。すなわち、压力容器40の中心軸線方向と、コラム26および造形タンク36の各中心軸線方向とが同じ方向を向いていてもよい。

[0032] 压力容器40は、たとえば、約1MPaの圧力に耐え得る構造を有する。压力容器40は、たとえば、第二種压力容器の規格に準拠するように構成さ

れてもよい。圧力容器40の形状は、円筒状に限定されず、断面矩形の角筒状であってもよい。

[0033] 造形部3の造形タンク36、昇降装置10、ホッパ34、および塗布機構33は、圧力容器40の内面側に、直接に又は支持部材などを介して固定されている。造形部3の各機器がユニット化されている場合は、そのユニットが、圧力容器40の内面側に固定されてもよい。圧力容器40の外周面の下部には、圧力容器40および電子ビーム出射部2を自立した状態で設置するための複数の脚部が取り付けられる。

[0034] 三次元積層造形装置1は、さらに、圧力容器40に接続されて、圧力容器40内に不活性ガスを供給するガス供給部41を備える。三次元積層造形装置1において用いられる不活性ガスは、たとえば窒素である。ガス供給部41は、圧力容器40の外部に配置される。ガス供給部41は、たとえばガスライン42によって圧力容器40に接続されている。配管であるガスライン42は、圧力容器40の内部空間Sに連通しており、ガス供給部41から送られる不活性ガスを圧力容器40の内部空間Sに導入する。ガスライン42には、圧力容器40へのガス供給を可能または不能にするバルブ類等が設けられてもよい。

[0035] ガス供給部41は、たとえば、不活性ガスを貯留する貯留タンクと、貯留タンクに貯留された不活性ガスを圧力容器40に送るためのポンプ又はブロワ等の送気手段と（いずれも図示せず）を含む。すなわち、本実施形態において、不活性ガスのガス源は、圧力容器40の外部に配置される。ガス供給部41の送気手段は、たとえば、制御部4からの制御信号を受けて作動する。圧力容器40には、内部空間Sの圧力を検知する圧力計（図示せず）が設けられてもよい。制御部4は、圧力計から出力される内部空間Sの圧力を示す信号に基づいて、ガス供給部41の送気手段を制御してもよい。

[0036] ガス供給部41は、制御部4によって制御されて、圧力容器40の内部空間Sの圧力がたとえば0.1~1MPaの範囲の値となるように、圧力容器40内に不活性ガスを供給する。このようにして、ガス供給部41は、圧力

容器40の内部を大気圧以上に加圧するように構成されている。ガス供給部41による加圧の度合いは、造形タンク36の大きさ、造形物Cの大きさ、粉末Aの材質、求められる冷却時間等に応じて適宜に設定され得る。なお、不活性ガスを供給が供給されて压力容器40の内部が加圧される際、压力容器40の内部のガスは外部へ排出されない。

[0037] 压力容器40の円筒部には、ファン46およびラジエータ（熱交換器）47が取り付けられてもよい。ファン46およびラジエータ47は、制御部4によって制御され得る。外部の電源から電流が供給されてファン46の羽根部が回転し、たとえば冷却水等が流れるラジエータ47に対して压力容器40の内部空間Sの不活性ガスが通される。これにより、压力容器40内の不活性ガスが冷却され、造形物Cの冷却が更に促進される。不活性ガスの対流を促進するためのダクト48が、压力容器40の内面側に設けられてもよい。ファン46、ラジエータ47およびダクト48によれば、造形物Cの冷却が加速され得る。ファン46およびラジエータ47は、压力容器40の外部に設置されてもよい。ファン46およびラジエータ47は、図示しないパイプ（流路）を介して、压力容器40の内部空間Sに接続されてもよい。

[0038] 図2を参照して、造形タンク36およびその周辺の構成について詳細に説明する。円筒状の造形タンク36の側壁36aには、側壁36aの内外を連通させる複数の孔部36cが設けられている。複数の孔部36cは、側壁36aの下部に形成されてもよい。複数の孔部36cは、周方向に等間隔に形成されてもよい。なお、1つのみの孔部36cが形成されてもよい。

[0039] 造形タンク36の側壁36aには、各孔部36cを覆って閉鎖する複数の開閉部37が取り付けられている。開閉部37は、たとえば制御部4によって制御されて、各孔部36cを開閉自在である。孔部36cの開閉機構の構造は特に限定されない。たとえば、造形タンク36の外周側に配置された駆動リングに、複数の開閉部37が取り付けられており、駆動リングがアクチュエータによって周方向に沿って移動することにより、各孔部36cが開閉されてもよい。

- [0040] 昇降ステージ35には、昇降ステージ35を板厚方向（上下方向）に貫通する複数の通気孔35aが設けられている。複数の通気孔35aは、プレート31の下方に位置する領域の全体において一様に形成されてもよい。なお、1つのみの通気孔35aが形成されてもよい。
- [0041] さらにプレート31には、プレート31を板厚方向（上下方向）に貫通する1つ又は複数の通気孔31aが設けられている。通気孔31aは、造形物Cの底部の形状に対応して形成されてもよい。すなわち、通気孔31aは、造形物Cの間隙Caに対応する位置に形成されてもよい。なお、図2の例では、複数の柱状の構造を有する造形物Cが示されており、柱と柱の間に間隙Caが形成されている。そして、間隙Caの下端の位置に通気孔31aが形成されている。
- [0042] これらの孔部36c、通気孔35aおよび通気孔31aは、造形物Cの造形が終了した後に、ガス供給部41から供給された不活性ガスを造形タンク36内に導入して造形タンク36の内部の冷却を促進させる。なお、通気孔35aおよび通気孔31aが省略されてもよい。また、造形タンク36の底壁36bに1つ又は複数の孔部が設けられてもよい。その場合に、底壁36bに設けられた孔部を開閉させる開閉機構が設けられてもよい。
- [0043] 上記したように、コラム26内の空間と圧力容器40の内部空間Sとは連結されている。圧力容器40の内部空間は、コラム26の内部空間と連通している。造形工程中は、連通したこれらの空間を電子ビームBが通る（図2参照）。図1に示されるように、電子ビーム出射部2の下端すなわちコラム26の下端には、リング44を介して封止弁43が取り付けられている。この封止弁43は、たとえば制御部4によって制御されて、出射口2aを開閉自在である。封止弁43は、閉じられた状態において、コラム26内の空間を、圧力容器40の内部空間Sに対して遮蔽する。具体的には、造形工程の終了後であって、ガス供給部41により不活性ガスが圧力容器40に供給されるよりも前に、封止弁43は出射口2aを封止する。これにより、電子ビーム出射部2の内部への不活性ガスの侵入が防止され、電子ビーム出射部

2が保護される。なお、図2においては、封止弁43およびリング44の図示は省略されている。

[0044] 続いて、図2および図3を参照して、本実施形態の造形物Cの製造方法について説明する。まず、造形物Cを造形する造形工程が実施される。図2に示されるように、造形工程では、压力容器40内が真空又はほぼ真空な状態とされ、出射口2aは開放される。造形タンク36の孔部36cは、開閉部37によって閉鎖されている。一方、ホッパ34の排出口34aを通じて、粉末Aが排出され、塗布機構33によってプレート31上に粉末Aが供給される。制御部4によって電子ビーム出射部2が制御され、電子ビームBが造形面上の粉末Aに対し照射される。たとえば、造形工程では、各層につき、1回または複数回の予備加熱工程と、本溶融工程とが実施される。複数層のそれぞれにおいて、所定の領域に電子ビームBが照射され、粉末Aが所望の形状に溶融凝固される。造形工程により、造形物Cが造形される。造形物Cの間隙Ca、および、造形物Cと底壁36bとの間の隙間36dには、粉末Aが充填されたままである。

[0045] 次に、図3に示されるように、電子ビームBの出射は停止され、封止弁43が閉じられる。造形工程の終了後、压力容器40内にガスを供給するガス供給工程が実施される。ガス供給工程では、压力容器40の内部空間Sにガス供給部41から不活性ガスが供給され、压力容器40内がたとえば0.1~1MPaの範囲の所定の値になるまで、压力容器40の内部が加圧される。造形工程が終了した時点で、昇降ステージ35が孔部36cよりも下方に位置している。開閉部37が開く方向に駆動され、孔部36cが外部に開口する。これにより、不活性ガスが孔部36cに導入され、通気孔31aを通じて間隙Caを通り抜けると共に、プレート31と側壁36aとの間を通じて隙間36dを通り抜ける（図中の矢印参照）。不活性ガスは、間隙Caおよび隙間36dに存在する粉末Aを冷却すると共に、造形物Cを冷却する。また、不活性ガスは、造形タンク36を包囲し、造形タンク36を外周側から冷却する。一方で、压力容器40に不活性ガスが供給されると、ファン4

6およびラジエータ47が作動させられ、不活性ガスの対流が促進される。造形物Cの温度が所定の値以下になって冷却が完了すると、造形物Cが取り出される。なお、図3では、開閉部37が開く様子は、模式的に示されている。

[0046] なお、造形工程が終了した時点で、プレート31は、孔部36cよりも上方に位置していることとしてもよい。この場合、孔部36cを通じて造形タンク36内に導入されたガスが、プレート31の下方から通気孔31aを通じて、プレート31の上方に供給される。

[0047] また、上記の形態では、造形工程が終了した時点で、昇降ステージ35が孔部36cよりも下方に位置していることとしたが、昇降ステージ35が孔部36cよりも上方に位置していることとしてもよい。すなわち、造形工程が終了した時点で、通気孔35aおよび通気孔31aが、孔部36cよりも上方に位置してもよい。その場合は、孔部36cを通じて造形タンク36内に導入されたガスは、昇降ステージ35の下方から通気孔35aおよび通気孔31aを通じて、プレート31の上方に流入し得る。

[0048] 造形タンク36の底壁36bに孔部が設けられている場合は、底壁36bの孔部を通じて造形タンク36内に導入されたガスは、昇降ステージ35の下方から通気孔35a、通気孔31aを通じて、プレート31の上方に流入し得る。

[0049] 本実施形態の三次元積層造形装置1および造形物Cの製造方法によれば、造形工程の終了後に、ガス供給工程が実施され、压力容器40内に不活性ガスが供給され、压力容器40の内部が加圧される。たとえば、真空中での粉末積層造形後に、压力容器40の内部が加圧される。圧力が高められた不活性ガスは造形部3の造形タンク36を包囲すると共に造形タンク36の内部にまで流入し得るので、不活性ガスによる造形物Cの急速な冷却が可能になっている。よって、従来のように真空中または大気中で造形物を保持して放冷したり、造形ボックスの流路に冷媒を流して造形ボックスを冷却したりするよりも、造形物Cの冷却を効果的に促進することができる。本実施形態に

よれば、造形物Cが急速に冷却される。本実施形態による造形物Cの冷却時間は、従来の真空中または大気中における冷却時間に比して大幅に（たとえば10分の1程度に）短縮される。

[0050] 造形タンク36の側壁36aに設けられた孔部36cを通じて、圧力が高められた不活性ガスが造形タンク36内に流入し易い。よって、不活性ガスによる造形物Cの冷却がより一層効果的に促進される。

[0051] 孔部36cは、造形物Cの造形中は閉鎖されており造形物Cの造形後に開口する。すなわち、造形工程では孔部36cを閉鎖し、ガス供給工程では孔部36cを開口して不活性ガスを孔部36cに導入する。造形タンク36において、このようなタイミングで孔部36cが開閉されれば、造形物Cの造形中には造形タンク36内の雰囲気（真空状態を含む）が維持され、造形物Cの造形後に、造形タンク36内に不活性ガスが流入する。これにより、造形および冷却が適切に行われる。

[0052] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限られない。たとえば、冷却に用いられるガスの種類は、窒素以外の不活性ガスであってもよい。たとえば、粉末材料は金属に限られず、樹脂やセラミック等であってもよい。また、冷却用のガスとして、アルゴンやヘリウム等が用いられてもよい。また、造形物Cに対して悪影響のないガスであれば、他の種類のガスが用いられてもよい。たとえば、造形物Cに触れても反応を生じさせないガスであれば、他の種類のガスが用いられてもよい。たとえばセラミック製の造形物Cに対して、酸素を含むガス（空気など）が用いられてもよい。

[0053] 造形タンク36の側壁36aの下部以外の部分に孔部が設けられてもよい。孔部は、造形中に開口される構成であってもよい。孔部が側壁36aの上部に設けられてもよいし、孔部36cを覆う開閉部37が省略されてもよい。造形タンク36に対して孔部が設けられてなくてもよい。

[0054] また、三次元積層造形物の製造方法において、三次元積層造形装置1とは別の装置を用いた冷却を行うこともできる。すなわち、三次元積層造形装置

1の内部で冷却までを行うのではなく、三次元積層造形装置1から压力容器40を取り外し、別の場所でガス供給・加圧による造形部3および造形物Cの冷却を行ってもよい。この場合、压力容器40は、造形部3を内蔵した状態で三次元積層造形装置1から取り外し可能な構造とされてもよい。三次元積層造形装置1において、ガス供給部41およびガスライン42は省略され得る。また、造形部3を収容する容器が压力容器ではなく真空引きに耐え得る他の容器であり、当該容器から造形後の造形部3を取り出して造形部3を何らかの真空環境下で移動させ、造形エリアとは別の場所に設けられた压力容器内で造形物Cを冷却してもよい。造形物Cが大気中に露出させても酸素等と反応しない材料（金属以外の材料）からなる場合であれば、造形後の造形物Cを大気中で移動させてもよい。その場合、その压力容器に対してガス供給部が接続される。

[0055] 压力容器の内部を加圧する場合の圧力は、適宜に変更可能である。压力容器は、規格に準拠するように構成されていなくてもよい。压力容器に対し、定められた規格に基づかない圧力の設定がなされてもよい。

[0056] 三次元積層造形装置は、電子ビーム溶融法が適用された造形装置に限られず、たとえばレーザー溶融法が適用された造形装置であってもよい。すなわち、三次元積層造形装置において粉末Aに照射されるビームは、レーザービームであってもよい。三次元積層造形装置において粉末Aに照射されるビームは、電子ビームおよびイオンビームを含む概念である荷電粒子ビームであってもよい。三次元積層造形装置において粉末Aに照射されるビームは、粉末Aに対してエネルギーを供給し得るエネルギービームであってもよい。

産業上の利用可能性

[0057] 本開示のいくつかの態様によれば、造形物の冷却を効果的に促進することができる。

符号の説明

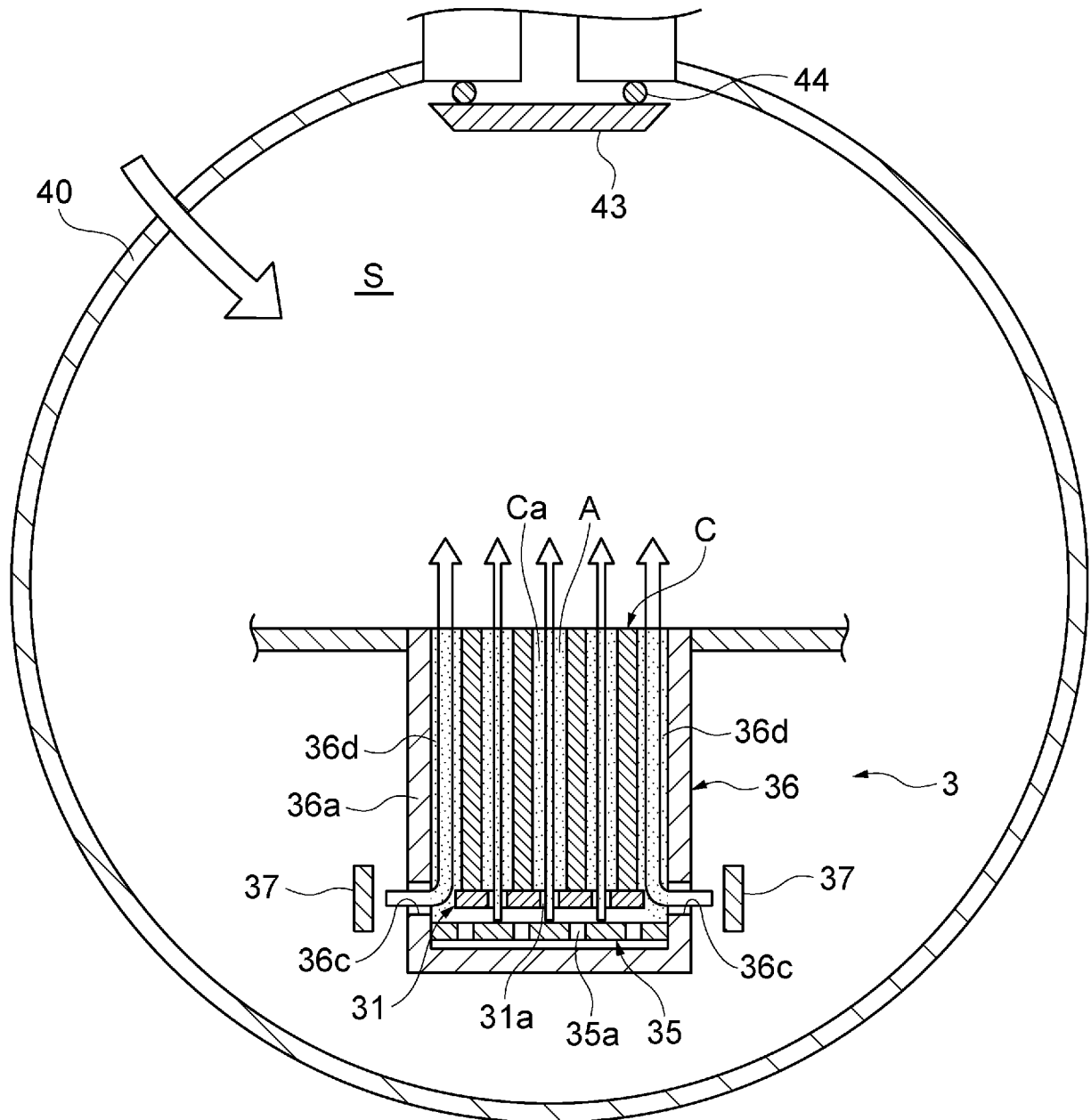
- [0058] 1 三次元積層造形装置
2 電子ビーム出射部

- 3 造形部
- 4 制御部
- 3 1 プレート
- 3 3 塗布機構
- 3 4 ホッパ
- 3 5 昇降ステージ
- 3 6 造形タンク
- 3 6 a 側壁 (壁部)
- 3 6 c 孔部
- 3 7 開閉部
- 4 0 圧力容器
- 4 1 ガス供給部
- 4 2 ガスライン
- A 粉末
- C 造形物 (三次元積層造形物)
- C a 間隙
- S 内部空間

請求の範囲

- [請求項1] 造形物を収容する造形タンクを含み、前記造形タンク内で前記造形物を造形する造形部と、
前記造形部を収容する圧力容器と、
前記圧力容器に接続されて前記圧力容器内にガスを供給し、前記圧力容器の内部を加圧するように構成されたガス供給部と、を備える三次元積層造形装置。
- [請求項2] 前記造形タンクの壁部には、前記壁部の内外を連通させる孔部が設けられている、請求項1に記載の三次元積層造形装置。
- [請求項3] 前記造形タンクは、前記孔部が前記造形物の造形中は閉鎖されており前記造形物の造形後に開口するように構成されている、請求項2に記載の三次元積層造形装置。
- [請求項4] 造形タンク内で三次元積層造形物を造形する造形部と、前記造形部を収容する圧力容器とを用いた三次元積層造形物の製造方法であって、
前記造形タンク内で前記三次元積層造形物を造形する造形工程と、
前記造形工程の終了後、前記圧力容器内にガスを供給して前記圧力容器の内部を加圧するガス供給工程と、を含む三次元積層造形物の製造方法。
- [請求項5] 前記造形タンクの壁部には、前記壁部の内外を連通させる孔部が設けられており、
前記造形工程では前記孔部を閉鎖し、
前記ガス供給工程では前記孔部を開口して前記ガスを前記孔部に導入する、請求項4に記載の三次元積層造形物の製造方法。

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B29C64/371 (2017.01) i, B22F3/105 (2006.01) i, B22F3/16 (2006.01) i, B29C64/25 (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. B29C64/371, B22F3/105, B22F3/16, B29C64/25, 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 A	JP 2016-74957 A (SODICK CO., LTD.) 12 May 2016, paragraphs [0012], [0021]-[0036], [0041], fig. 1, 2 & US 2016/0101469 A1, paragraphs [0037], [0046]-[0061], fig. 1, 2	1-3 4-5
X A	JP 2017-109355 A (NABTESCO CORP.) 22 June 2017, paragraphs [0034]-[0036], [0042]-[0048], [0053], fig. 1-9 & US 2017/0165911 A1, paragraphs [0115]-[0117], [0123]-[0127], [0133], fig. 1-41 & DE 102016224790 A1	1-2 3-5
A	JP 2017-144594 A (ASPECT INC.) 24 August 2017, paragraphs [0021]-[0127], fig. 1-14 (Family: none)	1-5

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
15.11.2018

Date of mailing of the international search report
27.11.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2018/040173

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-193187 A (JEOL LTD.) 05 November 2015, paragraphs [0020]-[0099], fig. 1-13 & US 2015/0314389 A1, paragraphs [0037]-[0131], fig. 1-13 & EP 2926927 A2	1-5
A	WO 2017/047139 A1 (TOSHIBA CORP.) 23 March 2017, paragraphs [0007]-[0138], fig. 1-9 & US 2018/0243827 A1, paragraphs [0016]-[0147], fig. 1-9	1-5

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. B29C64/371(2017.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B29C64/25(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i</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>Int.Cl. B29C64/371, B22F3/105, B22F3/16, B29C64/25, B33Y10/00, B33Y30/00</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>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018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				
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														
<p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>															
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <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 colspan="2">関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2016-74957 A（株式会社ソディック） 2016.05.12, [0012], [0021]-[0036], [0041], [図1], [図2] & US 2016/0101469 A1 [0037], [0046]-[0061], Fig. 1-2</td> <td>1-3 4-5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2017-109355 A（ナブテスコ株式会社） 2017.06.22, [0034]-[0036], [0042]-[0048], [0053], [図1]-[図9] & US 2017/0165911 A1 [0115]-[0117], [0123]-[0127], [0133], Fig. 1-41 & DE 102016224790 A1</td> <td>1-2 3-5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				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 A	JP 2016-74957 A（株式会社ソディック） 2016.05.12, [0012], [0021]-[0036], [0041], [図1], [図2] & US 2016/0101469 A1 [0037], [0046]-[0061], Fig. 1-2	1-3 4-5		X A	JP 2017-109355 A（ナブテスコ株式会社） 2017.06.22, [0034]-[0036], [0042]-[0048], [0053], [図1]-[図9] & US 2017/0165911 A1 [0115]-[0117], [0123]-[0127], [0133], Fig. 1-41 & DE 102016224790 A1	1-2 3-5	
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 A	JP 2016-74957 A（株式会社ソディック） 2016.05.12, [0012], [0021]-[0036], [0041], [図1], [図2] & US 2016/0101469 A1 [0037], [0046]-[0061], Fig. 1-2	1-3 4-5													
X A	JP 2017-109355 A（ナブテスコ株式会社） 2017.06.22, [0034]-[0036], [0042]-[0048], [0053], [図1]-[図9] & US 2017/0165911 A1 [0115]-[0117], [0123]-[0127], [0133], Fig. 1-41 & DE 102016224790 A1	1-2 3-5													
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p>		<p><input 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</p> <p>「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</p> <p>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>		<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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</p> <p>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」同一パテントファミリー文献</p>													
<p>国際調査を完了した日</p> <p>15.11.2018</p>		<p>国際調査報告の発送日</p> <p>27.11.2018</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁（ISA/J P）</p> <p>郵便番号100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>特許庁審査官（権限のある職員）</p> <p>▲高▼村 憲司</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3471</p>													
		4R	8376												

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
A	JP 2017-144594 A (株式会社アスペクト) 2017.08.24, [0021]-[0127], [図1]-[図14] (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2015-193187 A (日本電子株式会社) 2015.11.05, [0020]-[0099], [図1]-[図13] & US 2015/0314389 A1 [0037]-[0131], Fig. 1-13 & EP 2926927 A2	1-5
A	WO 2017/047139 A1 (株式会社東芝) 2017.03.23, [0007]-[0138], [図1]-[図9] & US 2018/0243827 A1 [0016]-[0147], Fig. 1-9	1-5