

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年1月25日 (25.01.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/010598 A1

(51) 国際特許分類:

A61M 29/02 (2006.01) B22F 3/16 (2006.01)  
A61F 2/84 (2006.01) B29C 67/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/013266

(22) 国際出願日: 2005年7月19日 (19.07.2005)

(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 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ホームズ技研 (HOMS ENGINEERING INC.) [JP/JP]; 〒3910213 長野県茅野市豊平4734番地352 Nagano (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下平 賢一 (SHIMODAIRA, Kenichi) [JP/JP]; 〒3910213 長野県茅野市豊平4734番地352 株式会社ホームズ技研内 Nagano (JP). 阿部 千晃 (ABE, Chiaki)

[JP/JP]; 〒3910213 長野県茅野市豊平4734番地352 株式会社ホームズ技研内 Nagano (JP). 新城 明 (SHINJO, Akira) [JP/JP]; 〒3910213 長野県茅野市豊平4734番地352 株式会社ホームズ技研内 Nagano (JP).

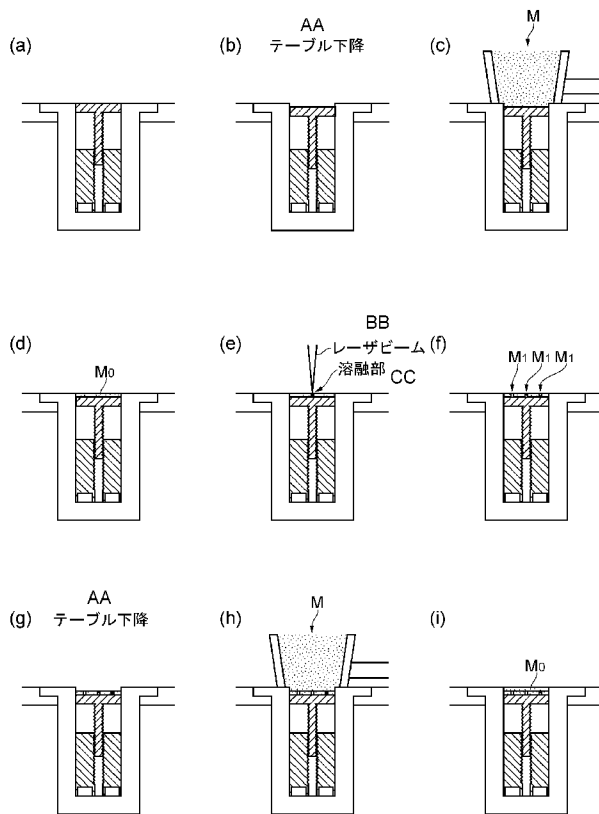
(74) 代理人: 松尾 誠剛, 外 (MATSUO, Nobutaka et al.); 〒3990214 長野県諏訪郡富士見町落合9862番地60 松尾江森国際特許事務所 長野ランチ Nagano (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING STENT AND POWDER SINTERING APPARATUS

(54) 発明の名称: ステントの製造方法及び粉体焼結加工装置



AA DESCENT OF TABLE  
BB LASER BEAM  
CC MOLTEN AREA

(57) Abstract: A process for producing a stent, characterized by including the powder sintering step of sequentially repeating the sintered layer forming step of providing a powder layer on a powder sintering table with the use of a powder layer forming unit and subsequently carrying out selective irradiation of the powder layer with energy beams to thereby form a sintered layer and the powder sintering table descending step of moving the powder sintering table downward by a given extent so as to effect of superimposing of sintered layers, thereby producing a structure of desired three-dimensional morphology. This stent producing process enables easy production of a stent with relatively complex morphology.

(57) 要約: 本発明のステントの製造方法は、粉末層形成装置を用いて粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して焼結層を形成する焼結層形成工程と、前記粉体焼結加工テーブルを所定量下降させる粉体焼結加工テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体焼結加工工程を含むことを特徴とする。このため、本発明のステントの製造方法によれば、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能となる。

WO 2007/010598 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### ステントの製造方法及び粉体焼結加工装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は、ステントの製造方法及び粉体焼結加工装置に関する。

#### 背景技術

[0002] 図22は、従来のステントの製造方法を説明するために示す図である。図22(a)はレーザー加工装置900の要部を示す模式図であり、図22(b)は製造されるステント940の外観図である。

[0003] 従来のステントの製造方法においては、図22に示すように、レーザー加工装置900における可動チャック920により金属管930を回転させたり軸方向に移動させたりしながら、レーザー加工装置900におけるレーザー照射装置910により金属管930の表面にレーザービームLを走査して、金属管930の表面を網目形状に加工することにより、ステント940を製造している(例えば、特許文献1及び2参照。)

このため、従来のステントの製造方法によれば、所定の金属管930を準備すれば、所定の網目形状を有するステント940を製造することができる。

[0004] 特許文献1:特開2005-095610号公報

特許文献2:特開2001-219286号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、冠動脈インターベンション(PCI)を用いた治療現場においては、比較的複雑な形状を有するステントを使用したいというニーズがある。例えば、軸方向に沿って内径が徐々に細くなっていくような形状を有する血管にステントを使用する場合には、軸方向に沿って外径が徐々に細くなっていくような形状(テーパ形状)を有するステントを用いたいというニーズがある。また、血管分岐部にステントを使用する場合には、分岐部を有するステントを用いたいというニーズがある。

[0006] また、ステント挿入時には血管に傷をつけにくく、ステント留置後には血管をしっかり支持することが可能なステントを用いたいというニーズがある。このようなニーズを満た

すステントとしては、例えば、ストラットの肉厚が軸方向中央部(図22(b)の符号942参照。)においては厚く、軸方向両端部(図22(b)の符号944参照。)においては薄く構成されたステントが考えられる。

このように、PCIを用いた治療現場においては、様々な理由により比較的複雑な形状を有するステントを使用したいというニーズがある。

[0007] しかしながら、従来のステントの製造方法においては、金属管を出発原料として用いているため、上記のように比較的複雑な形状を有するステントを製造することが容易ではないという問題がある。

[0008] そこで、本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能なステントの製造方法を提供することを目的とする。また、このような比較的複雑な形状を有するステントのように、比較的複雑な形状を有し、かつ、高純度の製品を製造するのに好適な粉体焼結加工装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0009] (1)本発明のステントの製造方法は、粉体層形成装置を用いて粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して焼結層を形成する焼結層形成工程と、前記粉体焼結加工テーブルを所定量下降させる粉体焼結加工テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体焼結加工工程を含むことを特徴とする。

[0010] このため、本発明のステントの製造方法によれば、粉体層にエネルギービームを選択的に照射して形成される焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成することとしているため、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能となる。その結果、例えば、軸方向に沿って外径が徐々に細くなっていくような形状(テーパ形状)を有するステント、分岐部を有するステント、さらには、ストラットの肉厚が軸方向中央部においては厚く軸方向両端部においては薄く構成されたステントなどのような比較的複雑な形状を有するステントをも容易に製造することが可能となる。

[0011] ところで、従来のステントの製造方法においては、金属管を出発原料として用いているため、金属管の組成とは異なる組成を有するステントを製造することは困難である。

これに対して、本発明のステントの製造方法によれば、粉体層に含まれる粉体の組成を所望の組成とすることによって、所望の組成を有するステントを製造することが可能となる。また、この場合、粉体層に含まれる粉体の組成を適宜変更していくことにより、所望の組成分布を有するステントを製造することも可能となる。

[0012] ところで、従来のステントの製造方法においては、金属管を出発原料として用いているため、金属管の密度とは異なる密度を有するステントを製造することも困難である。

これに対して、本発明のステントの製造方法によれば、粉体焼結の条件(例えば、粉体層に用いる粉体の種類をどうするか、エネルギービーム照射をどうするかなど。)や構造体形成後における構造体の熱処理の条件(例えば、強い熱処理を行うか、弱い熱処理を行うかなど。)により、所望の密度を有するステントを製造することが可能となる。また、この場合、エネルギービーム照射の仕方を変化させたり、構造体形成後における構造体の熱処理を不均一に行ったり、粉体層に含まれる粉体の組成を適宜変更していったりすることにより、所望の密度分布を有するステントを製造することも可能となる。

[0013] また、本発明のステントの製造方法によれば、粉体層のうち焼結が行われなかった部分の粉体は、回収後に再使用することが可能であるため、材料歩留まりの高い製造方法となる。

[0014] 粉体としては、例えば、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなる粉体、Ni-Ti合金からなる粉体、Co-Cr合金からなる粉体、Au-Cu合金からなる粉体、Au-Pt-Pd合金からなる粉体などの種々の金属粉体及び酸化アルミニウムからなる粉体、酸化シリコンからなる粉体などの種々のセラミックス粉体を用いることができる。この場合、粉体としてセラミックス粉体を用いる場合には、セラミックス粉体を単独で用いることも可能であるが、セラミックス粉体を金属粉体とともに用いることが好ましい。粉体としては、平均粒径が $0.05\mu\text{m}$ ~ $40\mu\text{m}$ の範囲内にある粉体を用いること

が好ましい。

- [0015] エネルギービームとしては、エネルギー密度を高くすることが可能で、かつ、解像度を高くすることも可能な、レーザビーム、電子ビーム又はイオンビームを好ましく用いることができる。これにより、比較的短時間で、かつ、形状精度の高い(例えば、数 $\mu$ m以下。)構造体を形成することが可能になり、その結果、比較的短時間で、かつ、形状精度の高い(例えば、数 $\mu$ m以下。)ステントを製造することが可能になる。エネルギービームとしては、ビーム径が10~70 $\mu$ mのエネルギービームを用いることが好ましい。
- [0016] 粉体焼結加工テーブルとしては、下降ピッチが1~40 $\mu$ mの範囲内にあるものを好ましく用いることができる。
- [0017] (2) 上記(1)に記載のステントの製造方法においては、前記構造体の形成を気密室の中で行うことが好ましい。
- [0018] ところで、ステントは、長期間にわたって血管内に設置され拍動や血液にさらされるなどの過酷な環境で使用されるため、不純物の混入の極めて少ない高純度のステントであることが好ましい。本発明のステントの製造方法によれば、上記のような方法とすることにより、外部からの水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物の混入が抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。
- [0019] この場合、エネルギービームがレーザビームの場合には、気密室を真空にした状態で又は気密室に不活性ガス若しくは所定の還元性ガスを導入した状態で粉体焼結加工工程を行うようにすることが好ましい。一方、エネルギービームが電子ビーム又はイオンビームの場合には、気密室を真空にした状態で粉体焼結加工工程を行うようにすることが好ましい。
- [0020] (3) 上記(2)に記載のステントの製造方法においては、前記エネルギービームはレーザビームであって、前記気密室の外に設置したレーザビーム照射装置から前記粉体層にレーザビームを照射することが好ましい。
- [0021] このような方法とすることにより、レーザビームの照射を行うことに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

- [0022] この場合、気密室には例えば石英ガラス製の透光性窓を設けておき、この透光性窓を介してレーザービームを照射することが好ましい。
- [0023] レーザービームとしては、ステントとしての網目模様を精度よく再現するために、解像度の高いUVレーザービームを用いることが好ましい。こうすることによって、数 $\mu\text{m}$ 以下の解像度を容易に達成することができる。
- [0024] (4) 上記(2)又は(3)に記載のステントの製造方法においては、前記気密室の外に設置した粉体焼結加工テーブル駆動装置を用いて前記粉体焼結加工テーブルを昇降させることが好ましい。
- [0025] このような方法とすることにより、粉体焼結加工テーブルを昇降させることに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。
- [0026] この場合、粉体焼結加工テーブルの昇降は、磁石やリニアモータを用いて行うようにするのが好ましい。
- [0027] (5) 上記(2)～(4)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記気密室の外に設置した粉体層形成装置駆動装置を用いて前記粉体層形成装置を駆動することが好ましい。
- [0028] このような方法とすることにより、粉体層形成装置を駆動することに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。
- [0029] この場合、粉体層形成装置の駆動は、磁石やリニアモータを用いて行うようにするのが好ましい。
- [0030] (6) 上記(2)～(5)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記気密室の外に設置した加熱装置を用いて加熱しながら前記構造体を形成することが好ましい。
- [0031] このような方法とすることにより、加熱しながら構造体を形成することで、構造体形成中における構造体内部の温度差を低減することができるため、構造体における歪みを低減することができる。また、気密室の外に設置した加熱装置を用いて加熱することで、構造体を加熱することに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不

純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0032] 加熱装置としては、ヒータ、赤外線加熱装置、高周波加熱装置などを好ましく用いることができる。なかでも、構造体が配置された部位を局所的に加熱することができる赤外線加熱装置を特に好ましく用いることができる。加熱条件としては、構造体が60～300℃となるような範囲の条件で加熱することが好ましい。

[0033] (7) 上記(1)～(6)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記粉体層の成分を変化させながら焼結層を形成することが好ましい。

[0034] この場合、例えば、1層毎に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、構造体形成後に構造体の熱処理を行うことにより、各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成のステントを製造することが可能になる。

また、例えば、徐々に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、徐々に組成が変化するような組成分布を有する(例えば、傾斜合金からなる)ステントを製造することが可能になる。

また、工程の途中で成分を階段状に変化させて焼結層を形成することとした場合には、階段状の組成分布を有するステントを製造することが可能になる。この場合には、例えば軸方向中央部で硬く軸方向両端部で柔軟性の高いステント、すなわち、ステント挿入時には血管に傷をつけにくく、ステント留置後には血管をしっかり支持することが可能なステントを製造することが可能になる。

[0035] (8) 上記(1)～(7)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記粉体焼結加工工程の後に、前記構造体の焼結密度を高めるための第1熱処理工程をさらに含むことが好ましい。

[0036] このような方法とすることにより、構造体の焼結密度を高めることができるため、所定の物理的性質(例えば、硬さ、柔軟性、密度、ポラス度など。)を有するステントを製造することが可能になる。

この場合、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなるステントを製造する場合には、例えば、800～1100℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。これにより、第1熱処理工程前には金属真密度の70～80%の密度比であったの

を、第1熱処理工程後には金属真密度の97～100%の密度比であるようにすることができる。

[0037] また、上記のような方法とすることにより、例えば、上記したように1層毎に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、この熱処理により各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成のステントを製造することが可能になる。

この場合、Co-Cr合金からなるステントをCo粉体とCr粉体とから製造する場合には、例えば、950～1250℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。また、Au-Pt-Pd合金からなるステントをAu粉体とPt粉体とPd粉体とから製造する場合には、例えば、880～1050℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。

なお、粉体として互いに異なる金属成分からなる金属粉体を用いる代わりに、粉体として互いに成分の異なる合金粉体を用いることもできるし、粉体として合金粉体及び単一の金属成分からなる金属粉体を用いることもできる。

[0038] また、上記のような方法とすることにより、例えば、上記したように徐々に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、徐々に組成が変化するような組成分布を有するステントを製造することが可能になる。

[0039] (9) 上記(8)に記載のステントの製造方法においては、前記第1熱処理工程の後に、前記構造体の熔体化処理を行う第2熱処理工程を含むことが好ましい。

[0040] このような方法とすることにより、第2熱処理としての熔体化処理を行うことにより、所定の硬度・弾性度を有するステントを製造することが可能になる。

[0041] 第2熱処理としては、例えば、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなるステントを製造する場合には、950～1250℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Co-Cr合金からなるステントを製造する場合には、1100～1300℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Au-Pt-Pd合金からなるステントを製造する場合には、1000～1050℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。

[0042] (10) 上記(9)に記載のステントの製造方法においては、前記第2熱処理工程の後に

- 、前記構造体の時効硬化処理を行う第3熱処理工程をさらに含むことが好ましい。
- [0043] 構造体が時効硬化性を有する金属材料からなる場合には、このような方法とすることにより、第3熱処理としての時効硬化処理を行うことにより、所定の硬度・弾性度を有するステントを製造することが可能になる。
- [0044] 第3熱処理としては、例えば、Co-Cr合金からなるステントを製造する場合には、700～850℃、30～180分の条件で熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Au-Pt-Pd合金からなるステントを製造する場合には、800～960℃、30～180分の条件で熱処理を行うことが好ましい。
- [0045] この場合、第1熱処理工程と第2熱処理工程とは兼用でき、第1熱処理工程と第2熱処理工程と第3熱処理工程とは連続して行うことができる。
- [0046] (11) 上記(1)～(10)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記構造体の表面を研磨する表面研磨工程をさらに含むことが好ましい。
- [0047] ところで、粉体焼結加工により形成される構造体は一般的に表面に多数の粉体が付着した形で形成される。これに対して、上記のような方法とすることにより、表面に付着した粉体を除去することができるため、ステントの表面を平滑なものとすることができる。
- [0048] 表面研磨工程においては、バフ研磨、バレル研磨(湿式若しくは乾式)、電解研磨又は化学研磨を行うことが好ましい。
- [0049] (12) 上記(1)～(11)のいずれかに記載のステントの製造方法においては、前記構造体に薬剤を含浸させる薬剤含浸工程をさらに含むことが好ましい。
- [0050] このような方法とすることにより、構造体の空孔内部に必要な薬剤が含浸されたDES (Drug-Eluting Stent (薬剤溶出性ステント)) を製造することができる。
- [0051] この場合、上記(8)における第1熱処理工程等で、焼結密度を所定のポラス度となるような焼結密度とするように調整することにより、DESとしての特性(例えば、薬剤担持特性、薬剤放出特性等。)を所望のものにすることができる。
- [0052] 薬剤としては、増殖抑制剤、増殖抑制及び免疫抑制剤、免疫抑制剤、細胞外マトリックス修飾剤、内皮修復促進剤又はこれらを適宜組み合わせた薬剤を好ましく用いることができる。

[0053] (13)本発明の他のステントの製造方法は、粉体層形成装置を用いて、樹脂コーティングされた金属粉体からなる粉体層を粉体固化テーブル上に形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して前記樹脂を熔融させて粉体固化層を形成する粉体固化層形成工程と、前記粉体固化テーブルを所定量下降させる粉体固化テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体固化工程を含むことを特徴とする。

[0054] このため、本発明の他のステントの製造方法によれば、粉体層にエネルギービームを選択的に照射して形成される粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成することとしているため、本発明のステントの製造方法の場合と同様に、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能となる。その結果、例えば、軸方向に沿って外径が徐々に細くなっていくような形状(テーパ形状)を有するステント、分岐部を有するステント、さらには、ストラットの肉厚が軸方向中央部においては厚く軸方向両端部においては薄く構成されたステントなどのような比較的複雑な形状を有するステントをも容易に製造することが可能となる。

[0055] (14)本発明のさらに他のステントの製造方法は、粉体層形成装置を用いて、樹脂粉体及び金属粉体からなる粉体層を粉体固化テーブル上に形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して前記樹脂粉体を熔融させて粉体固化層を形成する粉体固化層形成工程と、前記粉体固化テーブルを所定量下降させる粉体固化テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体固化工程を含むことを特徴とする。

[0056] このため、本発明のさらに他のステントの製造方法によれば、粉体層にエネルギービームを選択的に照射して形成される粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成することとしているため、本発明のステントの製造方法の場合や本発明の他のステントの製造方法の場合と同様に、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能となる。その結果、例えば、軸方向に沿って外径が徐々に細くなっていくような形状(テーパ形状)を有するステント、分岐部を有するステント、さらには、ストラットの肉厚が軸方向中央部においては厚く軸方向両端部においては薄く構成されたステントなどのような比較的複雑な形状を有するステントをも

容易に製造することが可能となる。

[0057] (15) 上記(13)又は(14)に記載のステントの製造方法においては、粉体固化工程の後に、必要に応じて構造体に含まれる樹脂成分を除去する脱脂工程を行うこともできる。

[0058] この場合には、構造体における空孔率の調整が可能となる。

[0059] (16) 本発明の粉体焼結加工装置は、透光性窓を有する気密室と、前記気密室の内部に配置され、昇降可能な粉体焼結加工テーブルと、前記気密室の内部に配置され、前記粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成する粉体層形成装置と、前記気密室の外部に配置され、前記透光性窓を介して前記粉体層にレーザービームを照射するレーザービーム照射装置とを備えることを特徴とする。

[0060] このため、本発明の粉体焼結加工装置によれば、粉体焼結加工を行うことによって比較的複雑な形状を有する製品を製造することができるのに加えて、気密室の中で粉体焼結加工を行うことによって、水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物の混入の少ない高純度の製品を製造することができる。このため、本発明の粉体焼結加工装置によれば、比較的複雑な形状を有するステントのように、比較的複雑な形状を有し、かつ、高純度の製品を製造するのに好適な粉体焼結加工装置となる

なお、本発明の粉体焼結加工装置は、ステントの製造方法に限られず、比較的複雑な形状を有し、かつ、高純度であることを必要とする製品、例えば、カスタムメイドの人工関節、歯科用クラウンなどの製造方法に好適に用いることができる。

[0061] (17) 上記(15)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記レーザービーム照射装置は、UVレーザービーム照射装置であることが好ましい。

[0062] このように構成することにより、形状精度の高い粉体焼結加工(例えば、数 $\mu$ m以下。)を行うことが可能になる。このため、比較的形状精度の高い製品、例えば、比較的形状精度の高い形状を有するステントを製造することが可能になる。

UVレーザービーム照射装置としては、Nd-YAG波長変換(第4高調波)レーザーを好ましく用いることができる。

[0063] (18) 上記(16)又は(17)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記透光性窓

は、曲面部を有することが好ましい。

- [0064] このように構成することにより、レーザービームの集光力が高まり、さらに形状精度の高い粉体焼結加工を行うことが可能になる。
- [0065] (19) 上記(16)～(18)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記粉体層形成装置は、前記粉体焼結加工テーブル上に粉体を供給する機能を有する粉体供給装置からなることが好ましい。
- [0066] このように構成することにより、粉体をそのまま用いて粉体層を形成することできるため、粉体層形成のための特別の前処理(例えば、粉体シートの製造、粉体を含む液体の製造など。)が不要となり、製造工程を簡略化することができる。また、粉体層のうち焼結が行われなかった部分の粉体は、回収後に再使用することが可能となるため、材料歩留まりを高めることが可能となる。
- [0067] (20) 上記(19)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記粉体供給装置として、複数の粉体供給装置を有することが好ましい。
- [0068] このように構成することにより、複数の粉体供給装置のそれぞれに異なる成分の粉体を入れておき、これらの粉体供給装置のうちどの粉体供給装置によって粉体を供給するのかを適宜制御することにより、様々な組成の製品や組成分布を有する製品を製造することが可能となる。
- [0069] 例えば、1層毎に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、構造体形成後に構造体の熱処理を行うことにより、各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成の製品を製造することが可能になる。
- また、例えば、徐々に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、徐々に組成が変化するような組成分布を有する(例えば、傾斜合金からなる)製品を製造することが可能になる。
- また、工程の途中で成分を階段状に変化させて焼結層を形成することとした場合には、階段状の組成分布を有する製品を製造することが可能になる。
- [0070] (21) 上記(19)又は(20)に記載の粉体焼結加工装置においては、粉体焼結加工テーブル上の粉体に振動を与える振動供給手段をさらに備えることが好ましい。
- [0071] このように構成することにより、粉体供給装置内や粉体焼結加工テーブル上の粉体

に振動を与えることが可能になるため、粉体の充填率が高く、層厚の均一な粉体層を粉体焼結加工テーブル上に形成することが可能になる。振動供給手段としては、超音波発振機を好ましく用いることができる。

[0072] (22) 上記(16)～(18)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記粉体層形成装置は、粉体が固定された粉体シートを前記粉体焼結加工テーブルに供給する1又は複数の粉体シート供給装置からなることが好ましい。

[0073] このように構成することによっても、粉体の充填率が高く、層厚の均一な粉体層を粉体焼結加工テーブル上に形成することが可能になる。

[0074] 粉体シート供給装置としては、ロール状の粉体シートを繰り出すことによって粉体シートを粉体焼結加工テーブルに供給する粉体シート供給装置を好ましく用いることができる。この場合には、粉体焼結加工テーブルを下降させた後に粉体焼結加工テーブル上に新たな粉体シートを供給し、その後この粉体シートを切断して粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成するようにしてもよいし、粉体焼結加工テーブルを下降させる前に粉体焼結加工テーブル上に新たな粉体シートを供給しそのままレーザービーム照射を行い、その後粉体シートを切断して粉体焼結加工テーブルを下降させるようにしてもよい。この場合、粉体シートの切断は、専用の切断装置を設けて行ってもよいし、焼結層を形成するためのレーザービーム照射装置を用いて行ってもよい。

[0075] また、粉体シート供給装置としては、粉体焼結加工テーブルの形状に対応して加工されたシート状の粉体シートを繰り出すことによって粉体シートを粉体焼結加工テーブルに供給する粉体シート供給装置を好ましく用いることができる。

[0076] (23) 上記(16)～(18)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記粉体層形成装置は、粉体を含む液体を前記粉体焼結加工テーブルに供給する1又は複数の粉体供給装置からなることが好ましい。

[0077] このように構成することによっても、粉体の充填率が高く、層厚の均一な粉体層を粉体焼結加工テーブル上に形成することが可能になる。

[0078] この場合、粉体を含む液体を粉体焼結加工テーブルに供給した後、液体成分を除去した後にレーザービームの照射を行って焼結層の形成を行うことが好ましい。

[0079] (24) 上記(16)～(23)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記気

密室の外部に配置され、前記粉体焼結加工テーブルを昇降させる粉体焼結加工テーブル駆動装置をさらに備えることが好ましい。

- [0080] このように構成することにより、粉体焼結加工テーブルを昇降させることに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度の製品を製造することが可能になる。
- [0081] (25) 上記(16)～(24)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記気密室の外部に配置され、前記粉体層形成装置を駆動する粉体層形成装置駆動装置をさらに備えることが好ましい。
- [0082] このように構成することにより、粉体層形成装置を駆動することに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度の製品を製造することが可能になる。
- [0083] (26) 上記(16)～(25)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記気密室の外部に配置され、構造体を加熱する加熱装置をさらに備えることが好ましい。
- [0084] このように構成することにより、加熱しながら構造体を形成することで、構造体形成中における構造体内部の温度差を低減することができるため、構造体における歪みを低減することができる。また、気密室の外に設置した加熱装置を用いて加熱することで、構造体を加熱することに起因して気密室に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度の製品を製造することが可能になる。
- [0085] 加熱装置としては、ヒータ、赤外線加熱装置、高周波加熱装置などを好ましく用いることができる。なかでも、構造体が配置された部位を局所的に加熱することができる赤外線加熱装置を特に好ましく用いることができる。
- [0086] (27) 上記(16)～(26)のいずれかに記載の粉体焼結加工装置においては、前記粉体焼結加工テーブルと前記透光性窓との間に配置され、前記粉体層からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物を遮蔽する遮蔽手段をさらに備えることが好ましい。
- [0087] このように構成することにより、粉体層からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物が透光性窓に付着して透光性窓の光透過率が劣化するのを抑制することができる。このため、構造体の形成中に常に一定の条件でレーザービームを照射することが可能になり、製

品の品質をより高めることが可能になる。

[0088] (28) 上記(27)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記遮蔽手段は、前記透光性窓にガスを吹き付けるガス供給装置と、前記透光性窓に対して吹き付けられたガスを吸引するガス吸引装置とを有することが好ましい。

[0089] (29) 上記(27)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記遮蔽手段は、前記粉体焼結加工テーブルと前記透光性窓との間にガスの流れを導入するガス流供給装置と、前記ガス流供給装置からのガスの流れを吸引するガス流吸引装置とを有することも好ましい。

[0090] (30) 上記(27)に記載の粉体焼結加工装置においては、前記遮蔽手段は、前記粉体焼結加工テーブルと前記透光性窓との間に間欠的に又は連続的に透明フィルムを送り込む透明フィルム供給装置を有することも好ましい。

#### 図面の簡単な説明

[0091] [図1]実施形態1に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

[図2]実施形態1に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

[図3]実施形態1に係る粉体焼結加工装置100を説明するために示す図である。

[図4]粉体焼結加工装置100における粉体焼結加工テーブル132を説明するために示す図である。

[図5]粉体焼結加工工程(ステップS200)を説明するために示す工程図である。

[図6]焼結加工工程実施中の構造体10を模式的に示す斜視図である。

[図7]実施形態1に係るステントの製造方法における後処理工程(ステップS300)を説明するために示すフローチャートである。

[図8]変形例1に係る粉体焼結加工装置100aを説明するために示す図である。

[図9]変形例2に係る粉体焼結加工装置100bを説明するために示す図である。

[図10]変形例3に係る粉体焼結加工装置100cを説明するために示す図である。

[図11]変形例4に係る粉体焼結加工装置100dを説明するために示す図である。

[図12]変形例5に係る粉体焼結加工装置100eを説明するために示す図である。

[図13]変形例6に係る粉体焼結加工装置100fを説明するために示す図である。

[図14]変形例7に係る粉体焼結加工装置100gを説明するために示す図である。

[図15]変形例8に係る粉体焼結加工装置100hを説明するために示す図である。

[図16]変形例9に係る粉体焼結加工装置100iを説明するために示す図である。

[図17]変形例10に係る粉体焼結加工装置100jを説明するために示す図である。

[図18]実施形態2に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

[図19]実施形態3に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

[図20]実施形態4に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

[図21]実施形態4に係るステントの製造方法によって製造されるステント20の構造を説明するために示す図である。

[図22]従来のステントの製造方法を説明するために示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0092] 以下、本発明のステントの製造方法及び粉体焼結加工装置を、図に示す実施の形態に基づいて説明する。

[0093] [実施形態1]

図1及び図2は、実施形態1に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

実施形態1に係るステントの製造方法は、図1に示すように、粉体焼結加工に用いる粉体を準備する粉体準備工程(ステップS100)と、粉体焼結加工を行って三次元構造を有する構造体を形成する粉体焼結加工工程(ステップS200)と、構造体の熱処理などを行ってステントを製造する後処理工程(ステップS300)とを有している。

[0094] 粉体焼結加工工程(ステップS200)は、図2に示すように、粉体層形成装置を用いて粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成する粉体層形成工程(ステップS212)と、粉体層にエネルギービームを選択的に照射して焼結層を形成する焼結層形成工程(ステップS214)と、粉体焼結加工テーブルを所定量下降させる粉体焼結加工テ

ーブル下降工程(ステップS216)とを含んでいる。そして、これらの工程を順次繰り返すことにより、焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成するものである。

- [0095] 粉体焼結加工工程(ステップS200)は、専用の粉体焼結加工装置を用いて行う。図3は、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100を説明するために示す図である。図3(a)は粉体焼結加工装置100における気密室110の平面図であり、図3(b)は粉体焼結加工装置100における図3(a)のA-A断面図である。図4は、粉体焼結加工装置100における粉体焼結加工テーブル132を説明するために示す図である。
- [0096] 粉体焼結加工装置100は、図3に示すように、透光性窓112を有する気密室110と、気密室110の内部に配置され、昇降可能な粉体焼結加工テーブル132と、気密室110の内部に配置され、粉体焼結加工テーブル132上に粉体層 $M_0$ (図5(d)参照。)を形成する粉体層形成装置としての3つの粉体供給装置150a, 150b, 150cと、気密室110の外部に配置され、透光性窓112を介して粉体層 $M_0$ にレーザビームを照射するレーザビーム照射装置170とを備えている。
- [0097] 粉体焼結加工装置100は、気密室110を排気するための真空ポンプ116及び排気バルブ114と、気密室110に導入するガスを格納するArガスボンベ120、 $H_2$ ガスボンベ120a、その他(例えば、アンモニア分解ガス。)のガスボンベ120b及び導入バルブ118と、構造体を加熱する加熱装置としてのヒータ180とをさらに備えている。
- [0098] 3つの粉体供給装置150a, 150b, 150cは、図3(a)に示すように、粉体焼結加工テーブル132上に粉体Mを供給する機能を有する粉体供給装置であり、それぞれ軸152a, 152b, 152cと、軸152a, 152b, 152cの回りに回転可能なアーム154a, 154b, 154cと、アーム154a, 154b, 154cの先端に設けられた粉体格納部156a, 156b, 156cと、磁石部158a, 158b, 158cとを有している。
- [0099] なお、実施形態1では、3つの粉体供給装置150a, 150b, 150cのうち粉体供給装置150aのみに粉体Mが供給されているが、他の粉体供給装置150b, 150cに粉体Mが供給されていてもよい。
- [0100] 気密室110下面には、3つの粉体供給装置150a, 150b, 150cの回転動作を制御するための3つの粉体供給装置駆動装置160a, 160b, 160c(粉体供給装置駆

動装置160aのみ図3(b)に図示。)が設置されている。これら3つの粉体供給装置駆動装置160a, 160b, 160cは、それぞれ軸162a, 162b, 162cと、軸162a, 162b, 162cの回りに回転可能なアーム164a, 164b, 164cと、アームを回転させるためのモータ166a, 166b, 166cと、アーム164a, 164b, 164cの先端に設けられた磁石部168a, 168b, 168cとを有している。気密室110の下面は、透磁性材料であるパーマロイからなっている。

- [0101] 粉体焼結加工装置100は、粉体格納部156a, 156b, 156cの内部にある粉体及び焼結加工装置粉体焼結加工テーブル132上の粉体に振動を与える振動供給装置としての超音波発振機(図示せず。)をさらに備えている。
- [0102] レーザビーム照射装置170は、UVレーザービーム照射装置であり、図3(b)に示すように、UVレーザービームを射出するNd-YAG波長変換(第4高調波)レーザーからなるレーザー発振機172と、UVレーザービームを反射する2次元走査ミラー174と、UVレーザービームを集光する集光レンズ176と、これらの動作を制御する制御部178とを有している。
- [0103] 粉体焼結加工テーブル132は、図4に示すように、下方に延在する軸部134を有しており、粉体焼結加工テーブル格納部130の下方部分に回転自在に配置された粉体焼結加工テーブル支持部136に支持されている。粉体焼結加工テーブル支持部136の下部には、磁石部138が配設されている。
- [0104] 粉体焼結加工テーブル格納部130の下方には、粉体焼結加工テーブル駆動装置140が設置されている。粉体焼結加工テーブル駆動装置140は、上面に磁石部142が配設されモータ146の回転によって回転可能に構成された回転体142を有し、この回転体142の回転によって粉体焼結加工テーブル支持部136の回転が制御される。ここで、図4に示すように、軸部134及び粉体焼結加工テーブル支持部136にはネジ加工が施されているため、粉体焼結加工テーブル支持部136の回転によって粉体焼結加工テーブル132の昇降動作が制御される。粉体焼結加工テーブル格納部130は、透磁性材料であるパーマロイからなっている。
- [0105] 粉体焼結加工装置100は、図3(b)に示すように、気密室110の外部に配置され、構造体を加熱する加熱装置としてのヒータ160をさらに備えている。

[0106] 図5は、粉体焼結加工工程(ステップS200)を説明するために示す工程図である。図6は、焼結加工工程実施中の構造体を模式的に示す斜視図である。図6においては、構造体10の周囲に存在する粉体Mは図示を省略している。

粉体焼結加工工程においては、まず、図5(a)に示すように所定位置にある粉体焼結加工テーブル132を、図5(b)に示すように、所定量だけ下降させる。

次に、図5(c)～図5(d)に示すように、粉体格納部156aに粉体Mが入った状態で粉体供給装置150aを回動させて、粉体焼結加工テーブル132の上部に粉体層 $M_0$ を形成する。

[0107] 次に、図5(e)～図5(f)に示すように、レーザービーム照射装置170から粉体層 $M_0$ にレーザービームを照射して、焼結層 $M_1$ を形成する。

次に、粉体焼結加工テーブル132を、図5(g)に示すように、所定量だけ下降させ、図5(h)～図5(i)に示すように、粉体供給装置150aを再度回動させて、粉体焼結加工テーブル132の上部に粉体層 $M_0$ を形成する。

粉体焼結加工工程においては、以下、このような工程を順次繰り返すことになる。

[0108] このように、粉体焼結加工工程においては、粉体層形成工程と、焼結層形成工程と、粉体焼結加工テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する。その結果、図6に示すような三次元構造を有する構造体10を形成することができる。

[0109] 以上のように、実施形態1に係るステントの製造方法は、粉体焼結加工装置100を用いて粉体焼結加工工程を行うこととしている。

[0110] このため、実施形態1に係るステントの製造方法によれば、粉体層 $M_0$ にレーザービームを選択的に照射して形成される焼結層 $M_1$ を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成することとしているため、比較的複雑な形状を有するステントを容易に製造することが可能となる。その結果、例えば、軸方向に沿って外径が徐々に細くなっていくような形状(テーパ形状)を有するステント、分岐部を有するステント、さらには、ストラットの肉厚が軸方向中央部においては厚く軸方向両端部においては薄く構成されたステントなどのような比較的複雑な形状を有するステントをも容易に製造することが可能となる。

- [0111] また、実施形態1に係るステントの製造方法によれば、粉体層M<sub>0</sub>に含まれる粉体の組成を所望の組成とすることによって、所望の組成を有するステントを製造することが可能となる。また、この場合、粉体層M<sub>0</sub>に含まれる粉体Mの組成を適宜変更していくことにより、所望の組成分布を有するステントを製造することも可能となる。
- [0112] また、実施形態1に係るステントの製造方法によれば、粉体焼結の条件(例えば、粉体層M<sub>0</sub>に用いる粉体Mの種類をどうするか、エネルギービーム照射をどうするかなど。)や構造体形成後における構造体の熱処理の条件(例えば、強い熱処理を行うか、弱い熱処理を行うかなど。)により、所望の密度を有するステントを製造することが可能となる。また、この場合、エネルギービーム照射の仕方を変化させたり、構造体形成後における構造体の熱処理を不均一に行ったり、粉体層M<sub>0</sub>に含まれる粉体Mの組成を適宜変更していったりすることにより、所望の密度分布を有するステントを製造することも可能となる。
- [0113] また、実施形態1に係るステントの製造方法によれば、粉体層M<sub>0</sub>のうち焼結が行われなかった部分の粉体Mは、回収後に再使用することが可能であるため、材料歩留まりの高い製造方法となる。
- [0114] 粉体としては、例えば、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなる粉体、Ni-Ti合金からなる粉体、Co-Cr合金からなる粉体、Au-Cu合金からなる粉体、Au-Pt-Pd合金からなる粉体をはじめとする種々の金属粉体及び種々のセラミックス粉体を用いることができる。この場合、粉体として、セラミックス粉体を用いる場合には、セラミックス粉体を単独で用いることも可能であるが、セラミックス粉体を金属粉体とともに用いることが好ましい。
- [0115] また、実施形態1に係るステントの製造方法によれば、エネルギービームとしてUVレーザービームを用いているため、比較的短時間で、かつ、形状精度の高い(例えば、数 $\mu$ m以下。)構造体を形成することが可能になり、その結果、比較的短時間で、かつ、形状精度の高い(例えば、数 $\mu$ m以下。)ステントを製造することが可能になる。
- [0116] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、構造体の形成を気密室110の中で行うこととしているため、外部からの水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物の混入が抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

この場合、気密室110を真空にした状態で又は気密室110に不活性ガス若しくは所定の還元性ガスを導入した状態で粉体焼結加工工程を行うようにすることが好ましい。

[0117] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、粉体焼結加工工程においては、気密室110の外に設置したレーザビーム照射装置170から粉体層M<sub>0</sub>にレーザビームを照射することとしているため、レーザビームの照射を行うことに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0118] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、気密室110の外に設置した粉体焼結加工テーブル駆動装置140を用いて粉体焼結加工テーブル132を昇降させることとしているため、粉体焼結加工テーブル132を昇降させることに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0119] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、気密室110の外に設置した粉体供給装置駆動装置160a, 160b, 160cを用いて粉体供給装置150a, 150b, 150cを駆動することとしているため、粉体供給装置150a, 150b, 150cを駆動することに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0120] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、加熱しながら構造体10を形成することで、構造体形成中における構造体10内部の温度差を低減することができるため、構造体10における歪みを低減することができる。また、気密室110の外に設置したヒータ180を用いて構造体を加熱することで、構造体10を加熱することに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0121] 図7は、実施形態1に係るステントの製造方法における後処理工程(ステップS300)を説明するために示すフローチャートである。

実施形態1に係るステントの製造方法における後処理工程(ステップS300)は、構造体の焼結密度を高めるための第1熱処理工程(ステップS312)と、構造体の熔体

化処理を行う第2熱処理工程(ステップS314)と、構造体の時効硬化処理を行う第3熱処理工程(ステップS316)と、構造体の表面を研磨する表面研磨工程(ステップS318)とを含む。

- [0122] このため、実施形態1に係るステントの製造方法においては、粉体焼結加工工程の後に、構造体の焼結密度を高めるための第1熱処理工程をさらに含むこととしているため、構造体の焼結密度を高めることにより、所定の物理的性質(例えば、硬さ、柔軟性、密度、ポーラス度など)を有するステントを製造することが可能になる。

この場合、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなるステントを製造する場合には、例えば、800～1100℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。これにより、第1熱処理工程前には金属真密度の70～80%の密度比であったのを、第1熱処理工程後には金属真密度の97～100%の密度比であるようにすることができる。

- [0123] また、実施形態1に係るステントの製造方法において、例えば、1層毎に成分を変化させながら焼結層を形成することとした場合には、この第1熱処理工程により各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成のステントを製造することが可能になる。

この場合、Co-Cr合金からなるステントをCo粉体とCr粉体とから製造する場合には、例えば、950～1250℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。また、Au-Pt-Pd合金からなるステントをAu粉体とPt粉体とPd粉体とから製造する場合には、例えば、880～1050℃、30～90分の条件で熱処理することが好ましい。

なお、粉体として互いに異なる金属成分からなる金属粉体を用いる代わりに、粉体として互いに成分の異なる合金粉体を用いることもできるし、粉体として合金粉体及び単一の金属成分からなる金属粉体を用いることもできる。

- [0124] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、第1熱処理工程の後に、構造体の熔体化処理を行う第2熱処理工程をさらに含み、構造体が時効硬化系金属からなる場合には、構造体の時効硬化処理を行う第3熱処理工程とをさらに含むこととしているため、所定の硬度・弾性度を有するステントを製造することが可能になる。

。

- [0125] 第2熱処理としては、例えば、オーステナイト系ステンレス(例えばSUS316)からなるステントを製造する場合には、950～1250℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Co-Cr合金からなるステントを製造する場合には、1100～1300℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Au-Pt-Pd合金からなるステントを製造する場合には、1000～1050℃、30～90分の条件で熱処理を行った後に急冷を行うというような熱処理を行うことが好ましい。
- [0126] 第3熱処理としては、例えば、Co-Cr合金からなるステントを製造する場合には、700～850℃、30～180分の条件で熱処理を行うことが好ましい。また、例えば、Au-Pt-Pd合金からなるステントを製造する場合には、800～960℃、30～180分の条件で熱処理を行うことが好ましい。
- [0127] この場合、第1熱処理工程と第2熱処理工程とは兼用でき、第1熱処理工程と第2熱処理工程と第3熱処理工程とは連続して行うことができる。
- [0128] また、実施形態1に係るステントの製造方法においては、構造体の表面を研磨する表面研磨工程をさらに含むこととしている。このため、構造体の表面に付着した粉体を除去することができるため、ステントの表面を平滑なものとすることができる。この表面研磨工程においては、バフ研磨、バレル研磨(湿式若しくは乾式)、電解研磨又は化学研磨を行うことが好ましい。
- [0129] [変形例1～3]
- 図8は、変形例1に係る粉体焼結加工装置100aを説明するために示す図である。図9は、変形例2に係る粉体焼結加工装置100bを説明するために示す図である。図10は、変形例3に係る粉体焼結加工装置100cを説明するために示す図である。なお、図8～図10においては、レーザービーム照射装置170の図示を省略している。
- [0130] 変形例1～3に係る粉体焼結加工装置100a, 100b, 100cは、基本的には、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100と同様の構成を有しているが、変形例1～3に係る粉体焼結加工装置100a, 100b, 100cは、粉体層M<sub>0</sub>からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物を遮蔽する遮蔽手段をさらに備えた点で、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100の場合とは異なっている。

[0131] このうち、変形例1に係る粉体焼結加工装置100aにおいては、図8に示すように、遮蔽手段として、透光性窓112に常に新鮮なガスを吹き付けるガス供給装置190aと、透光性窓112に対して吹き付けられたガスを吸引するガス吸入装置190bとを備えている。

変形例2に係る粉体焼結加工装置100bにおいては、図9に示すように、遮蔽手段として、粉体焼結加工テーブル132と透光性窓112との間に常に新鮮なガスの流れを導入するガス流供給装置192aと、ガス流供給装置192aからのガスの流れを吸引するガス流吸引装置192bとを備えている。

変形例3に係る粉体焼結加工装置100cにおいては、図10に示すように、遮蔽手段は粉体焼結加工テーブル132と透光性窓112との間に間欠的に又は連続的に透明フィルムを送り込む透明フィルム供給装置194を備えている。

[0132] このように、変形例1～3に係る粉体焼結加工装置100a, 100b, 100cによれば、粉体層M<sub>0</sub>からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物を遮蔽する遮蔽手段を備えているため、粉体層M<sub>0</sub>からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物が透光性窓112に付着して透光性窓112の光透過率が劣化するのを抑制することができる。このため、構造体の形成中に常に一定の条件でレーザービームを照射することが可能になり、ステントの品質をより高めることが可能になる。

[0133] [変形例4]

図11は、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dを説明するために示す図である。図11(a)は粉体焼結加工装置100dの断面図であり、図11(b)は粉体焼結加工装置100dの平面図である。なお、図11においては、レーザービーム照射装置170の図示を省略している。

[0134] 変形例4に係る粉体焼結加工装置100dは、基本的には、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とよく似た構成を有しているが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とは粉体層形成装置の構成が異なっている。

すなわち、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dにおいては、図11に示すように、粉体層形成装置は、粉体Mが固定された粉体シートM<sub>2</sub>を粉体焼結加工テーブル132に供給する粉体シート供給装置200と、粉体シートM<sub>2</sub>における使用済み部分を

切断する切断装置202とからなる。

[0135] このように、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dによれば、粉体Mが固定された粉体シート $M_2$ を粉体焼結加工テーブル132に供給することが可能になるため、粉体Mの充填率が高く、層厚の均一な粉体層 $M_0$ を粉体焼結加工テーブル132上に形成することが可能になる。

[0136] [変形例5]

図12は、変形例5に係る粉体焼結加工装置100eを説明するために示す図である。なお、図11においては、レーザービーム照射装置170の図示を省略している。

[0137] 変形例5に係る粉体焼結加工装置100eにおいては、基本的には、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dとよく似た構成を有しているが、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dとは粉体シート $M_2$ を切断する手段が異なっている。

すなわち、変形例5に係る粉体焼結加工装置100eにおいては、図12に示すように、粉体シート $M_2$ における使用済み部分をレーザービーム照射装置170(図示せず。)を用いて切断することとしている。この場合、粉体シート $M_2$ における使用済み部分を切断する場合には、焼結層を形成する場合よりも出力を高めてレーザービームの照射を行うようにするのが好ましい。

[0138] このように、変形例5に係る粉体焼結加工装置100eにおいては、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dの場合とは粉体シート $M_2$ を切断する手段が異なっているが、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dの場合と同様に、粉体Mが固定された粉体シート $M_2$ を粉体焼結加工テーブル132に供給することが可能になるため、粉体Mの充填率が高く、層厚の均一な粉体層 $M_0$ を粉体焼結加工テーブル132上に形成することが可能になる。

[0139] [変形例6]

図13は、変形例6に係る粉体焼結加工装置100fを説明するために示す図である。なお、図13(a)は粉体焼結加工装置100fの平面図であり、図13(b)は粉体焼結加工装置100fにおける図13(a)のA-A断面図である。

[0140] 変形例6に係る粉体焼結加工装置100fは、基本的には、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dとよく似た構成を有しているが、変形例4に係る粉体焼結加工装置1

00dとは粉体層形成装置の構成が異なっている。

すなわち、変形例6に係る粉体焼結加工装置100fにおいては、図13に示すように、粉体層形成装置は、粉体焼結加工テーブルの形状に対応した形状を有する粉体シート $M_3$ を粉体焼結加工テーブル132に供給する粉体シート供給装置210a, 210b, 210cからなる。

[0141] このように、変形例6に係る粉体焼結加工装置100fは、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dとは粉体層形成装置の構成が異なるが、粉体Mが固定された粉体シート $M_3$ を粉体焼結加工テーブル132に供給することが可能になるため、変形例4に係る粉体焼結加工装置100dの場合と同様に、粉体Mの充填率が高く、層厚の均一な粉体層 $M_0$ を粉体焼結加工テーブル132上に形成することが可能になる。

[0142] [変形例7]

図14は、変形例7に係る粉体焼結加工装置100gを説明するために示す図である。図14(a)は粉体焼結加工装置100dの平面図であり、図14(b)及び図14(c)は粉体焼結加工装置100dの断面図である。なお、図14(b)は粉体供給装置230が粉体焼結加工テーブル132上にあるときの断面図であり、図14(c)は平坦化装置250が粉体焼結加工テーブル132上にあるときの断面図である。また、図14においては、レーザービーム照射装置170の図示を省略している。

[0143] 変形例7に係る粉体焼結加工装置100gは、基本的には、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とよく似た構成を有しているが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とは粉体層形成装置の構成が異なっている。

すなわち、変形例7に係る粉体焼結加工装置100gにおいては、図14に示すように、粉体層形成装置は、粉体を含む液体 $M_4$ を粉体焼結加工テーブル132に供給する粉体供給装置230と、粉体を含む液体 $M_4$ を平坦化する平坦化装置250とからなっている。

[0144] 粉体供給装置230は、軸232と、軸232の回りに回転可能なアーム234と、アーム234の先端に設けられた粉体格納部236と、磁石部238とを有している。平坦化装置250は、軸252と、軸252の回りに回転可能なアーム254と、アーム254の先端に設けられ上下動可能な平坦化处理部256と、磁石部258とを有している。そして、平

平坦化処理部256が上下に動くことにより、粉体焼結加工テーブル132に供給された粉体を含む液体M<sub>4</sub>が平坦化されるように構成されている。

粉体供給装置230及び平坦化装置250は、気密室110の外に設置された粉体供給装置駆動装置240及び平坦化装置駆動装置260によって駆動される。

[0145] このように、変形例7に係る粉体焼結加工装置100gは、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とは粉体層形成装置の構成が異なるが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100の場合と同様に、粉体Mの充填率が高く、層厚の均一な粉体層M<sub>0</sub>を粉体焼結加工テーブル132上に形成することが可能になる。

[0146] この場合、粉体を含む液体M<sub>4</sub>を粉体焼結加工テーブルに供給した後、液体成分を除去した後にレーザービームの照射を行って焼結層の形成を行うことが好ましい。

[0147] [変形例8]

図15は、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hを説明するために示す図である。図15(a)は粉体焼結加工装置100hの断面図であり、図15(b)は粉体焼結加工装置100hの平面図である。

[0148] 変形例8に係る粉体焼結加工装置100hは、基本的には、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とよく似た構成を有しているが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とは加熱装置の構成が異なっている。

すなわち、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hにおいては、図15に示すように、加熱装置として、構造体が配置された部位を効率よく、かつ、局所的に加熱することができる2つの赤外線加熱装置182を備えている。

[0149] このように、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hは、加熱装置の構成が異なるが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100の場合と同様に、加熱しながら構造体を形成することで、構造体形成中における構造体内部の温度差を低減することが可能となるため、構造体における歪みを低減することができる。また、気密室110の外に設置した赤外線加熱装置182を用いて構造体を加熱することで、構造体を加熱することに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0150] [変形例9]

図16は、変形例9に係る粉体焼結加工装置100iを説明するために示す図である。  
変形例9に係る粉体焼結加工装置100i(図示せず。)は、基本的には、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hとよく似た構成を有しているが、図16に示すように、粉体焼結加工テーブルの昇降を制御するための粉体焼結加工テーブル駆動装置として、リニアモータを用いた駆動装置を用いている点で、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hの場合とは異なる。

[0151] 粉体焼結加工テーブル270には、図16に示すように、磁石部272が設けられており、粉体焼結加工テーブル格納部130の周囲には、電磁石部支持部276に支持された電磁石部274が設けられている。そして、電磁石部274に与える電圧を制御することにより、粉体焼結加工テーブル270の昇降動作を制御するように構成されている。

[0152] このように、変形例9に係る粉体焼結加工装置100iにおいては、粉体焼結加工テーブル駆動装置として、リニアモータを用いた駆動装置を用いている点で、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hの場合とは異なるが、変形例8に係る粉体焼結加工装置100hの場合と同様に、外部から粉体焼結加工テーブル270を昇降させることが可能であるため、粉体焼結加工テーブル270を昇降させることに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0153] [変形例10]

図17は、変形例10に係る粉体焼結加工装置100jを説明するために示す図である。なお、図17においては、レーザービーム照射装置170の図示を省略している。

[0154] 変形例10に係る粉体焼結加工装置100jは、基本的には、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とよく似た構成を有しているが、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100とは加熱装置の構成が異なっている。

すなわち、変形例10に係る粉体焼結加工装置100jは、図17に示すように、加熱装置として、高周波加熱装置184を備えている。

[0155] このように、変形例10に係る粉体焼結加工装置100jは、加熱装置としてヒータ180に代えて高周波加熱装置184を備える点で、実施形態1に係る粉体焼結加工装置1

00の場合と異なるが、気密室110の外に設置した高周波加熱装置184を用いて構造体を加熱することで、実施形態1に係る粉体焼結加工装置100の場合と同様に、構造体を加熱することに起因して気密室110に水分、酸素、窒素、有機物、金属不純物などの不純物が混入することが抑制され、高純度のステントを製造することが可能になる。

[0156] [実施形態2]

図18は、実施形態2に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

実施形態2に係るステントの製造方法は、図18に示すように、表面研磨工程の後に、構造体に薬剤を含浸させる薬剤含浸工程をさらに含む。

[0157] このため、実施形態2に係るステントの製造方法によれば、構造体における空孔内部に必要な薬剤が含浸されたDES (Drug-Eluting Stent (薬剤溶出性ステント)) を製造することができる。

[0158] この場合、第1熱処理工程等で、焼結密度を所定のポーラス度となるような焼結密度とするように調整することにより、DESとしての特性(例えば、薬剤担持特性、薬剤放出特性等。)を所望のものにすることができる。

[0159] 薬剤としては、増殖抑制剤、増殖抑制及び免疫抑制剤、免疫抑制剤、細胞外マトリックス修飾剤、内皮修復促進剤又はこれらを適宜組み合わせた薬剤を好ましく用いることができる。

[0160] [実施形態3]

図19は、実施形態3に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。

実施形態3に係るステントの製造方法は、粉体焼結加工工程において1層毎に成分を変化させながら焼結層を形成することとしたステントの製造方法である。この場合、成分の変更は、図19の粉体選択ステップ(ステップS222)にて所望の粉体(粉体A及び粉体Bのいずれか)を選択することにより行う。

[0161] なお、実施形態3に係るステントの製造方法においては、実施形態1で説明した3つの粉体供給装置150a, 150b, 150c(図示せず。)のうち2つの粉体供給装置に

粉体A及び粉体Bが供給されている。

[0162] このため、実施形態3に係るステントの製造方法によれば、構造体形成後に構造体の熱処理を行うことにより、各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成のステント(例えば、Co-Cr合金からなるステント)を製造することが可能になる。

[0163] [実施形態4]

図20は、実施形態4に係るステントの製造方法を説明するために示すフローチャートである。図21は、実施形態4に係るステントの製造方法によって製造されるステントの構造を説明するために示す図である。

[0164] 実施形態4に係るステントの製造方法は、図20に示すように、粉体焼結加工工程において成分を変化させて焼結層を形成することとしたステントの製造方法である。この場合、成分の変更は、図20の粉体選択ステップ(ステップS232)にて所望の粉体(粉体A、粉体B及び粉体Cのいずれか)を選択することにより行う。

[0165] なお、実施形態4に係るステントの製造方法においては、実施形態1で説明した3つの粉体供給装置150a, 150b, 150c(図示せず。)のそれぞれに粉体A、粉体B及び粉体Cが供給されている。

[0166] このため、実施形態4に係るステントの製造方法によれば、構造体形成後に構造体の熱処理を行うことにより、各焼結層を一体に合金化することが可能になるため、様々な組成のステント(例えば、Au-Pt-Pd合金からなるステント)を製造することが可能になる。

[0167] なお、実施形態4に係るステントの製造方法によれば、組成が変化するような組成分布を有するステントを製造することも可能になる。

例えば、工程の途中で成分を徐々に変化させて焼結層を形成することとした場合には、滑らかに変化するような組成分布を有するステントを製造することが可能になる。また、工程の途中で成分を階段状に変化させて焼結層を形成することとした場合には、階段状の組成分布を有するステントを製造することが可能になる。例えば、図21に示すように、軸方向中央部22では、AuとPtとPdの重量比が「Au:Pt:Pd=20:40:40」の合金とし、軸方向両端部24では、AuとPtとPdの重量比が「Au:Pt:Pd=6

0:20:20」の合金とすることにより、軸方向中央部24で硬く軸方向両端部22で柔軟性の高いステント20を製造することができる。これにより、例えば、ステント挿入時には血管に傷をつけにくく、ステント留置後には血管をしっかり支持することが可能なステントを製造することが可能になる。

- [0168] 以上、本発明のステントの製造方法及び粉体焼結加工装置を上記の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の各実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。
- [0169] (1) 上記各実施形態に係るステントの製造方法においては、エネルギービーム照射装置として、UVレーザービーム照射装置を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、可視域又は赤外域におけるレーザービーム照射装置を用いることもできるし、電子ビーム照射装置やイオンビーム照射装置を用いることもできる。
- [0170] (2) 上記各実施形態に係る粉体焼結加工装置においては、透光性窓として平面状の石英ガラス基板を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、透光性窓として、曲面状の石英ガラス基板その他の基板を用いることもできる。このように構成した場合には、レーザービームの集光力が高まり、さらに形状精度の高い粉体焼結加工を行うことが可能になる。
- [0171] (3) 上記各実施形態に係るステントの製造方法においては、ステントの軸方向に沿って構造体を形成するようにしたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、ステントの直径方向に沿って構造体を形成することもできる。
- [0172] (4) 上記各実施形態に係るステントの製造方法においては、金属粉体を用いて構造体を形成するようにしたが、本発明はこれに限定されるものではない。樹脂コーティングされた金属粉体を用いて構造体を形成するようにしてもよいし、樹脂粉体及び金属粉体の両方の粉体を用いて構造体を形成するようにしてもよい。
- [0173] (5) 上記各実施形態に係るステントの製造方法においては、金属粉体を用いて構造体を形成するようにしたが、本発明はこれに限定されるものではない。セラミックス粉体を用いて構造体を形成するようにしてもよい。この場合、セラミックス粉体を単独で用いることも可能であるが、セラミックス粉体を金属粉体とともに用いることが好ましい

。

### 符号の説明

[0174] 10…構造体、12…ストラット、20…ステント、22…中央部、24…両端部、100, 100 a~100j…粉体焼結加工装置、110…気密室、112…透光性窓、114…排気バルブ、116…真空ポンプ、118…導入バルブ、120…Arガスボンベ、120a…H<sub>2</sub>ガスボンベ、120b…その他のガスボンベ、130…粉体焼結加工テーブル格納部、132…粉体焼結加工テーブル、134…軸部、136…粉体焼結加工テーブル支持部、138…磁石部、140…粉体焼結加工テーブル駆動装置、142…回転体、144…磁石部、146…モータ、150a, 150b, 150c, 210a, 210b, 210c, 230…粉体供給装置、152a, 152b, 152c, 212a, 212b, 212c, 232…軸、154a, 154b, 154c, 214a, 214b, 214c, 234…アーム、156a, 156b, 156c, 216a, 216b, 216c, 236…粉体格納部、158a, 158b, 158c, 218a, 218b, 218c, 238…磁石部、160a, 220a, 240…粉体供給装置駆動装置、162a, 222a, 242, 262…軸、164a, 224a, 244, 264…アーム、166a, 226a, 246, 266…モータ、168a, 228a, 248, 268…磁石部、170…レーザビーム照射装置、172…レーザ発振機、174…二次元走査ミラー、176…集光レンズ、178…制御部、180…ヒータ、182…赤外線加熱装置、184…高周波加熱装置、190a…ガス供給装置、190b…ガス吸引装置、192a…ガス流供給装置、192b…ガス流吸引装置、194…透明シート供給装置、200…粉体シート供給装置、202…切断装置、250…平坦化装置、252…軸、254…アーム、256…平坦化処理部、258…磁石部、260…平坦化装置駆動装置、270…粉体焼結加工テーブル、272…磁石部、274…電磁石部、900…レーザ加工装置、910…レーザ照射装置、912…レーザ発振機、914, 916…可動ミラー、918…集光レンズ、920…可動チャック、930…金属管、940…ステント、942…中央部、944…両端部、946…ストラット、L…レーザビーム、M…粉体、M<sub>0</sub>…粉体層、M<sub>1</sub>…焼結層、M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>…粉体シート、M<sub>4</sub>…粉体を含む液体

## 請求の範囲

- [1] 粉体層形成装置を用いて粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して焼結層を形成する焼結層形成工程と、前記粉体焼結加工テーブルを所定量下降させる粉体焼結加工テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記焼結層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体焼結加工工程を含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [2] 請求項1に記載のステントの製造方法において、  
前記構造体の形成を気密室の中で行うことを特徴とするステントの製造方法。
- [3] 請求項2に記載のステントの製造方法において、  
前記エネルギービームはレーザービームであって、前記気密室の外に設置したレーザービーム照射装置から前記粉体層にレーザービームを照射することを特徴とするステントの製造方法。
- [4] 請求項2又は3に記載のステントの製造方法において、  
前記気密室の外に設置した粉体焼結加工テーブル駆動装置を用いて前記粉体焼結加工テーブルを昇降させることを特徴とするステントの製造方法。
- [5] 請求項2～4のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記気密室の外に設置した粉体層形成装置駆動装置を用いて前記粉体層形成装置を駆動することを特徴とするステントの製造方法。
- [6] 請求項2～5のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記気密室の外に設置した加熱装置を用いて加熱しながら前記構造体を形成することを特徴とするステントの製造方法。
- [7] 請求項1～6のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記粉体層の成分を変化させながら焼結層を形成することを特徴とするステントの製造方法。
- [8] 請求項1～7のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記粉体焼結加工工程の後に、  
前記構造体の焼結密度を高めるための第1熱処理工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造方法。

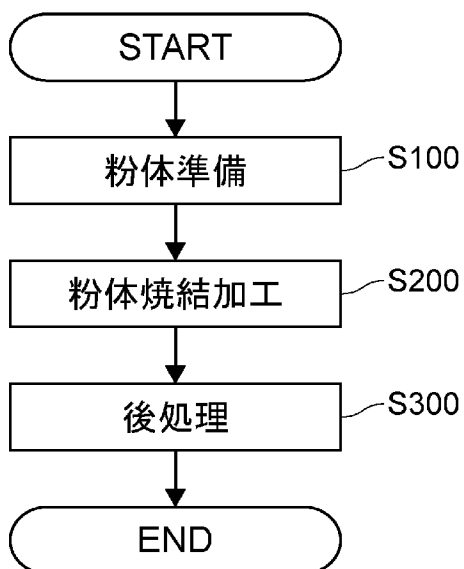
- [9] 請求項8に記載のステントの製造方法において、  
前記第1熱処理工程の後に、  
前記構造体の熔体化処理を行う第2熱処理工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [10] 請求項9に記載のステントの製造方法において、  
前記第2熱処理工程の後に、  
前記構造体の時効硬化処理を行う第3熱処理工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [11] 請求項1～10のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記構造体の表面を研磨する表面研磨工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [12] 請求項1～11のいずれかに記載のステントの製造方法において、  
前記構造体に薬剤を含浸させる薬剤含浸工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [13] 粉体層形成装置を用いて、樹脂コーティングされた金属粉体からなる粉体層を粉体固化テーブル上に形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して前記樹脂を熔融させて粉体固化層を形成する粉体固化層形成工程と、前記粉体固化テーブルを所定量下降させる粉体固化テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体固化工程を含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [14] 粉体層形成装置を用いて、樹脂粉体及び金属粉体からなる粉体層を粉体固化テーブル上に形成した後に前記粉体層にエネルギービームを選択的に照射して前記樹脂粉体を熔融させて粉体固化層を形成する粉体固化層形成工程と、前記粉体固化テーブルを所定量下降させる粉体固化テーブル下降工程とを順次繰り返すことにより、前記粉体固化層を積層して所望の三次元形状を有する構造体を形成する粉体固化工程を含むことを特徴とするステントの製造方法。
- [15] 請求項13又は14に記載のステントの製造方法において、  
前記粉体固化工程の後に、脱脂工程をさらに含むことを特徴とするステントの製造

方法。

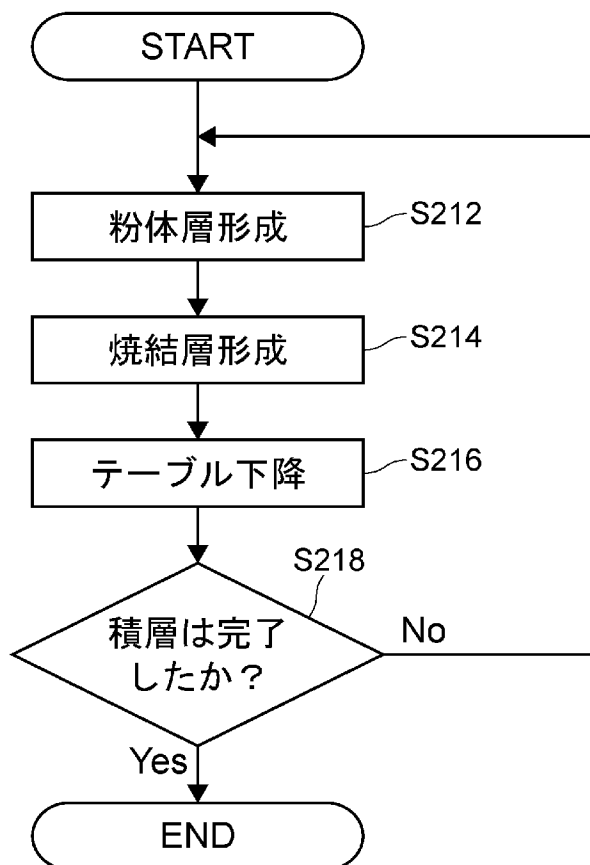
- [16] 透光性窓を有する気密室と、  
前記気密室の内部に配置され、昇降可能な粉体焼結加工テーブルと、  
前記気密室の内部に配置され、前記粉体焼結加工テーブル上に粉体層を形成する粉体層形成装置と、  
前記気密室の外部に配置され、前記透光性窓を介して前記粉体層にレーザービームを照射するレーザービーム照射装置とを備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [17] 請求項16に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記レーザービーム照射装置は、UVレーザービーム照射装置であることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [18] 請求項16又は17に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記透光性窓は、曲面部を有することを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [19] 請求項16～18のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体層形成装置は、前記粉体焼結加工テーブル上に粉体を供給する機能を有する粉体供給装置からなることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [20] 請求項19に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体供給装置として、複数の粉体供給装置を有することを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [21] 請求項19又は20に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体に振動を与える振動供給手段をさらに備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [22] 請求項16～18のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体層形成装置は、粉体が固定された粉体シートを前記粉体焼結加工テーブルに供給する1又は複数の粉体シート供給装置からなることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [23] 請求項16～18のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体層形成装置は、粉体を含む液体を前記粉体焼結加工テーブルに供給する1又は複数の粉体供給装置からなることを特徴とする粉体焼結加工装置。

- [24] 請求項16～23のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記気密室の外部に配置され、前記粉体焼結加工テーブルを昇降させる粉体焼結加工テーブル駆動装置をさらに備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [25] 請求項16～24のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記気密室の外部に配置され、前記粉体層形成装置を駆動する粉体層形成装置駆動装置をさらに備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [26] 請求項16～25のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記気密室の外部に配置され、構造体を加熱する加熱装置をさらに備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [27] 請求項16～26のいずれかに記載の粉体焼結加工装置において、  
前記粉体層からの粉体の飛沫や粉体の蒸発物を遮蔽する遮蔽手段をさらに備えることを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [28] 請求項27に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記遮蔽手段は、前記透光性窓にガスを吹き付けるガス供給装置と、前記透光性窓に対して吹き付けられたガスを吸引するガス吸引装置とを有することを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [29] 請求項27に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記遮蔽手段は、前記粉体焼結加工テーブルと前記透光性窓との間にガスの流れを導入するガス流供給装置と、前記ガス流供給装置からのガスの流れを吸引するガス流吸引装置とを有することを特徴とする粉体焼結加工装置。
- [30] 請求項27に記載の粉体焼結加工装置において、  
前記遮蔽手段は、前記粉体焼結加工テーブルと前記透光性窓との間に連続的に又は間欠的に透明フィルムを送り込む透明フィルム供給装置を有することを特徴とする粉体焼結加工装置。

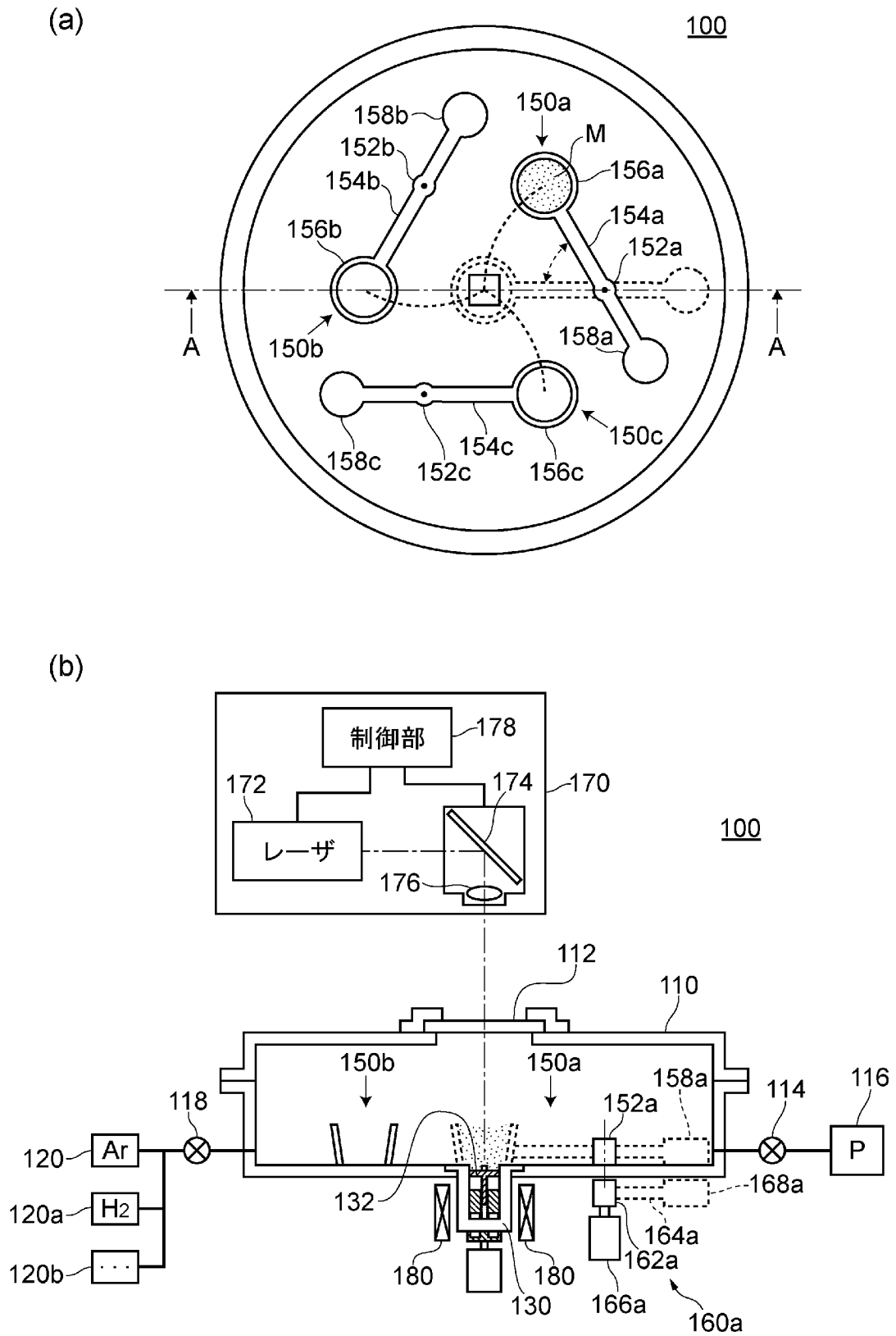
[図1]



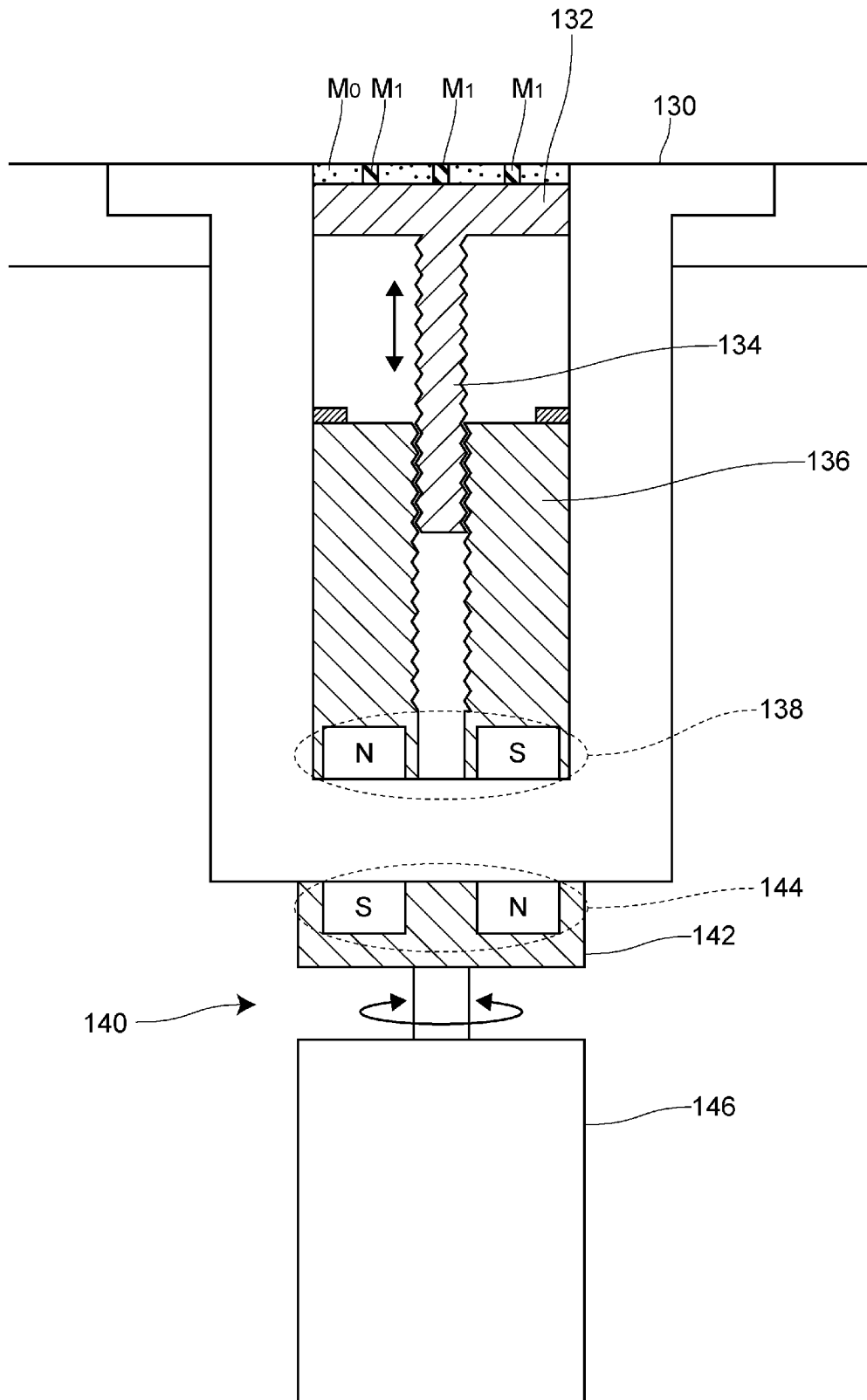
[図2]



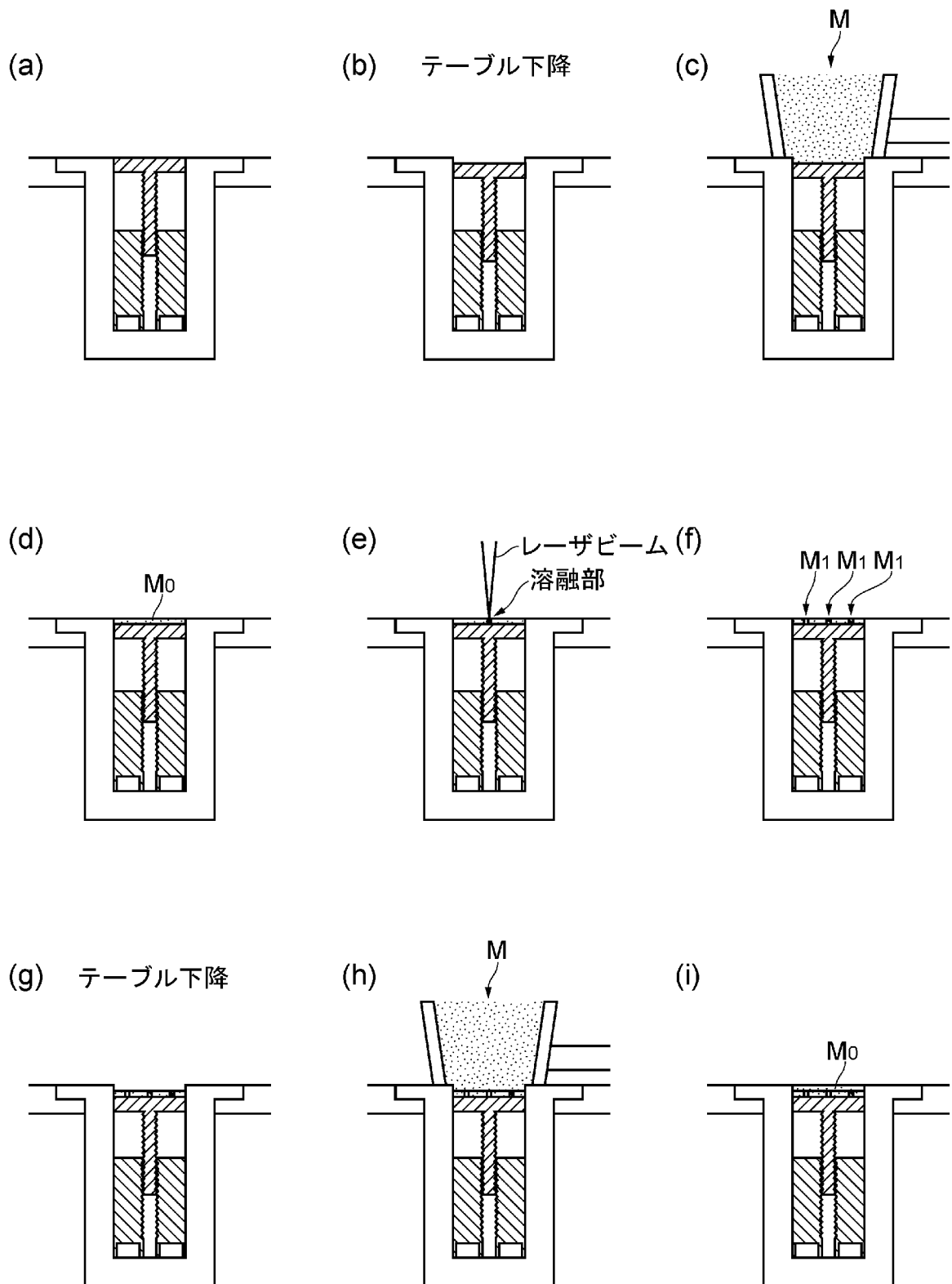
[図3]



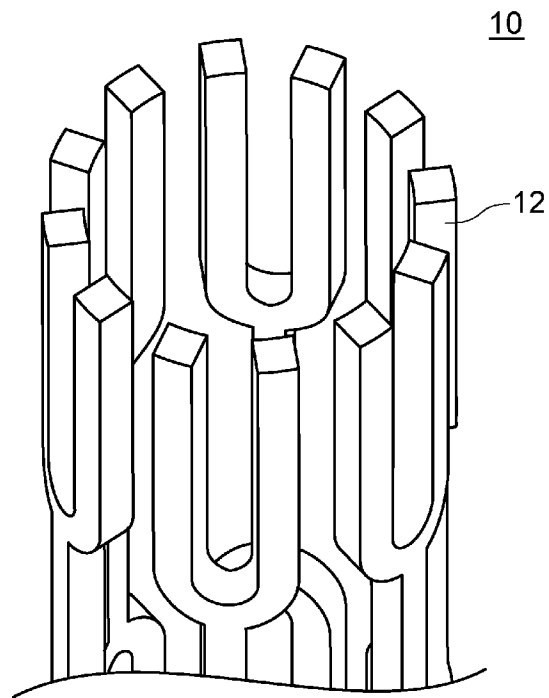
[図4]



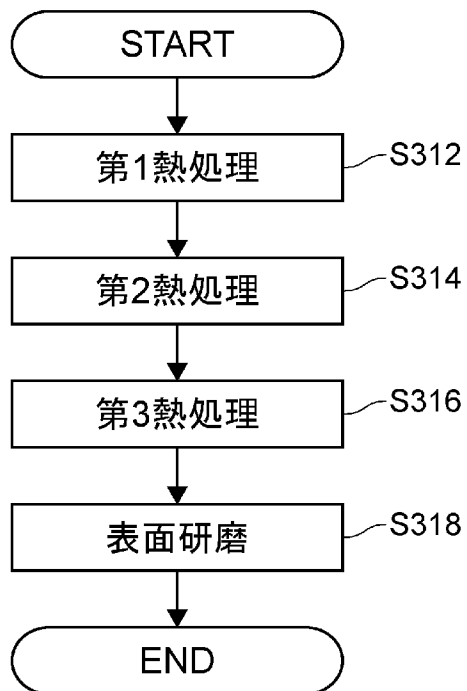
[図5]



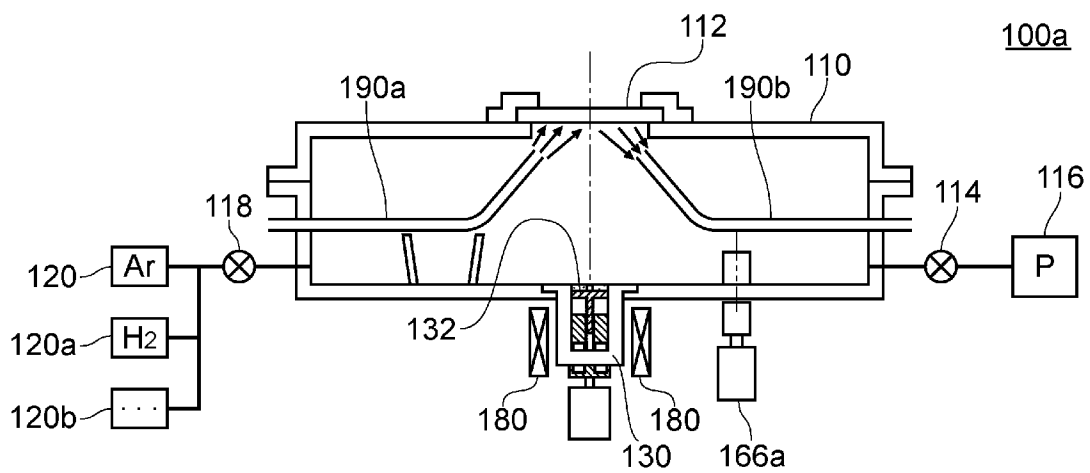
[図6]



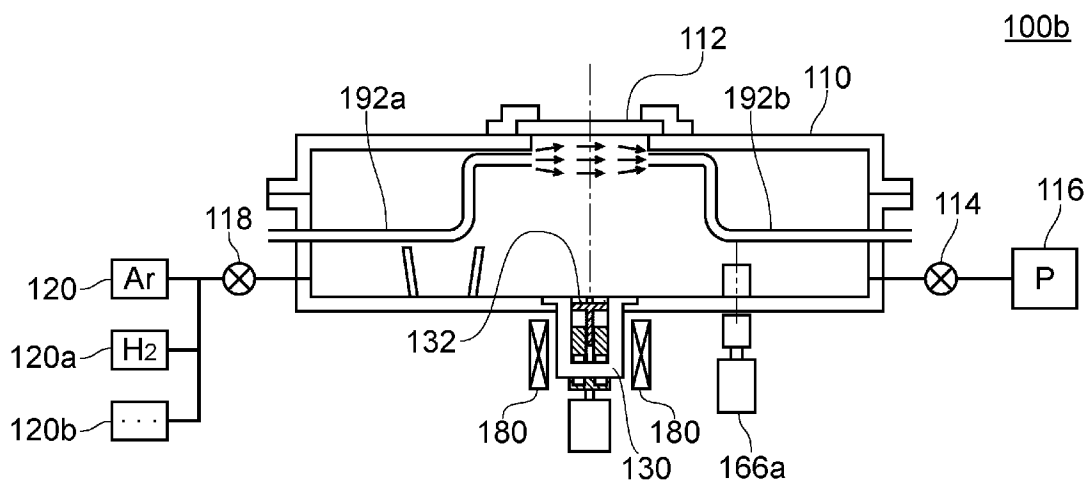
[図7]



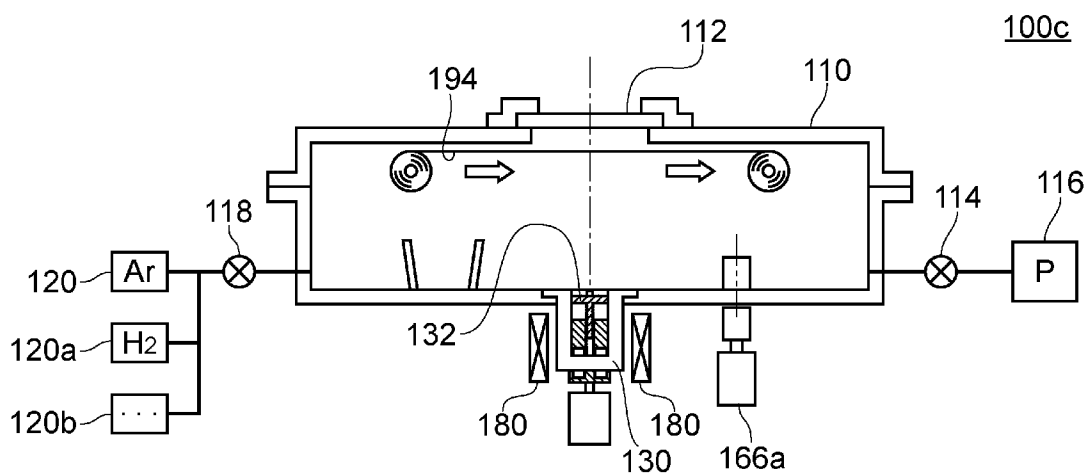
[図8]



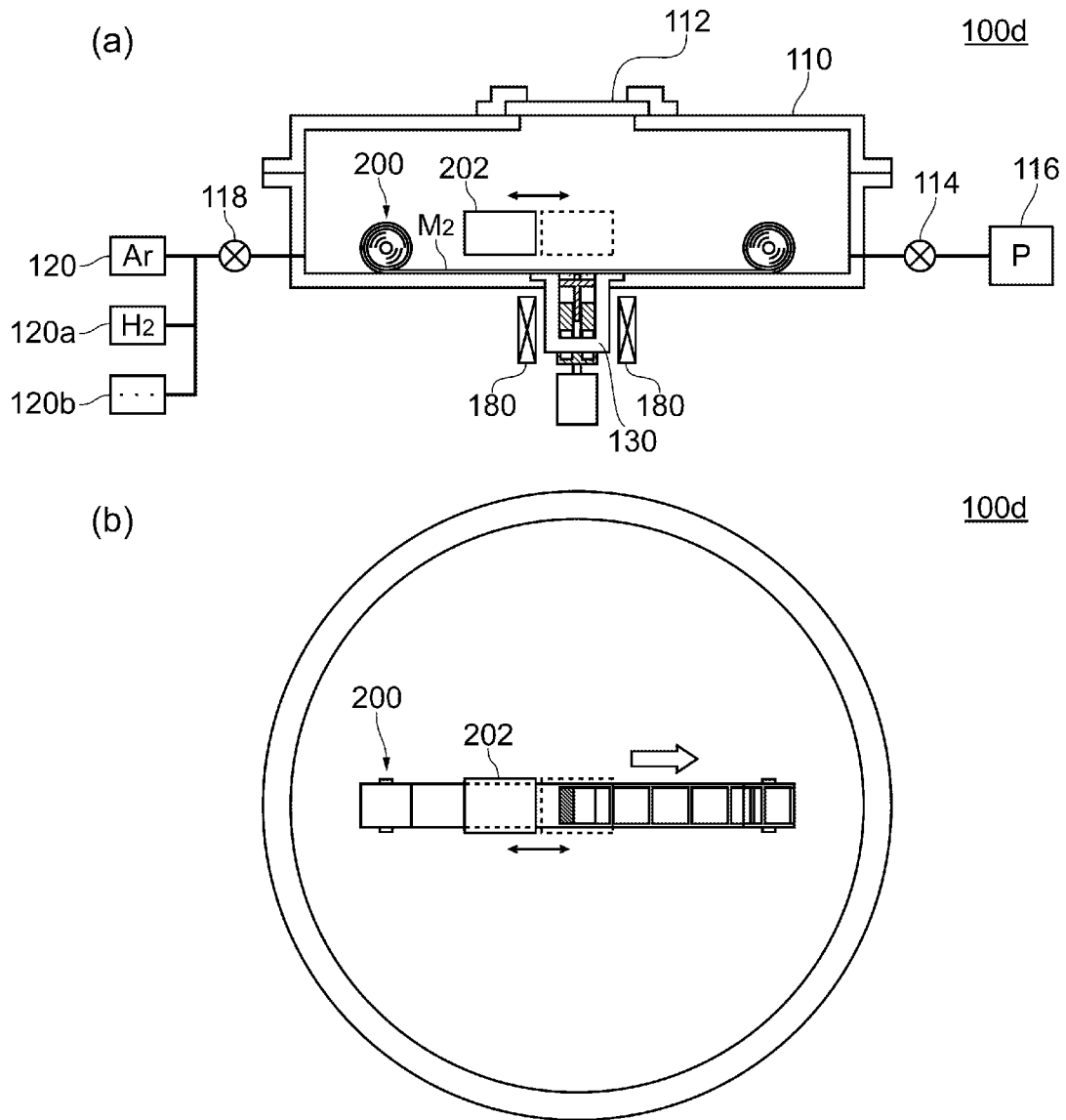
[図9]



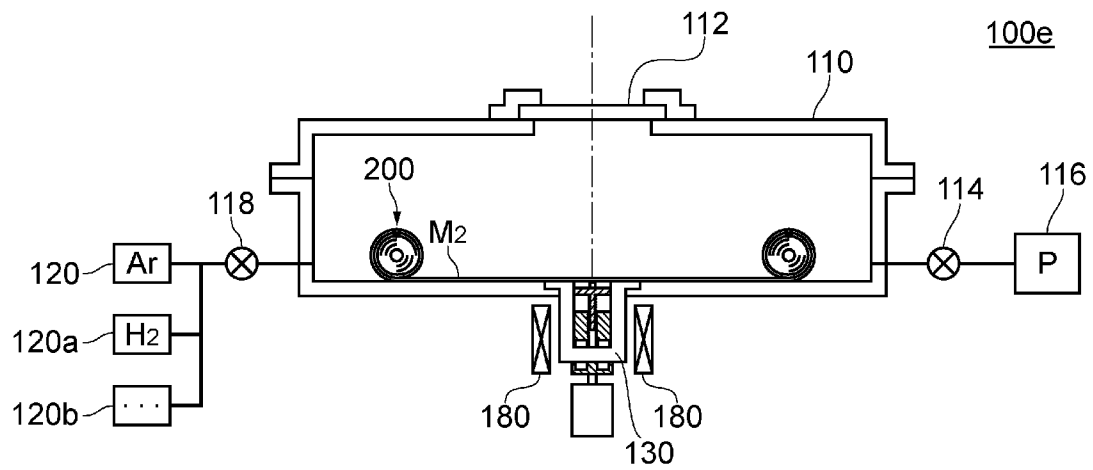
[図10]



[図11]

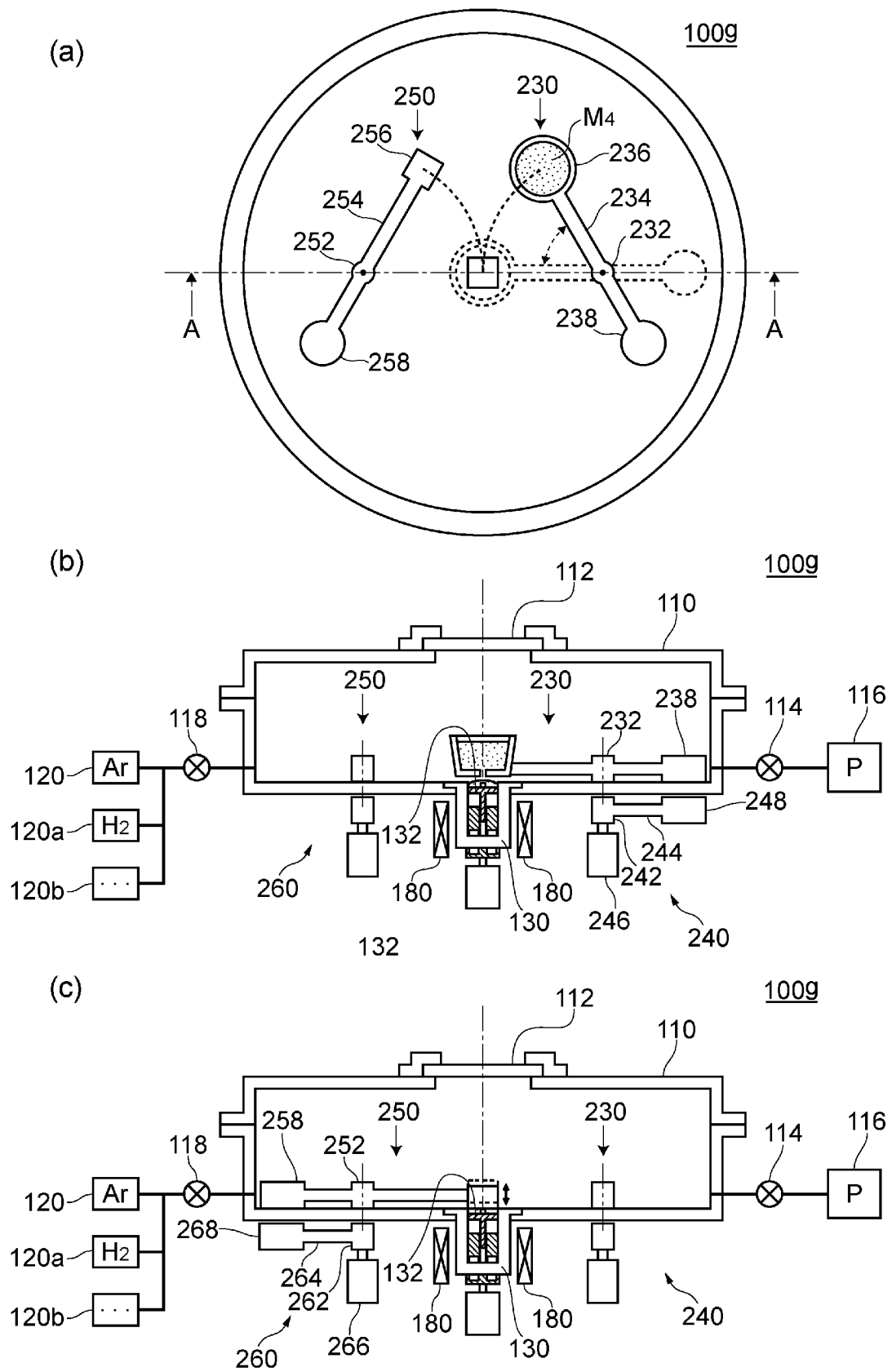


[図12]

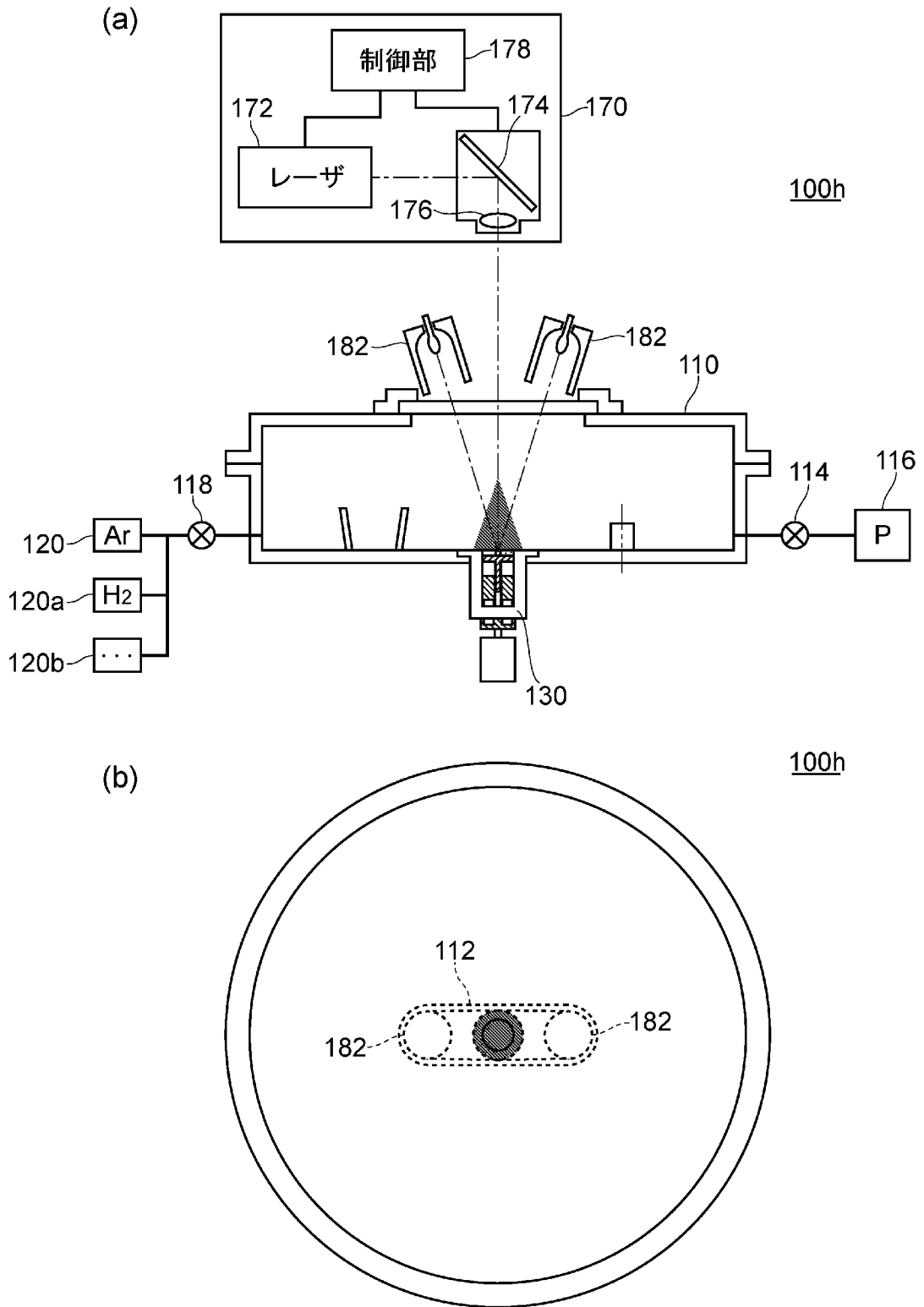




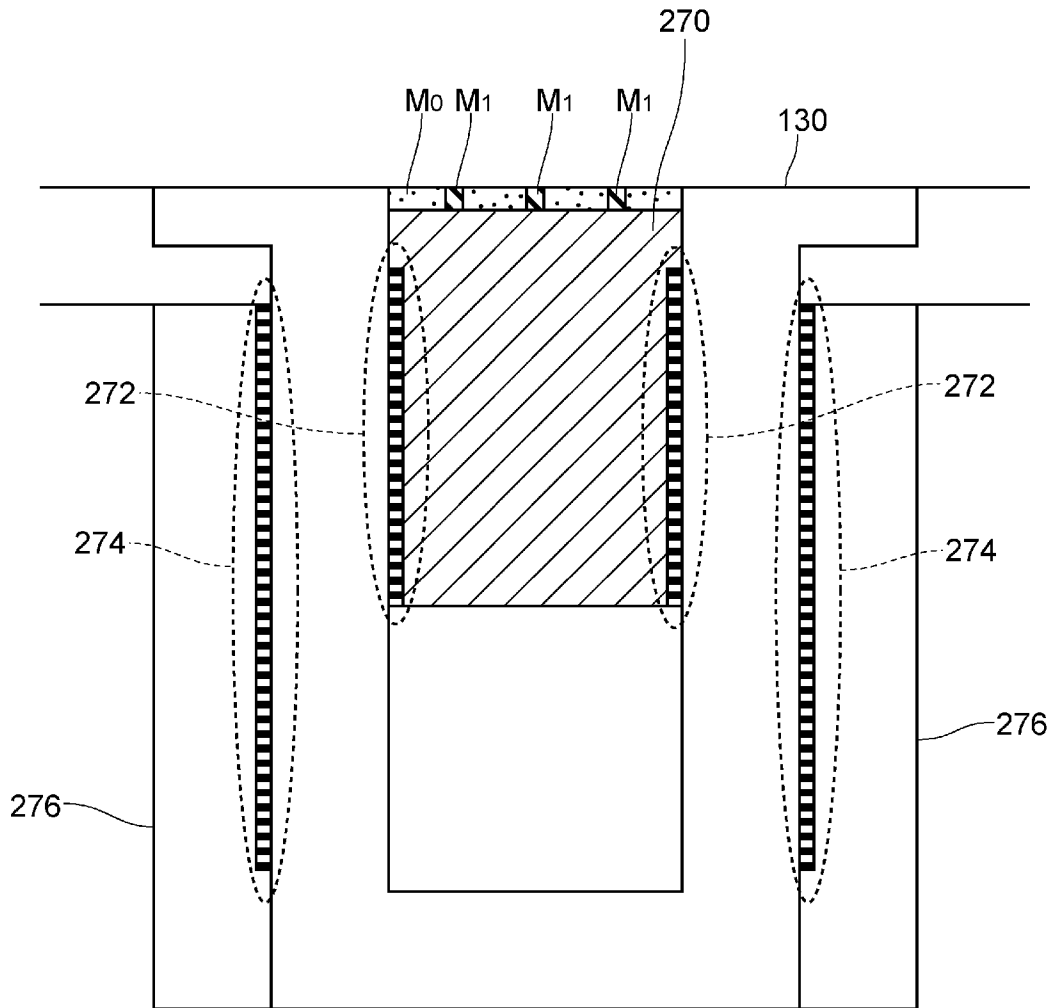
[図14]



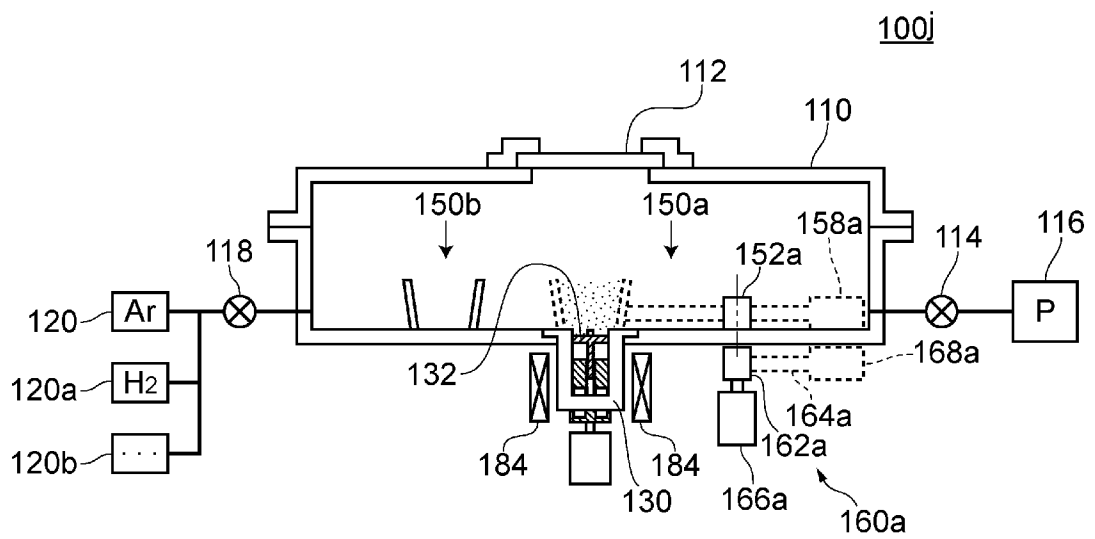
[図15]



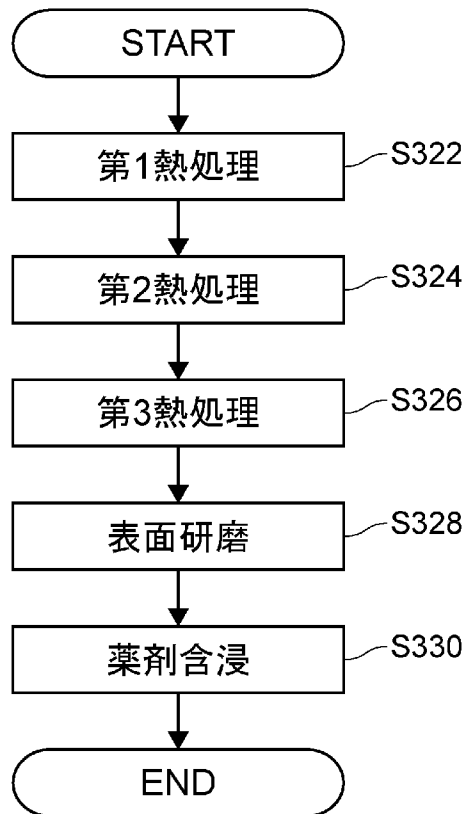
[図16]



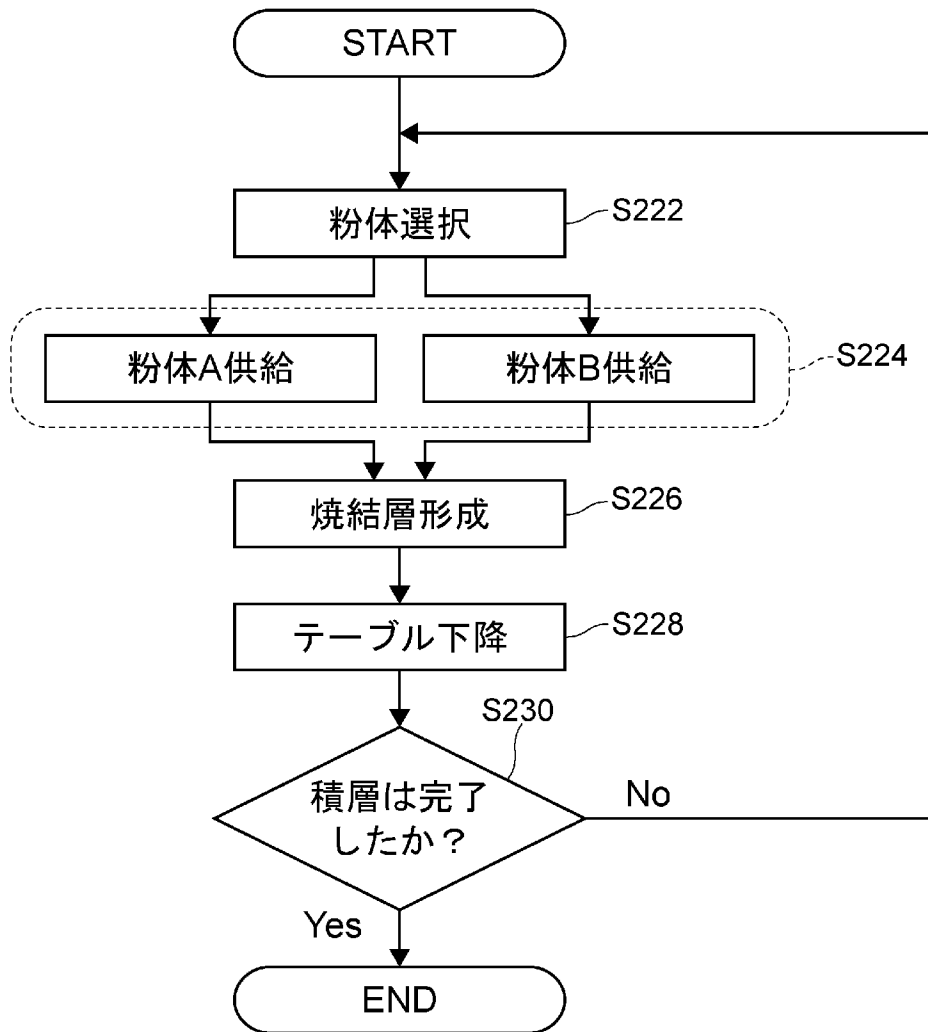
[図17]



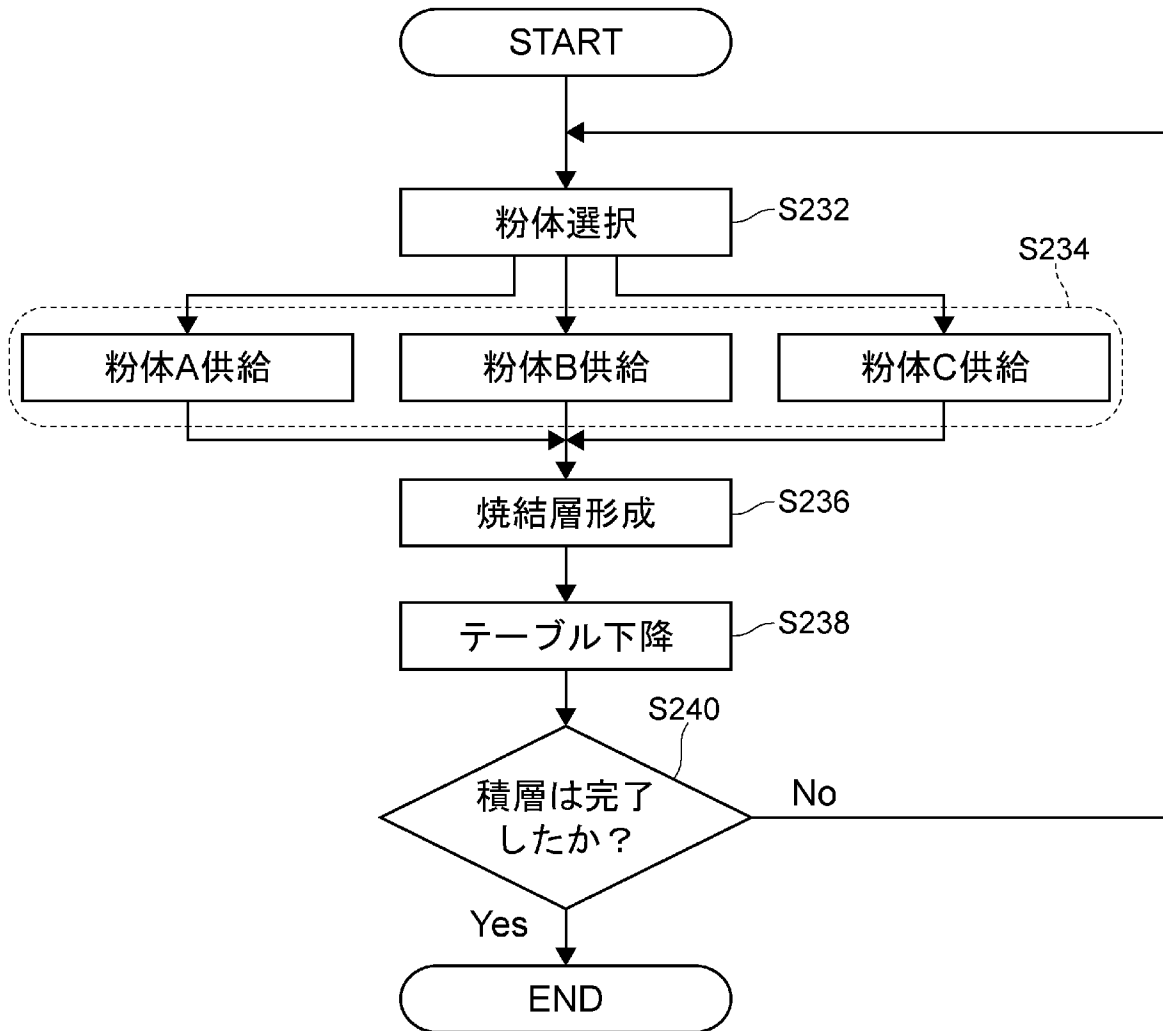
[図18]



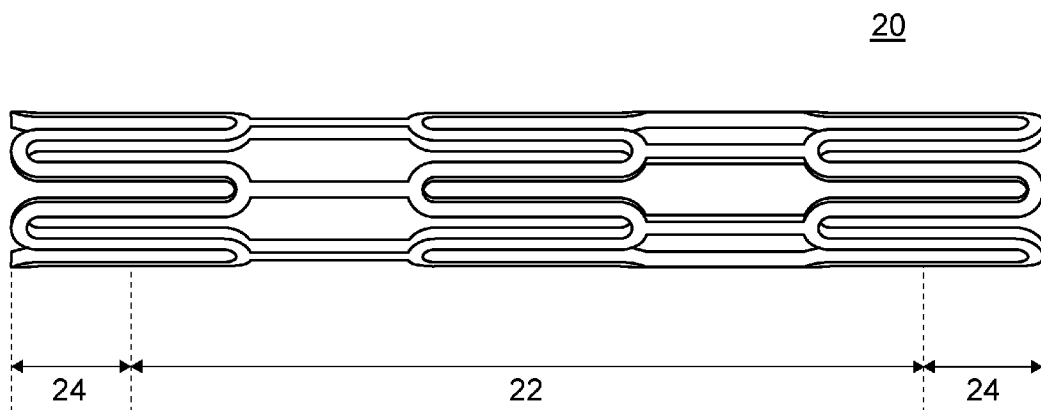
[図19]



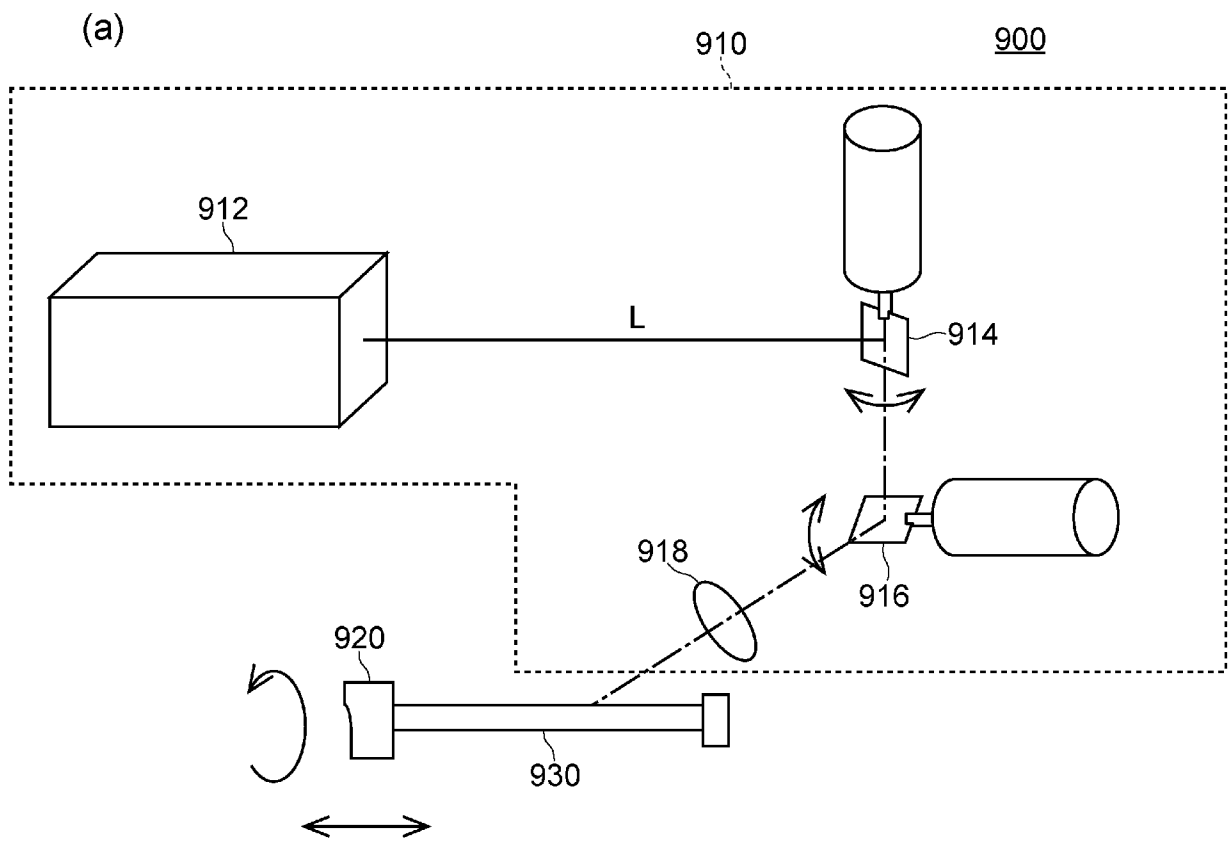
[図20]



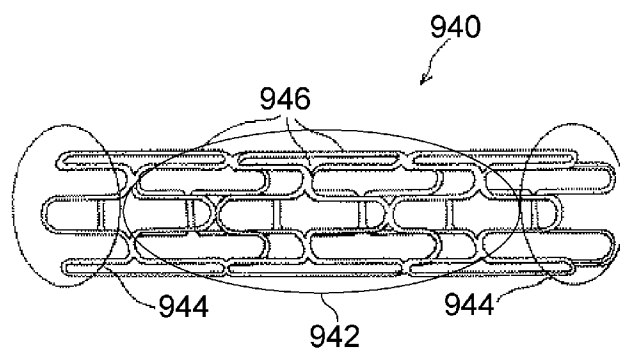
[図21]



[図22]



(b)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/013266

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**A61M29/02**(2006.01), **A61F2/84**(2006.01), **B22F3/16**(2006.01), **B29C67/00**  
(2006.01)

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)

**A61M29/02**(2006.01), **A61F2/84**(2006.01), **B22F3/16**(2006.01), **B29C67/00**  
(2006.01)

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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	JP 2001-190688 A (Yuichi MORI), 17 July, 2001 (17.07.01), Par. Nos. [0021] to [0029] (Family: none)	1-15
X Y	JP 2001-150557 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 05 June, 2001 (05.06.01), Claims; all drawings (Family: none)	16-21, 23-30 1-12, 14, 15, 22
X Y	JP 2004-143581 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 20 May, 2004 (20.05.04), Claims; all drawings (Family: none)	16-21, 23-30 1-12, 14, 15, 22

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  
20 October, 2005 (20.10.05)

Date of mailing of the international search report  
01 November, 2005 (01.11.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/013266

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2620353 B2 (Board of Regents, the University of Texas System), 11 June, 1997 (11.06.97), Claims; all drawings & WO 1988/002677 A2 & US 4863538 A	16-21,23-30 1-12,22
X Y	JP 2001-522326 A (LAWTON, John, A.), 13 November, 2001 (13.11.01), Claims; Figs. 1, 3, 4 & WO 1998/048993 A1 & US 5980812 A & EP 1015213 A1	16-21,23-30 1-12,22
Y	JP 10-211658 A (Toyota Motor Corp.), 11 August, 1998 (11.08.98), Claims; Par. Nos. [0002], [0012]; Fig. 1 & US 6054192 A & EP 856393 A2	13,15
Y	JP 2004-232043 A (Media Plus Inc.), 19 August, 2004 (19.08.04), Par. No. [0003] (Family: none)	13,15
Y	JP 6-98690 B2 (Matsushita Electric Works, Ltd.), 07 December, 1994 (07.12.94), Claims; all drawings (Family: none)	22

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))                  Int.Cl.<sup>1</sup> <b>A61M29/02</b> (2006.01), <b>A61F2/84</b> (2006.01), <b>B22F3/16</b> (2006.01), <b>B29C67/00</b> (2006.01)</p>																		
<p>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.<sup>1</sup> <b>A61M29/02</b> (2006.01), <b>A61F2/84</b> (2006.01), <b>B22F3/16</b> (2006.01), <b>B29C67/00</b> (2006.01)</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>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005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	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年								
日本国実用新案公報	1922-1996年																	
日本国公開実用新案公報	1971-2005年																	
日本国実用新案登録公報	1996-2005年																	
日本国登録実用新案公報	1994-2005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>関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2001-190688 A (森 有一), 2001.07.17, 段落【0021】～【0029】(ファミリーなし)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td rowspan="2">JP 2001-150557 A (松下電工株式会社), 2001.06.05, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)</td> <td>16-21,23-30</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>1-12,14,15,22</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td rowspan="2">JP 2004-143581 A (松下電工株式会社), 2004.05.20, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)</td> <td>16-21,23-30</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>1-12,14,15,22</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 請求の範囲の番号	Y	JP 2001-190688 A (森 有一), 2001.07.17, 段落【0021】～【0029】(ファミリーなし)	1-15	X	JP 2001-150557 A (松下電工株式会社), 2001.06.05, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	16-21,23-30	Y	1-12,14,15,22	X	JP 2004-143581 A (松下電工株式会社), 2004.05.20, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	16-21,23-30	Y	1-12,14,15,22
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 請求の範囲の番号																
Y	JP 2001-190688 A (森 有一), 2001.07.17, 段落【0021】～【0029】(ファミリーなし)	1-15																
X	JP 2001-150557 A (松下電工株式会社), 2001.06.05, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	16-21,23-30																
Y		1-12,14,15,22																
X	JP 2004-143581 A (松下電工株式会社), 2004.05.20, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	16-21,23-30																
Y		1-12,14,15,22																
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <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> <table border="0"> <tr> <td>「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</td> <td>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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)</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「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	「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	「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	「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	「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)	「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	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願							
「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	「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																	
「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	「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																	
「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)	「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																	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献																	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願																		
<p>国際調査を完了した日 20. 10. 2005</p>	<p>国際調査報告の発送日 01. 11. 2005</p>																	
<p>国際調査機関の名称及びあて先                  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</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)                  高田 元樹                  電話番号 03-3581-1101 内線 3346</p>	<p>3E 9821</p>																

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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2620353 B2 (ボード、オブ、リージェンツ、ザ、ユニバーシテ ィー、オブ、テキサス、システム), 1997.06.11, 特許請求の範囲, 全図 & WO 1988/002677 A2 & US 4863538 A	16-21,23-30 1-12,22
X Y	JP 2001-522326 A (ロートン, ジョン, エイ.), 2001.11.13, 特許請求の範囲, 第 1, 3, 4 図 & WO 1998/048993 A1 & US 5980812 A & EP 1015213 A1	16-21,23-30 1-12,22
Y	JP 10-211658 A (トヨタ自動車株式会社), 1998.08.11, 特許請求の範囲, 段落【0002】、【0012】、第1図 & US 6054192 A & EP 856393 A2	13,15
Y	JP 2004-232043 A (株式会社メディアプラス), 2004.08.19, 段落【0003】(ファミリーなし)	13,15
Y	JP 6-98690 B2 (松下電工株式会社), 1994.12.07, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	22