

(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3月28日(28.03.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/059401 A1

(51) 国際特許分類:

B22F 3/16 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B22F 3/105 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
B28B 1/30 (2006.01) *F02K 9/52* (2006.01)
B29C 64/153 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/035424

(22) 国際出願日: 2018年9月25日(25.09.2018)

(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 2017-183607 2017年9月25日(25.09.2017) JP
特願 2017-217642 2017年11月10日(10.11.2017) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目
1 6 番 5 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 足立 将基 (ADACHI, Masaki);
〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5

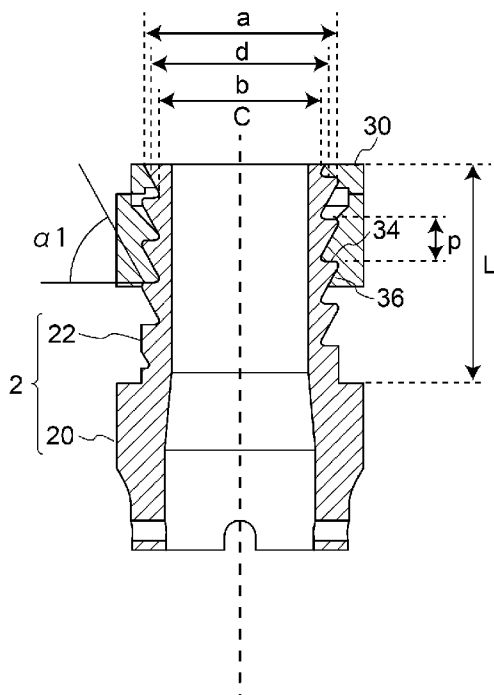
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 小河
原 彰(OGAWARA, Akira); 〒1088215 東京都港
区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式
会社内 Tokyo (JP). 中村 勝彦(NAKAMURA,
Katsuhiko); 〒1088215 東京都港区港南二丁目
1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人 (SEISHIN IP
PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区
三田三丁目 1 3 番 1 6 号 三田 4 3 M
Tビル 1 3 階 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, 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,

(54) **Title:** THREE-DIMENSIONAL ADDITIVELY-FORMED PRODUCT AND THREE-DIMENSIONAL AD-
DITIVE FORMING METHOD

(54) 発明の名称: 三次元積層造形品、及び、三次元積層造形方法



(57) **Abstract:** The three-dimensional additively-formed product comprises: a body section; and a male threaded part integrally formed with the surface of the body section in a projecting manner. The male threaded part has a trailing flank forming a first flank angle with respect to the plane perpendicular to the axial line. The first flank angle is 45 degrees or greater.

(57) 要約: 三次元積層造形品は、本体部と、本体部の表面に一体的に突設される雄ねじ部と、を備える。雄ねじ部は、軸線の垂直面に対して第1フラנק角をなす追い側フラークを有する。第1フラーク角は45度以上である。

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：三次元積層造形品、及び、三次元積層造形方法

技術分野

[0001] 本開示は、敷設された粉末材料に光ビームや電子ビーム等のビームを照射して積層造形を行うことにより製造可能な三次元積層造形品、及び、当該三次元積層造形品を製造するための三次元積層造形方法に関する。

背景技術

[0002] 層状に敷設された粉末材料に光ビームや電子ビーム等のビームを照射して積層造形を行うことで三次元積層造形品を製造する、いわゆる積層型の３Ｄプリンタ技術が知られている。この技術では、粉末材料で形成されたパウダーベッドにビームを照射して焼結層を形成し、それを繰り返すことで、複数の焼結層が一体として積層されることで三次元積層造形品の成形が行われる。

[0003] このような３Ｄプリンタ技術は、近年、様々な造形品の製造手法として発展しているが、その用途の一つとして、例えば、特許文献１に示される液体ロケットエンジンの燃料噴射器に用いられる燃料噴射エレメントが考えられる。燃料噴射エレメントは、従来、機械加工により製作された複数の部品を組み合わせることで製造されており、コストが高価になりがちであったが、３Ｄプリンタ技術を採用することで大幅なコストダウンが期待される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００３－２６９２５４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 積層型の３Ｄプリンタ技術では、下層側から順次積層する際に上層側になるにしたがって造形物の大きさが大きくなるオーバーハング形状が含まれる際に、表面粗さが大きくなることがある。特許文献１のような燃料噴射エレ

メントでは、従来、エレメント本体に対して周辺部材に係合するための雄ねじ部を一体的に形成する場合があったが、これを３Ｄプリンタ技術で形成しようとした場合、雄ねじ部が有する凹凸形状にオーバーハング形状が少なからず含まれてしまう。

[0006] ここで図６は従来の燃料噴射エレメント２に含まれる雄ねじ部２２の断面形状を示す模式図である。雄ねじ部２２は、外径 a 、谷径 b 、ピッチ p 、有効径 d を有する１条ねじ構造を有しており、対応する雌ネジ構造を有する周辺部材（不図示）にねじ込まれる際に進行方向に対面する進み側フランク３４と、進み側フランク３４の反対側の追い側フランク３６とを有する。このような雄ねじ部２２を燃料噴射エレメント２の本体部とともに積層型の３Ｄプリンタ技術で一体造形する場合、追い側フランク３６はオーバーハング形状を有する。雄ねじ部２２の軸線 C に対する追い側フランク３６をオーバーハング角 θ とすると、オーバーハング角 θ が４５度以上になると、追い側フランク３６における表面粗さが大きくなってしまい、実用に耐えられなくなる（図６では、オーバーハング角 θ が６０度の場合を例示している）。

[0007] そのため、図６のような燃料噴射エレメント２を３Ｄプリンタ技術で一体成形する場合には、図７に示されるように、オーバーハング角 θ が４５度未満の雄ねじ部２２にする必要がある。しかしながら、オーバーハング角 θ を小さくすると図６の場合と同等のピッチ数を確保するためには雄ねじ部２２の長さ L が大きくなってしまい、製品の大型化につながってしまう。

[0008] このような事情から従来の３Ｄプリンタ技術で燃料噴射エレメント２を製造する際には、燃料噴射エレメント２のうち本体部のみを３Ｄプリンタ技術で成形し、別体として用意された雄ねじ部２２を本体部に対して組み付けることで完成させなければならない。そのため、製造工程数が多くなり、３Ｄプリンタ技術によるコスト低減効果が十分に得られない。

[0009] 本発明の少なくとも一実施形態は上述の事情に鑑みなされたものであり、積層型の３Ｄプリンタ技術を用いて本体部に対して雄ねじ部を一体成形しつつ、製造コストを効果的に低減可能な三次元積層造形品、及び、三次元積層

造形方法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

- [0010] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形品は上記課題を解決するために、本体部と、前記本体部の表面に一体的に突設される雄ねじ部と、を備え、前記雄ねじ部は、前記雄ねじ部の軸線の垂直面に対して第1フランク角をなす追い側フランクを有し、前記第1フランク角は45度以上である。
- [0011] 上記(1)の構成によれば、追い側フランクが軸線の垂直面に対してなす第1フランク角が45度以上を有するため、雄ねじ部が形成するオーバーハング角を45度未満に抑えられる。これにより、3Dプリンタ技術で形成した際に雄ねじ部の表面粗さを実用可能な範囲に抑えることが可能となり、本体部との一体形成が可能となる。その結果、製造工程数を削減でき、よりコスト的に有利な三次元積層造形品が得られる。
- [0012] (2) 幾つかの実施形態では上記(1)の構成において、前記雄ねじ部は、前記垂直面に対して第2フランク角をなす進み側フランクを有し、前記第2フランク角は前記第1フランク角より小さい。
- [0013] 上記(2)の構成によれば、進み側フランクが有する第2フランク角が、追い側フランクが有する第1フランク角より小さい。これにより、軸線方向における雄ねじ部の長さを抑えることができるので、製品の大型化を回避できる。
- [0014] (3) 幾つかの実施形態では上記(2)の構成において、前記第2フランク角はゼロ度である。
- [0015] 上記(3)の構成によれば、第2フランク角をゼロ度とすることで、雄ねじ部の進み側フランクが軸線の垂直面に対して平行なり、雄ねじ部の軸線方向に沿った長さを最も短くすることができる。その結果、よりコンパクトな三次元積層造形品が得られる。
- [0016] (4) 幾つかの実施形態では上記(1)から(3)のいずれか一構成において、前記第1フランク角は70度以下である。

- [0017] 上記（４）の構成によれば、第１フランク角の上限値は７０度である。第１フランク角が大きくなるとオーバーハング角をより小さくできる点で有利ではあるが、一方で雄ねじ部を係合させた際に生じる軸力への耐久性が弱くなる。このような軸力への耐久性を考慮すると、第１フランク角は７０度以下であることが好ましい。
- [0018] （５）幾つかの実施形態では上記（１）から（４）のいずれか一構成において、前記追い側フランクは算術平均粗さ（ R_a ）が７００マイクロインチ以下の表面粗さを有する。
- [0019] 上記（５）の構成によれば、軸線の垂直面に対してオーバーハング角を形成する追い側フランクの表面粗さは、算術平均粗さ（ R_a ）が７００マイクロインチ以下となる。このような表面粗さは、第１フランク角が４５度以上を有することでオーバーハング角が４５度未満に抑えられることによって、実用的な範囲となる。
- [0020] （６）幾つかの実施形態では上記（１）から（５）のいずれか一構成において、前記本体部は、液体ロケットエンジンの燃料噴射器に用いられる燃料噴射エレメントであり、前記雄ねじ部は、雌ネジ部を有するナットと係合することにより、前記本体部と前記ナットとの間に所定の機能部材を挟持可能に構成される。
- [0021] 上記（６）の構成によれば、上述の三次元積層造形品（上記各種態様を含む）は液体ロケットエンジンの燃料噴射器に用いられる燃料噴射エレメントである。燃料噴射エレメントは従来、機械加工により製作された複数の部品を組み合わせることで製造されることで高価なコストがかかっていたが、上述のように３Ｄプリンタ技術で形成することで高価的にコストを削減できる。また雄ねじ部の第１フランク角を４５度以上とすることでオーバーハング角を小さくできるので、追い側フランクの表面粗さを実用的な範囲に抑えることができるため、雄ねじ部を本体部と一体成形でき、製造工程も削減できる。
- [0022] （７）本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形方法は上記課題

を解決するために、本体部と、前記本体部の表面に一体的に突設される雄ねじ部と、を備える三次元積層造形品を、パウダーベッドにビームを照射して積層造形するための三次元積層造形方法であって、前記雄ねじ部の軸線の垂直面に対して追い側フランクがなす第1フランク角を45度以上に形成する。

[0023] 上記(7)の方法によれば、上述の三次元積層造形品(上記各種態様を含む)を好適に製造できる。

発明の効果

[0024] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、3Dプリンタ技術を用いて本体部に対してネジ部を一体形成しつつ、製造コストを効果的に低減可能な三次元積層造形品、及び、三次元積層造形方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形品が用いられた液体ロケットエンジンの燃料噴射器の内部構造を示す断面図である。

[図2]図1の雄ねじ部をナットと分離して示す拡大斜視図である。

[図3]図1の雄ねじ部の断面構造をナットと嵌合された状態で示す断面図である。

[図4]本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形方法による造形過程を段階的に示す説明図である。

[図5]図4の三次元積層造形方法によって造形可能な三次元積層造形品の他の例である。

[図6]従来の燃料噴射エレメントに含まれる雄ねじ部の断面形状を示す模式図である。

[図7]図6の変形例である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣

旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

また例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0027] 図1は本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形品が用いられた液体ロケットエンジンの燃料噴射器1の内部構造を示す断面図である。以下の実施形態では、本発明に係る三次元積層造形品の一実施形態として液体ロケットエンジンの燃料噴射器1に使用される一部品である燃料噴射エレメント2を例に説明するが、他の部材であってもよいことは言うまでもない。

[0028] 液体ロケットエンジンは、酸化剤、水素等からなる燃料を燃焼させる燃焼器、燃焼器で発生させた燃焼ガスを膨脹、加速させることで推力を発生させるノズル、タンク内の推進剤を燃焼器に送り込む推進剤供給系を備える。推進剤供給系は、推進剤タンクに蓄積された酸化剤、燃料を混合して、燃焼器内に噴射する燃料噴射器1を備える。

[0029] 燃料噴射器1は、図1に示されるように、断面が円形にされた燃料噴射エレメント2と一体的、若しくは別々に形成されたハウジング4を備える。ハウジング4は、推進剤タンクから水素供給通路6を介して液体水素が供給される水素室8と、推進剤タンクから酸素供給通路10を介して液体酸素が供給される酸素室12とを画定する。燃料噴射エレメント2は、水素室8と酸素室12との間に配置された隔壁14から下方に向けて突出するように複数

形成されている。燃料噴射エレメント 2 の先端側には、水素室 8 と燃焼器内に画成された燃焼室 16 とを仕切るフェイスプレート 18 が固定されている。

[0030] 燃料噴射エレメント 2 は、軸線方向に沿って延在する本体部 20 と、本体部 20 の先端側に本体部 20 と一体的に形成された雄ねじ部 22 とを有する。本体部 20 は、水素室 8 及び燃焼室 16 間を連通し、水素室 8 から燃焼室 16 に液体水素を供給するための流路を形成する液体水素ポスト 24 と、酸素室 12 及び燃焼室 16 間を連通し、酸素室 12 から燃焼室 16 に液体酸素を供給するための流路を形成する液体酸素ポスト 26 と、を有する。液体酸素ポスト 26 は軸線 C に沿って燃料噴射エレメント 2 の中心を通るように形成されており、液体水素ポスト 24 は本体部 20 の側壁に水素室 8 に対して開口したスリット 28 から液体酸素ポスト 26 の周囲を通して燃焼室 16 に連通するように形成されている。

[0031] また燃料噴射エレメント 2 の雄ねじ部 22 は、本体部 20 と同心に配置されており、本体部 20 から下方に向けて軸線 C に沿って延在する。雄ねじ部 22 は、所定ピッチで配設されたネジ山を有する雄ねじ構造を有する。雄ねじ部 22 には、対応する雌ネジ構造を有するナット 30 が嵌合されており、上述のフェイスプレート 18 がナット 30 との間に挟持されている。

[0032] 雄ねじ部 22 とナット 30 とによって挟持されたフェイスプレート 18 は、部分的に水素室 8 に貯留された液体水素に接するように配置される。ここでフェイスプレート 18 は、多孔質材料から形成された機能部材であり、水素室 8 に貯留された液体水素の一部が透過することにより（染み出すことにより）、燃料噴射エレメント 2 の噴射面 32 を冷却可能に構成されている。

[0033] 図 2 は図 1 の雄ねじ部 22 をナット 30 と分離して示す拡大斜視図であり、図 3 は図 1 の雄ねじ部 22 の断面構造をナット 30 と嵌合された状態で示す断面図である。

雄ねじ部 22 は、外径 a 、谷径 b 、ピッチ p 、有効径 d の雄ねじ構造を有する 1 条ねじであり、ナット 30 に形成された雌ネジ構造に対応する形状を

有する。雄ねじ部 22 は、ナット 30 にねじ込まれる際に進行方向に対面する進み側フランク 34 と、進み側フランク 34 の反対側の追い側フランク 36 とを有する。

[0034] ここで図 3 に示されるように、雄ねじ部 22 の軸線 C の垂直面 P に対する追い側フランク 36 の角度である第 1 フランク角 $\alpha 1$ と、雄ねじ部 22 の軸線 C の垂直面 P に対する進み側フランク 34 の角度である第 2 フランク角 $\alpha 2$ (但し、図 3 では $\alpha 2 = 0$ のため不図示) と、が定義される。また燃料噴射エレメント 2 は、図 4 を参照して後述するように、垂直面 P に沿って本体部 20 から雄ねじ部 22 に向かって積層造形されることで成形されるため、積層造形時のオーバーハング角 θ は軸線 C に対する追い側フランク 36 の角度として定義され、 $(90 - \alpha 1)$ 度と等しくなる。

[0035] 第 1 フランク角 $\alpha 1$ は 45 度以上に設定されるため、オーバーハング角 θ ($= 90 - \alpha 1$) は 45 度未満に抑えられる。本実施形態では、第 1 フランク角 $\alpha 1$ が 60 度に設定された例が示されており、従ってオーバーハング角 θ は 30 度になっている。これにより、3D プリント技術で形成した際に雄ねじ部 22 の表面粗さを実用可能な範囲に抑えられている。本願発明者の検証によれば、オーバーハング角 θ を形成する追い側フランク 36 の表面粗さは、算術平均粗さ (Ra) が 700 マイクロインチ以下となる。

[0036] 尚、第 1 フランク角 $\alpha 1$ は 70 度以下であるとよい。第 1 フランク角 $\alpha 1$ が大きくなると追い側フランク 36 が軸線 C の垂直面 P に対して形成するオーバーハング角 θ をより小さくできる点で有利であるが、一方で雄ねじ部 22 をナット 30 に係合させた際に生ずる軸力への耐久性が弱くなる。このような軸力への耐久性を考慮すると、第 1 フランク角 $\alpha 1$ は 70 度以下であることが好ましい。

[0037] また第 2 フランク角 $\alpha 2$ は、第 1 フランク角 $\alpha 1$ より小さく設定される。これにより、軸線 C 方向における雄ねじ部 22 の長さ L を抑えることができる。本実施形態では、第 2 フランク角 $\alpha 2$ がゼロ度に設定された場合が例示されている (言い換えれば、進み側フランク 34 が軸線 C の垂直面 P になる

ように形成されている)。これにより雄ねじ部 22 の進み側フランク 36 が軸線 C の垂直面 P に対して平行なり、雄ねじ部 22 の軸線 C 方向に沿った長さ L を最も短くすることができ、よりコンパクトな構成が得られる。

[0038] 続いて、図 4 を参照して上記構成を有する燃料噴射エレメント 2 の製造方法について説明する。図 4 は本発明の少なくとも一実施形態に係る三次元積層造形方法による造形過程を段階的に示す説明図である。

[0039] 本実施形態では、燃料噴射エレメント 2 のうち比較的容積の大きな本体部 20 (図 2 及び図 3 において上方側) から成形を開始し、その後、比較的容積が小さい雄ねじ部 22 の成形を行う。このような順番で成形を行うことにより、三次元積層造形品におけるオーバーハング形状を少なく抑え、高品質な成形が可能となる。図 4 (a) では、燃料噴射エレメント 2 のうち本体部 20 を途中まで成形した中間状態が初期状態として示されている。

[0040] 本体部 20 の成形は、図 4 (b) に示されるように、土台となるベースプレート 100 上の造形面 102 に対して、リコータ 104 から供給される粉末材料を層状に敷設することによりパウダーベッド 106 を形成する。そして図 4 (c) に示されるように、パウダーベッド 106 に対してビーム照射ユニット (不図示) から光ビームや電子ビーム等のビーム 108 を照射しながら造形面 102 上を走査することにより粉末材料を選択的に固化する。

[0041] 尚、粉末材料は、三次元積層造形品の原料となる粉末状物質であり、例えば鉄、銅、アルミニウム又はチタン等の金属材料や、セラミック等の非金属材料を広く採用可能である。

[0042] ベースプレート 100 は鉛直方向に沿って昇降可能に構成されており、図 4 (b) に示されるパウダーベッド 106 の形成工程と、図 4 (c) に示されるビーム 108 の照射工程とを、ベースプレート 100 を昇降させながら繰り返すことにより本体部 20 の成形が進められる。

[0043] 図 4 (d) に示されるように本体部 20 が完成すると、続いて、雄ねじ部 22 の成形が本体部 20 の成形と連続的に実施される。雄ねじ部 22 の成形も基本的には本体部 20 と同様に造形面 102 に対するパウダーベッド 10

6の形成とビーム照射の繰り返しによって行われるが、雄ねじ部22には、図2及び図3を参照して前述したように追い側フランク36においてオーバーハング形状が含まれる。そのため、雄ねじ部22の成形では、第1フランク角 $\alpha 1$ が45度以上になるようにパウダーベッド106の形成とビーム照射が繰り返し実施されることで、オーバーハング角 θ が45度以下に抑えられる。これにより、追い側フランク36の表面粗さは、算術平均粗さ(Ra)が700マイクロインチ以下となり、実用性に耐えられるようになる。

[0044] 雄ねじ部22の成形では、上述したように、オーバーハング角 θ が70度以下になるように実施されることにより、軸力への耐久性が十分確保されるようにするとよい。また第2フランク角 $\alpha 2$ は、第1フランク角 $\alpha 1$ より小さくなるように実施されることにより、軸線C方向における雄ねじ部22の長さLを抑えるとよい。このように長さLを抑えることにより、積層造形に要する成形時間も短縮できるため、コストダウンに効果的である。より好ましくは、第2フランク角 $\alpha 2$ がゼロ度になるように成形を行うことで、長さLを最小にすることができる。

[0045] 図4(e)に示されるように雄ねじ部22の成形が完了すると、成形された燃料噴射エレメント2の周囲に残存した粉末材料を除去することにより、燃料噴射エレメント2が完成する(図4(f)を参照)。

[0046] 尚、図5は図4の三次元積層造形方法によって造形可能な三次元積層造形品110の他の例である。三次元積層造形品110は、前述の燃料噴射エレメント2と同様に、雄ねじ部22が本体側のフランジ部112と一体的に造形されており、特にフランジ部112の周方向に沿って雄ねじ部22が複数設けられている。このような三次元積層造形品もまた、造形時には、本体側のフランジ部112から複数の雄ねじ部22に向けて三次元積層造形が行われるが、複数の雄ねじ部22の各々は、第1フランク角 $\alpha 1$ 及び第2フランク角 $\alpha 2$ の少なくとも一方が前述の角度範囲を有するように造形されることで、前述の実施形態と同様に、オーバーハング角 θ を抑えることができる。

[0047] 以上説明したように本実施形態によれば、積層型の3Dプリンタ技術を用

いて本体部 20 に対して雄ねじ部 22 を一体成形しつつ、製造コストを効果的に低減可能な三次元積層造形品、及び、三次元積層造形方法を提供できる。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明の少なくとも一実施形態は、敷設された粉末に光ビームや電子ビーム等のビームを照射して積層造形を行うことにより製造可能な三次元積層造形品、及び、当該三次元積層造形品を製造するための三次元積層造形方法に利用可能である。

符号の説明

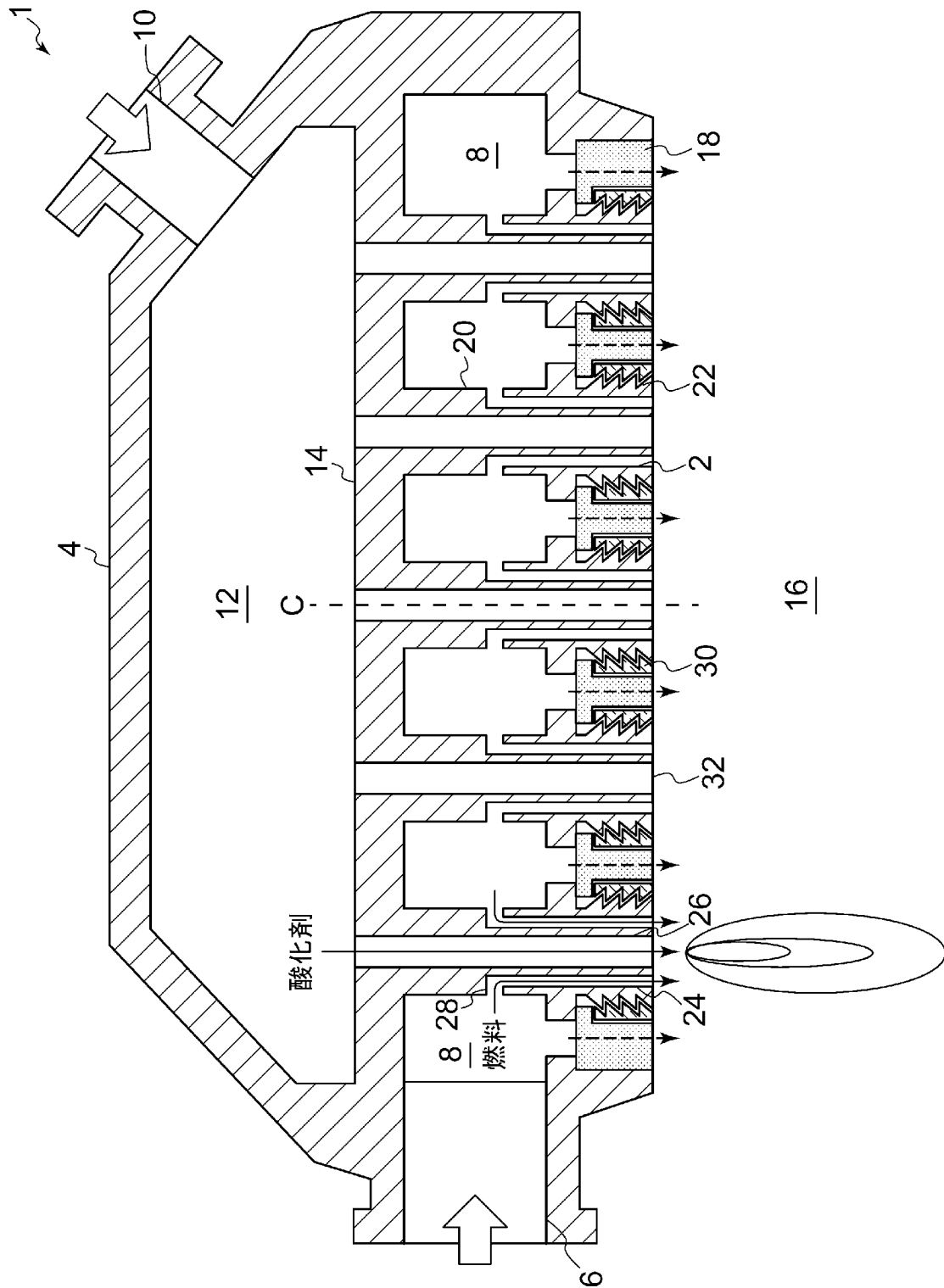
- [0049] 1 燃料噴射器
2 燃料噴射エレメント
4 ハウジング
6 水素供給通路
8 水素室
10 酸素供給通路
12 酸素室
14 隔壁
16 燃焼室
18 フェイスプレート
20 本体部
22 雄ねじ部
24 液体水素ポスト
26 液体酸素ポスト
28 スリット
30 ナット
32 噴射面
34 進み側フランク
36 追い側フランク

- 1 0 0 ベースプレート
- 1 0 2 造形面
- 1 0 4 リコータ
- 1 0 6 パウダーベッド
- 1 0 8 ビーム
- 1 1 0 三次元積層造形品
- 1 1 2 フランジ部

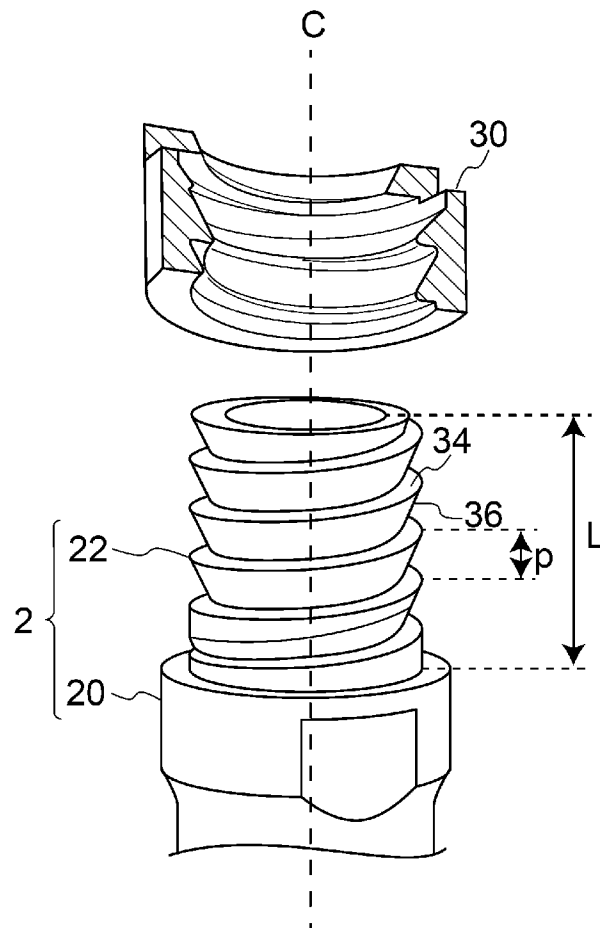
請求の範囲

- [請求項1] 本体部と、
 前記本体部の表面に一体的に突設される雄ねじ部と、
 を備え、
 前記雄ねじ部は、前記雄ねじ部の軸線の垂直面に対して第1フランク角をなす追い側フランクを有し、
 前記第1フランク角は45度以上である、三次元積層造形品。
- [請求項2] 前記雄ねじ部は、前記垂直面に対して第2フランク角をなす進み側フランクを有し、
 前記第2フランク角は前記第1フランク角より小さい、請求項1に記載の三次元積層造形品。
- [請求項3] 前記第2フランク角はゼロ度である、請求項2に記載の三次元積層造形品。
- [請求項4] 前記第1フランク角は70度以下である、請求項1から3のいずれか一項に記載の三次元積層造形品。
- [請求項5] 前記追い側フランクは算術平均粗さ（Ra）が700マイクロインチ以下の表面粗さを有する、請求項1から4のいずれか一項に記載の三次元積層造形品。
- [請求項6] 前記本体部は、液体ロケットエンジンの燃料噴射器に用いられる燃料噴射エレメントであり、
 前記雄ねじ部は、雌ネジ部を有するナットと係合することにより、前記本体部と前記ナットとの間に所定の機能部材を挟持可能に構成される、請求項1から5のいずれか一項に記載の三次元積層造形品。
- [請求項7] 本体部と、前記本体部の表面に一体的に突設される雄ねじ部と、を備える三次元積層造形品を、パウダーベッドにビームを照射して積層造形するための三次元積層造形方法であって、
 前記雄ねじ部の軸線の垂直面に対して追い側フランクがなす第1フランク角を45度以上に形成する、三次元積層造形方法。

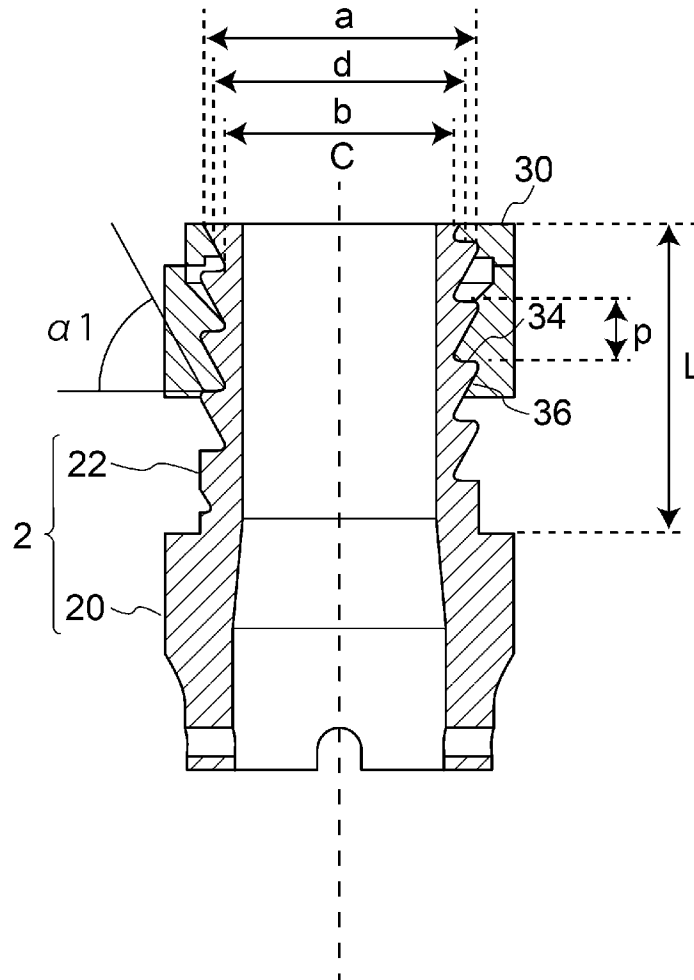
[図1]



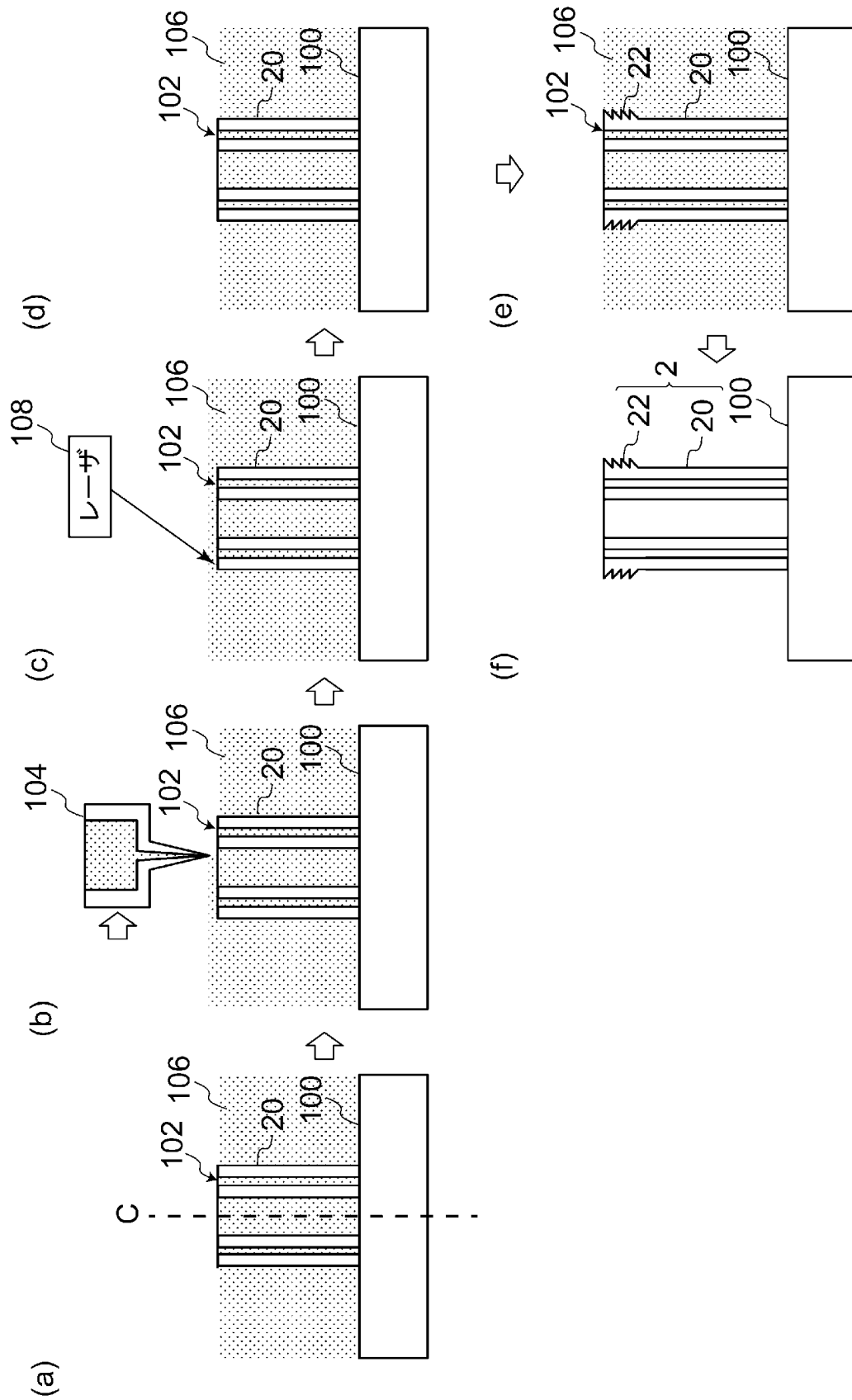
[図2]



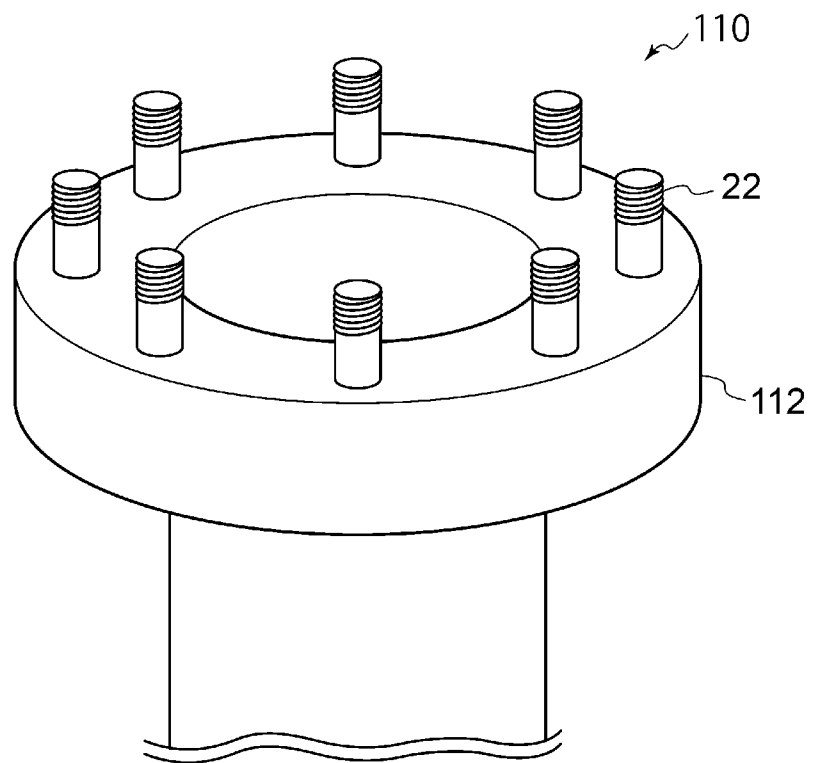
[図3]



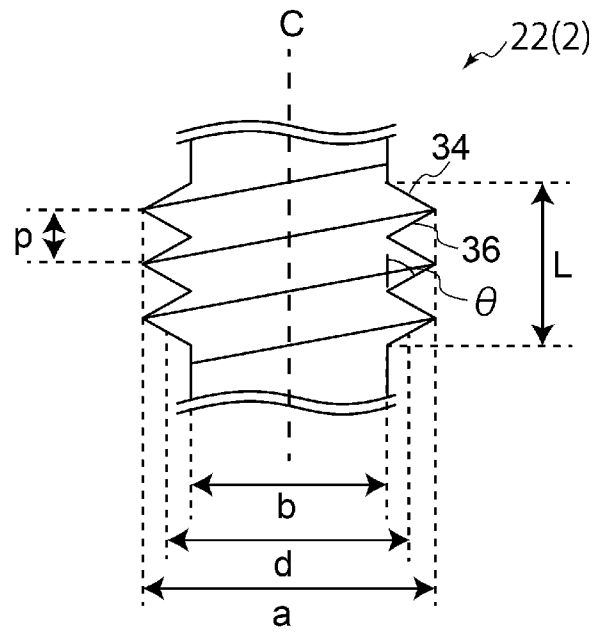
[図4]



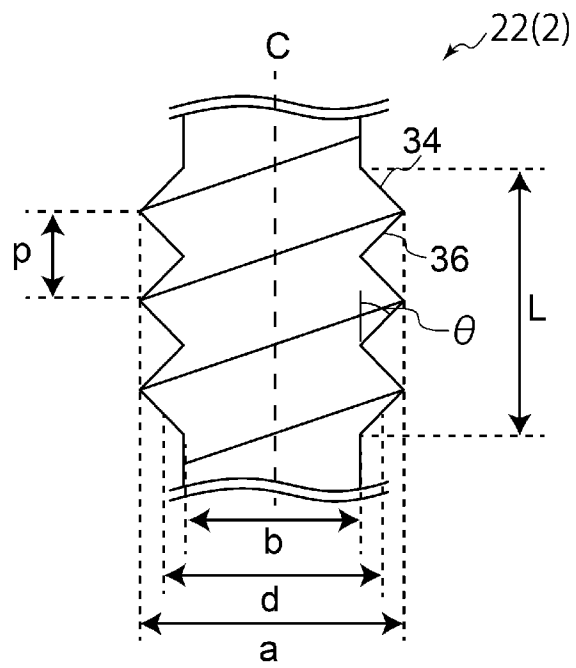
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B22F3/16(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B28B1/30(2006.01)i, B29C64/153(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y80/00(2015.01)i, F02K9/52(2006.01)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. B22F3/16, B22F3/105, B28B1/30, B29C64/153, B33Y10/00, B33Y80/00, F02K9/52

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.
A	JP 10-119136 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 May 1998 (Family: none)	1-7
A	US 8511960 B1 (MICROFABRICA INC.) 20 August 2013 (Family: none)	1-7
A	WO 2017/123639 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 20 July 2017 (Family: none)	1-7



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
17.10.2018

Date of mailing of the international search report
30.10.2018

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 REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035424

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 2017-137563 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 10 August 2017 & WO 2017/130834 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22F3/16(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B28B1/30(2006.01)i, B29C64/153(2017.01)i,
B33Y10/00(2015.01)i, B33Y80/00(2015.01)i, F02K9/52(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22F3/16, B22F3/105, B28B1/30, B29C64/153, B33Y10/00, B33Y80/00, F02K9/52

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-119136 A（工業技術院長）1998.05.12, （ファミリーなし）	1-7
A	US 8511960 B1（MICROFABRICA INC.）2013.08.20, （ファミリーなし）	1-7
A	WO 2017/123639 A1 （THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA）2017.07.20, （ファミリーなし）	1-7

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.10.2018

国際調査報告の発送日

30.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

▲来▼田 優来

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

5281

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 2017-137563 A (パナソニック I P マネジメント株式会社)2017. 08. 10, & WO 2017/130834 A1	1-7