

(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
2016年4月28日(28.04.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/063584 A1

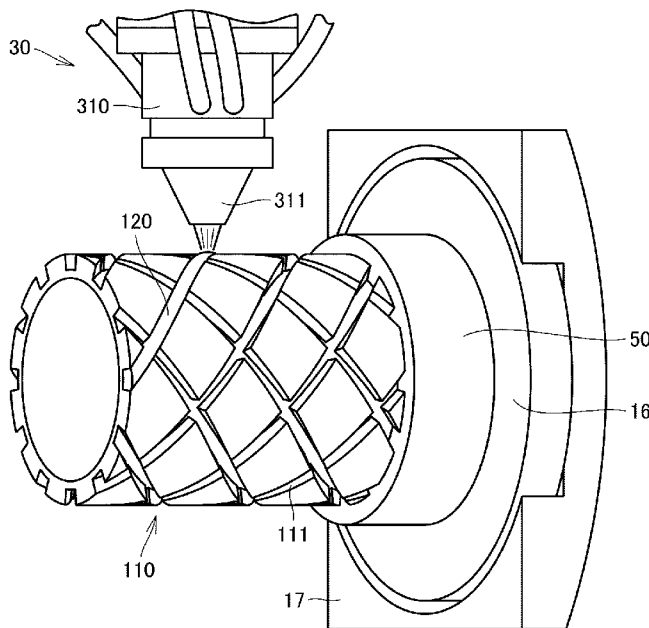
- (51) 国際特許分類:
B23P 13/00 (2006.01) B23K 26/34 (2014.01)
B23K 26/21 (2014.01) B23K 26/342 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069795
- (22) 国際出願日: 2015年7月9日(09.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-214685 2014年10月21日(21.10.2014) JP
- (71) 出願人: アドバンスト・リサーチ・フォー・マ
ニファクチャリング・システムズ・リミテッ
ド・ライアビリティ・カンパニー(ADVANCED
RESEARCH FOR MANUFACTURING SYSTEMS,
LLC) [US/US]; 95618 カリフォルニア州デイビ
ス、キューブレ・テラス、3 6 3 9 California
(US). DMG 森精機株式会社(DMG MORI CO.,
LTD.) [JP/JP]; 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山
町1 0 6 番地 Nara (JP).
- (72) 発明者: 曾雌 真和(SOSHI, Masakazu); 95618 カリ
フォルニア州デイビス、キューブレ・テラス、
3 6 3 9 California (US).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市
北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラル
タワー Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユー
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).

[続葉有]

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL AND COMPOSITE MATERIAL MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 複合材、および複合材の製造方法

FIG.7



合材を得ることができる。

(57) Abstract: A composite material is manufactured by a manufacturing method provided with a step for bonding a second material on the surface of a base material (110) configured from a first material, the second material being different from the first material, using an additive manufacturing technique in which the additive manufacturing mode is directional energy deposition. Said manufacturing method is performed by setting a base material (110) member in the processing region of a machine tool for performing removal machining. As a result, it is possible to obtain a composite material manufactured by an additive manufacturing technique, wherein the composite material is in a rapidly machine-able condition.

(57) 要約: 複合材は、第1の材料で構成されたベース材(110)の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、第1の材料とは異なる種類の第2の材料を付着させる工程を備えた製造方法により製造される。当該製造方法は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内にベース材(110)の部材を設置することにより実施される。これにより、付加製造技術によって製造された複合材であって、速やかに加工可能な状態にある複



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：複合材、および複合材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、異なる金属を含んで構成される複合材、および当該複合材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、金属による肉盛りを行なうことによって複合材を製造することが知られている。

特開平 10-337618号公報（特許文献1）には、このような肉盛りがなされた複合材に対する加工を行なう加工装置が開示されている。詳しくは、特許文献1には、アルミニウム系鑄造合金製のシリンダヘッドにおけるバルブシート部に銅合金粉末を溶融肉盛して形成された肉盛り部を、加工装置によって所定の形状に加工することが開示されている。

[0003] また、特開昭 61-183430号公報（特許文献2）には、複合材の製造方法の一例として、射出成型機用スクリューの製造方法が開示されている。詳しくは、特許文献2には、鋼性のシャフトの溝にタングステン炭化物粉末を含む合金原料粉末混合物を充填する工程と、当該合金原料粉末混合物が充填されたシャフトを加圧状態で高温加熱することにより合金原料粉末混合物を焼結させる工程とを含んだ射出成型機用スクリューの製造方法が開示されている。

[0004] また、従来、付加製造技術（Additive manufacturing）が知られている。付加製造技術とは、後掲する非特許文献1にも記載されているように、材料を付着することによって物体を3次元形状の数値表現から作成するプロセスを指す。付加製造技術は、多くの場合、層の上に層を積むことによって実現され、除去的な製造方法と対照的なものである。なお、このような付加製造技術の定義は、工業規格に関する民間規格制定機関であるASTM国際ナショナルにおけるASTM F2792-12a (Standard Terminology

for Additive Manufacturing Technologies) においてなされている。
また、付加製造技術は、「３Ｄプリンター」とも称される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平１０－３３７６１８号公報

特許文献２：特開昭６１－１８３４３０号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献１：特許庁、“平成２５年度 特許出願技術動向調査報告書（概要） ３Ｄプリンター”、[online]、平成２６年３月、[平成２６年９月１９日検索]、インターネット（ＵＲＬ：http://www.jpo.go.jp/shiryou/pdf/gidou-houkoku/25_3dprinter.pdf）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献１における肉盛りは、単に、被肉盛り部材（すなわち素材）とは異なった特性を持つ材料を素材面に付加する技術にすぎず、物体を３次元形状の数値表現から作成するプロセスを有していない。それゆえ、特許文献１における肉盛りは、付加製造技術を用いたものに該当しない。
- [0008] また、除去加工を行なう工作機械としての特許文献１の加工装置は、肉盛りがなされた複合材に対する加工を行なうための装置であって、肉盛りを行なう機能を有していない。それゆえ、肉盛りは、加工装置以外の装置で実行される。したがって、肉盛りがなされた複合材に対して加工を行なう場合には、ユーザは、当該複合材を移動し、当該複合材を加工装置内の所定位置に設置しなければならない。
- [0009] 特許文献２の製造方法は、付加製造技術ではなく焼結によって複合材を得る構成であるため、以下のデメリットを有する。すなわち、溝の角部（隅部）においては合金原料粉末混合物の充填が不十分になりやすく、接合箇所には気泡が生じる可能性が高い。そのため、接合箇所における接合強度が低下し

たり、熱伝導性が低下したりするといった問題がある。

[0010] 本願発明は、上記の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、付加製造技術によって製造された複合材であって、速やかに加工可能な状態にある複合材を得ることにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係る複合材は、複合材は、第1の材料で構成された第1の部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、第1の材料とは異なる種類の第2の材料を付着させる工程を備えた製造方法により製造される。製造方法は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に第1の部材を設置することにより実施される。

[0012] 好ましくは、製造方法は、付着された第2の材料で構成された第2の部材の一部を除去する工程をさらに備える。

[0013] 好ましくは、製造方法は、除去後の第2の部材を覆うための第3の部材を、付加製造技術を用いて製造する工程をさらに備える。

[0014] 好ましくは、製造方法は、工作機械を用いてワークを切削することにより第1の部材を製造する工程をさらに備える。

[0015] 好ましくは、第2の材料を付着させる工程では、切削された箇所に対して第2の材料を付着させる。

[0016] 好ましくは、製造方法は、付加製造技術により第1の部材を製造する工程をさらに備える。

[0017] 好ましくは、指向性エネルギー堆積は、レーザまたは電子ビームのいずれかを利用するものである。工作機械は、加工領域内に設置された第1の部材の姿勢を変更可能である。製造方法は、第1の部材の表面における第1の領域においては、第1の領域に対するレーザまたは電子ビームの照射角度が第1の角度となるように、第1の部材の姿勢を制御する。製造方法は、第1の部材の表面における第2の領域においては、第2の領域に対するレーザまたは電子ビームの照射角度が第2の角度となるように、第1の部材の姿勢を制御する。

[0018] 好ましくは、第２の材料は第１の材料よりも熱伝導性が高い。

好ましくは、第２の材料は第１の材料よりも強度が強い。

[0019] 本発明の他の局面に従うと、複合材の製造方法は、第１の材料で構成された部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、第１の材料とは異なる種類の第２の材料を付着させる工程を備える。工程は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に第１の部材を設置することにより実施される。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、付加製造技術によって製造された複合材であって、速やかに加工可能な状態にある複合材を得ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]複合材を製造するための工作機械１の外観および内部構造を説明するための概要図である。

[図2]主軸１４に付加製造装置３０が取り付けられた状態を表した図である。

[図3]主軸１４に工具ホルダ４０が取り付けられた状態を表した図である。

[図4]付加製造装置３０による付加製造技術の原理を説明するための図である。

[図5]ワーク１００に対して切削加工を行なうことによりベース材を得るための処理を説明するための図である。

[図6]ワーク１００に対する切削加工により製造されたベース材１１０の外観を表した図である。

[図7]ベース材１１０に対して付加製造技術を実施している状態を表した図である。

[図8]ベース材１１０に対して付加製造技術を実施することにより得られた中間体２００の外観を表した図である。

[図9]中間体２００に対して表面加工を施した後の中間体２００の外観を表した図である。

[図10]中間体２００に対して付加製造技術を実施している状態を表した図で

ある。

[図11]表面加工後の中間体200に対して付加製造技術を実施することにより得られた完成品300の外観を表した図である。

[図12]工作機械1のハードウェア構成の概要を表した図である。

[図13]完成品300を製造するための処理の流れを表したフローチャートである。

[図14]付加製造技術を実行する際における金属の粉体の吐出の向きを、吐出対象となる領域毎に変更する構成を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態に係る複合材および複合材を製造するための工作機械について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0023] また、以下では、上記工作機械の一例として、付加製造技術（すなわち3Dプリンター）の機能を備えた5軸加工機を例に挙げて説明する。しかしながら、工作機械は、5軸加工機に限定されるものではない。工作機械は、付加製造技術の機能を備えた除去加工機（たとえば、4軸加工機）であればよい。さらに、以下では、付加製造技術における付加製造方式として、指向性エネルギー堆積を利用するものとする。

[0024] < A. 工作機械の概要 >

図1は、複合材を製造するための工作機械1の外観および内部構造を説明するための概要図である。図1を参照して、工作機械1は、オペレーティングシステム11と、スプラッシュガード12と、主軸頭13と、主軸14と、回転装置18と、扉19と、テーブル装置20とを備える。

[0025] テーブル装置20は、回転テーブル16と、回転テーブル16を回転可能に支持する台座17とを有する。テーブル装置20は、回転装置18に取り付けられている。詳しくは、台座17が回転装置18の中央部に固定されている。

- [0026] オペレーティングシステム 11 は、従来の操作盤の役割を果たす数値制御装置である。オペレーティングシステム 11 は、ユーザが設計したプログラム等を実行することにより、工作機械 1 の全体の動作を制御する。たとえば、オペレーティングシステム 11 は、主軸頭 13、主軸 14、回転装置 18、扉 19、テーブル装置 20、後述する付加製造装置 30 の動作を制御する。なお、オペレーティングシステム 11 は、周知のシステムであるので、ここでは詳しくは説明しない。
- [0027] 主軸頭 13 は、図示しないクロスレールに取り付けられている。主軸頭 13 は、矢印 901 に示す軸方向（X 軸方向）および矢印 902 に示す軸方向（Y 軸方向）にスライド移動可能に設けられている。主軸頭 13 には、主軸 14 が取り付けられている。
- [0028] 主軸 14 は、矢印 903 に示す軸方向（Z 軸方向）にスライド移動可能に設けられている。主軸 14 は、先端に、工具が取り付けられた工具ホルダを装着するための機構を有する。
- [0029] 工具ホルダの例としては、付加製造技術を実行するための付加製造装置 30（図 2）、工具マガジン（図示せず）に格納されている工具ホルダ（たとえば、エンドミルを備えた工具ホルダ 40（図 3））が挙げられる。なお、付加製造装置 30 以外の工具ホルダは、自動工具交換装置 21（図 3）によって、主軸 14 に取り付けられる。
- [0030] 工具マガジンは、扉 19 に対して加工領域とは反対側（すなわち図 1 における扉 19 の奥側）に配置されている。なお、「加工領域」とは、スプラッシュガード 12 および扉 19 によって仕切られる空間（工作機械 1 の内部側の空間）であって、主軸頭 13、主軸 14、回転装置 18、テーブル装置 20、付加製造装置 30、ワーク等が移動可能に配置される空間を指す。
- [0031] 主軸頭 13 および主軸 14 の各々には、スライド移動を可能とするための送り機構や案内機構、サーボモータなどが適宜、設けられている。工作機械 1 においては、主軸頭 13 および主軸 14 の各々のスライド移動が組み合わさることにより、工具ホルダに取り付けられた工具の位置を XYZ 空間にお

いて自在に変化させることができる。

[0032] 回転装置 18 は、X 軸方向に延びる中心軸を中心に、モータ駆動により回転可能に設けられている。回転装置 18 の回転とともに、テーブル装置 20 が当該中心軸を中心にして、時計および半時計方向（矢印 904 の方向）に回転する。

[0033] テーブル装置 20 の回転テーブル 16 は、デフォルト状態である図 1 の状態においては、鉛直（Z 軸）方向に延びる中心軸を中心に、モータ駆動により回転可能に設けられている。なお、回転テーブル 16 は、回転装置 18 によって矢印 904 の方向に回転するため、回転テーブル 16 の回転の中心軸は YZ 平面に平行な状態を保ちながら変化する。

[0034] 回転テーブル 16 上には、チャックや各種の治具を用いて、ワークが保持される。固定工具を用いた切削加工時、回転テーブル 16 の回転とともにワークが当該中心軸を中心にして時計および半時計方向（矢印 905 の方向）に回転する。

[0035] 以上のような構成により、工作機械 1 は、加工領域内に設置されたワーク等の部材の姿勢を変更することが可能となる。

[0036] 図 2 は、主軸 14 に付加製造装置 30 が取り付けられた状態を表した図である。図 2 を参照して、付加製造装置 30 は、吐出部 310 と、取付部 320 と、ホース部 330 とを備える。

[0037] 詳細については後述するが、吐出部 310 の先端部 311 から金属の粉体等が吐出される。取付部 320 は、付加製造装置 30 を主軸 14 に固定させるための部材である。ホース部 330 は、粉体等の供給路である。ホース部 330 は、粉体等が格納された装置（図示せず）から、取付部 320 を介して粉体等を吐出部 310 に供給するために設けられている。

[0038] 工作機械 1 は、付加製造装置 30 を使用しない場合には、付加製造装置 30 を付加製造装置用のホルダ 39 に格納する。なお、ホルダ 39 は、XY 平面に平行な状態を保ちながら回転可能に構成されている。つまり、ホルダ 39 は、Z 軸に平行な軸を中心に回転する。

[0039] 図3は、主軸14に工具ホルダ40が取り付けられた状態を表した図である。図3を参照して、オペレーティングシステム11は、扉19を開く制御を行ない、その後、自動工具交換装置によって工具ホルダ40を主軸14に取り付けさせる。なお、工具ホルダ40の交換は、付加製造装置30をホルダ39に格納した状態で行なわれる。

[0040] 図4は、付加製造装置30による付加製造技術の原理を説明するための図である。図4を参照して、付加製造装置30は、予め定められた方向（矢印の方向）に移動しつつ、吐出部310の先端部311から、レーザ光391と、金属の粉体392と、シールドおよびキャリア用のガス393とを吐出する。これにより、ワーク399の表面に溶融点394が形成され、その結果、金属の粉体392が溶着する。

[0041] 具体的には、ワーク399の上に肉盛層396が形成される。肉盛層396の上には肉盛素材395が盛られる。肉盛素材395が冷却されると、ワーク399の上に加工可能な金属層が形成された状態となる。なお、レーザ光391の代わりに電子ビームを用いてもよい。

[0042] < B. 処理例 >

以下、工作機械1によって行われる加工処理について具体例を挙げて説明する。詳しくは、工作機械1によって行われる加工処理の一例として、切削加工および付加製造技術を実施することにより複合材を製造する処理を説明する。特に、以下では、管体を製造する製造方法を例に挙げて説明する。なお、製造される複合材の形状は、管状に限定されない。また、製造される複合材の材質は、後述する例に限定されるものではない。

[0043] (b1. ベース材の生成)

図5は、ワーク100に対して切削加工を行なうことによりベース材を得るための処理を説明するための図である。図5を参照して、工作機械1は、固定治具50に固定された円筒形状のワーク100の表面に所定のパターンの溝部111を形成するために、工具ホルダ40を用いて切削を開始する。ワーク100の材質（材料）としては、一例として、鋼鉄とすることができ

る。

[0044] なお、溝の形成は、回転テーブル 16 の回転および工具ホルダ 40 の移動（たとえば、Y 軸方向への移動）を伴って行われる。また、回転テーブル 16 の回転速度、工具ホルダ 40 の移動速度、工具ホルダ 40 のエンドミルの回転速度等は、オペレーティングシステム 11 からの指示に基づき決定される。

[0045] 図 6 は、ワーク 100 に対する切削加工により製造されたベース材 110 の外観を表した図である。図 6 を参照して、ベース材 110 は、表面に所定パターンの溝部 111 を有する。

[0046] （b2. 1 回目の 3 次元プリンティング処理、および表面加工処理）

図 7 は、ベース材 110 に対して付加製造技術を実施している状態を表した図である。図 7 を参照して、工作機械 1 は、付加製造装置 30 を用いて、溝部 111 に対して鋼鉄とは異なる金属の肉盛（3D プリンティング）を行なう。

[0047] 具体的には、工作機械 1 は、たとえば銅合金、アルミニウム合金、またはニッケルベースの超合金等の粉体を付加製造装置 30 の先端部 311 から吐出させることにより、溝部 111 の表面に金属層 120 を形成する。より詳しくは、工作機械 1 は、付加製造技術によって、溝部 111 が埋まる程度の厚みを有する金属層 120 を形成する。つまり、工作機械 1 は、溝部 111 をベース材 110 とは異なる材質の金属で充填する。

[0048] なお、溝部 111 における溝の交差点においては、2 回にわたり肉盛りが行われないように、オペレーティングシステム 11 は、吐出部 310 からの粉体 392 の吐出を制限してもよい。ユーザが設計したプログラムに基づき交差が生じる位置（ベース材 110 の表面における位置）を判断することにより、当該交差が生じる位置において吐出を制限するように、オペレーティングシステム 11 のプログラムを予め設計しておけばよい。

[0049] 図 8 は、ベース材 110 に対して付加製造技術を実施することにより得られた中間体 200 の外観を表した図である。図 8 を参照して、中間体 200

は、ベース材 110 と、金属層 120 とを有する複合材となる。金属層 120 は、切削により形成された溝部 111 と同じパターンを有している。

[0050] 次に、付加製造技術により付着（溶着）された第 2 の材料で構成された金属層 120（第 2 の部材）の一部を除去する工程について説明する。図 8 の中間体 200 が得られた後、工作機械 1 は、中間体 200 に対して表面加工を施す。詳しくは、工作機械 1 は、少なくとも金属層 120 の表面に対して表面加工を施す。なお、工作機械 1 は、ベース材 110 に対しても、金属層 120 と同様に表面加工を施してもよい。

[0051] 図 9 は、中間体 200 に対して表面加工を施した後の中間体 200 の外観を表した図である。図 9 を参照して、表面加工により、図 8 の状態に比べて、中間体 200 の表面の凹凸が低減させることができる。

[0052] なお、後述するように、中間体 200 の表面に対してさらに付加製造技術を実施する場合（図 10）には、中間体 200 に対する表面加工を必ずしも行なわなくてもよい。

[0053] 以上のように、複合材である中間体 200 は、第 1 の材料（たとえば鋼鉄）で構成されたベース材 110（第 1 の部材）の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、第 1 の材料とは異なる種類の第 2 の材料（たとえば、銅合金、アルミニウム合金、またはニッケルベースの超合金）を付着させる工程を備えた製造方法により製造される。また、このような管体の製造方法は、除去加工を行なう工作機械 1 の加工領域内にベース材 110（第 1 の部材）を設置することにより実施される。当該複合材は、工作機械 1 内の加工領域内で製造されるため、速やかに加工可能となる。

[0054] また、上記の管体の製造方法は、工作機械 1 を用いてワーク 100 を切削することによりベース材 110 を製造する工程をさらに備える。したがって、ベース材 110 の製造と、付加製造技術とを、同じ装置内（詳しくは、工作機械 1 の加工領域）で実施することができる。

[0055] また、上記第 2 の材料をベース材 110 に付着させる工程では、切削され

た箇所に対して第２の材料を付着させる。したがって、ワーク１００の一部を、上記第２の材料による金属層で置き換えることが可能となる。

[0056] (b 3. ２回目の３次元プリンティング処理)

図１０は、中間体２００に対して付加製造技術を実施している状態を表した図である。図１０を参照して、工作機械１は、付加製造装置３０を用いて、中間体２００の外周面に対して、鋼鉄の粉体を用いて肉盛（３Ｄプリンティング）を行なう。つまり、工作機械１は、中間体２００の外周面に鋼鉄の金属層１３０を形成する。なお、金属層１３０の形成は、回転テーブル１６の回転および付加製造装置３０の移動（たとえば、Ｙ軸方向への移動）を伴って行われる。

[0057] 図１１は、表面加工後の中間体２００（図９）に対して付加製造技術を実施することにより得られた完成品３００の外観を表した図である。詳しくは、図１１は、当該付加製造技術の実施後に外周面の表面加工を施すことにより得られた完成品３００の外観を表している。図１１を参照して、複合材である完成品３００は、ベース材１１０と、金属層１２０と、アウターレイヤとしての金属層１３０とを有する複合材となる。

[0058] 以上のように、上記の管体の製造方法は、表面加工後（除去後）の中間体２００を覆うための金属層１３０（第３の部材）を、付加製造技術を用いて製造する工程をさらに備える。当該構成によれば、ベース材１１０の表面に対して、互いに材質が異なる複数の金属層１２０，１３０を形成することが可能となる。

[0059] (b 4. 得られた完成品の利点)

(１) ベース材１１０および金属層１３０の材質が鋼鉄であり、金属層１２０の材質が銅合金である場合の利点について説明する。

[0060] 銅合金は、鋼鉄に比べて、強度は劣るが、熱伝導率が高い。したがって、金属層１２０の存在により、完成品３００は、鋼鉄のみで構成された同形状の管体に比べて、熱伝導性を高めることができる。また、金属層１２０のみが銅合金であるため、鋼鉄のみで構成された同形状の管体に比べて、強度の

面でも遜色がない。

- [0061] 特に、金属層１２０がベース材１１０と金属層１３０との間に存在するため、ベース材１１０および金属層１３０に比べて強度に劣る金属層１２０の外部への露出が完成品３００の両端部を除きなくなる。このため、完成品３００の表面に何らかの外力が働いた場合であっても、銅合金の金属層が露出している場合に比べて、傷がつきにくい。さらに、銅合金の金属層１２０が露出していないので、露出している場合に比べて、熱の保温性に優れる。
- [0062] なお、金属層１２０の材質がアルミニウム合金である場合も、金属層１２０の材質が銅合金である場合と同様な利点を有する。
- [0063] （２）次に、ベース材１１０および金属層１３０の材質が鋼鉄であり、金属層１２０の材質がニッケルベースの超合金である場合の利点について説明する。
- [0064] ニッケルベースの超合金は、鋼鉄に比べて、強度が高い。したがって、金属層１２０の存在により、完成品３００は、鋼鉄のみで構成された同形状の管体に比べて、強度を飛躍的に高めることができる。このように、完成品３００において、金属層１２０を補強材として機能させることができる。さらには、完成品３００は、鋼鉄のみで構成された同形状の管体に比べて、振動減衰比（つまり、材料が振動エネルギーを吸収して減衰する能力）を高めることが可能となる。なお、完成品３００の強度と鋼鉄のみで構成された同形状の管体の強度との差は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP：carbon-fiber-reinforced plastic）の強度と単なるプラスチックの強度との差として例えることができる。
- [0065] また、ニッケルベースの超合金は、鋼鉄に比べて、熱伝導率が低い。したがって、完成品３００に低い熱伝導率が要求されている場合には、完成品３００を、鋼鉄のみで構成された同形状の管体よりも低い熱伝導性の製品とすることができる。
- [0066] また、ニッケルベースの超合金は、鋼鉄に比べて値段が高い。したがって、完成品３００は、ニッケルベースの超合金のみで構成された同形状の管体

に比べて、安く製造することができる。

[0067] <C. ハードウェア構成>

図12は、工作機械1のハードウェア構成の概要を表した図である。図12を参照して、工作機械1は、オペレーティングシステム11と、主軸頭13と、主軸14と、回転装置18と、テーブル装置20と、自動工具交換装置21と、工具マガジン22と、付加製造装置30とを備える。

[0068] オペレーティングシステム11は、CPU (Central Processing Unit) 91と、メモリ92と、通信IF (InterFace) 93と、ディスプレイ94と、操作キー95とを有する。

[0069] CPU91は、メモリ92に格納された各種プログラムを実行することにより、通信IF93を介して、工作機械1の各部の動作を制御する。ディスプレイ94は、工作機械1における各種の情報を工作機械1のユーザに視認可能に表示する。操作キー95は、ユーザによる様々な入力（たとえば、加工開始の入力）を受け付ける。

[0070] オペレーティングシステム11がユーザからの指示に応じた処理（ユーザが作成したプログラムに基づく処理）を実行することにより、たとえば、図5から図11に基づいて説明したように、ワーク100から複合材の完成品300が製造される。

[0071] <D. 制御構造>

図13は、完成品300を製造するための処理の流れを表したフローチャートである。図13を参照して、ステップS2において、工作機械1は、ワーク100を切削して、ベース材110を生成する。ステップS4において、工作機械1は、ベース材110の材料とは異なる種類の材料を、付加製造技術を用いてベース材110に付着させることにより、ベース材110の表面に金属層120を形成する。これにより、中間体200が生成される。

[0072] ステップS6において、工作機械1は、中間体200における金属層120の表面を切削する。つまり、工作機械1は、金属層120の一部を除去するための表面加工を行なう。なお、工作機械1は、上述したように、ステッ

プS 6を必ずしも実行しなくてもよい。

[0073] ステップS 8において、工作機械1は、切削された金属層120を覆うための金属層130を、付加製造技術を用いて製造する。ステップS 10において、工作機械1は、金属層130の表面を切削する。つまり、工作機械1は、金属層130の一部を除去するための表面加工を行なう。これにより、完成品300が生成される。

[0074] < E. 変形例 >

(1) 上記においては、ワーク100を工具で切削することによりベース材を生成する方法を説明したが、これに限定されるものではない。たとえば、ベース材110を、付加製造技術により製造してもよい。つまり、ワーク(図示せず)に対して肉盛りを行なうことにより、ベース材110を製造してもよい。

[0075] (2) 上記においては、吐出部310における粉体392の吐出口が1つである構成(図4)を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。2つ以上の吐出口を有し、たとえば吐出口毎に異なる金属の粉体を吐出可能なように、付加製造装置30を構成してもよい。

[0076] (3) 上記においては、付加製造装置30を用いて、中間体200の外周面に対して、ベース材110と同じ材質(つまり、鋼鉄)の粉体を用いて肉盛りを行なうことにより、鋼鉄製の金属層130を作成した。しかしながら、これに限定されず、鋼鉄および金属層120の形成に用いた粉体の材質とは異なる材質の金属を用いて、アウター層である金属層130を形成してもよい。

[0077] (4) 上記では、付加製造技術により形成された金属層120, 130に対して、表面加工を行なう例をあげて説明したが、これに限定されるものではない。工作機械1における様々な工具を用いて、金属層120, 130に様々な加工(たとえば、穴開け加工)を施してもよい。

[0078] (5) 複合材の製造方法を以下のようにしてもよい。図14は、付加製造技術を実行する際における金属の粉体の吐出の向きを、吐出対象となる領域

毎に変更する構成を説明するための図である。

[0079] 図14 (A) は、図7と同様に、溝部111に対して鋼鉄とは異なる金属の肉盛(3Dプリンティング)をしている途中の状態を表している。図14 (B) は、ベース材110における表面(外周面)のうち、溝部111とは異なる領域112に対して、鋼鉄とは異なる金属の肉盛をしている途中の状態を表している。

[0080] 図14 (A), (B) を参照して、工作機械1は、領域112に対するレーザ光391の照射角度および金属の粉体392の吐出角度を、溝部111に対するレーザ光391の照射角度および金属の粉体392の吐出角度とは異なるように設定する。

[0081] つまり、オペレーティングシステム11は、ベース材110の表面における溝部(第1の領域)においては、溝部111に対するレーザ光391の照射角度および粉体392の吐出角度が第1の角度となるように、ベース材110の姿勢を制御する。また、オペレーティングシステム11は、ベース材110の表面における領域112(第2の領域)においては、領域112に対するレーザ光391および粉体392の吐出角度が第1の角度とは異なる第2の角度となるように、ベース材110の姿勢を制御する。

[0082] このように、工作機械1によれば、ユーザが予め設定した領域毎に、下地の金属に対する肉盛り方向(積み上げる方向)を変更することができる。それゆえ、領域毎に肉盛り方向を変更できない構成に比べて、工作機械1は複雑な形状の複合材を製造することが可能となる。

[0083] 今回開示された実施の形態は例示であって、上記内容のみに制限されるものではない。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0084] 1 工作機械、11 オペレーティングシステム、12 スプラッシュガード、13 主軸頭、14 主軸、16 回転テーブル、17 台座、18 回転装置、19 扉、20 テーブル装置、21 自動工具交換装置、2

2 工具マガジン、30 付加製造装置、39 ホルダ、40 工具ホルダ、50 固定治具、91 CPU、92 メモリ、100, 399 ワーク、110 ベース材、111 溝部、112 領域、120, 130 金属層、200 中間体、300 完成品、310 吐出部、311 先端部、320 取付部、330 ホース部、391 レーザ光、392 粉体、393 ガス、395 肉盛素材、396 肉盛層。

請求の範囲

- [請求項1] 複合材であって、
前記複合材は、第1の材料で構成された第1の部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、前記第1の材料とは異なる種類の第2の材料を付着させる工程を備えた製造方法により製造され、
前記製造方法は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に前記第1の部材を設置することにより実施される、複合材。
- [請求項2] 前記製造方法は、前記付着された前記第2の材料で構成された第2の部材の一部を除去する工程をさらに備える、請求項1に記載の複合材。
- [請求項3] 前記製造方法は、前記除去後の第2の部材を覆うための第3の部材を、前記付加製造技術を用いて製造する工程をさらに備える、請求項2に記載の複合材。
- [請求項4] 前記製造方法は、前記工作機械を用いてワークを切削することにより前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材。
- [請求項5] 前記第2の材料を付着させる工程では、前記切削された箇所に対して前記第2の材料を付着させる、請求項4に記載の複合材。
- [請求項6] 前記製造方法は、前記付加製造技術により前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材。
- [請求項7] 前記指向性エネルギー堆積は、レーザまたは電子ビームのいずれかを利用するものであり、
前記工作機械は、前記加工領域内に設置された前記第1の部材の姿勢を変更可能であり、
前記製造方法は、
前記第1の部材の表面における第1の領域においては、前記第1

の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第 1 の角度となるように、前記第 1 の部材の姿勢を制御し、

前記第 1 の部材の表面における第 2 の領域においては、前記第 2 の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第 2 の角度となるように、前記第 1 の部材の姿勢を制御する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項8] 前記第 2 の材料は前記第 1 の材料よりも熱伝導性が高い、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項9] 前記第 2 の材料は前記第 1 の材料よりも強度が強い、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項10] 複合材の製造方法であって、

第 1 の材料で構成された部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、前記第 1 の材料とは異なる種類の第 2 の材料を付着させる工程を備え、

前記工程は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に前記第 1 の部材を設置することにより実施される、複合材の製造方法。

補正された請求の範囲
[2016年2月16日(16.02.2016)国際事務局受理]

- [請求項1] 複合材であって、
 前記複合材は、第1の材料で構成された第1の部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、前記第1の材料とは異なる種類の第2の材料を付着させる工程を備えた製造方法により製造され、
 前記製造方法は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に前記第1の部材を設置することにより実施される、複合材。
- [請求項2] 前記製造方法は、前記付着された前記第2の材料で構成された第2の部材の一部を除去する工程をさらに備える、請求項1に記載の複合材。
- [請求項3] 前記製造方法は、前記除去後の第2の部材を覆うための第3の部材を、前記付加製造技術を用いて製造する工程をさらに備える、請求項2に記載の複合材。
- [請求項4] 前記製造方法は、前記工作機械を用いてワークを切削することにより前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材。
- [請求項5] 前記第2の材料を付着させる工程では、前記切削された箇所に対して前記第2の材料を付着させる、請求項4に記載の複合材。
- [請求項6] 前記製造方法は、前記付加製造技術により前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材。
- [請求項7] 前記指向性エネルギー堆積は、レーザまたは電子ビームのいずれかを利用するものであり、
 前記工作機械は、前記加工領域内に設置された前記第1の部材の姿勢を変更可能であり、
 前記製造方法は、
 前記第1の部材の表面における第1の領域においては、前記第1

の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第 1 の角度となるように、前記第 1 の部材の姿勢を制御し、

前記第 1 の部材の表面における第 2 の領域においては、前記第 2 の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第 2 の角度となるように、前記第 1 の部材の姿勢を制御する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項8] 前記第 2 の材料は前記第 1 の材料よりも熱伝導性が高い、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項9] 前記第 2 の材料は前記第 1 の材料よりも強度が強い、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の複合材。

[請求項10] 複合材の製造方法であって、
第 1 の材料で構成された部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、前記第 1 の材料とは異なる種類の第 2 の材料を付着させる工程を備え、

前記工程は、除去加工を行なう工作機械の加工領域内に前記第 1 の部材を設置することにより実施される、複合材の製造方法。

[請求項11] (追加) 複合材の製造方法であって、
除去加工を行なう工作機械の加工領域内に、第 1 の材料で構成された第 1 の部材を設置する工程と、

前記加工領域内において、前記第 1 の部材の表面に、付加製造方式を指向性エネルギー堆積とした付加製造技術を用いて、前記第 1 の材料とは異なる種類の第 2 の材料を付着させる工程と、

前記加工領域内において、前記付着された前記第 2 の材料で構成された第 2 の部材の一部を除去する工程と、

前記加工領域内において、前記除去後の第 2 の部材を覆うための第 3 の部材を、前記付加製造技術を用いて製造する工程とを備え、

前記第 3 の部材は、前記第 1 の材料、または前記第 1 の材料および前記第 2 の材料とは異なる第 3 の材料で構成されている、複合材の製

造方法。

[請求項12] (追加) 前記工作機械を用いてワークを切削することにより前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項11に記載の複合材の製造方法。

[請求項13] (追加) 前記第2の材料を付着させる工程では、前記切削された箇所に対して前記第2の材料を付着させる、請求項12に記載の複合材の製造方法。

[請求項14] (追加) 前記付加製造技術により前記第1の部材を製造する工程をさらに備える、請求項11に記載の複合材の製造方法。

[請求項15] (追加) 前記指向性エネルギー堆積は、レーザまたは電子ビームのいずれかを利用するものであり、

前記工作機械は、前記加工領域内に設置された前記第1の部材の姿勢を変更可能であり、

前記複合材の製造方法は、

前記第1の部材の表面における第1の領域においては、前記第1の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第1の角度となるように、前記第1の部材の姿勢を制御する工程と、

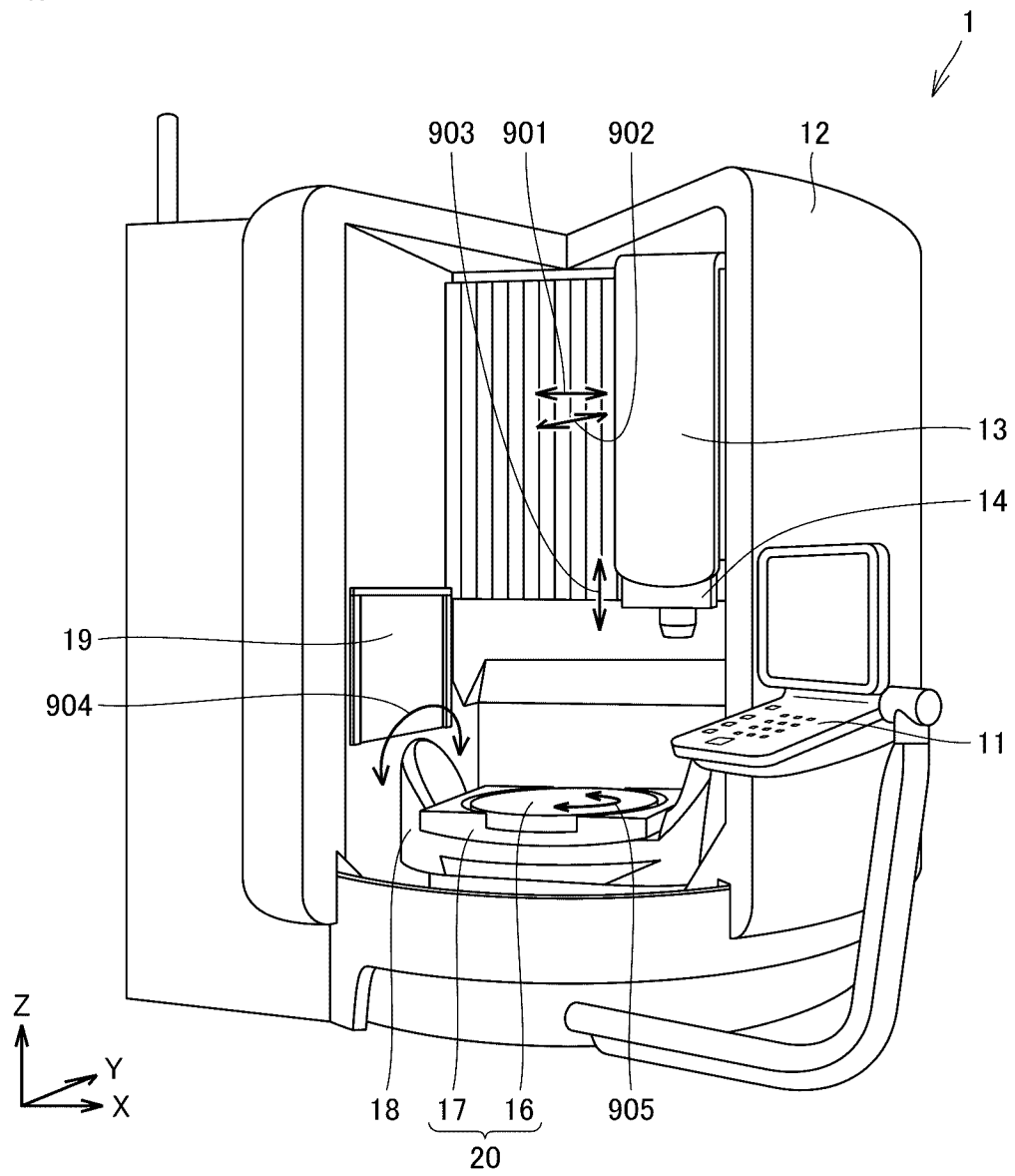
前記第1の部材の表面における第2の領域においては、前記第2の領域に対する前記レーザまたは前記電子ビームの照射角度が第2の角度となるように、前記第1の部材の姿勢を制御する工程とをさらに備える、請求項11から13のいずれか1項に記載の複合材の製造方法。

[請求項16] (追加) 前記第2の材料は前記第1の材料よりも熱伝導性が高い、請求項11から15のいずれか1項に記載の複合材の製造方法。

[請求項17] (追加) 前記第2の材料は前記第1の材料よりも強度が強い、請求項11から15のいずれか1項に記載の複合材の製造方法。

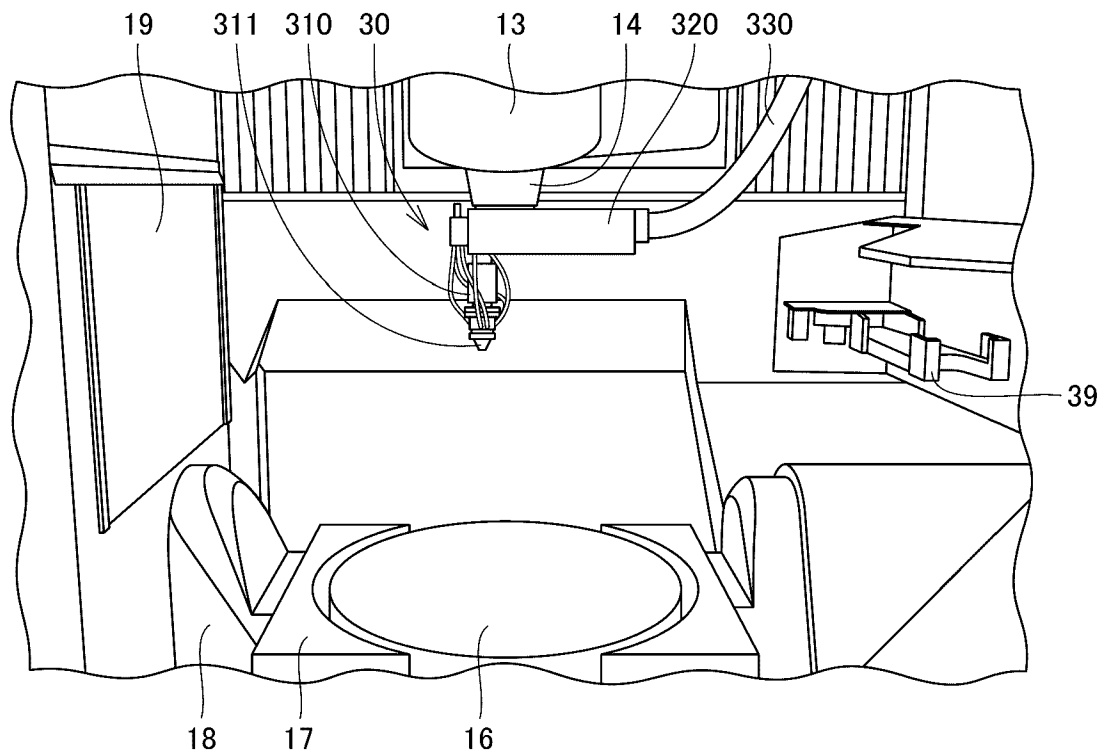
[図1]

FIG.1



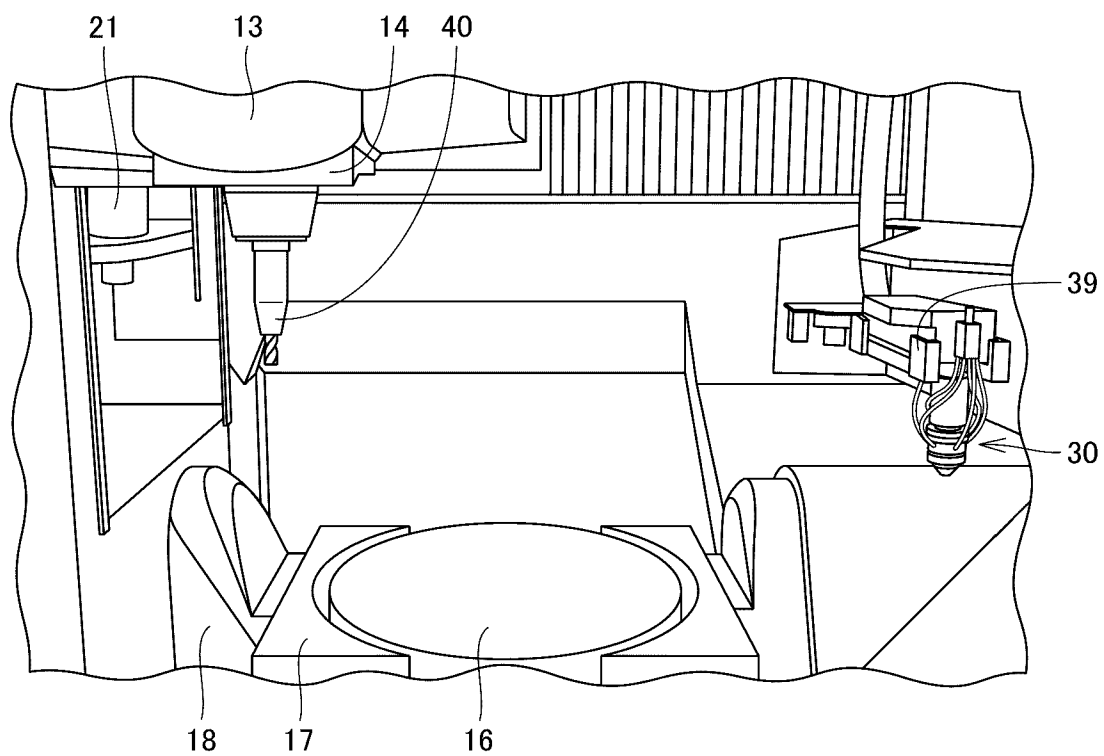
[図2]

FIG.2



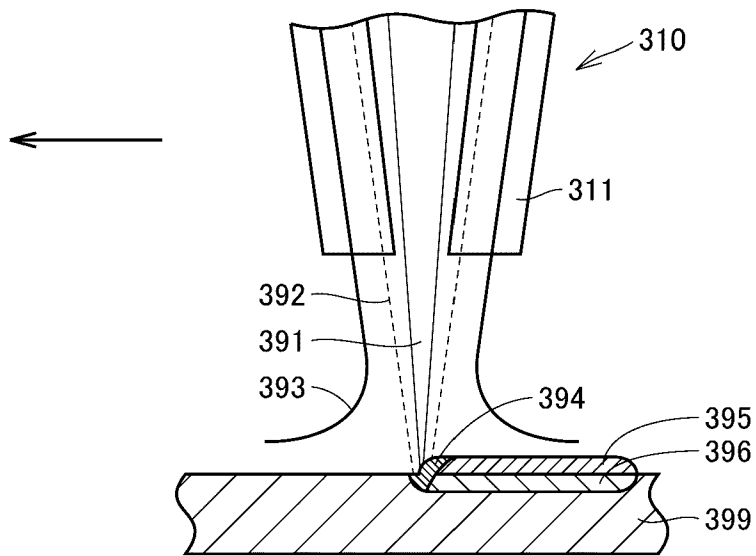
[図3]

FIG.3



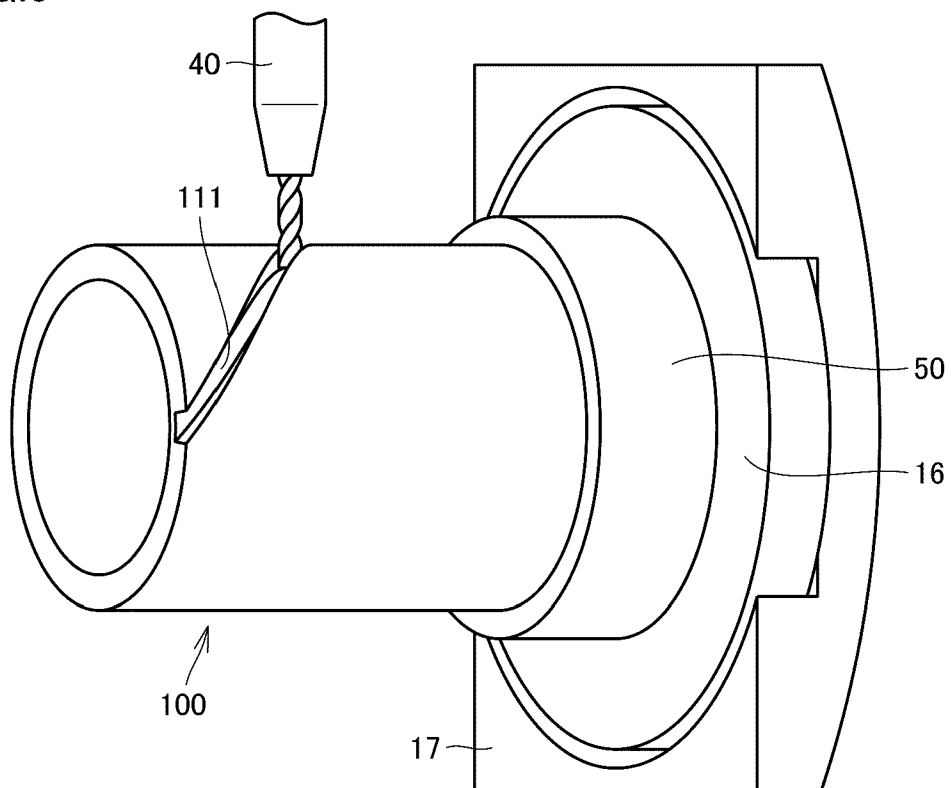
[図4]

FIG.4



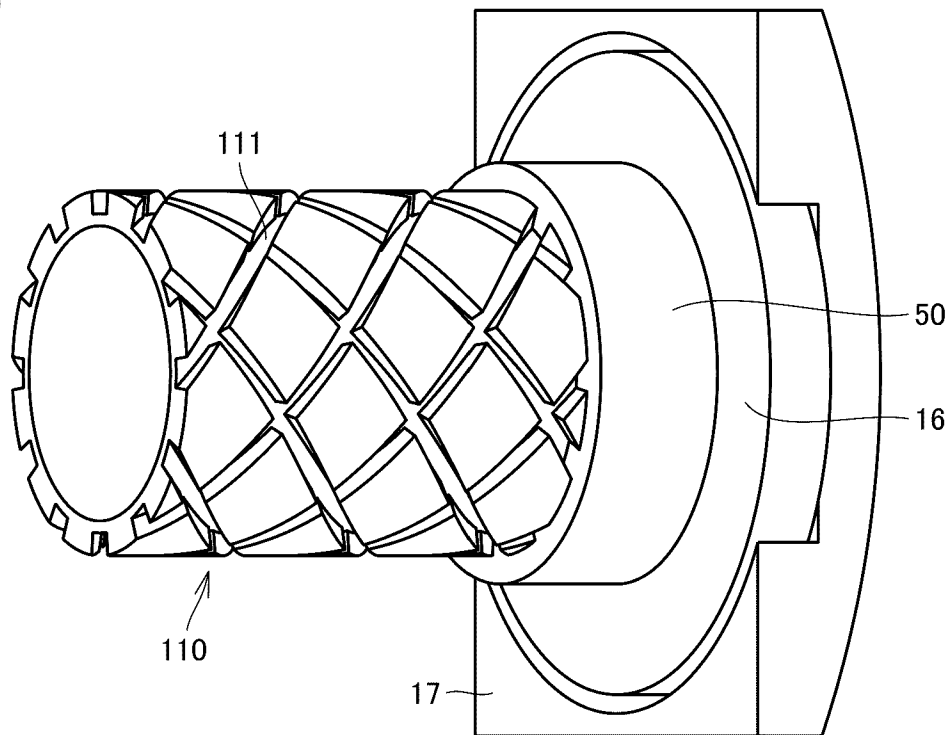
[図5]

FIG.5



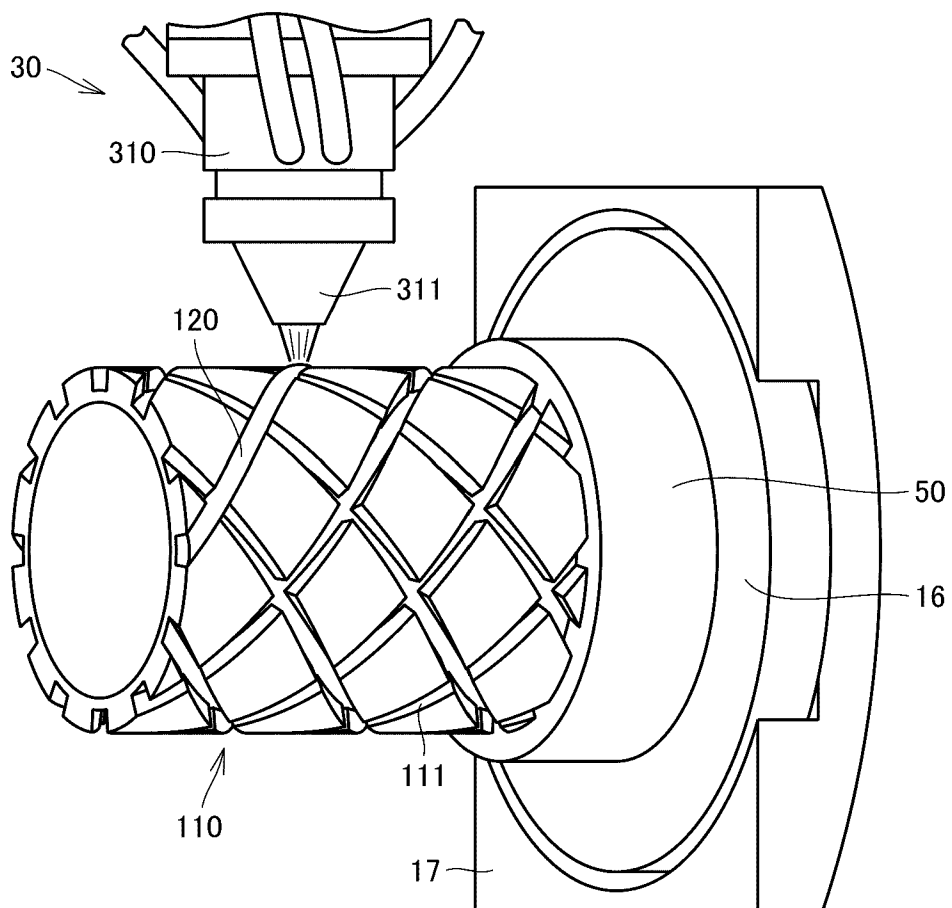
[図6]

FIG.6



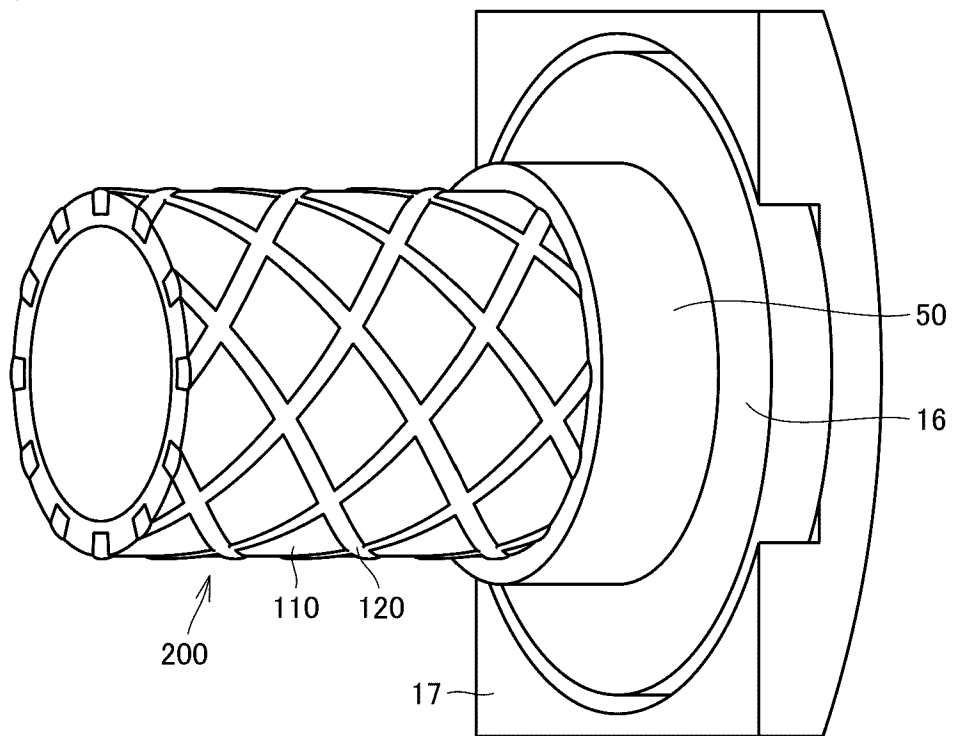
[図7]

FIG.7



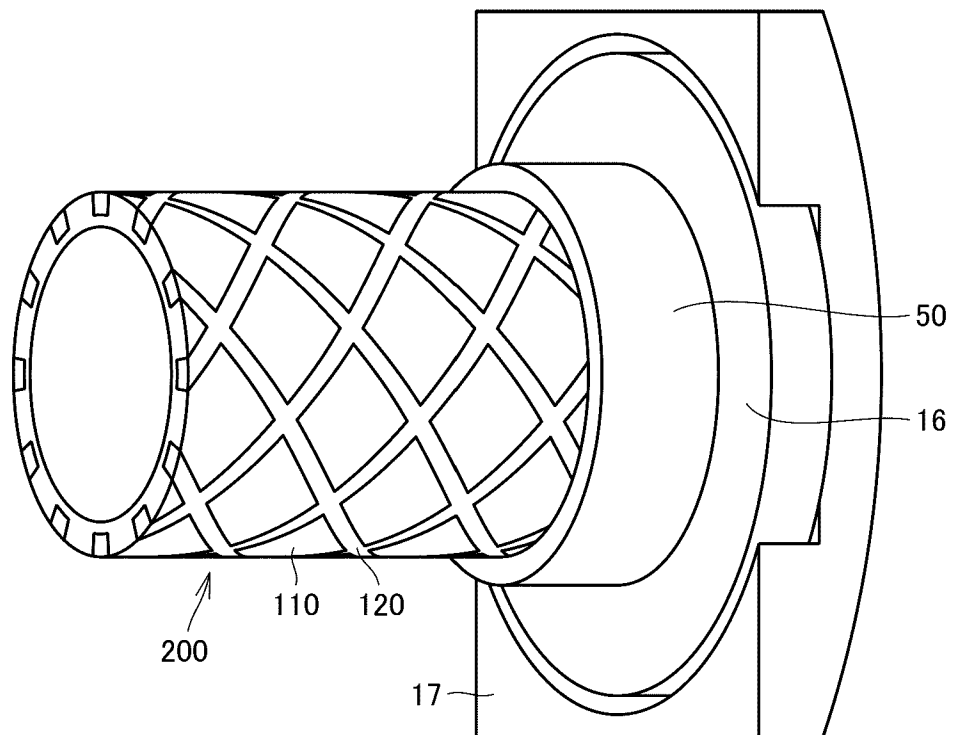
[図8]

FIG.8



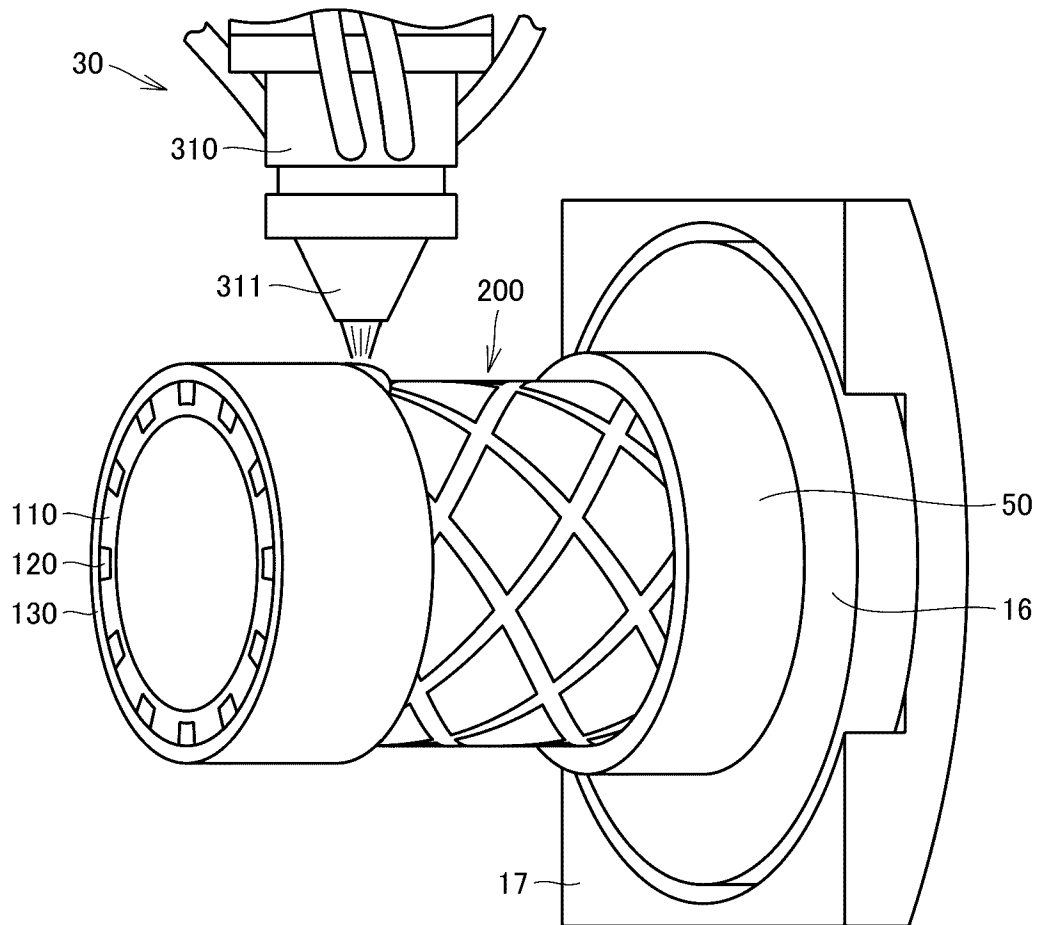
[図9]

FIG.9



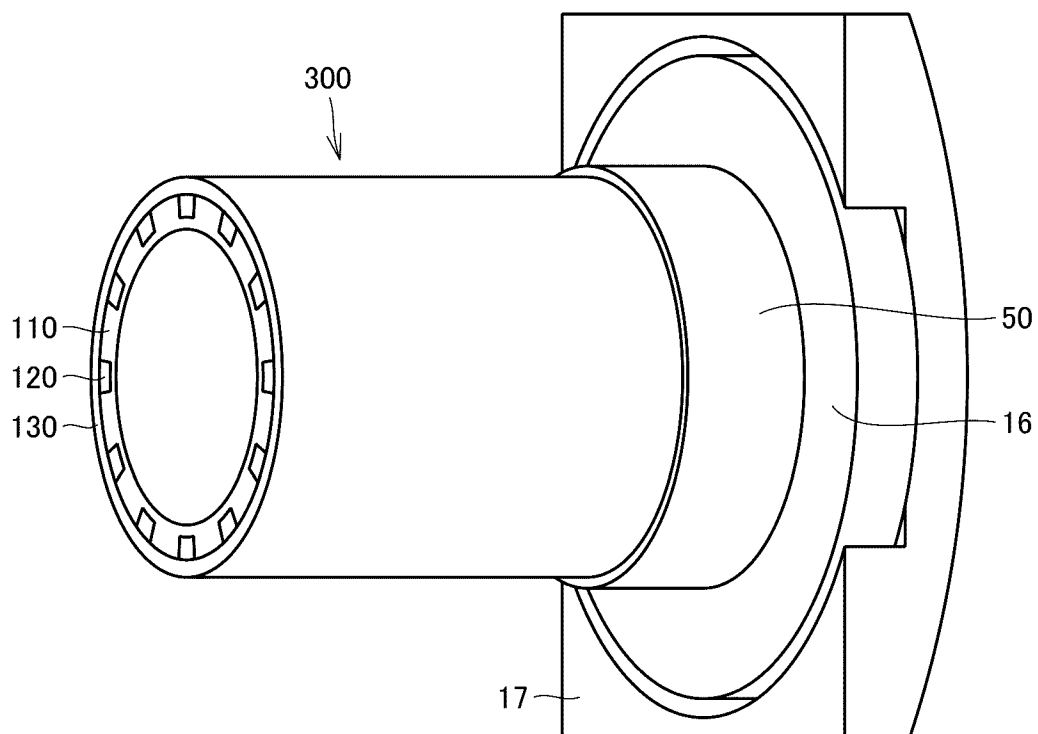
[図10]

FIG.10



[図11]

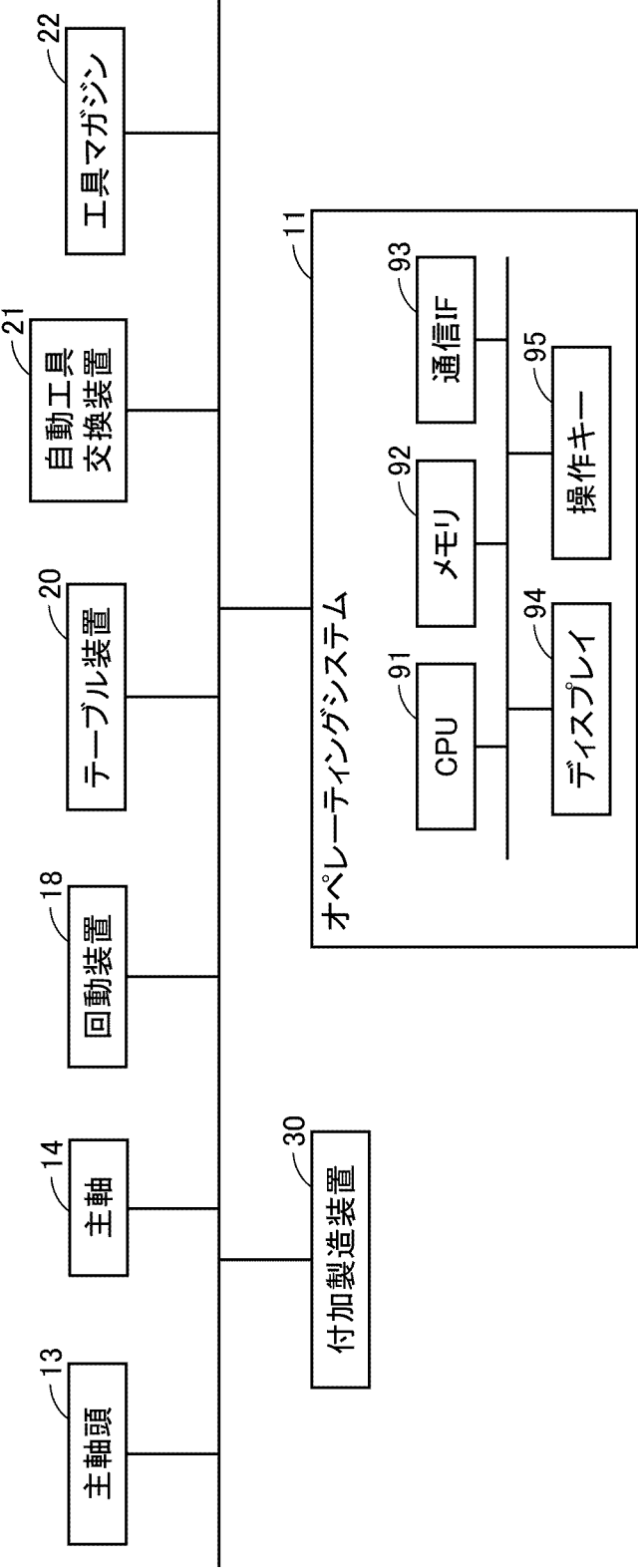
FIG.11



[図12]

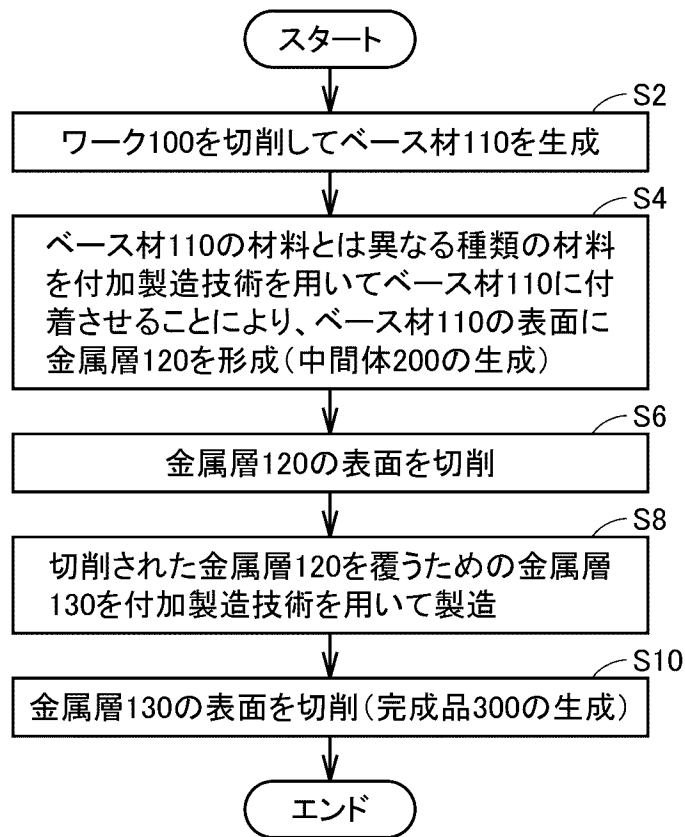
FIG.12

1



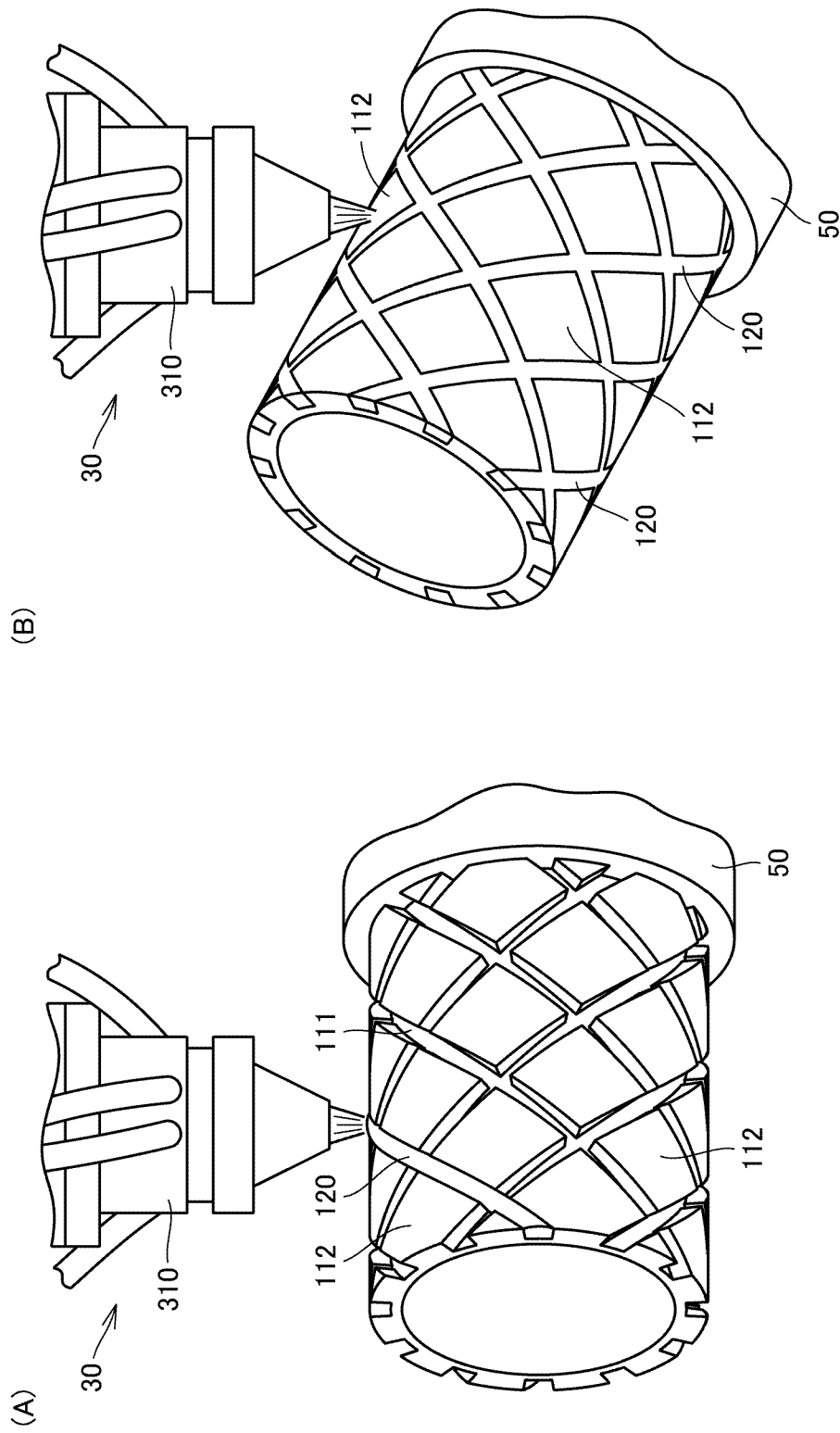
[図13]

FIG.13



[図14]

FIG.14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069795

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23P13/00(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/34(2014.01)i, B23K26/342(2014.01)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)

B23P13/00, B23K26/21, B23K26/34, B23K26/342

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-223013 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0009] to [0014]; fig. 1 to 2	1-5, 7-9 6, 10
X Y A	JP 2010-201430 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0015] to [0029]; fig. 1 to 4	1, 4-5, 7-9 6, 10 2-3
Y	JP 2010-47817 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraphs [0001] to [0003], [0014] to [0016]; fig. 1	6, 10

☐ 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
10 September 2015 (10.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2015/069795

JP 2010-223013 A	2010.10.07	(Family: none)
JP 2010-201430 A	2010.09.16	(Family: none)
JP 2010-47817 A	2010.03.04	US 2010/0047470 A1 DE 102009038254 A1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23P13/00(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/34(2014.01)i, B23K26/342(2014.01)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（I P C））

Int.Cl. B23P13/00, B23K26/21, B23K26/34, B23K26/342

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2010-223013 A（本田技研工業株式会社）2010.10.07, 段落 0009-0014, 図 1-2	1-5, 7-9 6, 10
X Y A	JP 2010-201430 A（日産自動車株式会社）2010.09.16, 段落 0015-0029, 図 1-4	1, 4-5, 7-9 6, 10 2-3
Y	JP 2010-47817 A（パナソニック電工株式会社）2010.03.04, 段落 0001-0003, 0014-0016, 図 1	6, 10

☐ 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

1 0 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

五十嵐 康弘

3 C

3 6 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

JP 2010-223013 A	2010. 10. 07	ファミリーなし
JP 2010-201430 A	2010. 09. 16	ファミリーなし
JP 2010-47817 A	2010. 03. 04	US 2010/0047470 A1 DE 102009038254 A1