



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：加工機械

技術分野

[0001] この発明は、一般的には、加工機械に関し、より特定のには、付加加工が可能な加工機械に関する。

背景技術

[0002] 従来の加工機械に関して、たとえば、特開２００４－３１４１６８号公報には、母材に割れを発生させることなく、迅速かつ正確に肉盛することを目的とした、ポンプ機器類のレーザ肉盛装置が開示されている（特許文献１）。特許文献１に開示されたレーザ肉盛装置は、アルゴンガスをキャリアガスとして金属材料（粉末）を供給する粉末供給機と、供給された金属材料をアルゴンガスと均一に混合し、同時にシールドガスとしてアルゴンおよび窒素の混合ガスを用いる過流式粉末供給ノズルと、過流式粉末供給ノズルを移動させる多軸ロボットとを有する。

[0003] また、特開２０１２－２０６１３７号公報には、人手を介さずに容易に肉盛溶接することを目的とした、補修装置が開示されている（特許文献２）。特許文献２に開示された補修装置は、材料供給部と、レーザスポット光を照射するレーザ装置と、多関節のアームを有し、レーザスポット光を３次元方向に移動させる溶接ロボットとを有する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００４－３１４１６８号公報
特許文献２：特開２０１２－２０６１３７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 材料を付着することによってワークに３次元形状を作成するものとして、付加加工法（Additive manufacturing）がある。他方、材料を除去すること

によってワークに３次元形状を作成するものとして、除去加工法（Subtractive manufacturing）がある。付加加工では、加工前後でワークの質量が増加し、除去加工では、加工前後でワークの質量が減少する。

[0006] ワークの加工に際しては、それぞれの加工法の特徴を考慮しながら、付加加工および除去加工を適宜選択して用いる。しかしながら、除去加工のための工作機械とは別に、付加加工のための加工機械を始めから設備しようとすると、設備費用が高コストとなる。

[0007] そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、低コストで設備可能な付加加工用の加工機械を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明の１つの局面に従った加工機械は、付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、除去加工が可能な工作機械に連結可能に設けられる連結部と、連結部が工作機械に連結された場合に工作機械の加工エリア内に位置決めされ、材料を吐出する付加加工用ヘッドとを備える。

[0009] この発明の別の局面に従った加工機械は、第１の付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、第１の付加加工とは異なる種類の第２の付加加工が可能な付加加工機械に連結可能に設けられる連結部と、連結部が付加加工機械に連結された場合に付加加工機械の加工エリア内に位置決めされ、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射することにより第１の付加加工を行なう付加加工用ヘッドと、付加加工用ヘッドに向けて材料粉末を供給する材料粉末供給装置と、ワークに対して照射するレーザ光を発振するレーザ発振装置とを備える。

発明の効果

[0010] この発明に従えば、低コストで設備可能な付加加工用の加工機械を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図１]この発明の実施の形態１における付加加工用の加工機械を示す斜視図である。

[図2]図1中の加工機械と、図1中の加工機械が連結される除去加工用の工作機械を示す斜視図である。

[図3]付加加工時のワーク表面を拡大して示す断面図である。

[図4]図2中の工作機械に対する加工機械の連結部の連結構造を示す断面図である。

[図5]付加加工および除去加工に伴って変化するワークの形態を示す図である。

[図6]図5中のワークの加工方法の第1工程を模式的に表す図である。

[図7]図5中のワークの加工方法の第2工程を模式的に表す図である。

[図8]図5中のワークの加工方法の第3工程を模式的に表す図である。

[図9]図5中のワークの加工方法の第4工程を模式的に表す図である。

[図10]図5中のワークの加工方法の第5工程を模式的に表す図である。

[図11]図5中のワークの加工方法の第6工程を模式的に表す図である。

発明を実施するための形態

[0012] この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

[0013] (実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1における付加加工用の加工機械を示す斜視図である。図2は、図1中の加工機械と、図1中の加工機械が連結される除去加工用の工作機械を示す斜視図である。

[0014] 図1および図2を参照して、工作機械70は、ワークの除去加工（SM（Subtractive manufacturing）加工）を行なう。本実施の形態における加工機械10は、工作機械70に連結されることによって、ワークの付加加工（AM（Additive manufacturing）加工）を行なう。

[0015] まず、加工機械10の全体構造について説明する。加工機械10は、付加加工用ヘッド31およびヘッド駆動機構部（不図示）を有する。付加加工用ヘッド31は、ワークに対して材料粉末の吐出とともにレーザ光を照射する

ことにより付加加工を行なう（指向性エネルギー堆積法（Directed Energy Deposition））。ヘッド駆動機構部は、各種の送り機構や案内機構、サーボモータ等から構成されている。

[0016] 付加加工用ヘッド３１は、ヘッド駆動機構部により、鉛直方向に延びるＸ軸方向と、Ｘ軸に直交し、水平方向に延びるＹ軸方向と、Ｘ軸およびＹ軸に直交し、水平方向に延びるＺ軸方向とに移動可能に設けられている。付加加工用ヘッド３１は、さらに、ヘッド駆動機構部により、Ｙ軸に平行な中心軸を中心に旋回可能に設けられている（Ｂ軸旋回）。これにより、付加加工用ヘッド３１による加工位置を、３次元的に移動させるとともに、ワークに対してレーザ光を照射する向きを変更することができる。

[0017] 付加加工用ヘッド３１の構造についてより具体的に説明すると、付加加工用ヘッド３１は、本体部３２およびレーザ光出射部３３を有する。

[0018] 本体部３２は、後述するヘッド支持用筒２５の先端に、Ｂ軸旋回可能な状態で固定されている。本体部３２には、後述する材料粉末供給装置６１から供給された材料粉末が導入され、後述するレーザ発振装置６２で発振されたレーザ光が導入される。本体部３２には、コリメーションレンズや反射鏡等が内蔵されており、本体部３２に導入されたレーザ光は、レーザ光出射部３３に向けて導かれる。

[0019] レーザ光出射部３３には、開口部３５が形成されており、その開口部３５を通じてレーザ光が出射され、材料粉末が吐出される。開口部３５は、付加加工用ヘッド３１の旋回軸（Ｂ軸）からその半径方向に距離を隔てた位置で開口している。レーザ光出射部３３には、光学部品３４が内蔵されている。光学部品３４は、レーザ光をワーク上に集光するための部品（集光レンズやミラー等）であり、ワークにおけるレーザ光の照射領域を定めている。開口部３５は、光学部品３４からワークに向かうレーザ光が通過可能な開口形状を有する。

[0020] レーザ光出射部３３は、本体部３２に対して着脱可能に設けられてもよい。この場合、互いに異なる種類の光学部品３４を内蔵する複数のレーザ光出

射部 33 を準備することによって、本体部 32 に、実行する付加加工に適したレーザ光出射部 33 を装着することができる。光学部品 34 の種類によって、ワークにおけるレーザ光の照射領域の形状（たとえば、円領域または矩形領域）や、大きさ（たとえば、 $\phi 2\text{ mm}$ または $\phi 4\text{ mm}$ ）が異なるものとなる。

[0021] 図 3 は、付加加工時のワーク表面を拡大して示す断面図である。図 3 を参照して、ヘッド駆動機構部（不図示）により、開口部 35 の開口面をワーク 40 の表面に対面させたまま、付加加工用ヘッド 31 をワーク 40 に対して走査する。このとき、付加加工用ヘッド 31 の開口部 35 からワーク 40 に向けて、レーザ光 311 と、材料粉末 312 と、シールドおよびキャリア用のガス 313 とが吐出される。これにより、ワーク 40 の表面に溶融点 314 が形成され、その結果、材料粉末 312 が溶着する。

[0022] 具体的には、ワーク 40 の表面に肉盛層 316 が形成される。肉盛層 316 上には、肉盛素材 315 が盛られる。肉盛素材 315 が冷却されると、ワーク 40 の表面に加工可能な層が形成された状態となる。

[0023] なお、レーザ光 311 に替えて、電子ビームが用いられてもよい。材料粉末としては、アルミニウム合金およびマグネシウム合金等の金属粉末や、セラミック粉末を利用することができる。

[0024] 図 1 および図 2 を参照して、加工機械 10 は、連結部 21、ヘッド支持用筒 25 および前面カバー 23 をさらに有する。

[0025] 連結部 21 は、工作機械 70 に連結可能に設けられている。連結部 21 は、Y 軸方向から見た場合に、工作機械 70 に形成された開口部 73 の開口面に対応する形状（本実施の形態では、矩形形状）を有する。工作機械 70 に対する連結部 21 の連結構造については、後で詳細に説明する。

[0026] 連結部 21 は、全体として、略直方体形状を有する。連結部 21 は、Y 軸方向に面する前面部 21m と、前面部 21m と交わる方向に延在する側面部 21n とを有する。前面部 21m は、帯状に縁部を残してその内側で開口する。前面カバー 23 は、前面部 21m の開口部を塞ぐように設けられている。

。

- [0027] ヘッド支持用筒 25 は、前面カバー 23 から Y 軸方向に筒状（円筒状）に突出し、その突出する先端に付加加工用ヘッド 31 が設けられている。付加加工用ヘッド 31 は、ヘッド支持用筒 25 を介してヘッド駆動機構部（不図示）に接続されている。前面カバー 23 は、パネル式のテレスコカバーであり、付加加工用ヘッド 31（ヘッド支持用筒 25）の X 軸方向および Z 軸方向における移動を許容する。
- [0028] 加工機械 10 は、台車部 51 を有する。台車部 51 は、複数の車輪 52 を有し、移動可能に設けられている。付加加工用ヘッド 31 および連結部 21 は、台車部 51 に搭載されている。
- [0029] 加工機械 10 は、材料粉末供給装置 61、レーザ発振装置 62 および管部材 63 をさらに有する。材料粉末供給装置 61 は、付加加工に用いられる材料粉末を貯留する材料粉末タンクと、材料粉末とキャリアガスとを混合する混合部とを有し、付加加工用ヘッド 31 に向けて材料粉末を供給する。レーザ発振装置 62 は、付加加工に用いられるレーザ光を発振する。管部材 63 には、レーザ発振装置 62 からのレーザ光を付加加工用ヘッド 31 に向けて導くための光ファイバと、材料粉末供給装置 61 より供給された材料粉末を付加加工用ヘッド 31 に向けて導くための配管とが収容されている。
- [0030] 材料粉末供給装置 61 およびレーザ発振装置 62 は、台車部 51 に搭載されている。これにより、加工機械 10 は、材料粉末供給装置 61 およびレーザ発振装置 62 が一体となった付加加工用ユニットとして移動可能に設けられている。
- [0031] 加工機械 10 は、不活性ガス供給部（不図示）および環境計測装置（不図示）をさらに有する。不活性ガス供給部は、付加加工時にワークに向けて噴出される不活性ガス（図 3 中のシールドおよびキャリア用のガス 313）の供給源として設けられている。好ましくは、不活性ガス供給部は、台車部 51 に搭載されている。
- [0032] 環境計測装置は、工作機械 70 の加工エリア内の環境を計測する。そのよ

うな環境計測装置の一例としては、酸素濃度センサ、湿度センサまたは温度センサが挙げられる。好ましくは、これらのセンサは、付加加工用ヘッド 31 に取り付けられている。

[0033] 材料粉末にチタン (Ti) やアルミニウム (Al) を用いる場合、酸素雰囲気中で付加加工を行なうと、材料の酸化によってワーク中に気泡が残留したり、特に材料粉末として微粉末を使用する場合には、急激な酸化により付加加工の実行の妨げとなるおそれがある。酸素濃度センサは、このような懸念を解消するために、工作機械 70 の加工エリア内の酸素濃度を計測する。また、アルミニウムからなる材料粉末は、水分と反応した発熱する。湿度センサは、このような材料粉末の発熱を防ぐために、工作機械 70 の加工エリア内の湿度を計測する。温度センサは、レーザ光の照射による加熱部の温度を測定するために設けられる。温度センサとして、たとえば、放射温度計が用いられる。

[0034] なお、加工機械 10 によって実行される付加加工は、上述の指向性エネルギー堆積法に限られず、たとえば、ワークに溶融した熱可塑性樹脂を積層して 3 次元形状を作成する材料押出法や、粉末床の表面付近を熱により選択的に溶融・固化して積層する粉末床溶融結合法であってもよい。

[0035] 続いて、加工機械 10 が連結される工作機械 70 の全体構造について説明する。工作機械 70 は、ワークを回転させ、そのワークに工具を接触させることによって加工を行なう旋盤である。

[0036] 工作機械 70 は、ベッド (不図示)、主軸台 80、心押台 89 および刃物台 84 を有する。

[0037] ベッドは、上記に挙げた他の部品を支持する基礎部分であり、工場などの据付け面に設置される。ベッドは、鋳鉄などの金属から形成されている。

[0038] ベッドには、主軸台 80 および心押台 89 が取り付けられている。主軸台 80 および心押台 89 は、Z 軸方向において、互いに対向して設けられている。主軸台 80 は、ワークを回転させるための主軸 81 を有する。主軸 81 は、Z 軸に平行な中心軸を中心に回転可能に設けられている。主軸 81 には

、ワークを着脱可能に保持するためのチャック機構が設けられている。心押台 89 は、主軸台 80 に長尺のワークが装着された場合に、そのワークの端部を支持する機能を有する。

[0039] 刃物台 84 は、図示しないサドル等によりベッド上に支持されている。刃物台 84 は、サドル等に設けられた各種の送り機構や案内機構、サーボモータなどにより、X a 軸方向、Y a 軸方向および Z 軸方向に移動可能に設けられている。なお、X a 軸は、Z 軸に直交し、水平方向に対して 45 度をなす方向に延びる。Y a 軸は、X a 軸および Z 軸に直交し、水平方向に対して 45 度をなす方向に延びる。

[0040] 刃物台 84 は、旋削加工のための複数の固定工具を装着する。刃物台 84 は、いわゆるタレット形であり、複数の固定工具が放射状に取り付けられ、旋回割り出しを行なう。

[0041] より具体的には、刃物台 84 は、旋回部 85 を有する。旋回部 85 は、Z 軸に平行な中心軸を中心に旋回可能に設けられている。その中心軸を中心にその周方向に間隔を隔てた位置には、固定工具を保持するための工具ホルダが取り付けられている。旋回部 85 が旋回することによって、工具ホルダに保持された固定工具が周方向に移動し、旋削加工に用いられる固定工具が割り出される。

[0042] 工作機械 70 は、スプラッシュガード 71 をさらに有する。スプラッシュガード 71 は、ワークの加工エリアを区画形成するとともに、工作機械 70 の外観をなすカバー体として設けられている。

[0043] スプラッシュガード 71 は、扉部 72 および被連結部 76 を有する。扉部 72 は、ワークの加工エリアを区画形成するカバー体の一部であり、開閉可能に設けられている。本実施の形態では、扉部 72 が、Z 軸方向に移動可能なスライド式の扉として設けられている。扉部 72 が閉状態とされることによって、加工エリアが閉塞され、扉部 72 が開状態とされることによって、外部から加工エリア内に通じる開口部 73 が形成される。本実施の形態では、開口部 73 が、Y 軸方向に面して開口している。開口部 73 は、矩形形状

の開口面を有する。

[0044] 被連結部 7 6 は、開口部 7 3 の開口面を形成する額縁形状を有する。被連結部 7 6 は、加工機械 1 0 の連結部 2 1 が連結される部位である。被連結部 7 6 は、前面部 7 6 m および側面部 7 6 n を有する。前面部 7 6 m および側面部 7 6 n は、開口部 7 3 の開口面の周りで、加工機械 1 0 の連結部 2 1 を受け入れるための凹形状をなしている。

[0045] 工作機械 7 0 は、操作パネル 8 8 をさらに有する。操作パネル 8 8 は、工作機械 7 0 を操作する際に用いられる各種のボタンやスイッチ、工作機械 7 0 における加工状態等を示す表示部などを含む。本実施の形態では、操作パネル 8 8 が、加工機械 1 0 の操作パネルを兼ねている。すなわち、付加加工時、操作パネル 8 8 での操作に対応した制御信号が、後述する電気コネクタ部 7 7 p および電気コネクタ部 7 7 q を通じて加工機械 1 0 側に伝達され、付加加工用ヘッド 3 1 が動作する。

[0046] 図 4 は、図 2 中の工作機械に対する加工機械の連結部の連結構造を示す断面図である。図中には、水平面で切断した場合に得られる連結構造の横断面が示されている。

[0047] 図 1、図 2 および図 4 を参照して、ワークの付加加工を行なう場合、加工機械 1 0 の連結部 2 1 が、工作機械 7 0（被連結部 7 6）に連結される。付加加工用ヘッド 3 1 は、開口部 7 3 を通じて工作機械 7 0 の加工エリア 2 0 0 に位置決めされる。

[0048] 連結部 2 1 は、被連結部 7 6 の前面部 7 6 m および側面部 7 6 n がなす凹部に嵌合される。連結部 2 1 の前面部 2 1 m と被連結部 7 6 の前面部 7 6 m とが面接触し、連結部 2 1 の側面部 2 1 n と被連結部 7 6 の側面部 7 6 n とが面接触する。このような構成により、工作機械 7 0 に対する加工機械 1 0 の位置決めがなされると同時に、工作機械 7 0 の開口部 7 3 が連結部 2 1 によって閉塞される。

[0049] 連結部 2 1 および被連結部 7 6 の嵌め合わせが容易となるように、連結部 2 1 および被連結部 7 6 は、付加加工用ヘッド 3 1 の進入方向に沿って先細

りとなるテーパ構造を有してもよい。また、工作機械 70 に対する加工機械 10 の位置決め機構は、連結部 21 および被連結部 76 の嵌め合わせ構造に限られず、たとえば、位置決めピンを用いた位置決め機構が用いられてもよい。

[0050] 付加加工時における加工エリア 200 の密閉性を高めるために、前面部 21 m および前面部 76 m の接触面と、側面部 21 n および側面部 76 n の接触面との少なくともいずれか一方に、シール部材が設けられてもよい。

[0051] 加工機械 10 および工作機械 70 には、付加加工時に連結部 21 が工作機械 70 に連結された状態をロックするためのロック機構が設けられている。

[0052] ロック機構のより具体的な構造について説明すると、連結部 21 には、ピン挿入孔 26 が形成されている。ピン挿入孔 26 は、側面部 21 n に開口する有底の孔として設けられている。工作機械 70 は、ロックピン 78 およびロックピン駆動機構部（不図示）をさらに有する。ロックピン 78 は、被連結部 76 に設けられている。ロックピン駆動機構部は、ロックピン 78 が被連結部 76 に内蔵される状態と、ロックピン 78 が側面部 76 n から突出する状態との間で、ロックピン 78 を動作させる。

[0053] 連結部 21 が工作機械 70 の被連結部 76 に連結される前、ロックピン 78 は、被連結部 76 に内蔵された状態とされる。連結部 21 が工作機械 70 の被連結部 76 に連結されると、ロックピン 78 が、側面部 76 n から突出する状態に動作される。このとき、ロックピン 78 がピン挿入孔 26 に挿入されることによって、連結部 21 が工作機械 70 に連結された状態がロックされる。

[0054] なお、加工機械 10 が連結される工作機械 70 の部位は、開口部 73 の周りに設けられた上記被連結部 76 に限られず、開口部 73 から離れた位置（たとえば、閉状態とされた扉部 72 よりも下方に位置するスプラッシュガード 71 の部分）であってもよい。また、加工機械 10 が連結される工作機械 70 の部位は、スプラッシュガード 71 に限られず、たとえば、工作機械 70 のベッドであってもよい。ベッドは高剛性を備えるため、付加加工の間、

工作機械 70 に対する加工機械 10 の位置精度をより確実に維持することができる。これらの場合、付加加工時の加工エリア 200 の密閉性を確保するために、加工機械 10 に開口部 73 を閉塞するための閉塞部材が設けられる。

[0055] 加工機械 10 には、付加加工時、工作機械 70 側から付加加工用ヘッド 31 の制御信号を伝達するための電気コネクタ部 77 p が設けられている。工作機械 70 には、電気コネクタ部 77 p が接続される電気コネクタ部 77 q が設けられている。

[0056] 電気コネクタ部 77 p は、連結部 21 に設けられている。電気コネクタ部 77 p は、連結部 21 の前面部 21 m に設けられている。電気コネクタ部 77 q は、被連結部 76 に設けられている。電気コネクタ部 77 q は、被連結部 76 の前面部 76 m に設けられている。電気コネクタ部 77 p は、連結部 21 が工作機械 70 の被連結部 76 に連結されるのに伴って、電気コネクタ部 77 q に接続される。

[0057] なお、本実施の形態では、加工機械 10 および工作機械 70 の間の電気インターフェイスとして、自動接続される電気コネクタ部 77 p および電気コネクタ部 77 q を用いた構造について説明したが、これに限られず、手動によるケーブル接続構造を用いてもよい。

[0058] ワークの付加加工を行なう場合、まず、加工対象となるワークが主軸台 80 に装着された状態の工作機械 70 において、扉部 72 を開状態とし、開口部 73 を形成する。加工機械 10 を、工作機械 70 に対して Y 軸方向から接近させる。付加加工用ヘッド 31 を、開口部 73 を通じて加工エリア 200 に進入させる。加工機械 10 の連結部 21 を工作機械 70 の被連結部 76 に嵌合させる。ロックピン 78 を動作させてピン挿入孔 26 に挿入する。

[0059] このように本実施の形態における加工機械 10 においては、連結部 21 を工作機械 70 に連結し、付加加工用ヘッド 31 を工作機械 70 の加工エリア 200 に位置決めすることにより、工作機械 70 の加工エリア 200 においてワークの付加加工を行なう。これにより、工作機械 70 とは別に、付加加

工のための加工機械を始めから設備する場合と比較して、設備費用を低コストにできる。

[0060] なお、本実施の形態では、加工機械 10 が連結される工作機械 70 が旋盤である場合について説明したが、本発明はこれに限られない。たとえば、ミーリング機能を有するマシニングセンタに加工機械 10 を連結してもよいし、旋削機能とミーリング機能とを有する複合加工機に加工機械 10 を連結してもよいし、付加加工および除去加工の両方を行なうことが可能な AM/SMM ハイブリッド加工機械に加工機械 10 を連結してもよい。

[0061] また、加工機械 10 を、除去加工が可能な工作機械ではなく、加工機械 10 で実行される付加加工とは異なる種類の付加加工が可能な付加加工機械に連結してもよい。この場合、たとえば、指向性エネルギー堆積法による付加加工が可能な加工機械 10 を、粉末床溶融結合法による付加加工が可能な付加加工機械に連結する。

[0062] 付加加工のための各種装置を備えた加工機械 10 は、高価である。このため、1 台の加工機械 10 を、複数台の工作機械に対して選択的に連結することによって、低コストな設備投資で、多種のワーク加工が可能となる。

[0063] 加工機械 10 は、連結部 21 の高さを変更するための高さ調整機構部を有してもよい。高さ調整機構部は、たとえば、台車部 51 に設けられる油圧ジャッキ構造や、連結部 21 を高さ方向にスライドさせるための送り機構や案内機構、サーボモータ等により実現される。このような構成により、加工機械 10 を連結する工作機械に合わせて、連結部 21 の高さを変更することができる。

[0064] 以上に説明した、この発明の実施の形態 1 における加工機械 10 の構造についてまとめて説明すると、本実施の形態における加工機械 10 は、付加加工が可能な加工機械である。加工機械 10 は、除去加工が可能な工作機械 70 に連結可能に設けられる連結部 21 と、連結部 21 が工作機械 70 に連結された場合に工作機械 70 の加工エリア 200 内に位置決めされ、材料を吐出する付加加工用ヘッド 31 とを備える。

[0065] このように構成された、この発明の実施の形態１における加工機械１０によれば、低コストで設備可能な付加加工用の加工機械を実現することができる。

[0066] （実施の形態２）

本実施の形態では、実施の形態１における加工機械１０を用いて、ワークの付加加工および除去加工を連続的に行なう加工方法の一例について説明する。

[0067] 図５は、付加加工および除去加工に伴って変化するワークの形態を示す図である。図５を参照して、まず、母材４２を準備する。母材４２は、円盤形状を有する。次に、付加加工により、母材４２の端面上に肉盛部４３を形成する。肉盛部４３は、円柱形状を有する。次に、除去加工により、肉盛部４３の外周面にネジ部４４を形成する。最後に、母材４２および肉盛部４３の間を分離することにより、ネジ部４４が形成された最終製品４７を得る。

[0068] 図６から図１１は、図５中のワークの加工方法の工程を模式的に表す図である。なお、図中に示す工作機械７０は、図２中の心押台８９に替えて、主軸台８２を有する。主軸台８０および主軸台８２は、Ｚ軸方向において、互いに対向して設けられている。主軸台８２は、ワークを回転させるための主軸８３を有する。主軸８３は、Ｚ軸に平行な中心軸を中心に回転可能に設けられている。主軸８３には、ワークを着脱可能に保持するためのチャック機構が設けられている。

[0069] 図６を参照して、工作機械７０の加工エリア２００において、主軸台８０に母材４２が装着されている。工作機械７０の扉部７２を開状態とし、開口部７３を形成する。

[0070] 図７を参照して、加工機械１０を工作機械７０に接近させる。付加加工用ヘッド３１を開口部７３を通じて加工エリア２００に進入させる。加工機械１０の連結部２１を工作機械７０に連結する。

[0071] 図８を参照して、次に、操作パネル８８（図２を参照）を操作して、付加加工用ヘッド３１による付加加工を行なう。具体的には、付加加工用ヘッド

31を主軸台80に装着された母材42に接近させる。母材42に対してレーザ光を照射しつつ材料粉末を供給した状態で、付加加工用ヘッド31を母材42の端面上で走査することによって、肉盛部43を形成する。これにより、中間加工物46を得る。

[0072] 付加加工の完了後、工作機械70に対する加工機械10の連結を解除し、加工機械10を工作機械70から退避させる。工作機械70の扉部72を閉状態とする。

[0073] 図9を参照して、次に、操作パネル88（図2を参照）を操作して、刃物台84に装着された工具による除去加工を行なう。具体的には、刃物台84に装着された工具により、肉盛部43にネジ部44を形成する。

[0074] 図10を参照して、主軸81および主軸83の回転を同期させながら、主軸台80および主軸台82を接近させる。主軸83により、中間加工物46の肉盛部43の端部をチャッキングする。中間加工物46の両端が主軸台80および主軸台82により保持された状態で、母材42および肉盛部43の間を分離するための除去加工（突っ切り加工）を行なう。これにより、主軸台80に母材42が残り、主軸台82に最終製品47が残る。

[0075] 図11を参照して、工作機械70の扉部72を開状態とし、主軸台82から最終製品47を回収する。続いて、図6に示す工程に戻ることによって、ネジ部44が形成された最終製品47を連続的に製造することができる。

[0076] このように構成された、この発明の実施の形態2における加工機械10および加工方法によれば、実施の形態1に記載の効果を同様に奏することができる。

[0077] この発明の1つの局面に従った加工機械は、付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、除去加工が可能な工作機械に連結可能に設けられる連結部と、連結部が工作機械に連結された場合に工作機械の加工エリア内に位置決めされ、材料を吐出する付加加工用ヘッドとを備える。

[0078] このように構成された加工機械によれば、連結部を工作機械に連結し、付加加工用ヘッドを工作機械の加工エリア内に位置決めすることにより、工作

機械の加工エリア内でワークの付加加工を行なう。このため、低コストで設備可能な付加加工用の加工機械を実現することができる。

[0079] また好ましくは、付加加工用ヘッドは、扉部が開状態とされて形成された工作機械の開口部を通じて、加工エリア内に進入する。

[0080] このように構成された加工機械によれば、工作機械側の設計を大きく変更することなく、付加加工用ヘッドを工作機械の加工エリア内に位置決めすることができる。

[0081] また好ましくは、加工機械は、連結部が工作機械に連結されるのに伴って工作機械に接続され、工作機械側から付加加工用ヘッドの制御信号を伝達するための電気コネクタ部をさらに備える。

[0082] このように構成された加工機械によれば、電気コネクタ部を工作機械に接続する際の作業性を向上させることができる。

[0083] また好ましくは、加工機械は、付加加工用ヘッドを3次元的に移動させるヘッド駆動機構部をさらに備える。

[0084] このように構成された加工機械によれば、工作機械の加工エリア内のワークに対して、付加加工用ヘッドを自在に移動させることができる。

[0085] また好ましくは、加工機械は、連結部の高さを変更する高さ調整機構部をさらに備える。

[0086] このように構成された加工機械によれば、連結する工作機械に合わせて、連結部の高さを変更することができる。

[0087] また好ましくは、付加加工用ヘッドは、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射することにより付加加工を行なう。加工機械は、連結部および付加加工用ヘッドを搭載する台車部と、台車部に搭載され、付加加工用ヘッドに向けて材料粉末を供給する材料粉末供給装置と、台車部に搭載され、ワークに対して照射するレーザ光を発振するレーザ発振装置とを備える。

[0088] このように構成された加工機械によれば、材料粉末供給装置およびレーザ発振装置が一体となった付加加工用ユニットを、台車部により移動させるこ

とができる。

[0089] また好ましくは、付加加工用ヘッドは、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射する時に、ワークに向けて不活性ガスを噴出する、加工機械は、ワークに向けて噴出される不活性ガスの供給源となる不活性ガス供給部と、工作機械の加工エリア内の環境を計測する環境計測装置とを備える。

[0090] このように構成された加工機械によれば、さらに不活性ガス供給部および環境計測装置が一体となった付加加工用ユニットとして、加工機械を扱うことができる。

[0091] この発明の別の局面に従った加工機械は、第1の付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、第1の付加加工とは異なる種類の第2の付加加工が可能な付加加工機械に連結可能に設けられる連結部と、連結部が付加加工機械に連結された場合に付加加工機械の加工エリア内に位置決めされ、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射することにより第1の付加加工を行なう付加加工用ヘッドと、付加加工用ヘッドに向けて材料粉末を供給する材料粉末供給装置と、ワークに対して照射するレーザ光を発振するレーザ発振装置とを備える。

[0092] このように構成された加工機械によれば、連結部を付加加工機械に連結し、付加加工用ヘッドを付加加工機械の加工エリア内に位置決めすることにより、付加加工機械の加工エリア内で、付加加工機械で行なう第2の付加加工とは異なる種類の第1の付加加工をワークに対して行なう。このため、低コストで設備可能な付加加工用の加工機械を実現することができる。

[0093] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて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。

産業上の利用可能性

[0094] この発明は、付加加工が可能な加工機械に適用される。

符号の説明

[0095] 10 加工機械、21 連結部、21m, 76m 前面部、21n, 76n 側面部、23 前面カバー、25 ヘッド支持用筒、26 ピン挿入孔、31 付加加工用ヘッド、32 本体部、33 レーザ光出射部、34 光学部品、35, 73 開口部、40 ワーク、42 母材、43 肉盛部、44 ネジ部、46 中間加工物、47 最終製品、51 台車部、52 車輪、61 材料粉末供給装置、62 レーザ発振装置、63 管部材、70 工作機械、71 スプラッシュガード、72 扉部、76 被連結部、77p, 77q 電気コネクタ部、78 ロックピン、80, 82 主軸台、81, 83 主軸、84 刃物台、85 旋回部、88 操作パネル、89 心押台、200 加工エリア、311 レーザ光、312 材料粉末、313 ガス、314 溶融点、315 肉盛素材、316 肉盛層。

請求の範囲

- [請求項1] 付加加工が可能な加工機械であって、
除去加工が可能な工作機械に連結可能に設けられる連結部と、
前記連結部が工作機械に連結された場合に工作機械の加工エリア内に位置決めされ、材料を吐出する付加加工用ヘッドとを備える、加工機械。
- [請求項2] 前記付加加工用ヘッドは、扉部が開状態とされて形成された工作機械の開口部を通じて、加工エリア内に進入する、請求項1に記載の加工機械。
- [請求項3] 前記連結部が工作機械に連結されるのに伴って工作機械に接続され、工作機械側から前記付加加工用ヘッドの制御信号を伝達するための電気コネクタ部をさらに備える、請求項1または2に記載の加工機械。
- [請求項4] 前記付加加工用ヘッドを3次元的に移動させるヘッド駆動機構部をさらに備える、請求項1から3のいずれか1項に記載の加工機械。
- [請求項5] 前記連結部の高さを変更する高さ調整機構部をさらに備える、請求項1から4のいずれか1項に記載の加工機械。
- [請求項6] 前記付加加工用ヘッドは、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射することにより付加加工を行ない、さらに、
前記連結部および前記付加加工用ヘッドを搭載する台車部と、
前記台車部に搭載され、前記付加加工用ヘッドに向けて材料粉末を供給する材料粉末供給装置と、
前記台車部に搭載され、ワークに対して照射するレーザ光を発振するレーザ発振装置とを備える、請求項1から5のいずれか1項に記載の加工機械。
- [請求項7] 前記付加加工用ヘッドは、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射する時に、ワークに向けて不活性ガスを噴出し、さらに、

ワークに向けて噴出される不活性ガスの供給源となる不活性ガス供給部と、

工作機械の加工エリア内の環境を計測する環境計測装置とを備える、請求項 6 に記載の加工機械。

[請求項 8]

第 1 の付加加工が可能な加工機械であって、

前記第 1 の付加加工とは異なる種類の第 2 の付加加工が可能な付加加工機械に連結可能に設けられる連結部と、

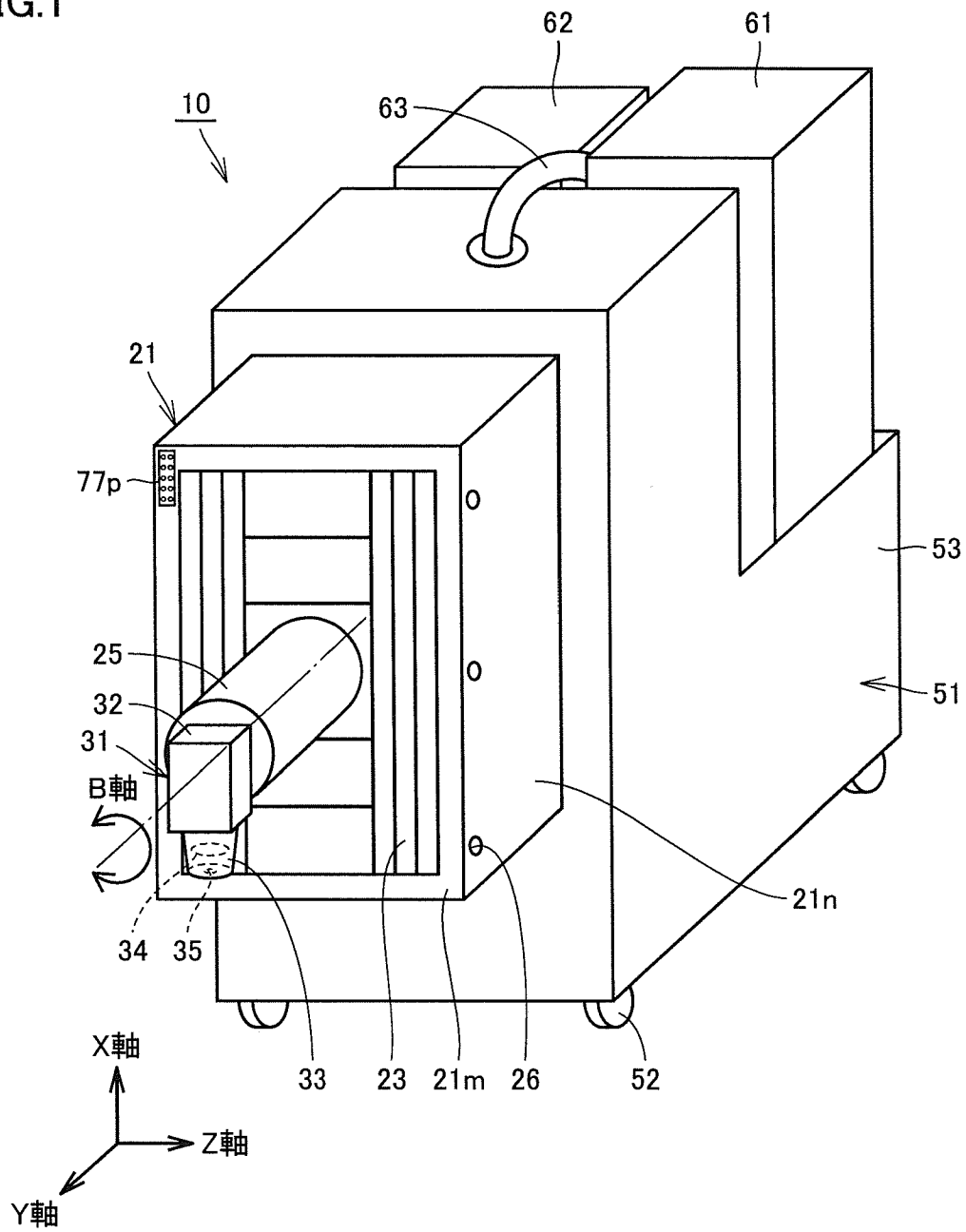
前記連結部が付加加工機械に連結された場合に付加加工機械の加工エリア内に位置決めされ、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにレーザ光を照射することにより前記第 1 の付加加工を行なう付加加工用ヘッドと、

前記付加加工用ヘッドに向けて材料粉末を供給する材料粉末供給装置と、

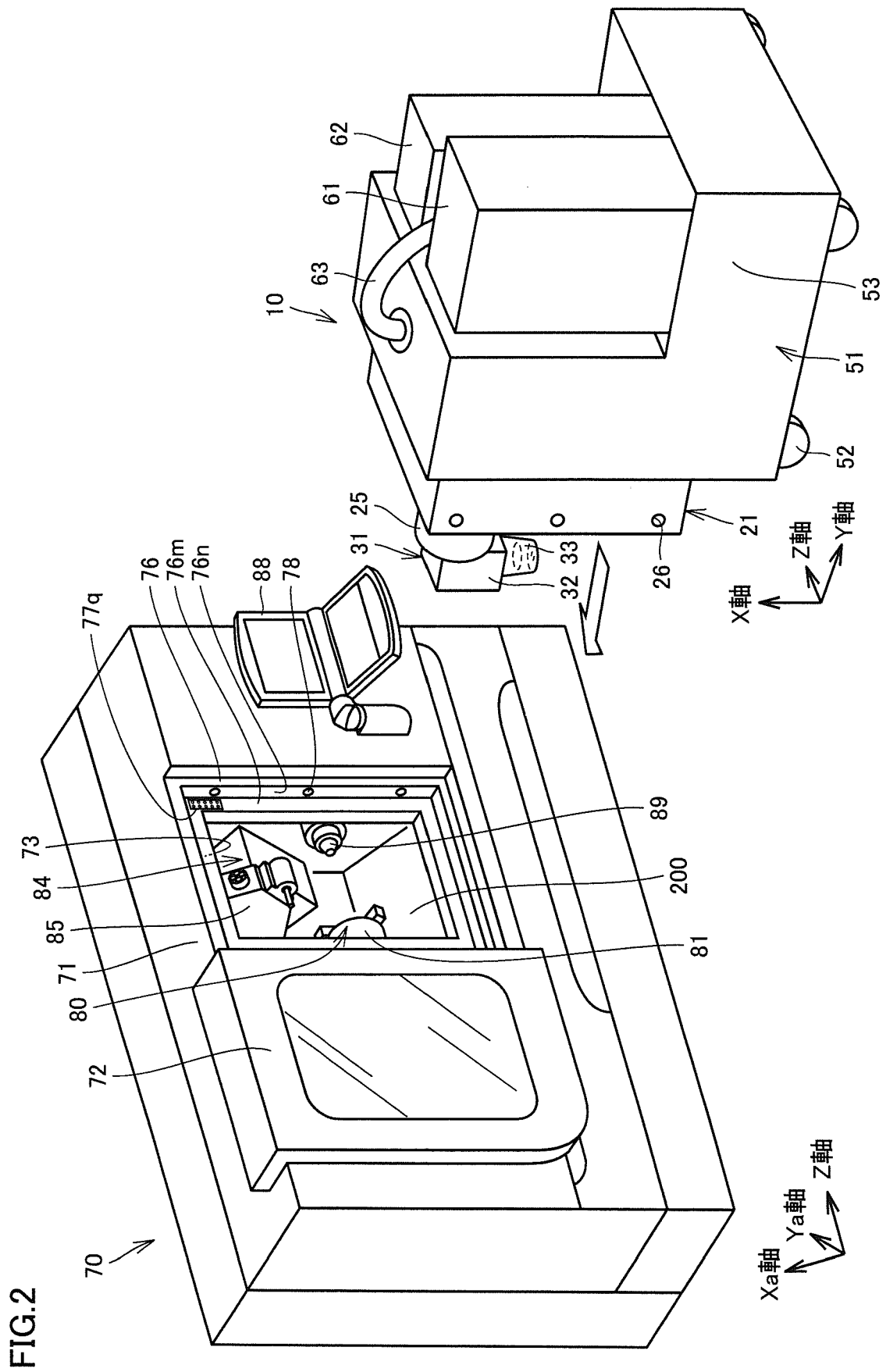
ワークに対して照射するレーザ光を発振するレーザ発振装置とを備える、加工機械。

[図1]

FIG.1

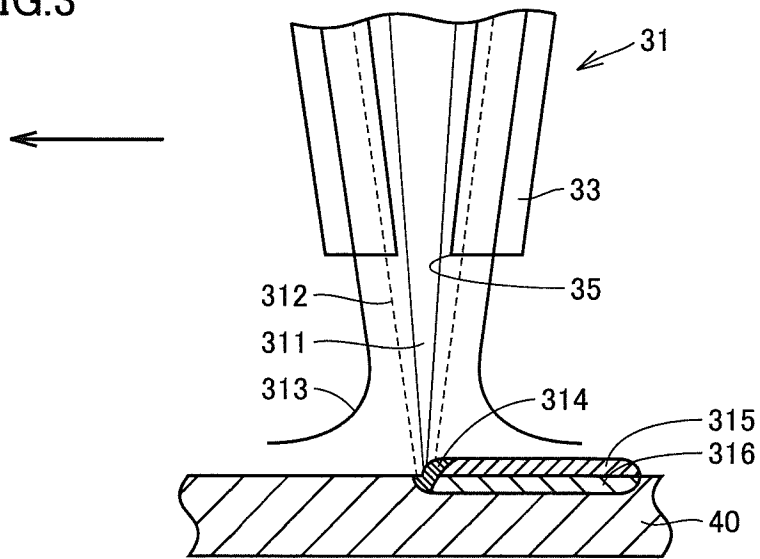


[図2]



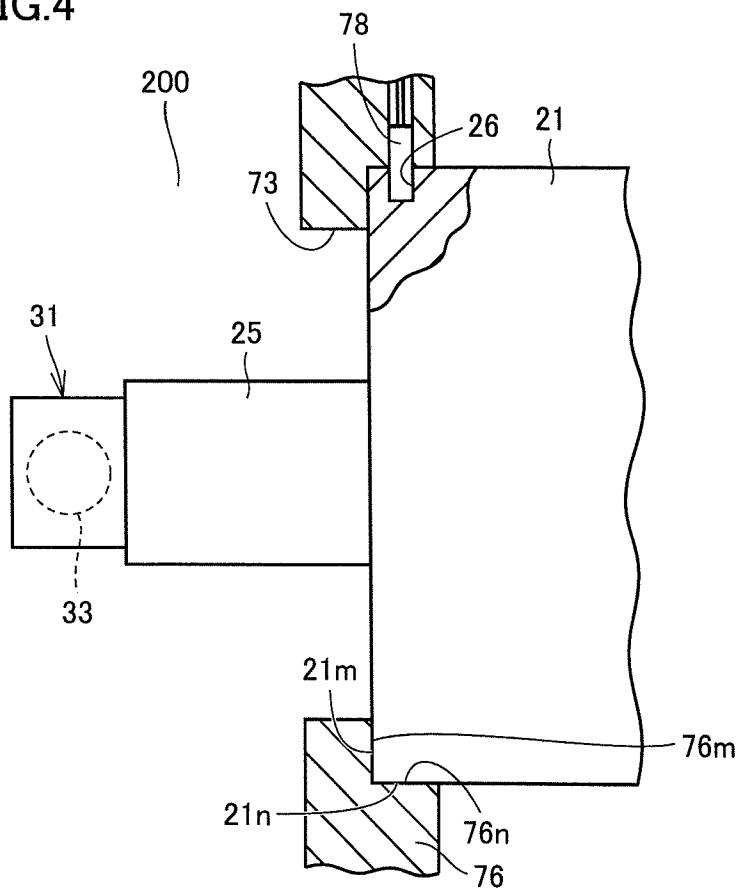
[図3]

FIG.3



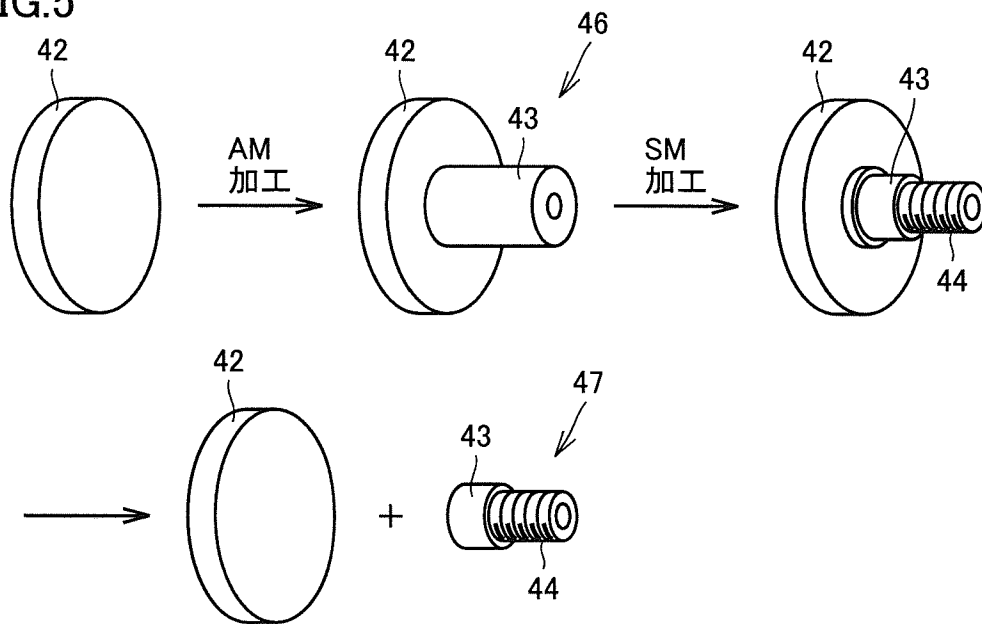
[図4]

FIG.4



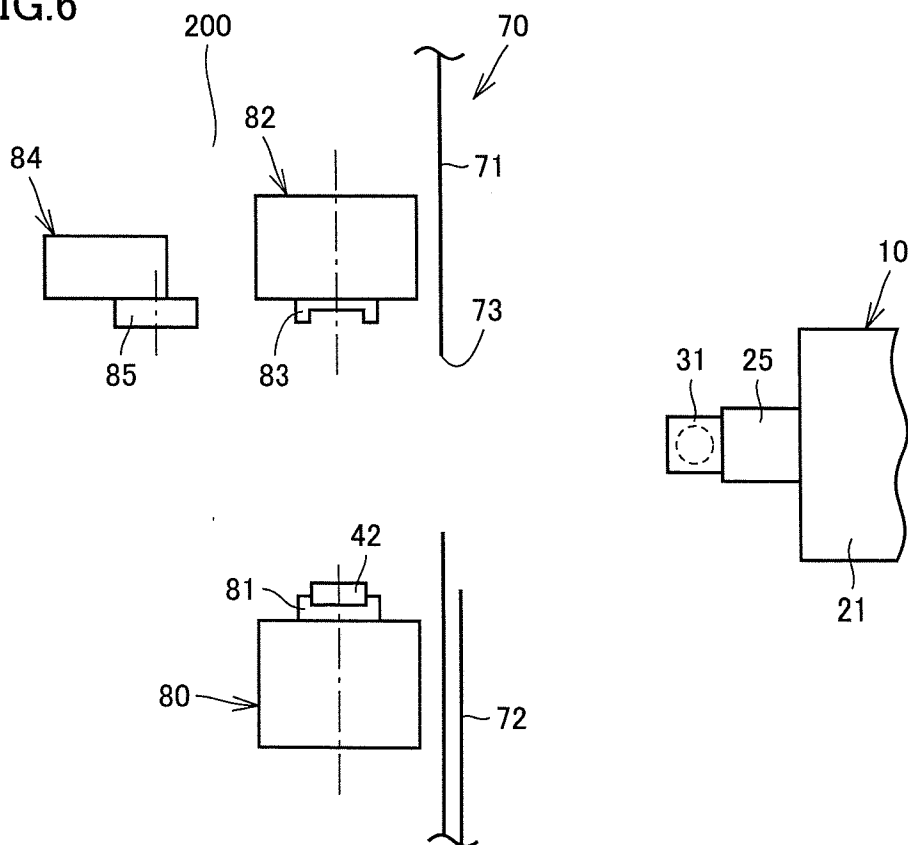
[図5]

FIG.5



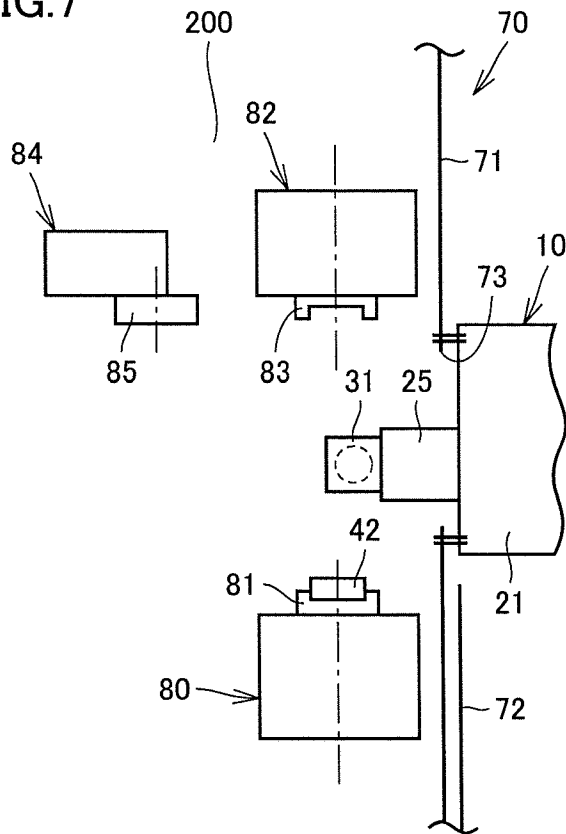
[図6]

FIG.6



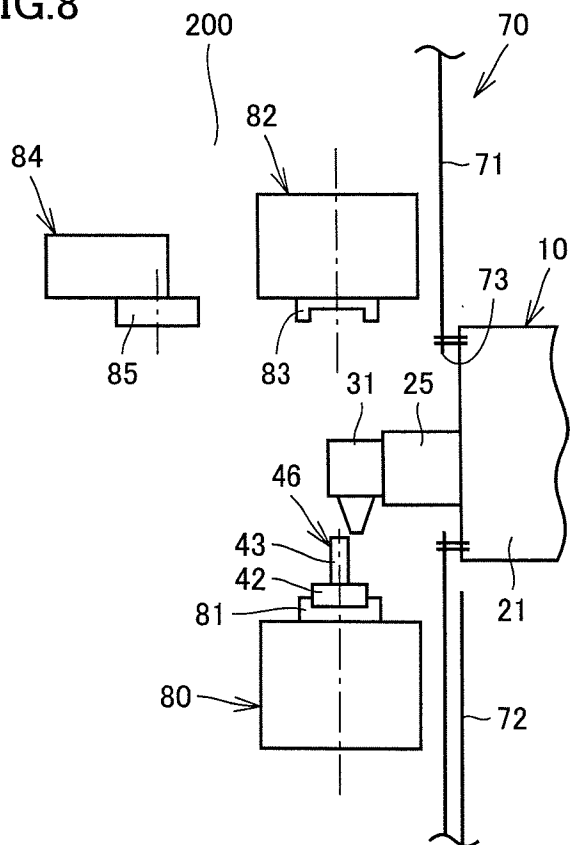
[図7]

FIG.7



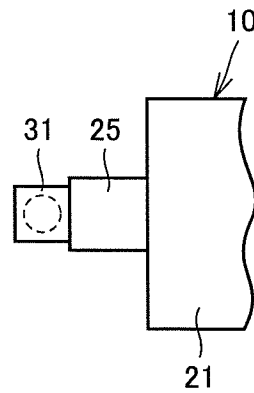
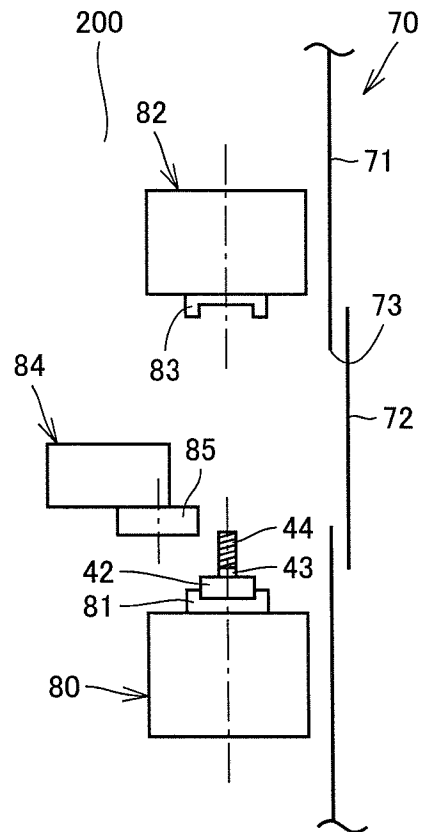
[図8]

FIG.8



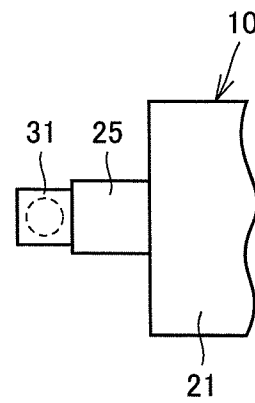
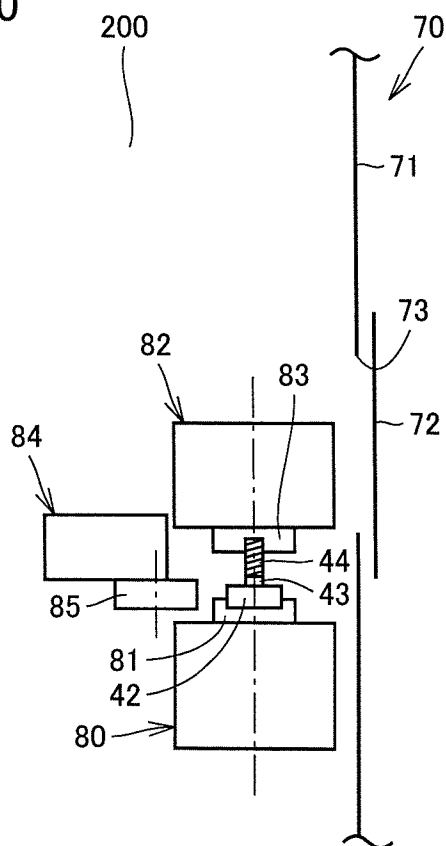
[図9]

FIG.9



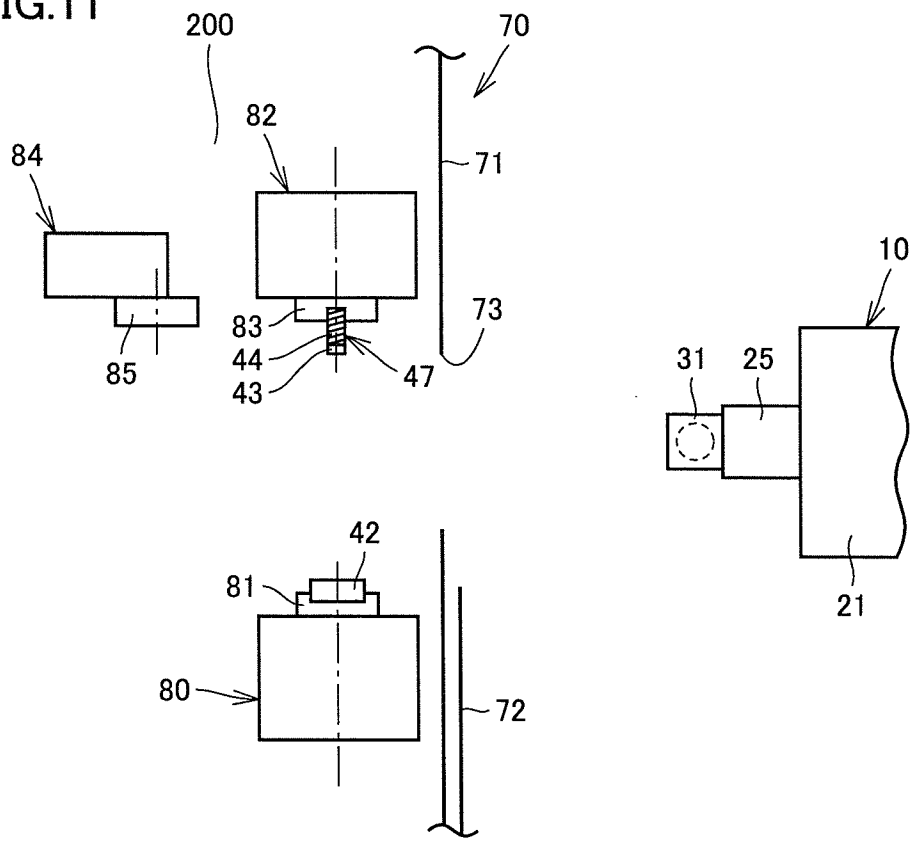
[図10]

FIG.10



[図11]

FIG.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23P23/04(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/34(2014.01)i, B23Q15/00(2006.01)i, B28B1/32(2006.01)i, B29C67/00(2006.01)i, B33Y30/00(2015.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23P23/04, B22F3/105, B22F3/16, B23K26/21, B23K26/34, B23Q15/00, B28B1/32, B29C67/00, B33Y30/00, B23Q37/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2012-206137 A (Toshiba Corp.), 25 October 2012 (25.10.2012), paragraphs [0011] to [0055]; fig. 1 to 11	1-8
A	US 5943750 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF MICHIGAN), 31 August 1999 (31.08.1999)	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 72112/1985 (Laid-open No. 190384/1986) (Murata Machinery Ltd.), 27 November 1986 (27.11.1986)	1-8
A	US 2002/0088318 A1 (WANG, Ching Chih), 11 July 2002 (11.07.2002)	1-8

☒ 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
12 April 2016 (12.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

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/JP2016/056950

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2015-196264 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 November 2015 (09.11.2015)	1-8
E, A	JP 5878604 B1 (Advanced Research for Manufacturing Systems, LLC), 08 March 2016 (08.03.2016)	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2016/056950

JP 2012-206137 A	2012.10.25	(Family: none)
US 5943750 A	1999.08.31	(Family: none)
Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 72112/1985 (Laid-open No. 190384/1986)	1986.11.27	(Family: none)
US 2002/0088318 A1	2002.07.11	(Family: none)
JP 2015-196264 A	2015.11.09	WO 2015/151839 A1
JP 5878604 B1	2016.03.08	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23P23/04(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/34(2014.01)i, B23Q15/00(2006.01)i, B28B1/32(2006.01)i, B29C67/00(2006.01)i, B33Y30/00(2015.01)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. B23P23/04, B22F3/105, B22F3/16, B23K26/21, B23K26/34, B23Q15/00, B28B1/32, B29C67/00, B33Y30/00, B23Q37/00

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 2012-206137 A (株式会社東芝) 2012. 10. 25, 段落 0011-0055, 図 1-11	1-8
A	US 5943750 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF MICHIGAN) 1999. 08. 31	1-8
A	日本国実用新案登録出願 60-72112 号(日本国実用新案登録出願公開 61-190384 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (村田機械株式会社) 1986. 11. 27	1-8

☑ 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 2 . 0 4 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 2 0 1 6

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

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	US 2002/0088318 A1 (WANG, Ching Chih) 2002.07.11	1-8
P, A	JP 2015-196264 A (三菱重工業株式会社) 2015.11.09	1-8
E, A	JP 5878604 B1 (アドバンスト・リサーチ・フォー・マニュファクチャリング・システムズ・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー) 2016.03.08	1-8

JP 2012-206137 A	2012. 10. 25	ファミリーなし
US 5943750 A	1999. 08. 31	ファミリーなし
日本国実用新案登録出願 60-72112 号(日本国実用新案 登録出願公開 61-190384 号)の 願書に添付した明細書及び図 面の内容を撮影したマイクロ フィルム	1986. 11. 27	ファミリーなし
US 2002/0088318 A1	2002. 07. 11	ファミリーなし
JP 2015-196264 A	2015. 11. 09	WO 2015/151839 A1
JP 5878604 B1	2016. 03. 08	ファミリーなし