

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5937249号
(P5937249)

(45) 発行日 平成28年6月22日 (2016. 6. 22)

(24) 登録日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)

(51) Int. Cl.	F I	
B 2 3 P 23/04 (2006. 01)	B 2 3 P 23/04	
B 2 3 B 3/22 (2006. 01)	B 2 3 B 3/22	
B 2 3 B 15/00 (2006. 01)	B 2 3 B 15/00	A
B 2 3 K 26/08 (2014. 01)	B 2 3 K 26/08	H
B 2 3 P 23/02 (2006. 01)	B 2 3 K 26/08	D
請求項の数 8 (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-57181 (P2015-57181)
 (22) 出願日 平成27年3月20日 (2015. 3. 20)
 審査請求日 平成28年2月24日 (2016. 2. 24)

(73) 特許権者 000146847
 DMG森精機株式会社
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 森 雅彦
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D
 MG森精機株式会社内
 (72) 発明者 目澤 雄平
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D
 MG森精機株式会社内
 (72) 発明者 高島 繁志
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D
 MG森精機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械であって、
 加工エリア内に設けられ、ワークを保持するワーク保持部と、
 加工エリア内に設けられ、ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部と、
 ワークの付加加工時に材料を吐出する付加加工用ヘッドと、
 加工エリアの内外の間におけるワークの搬送時にワークを把持するワーク把持部と、
 前記付加加工用ヘッドおよび前記ワーク把持部を装着可能なロボットアームとを備える
 、加工機械。

【請求項 2】

前記付加加工用ヘッドおよび前記ワーク把持部は、前記ロボットアームに着脱可能に設けられ、

前記付加加工用ヘッドは、ワークの付加加工時に前記ロボットアームに装着され、
 前記ワーク把持部は、加工エリアの内外の間におけるワークの搬送時に前記ロボットアームに装着される、請求項 1 に記載の加工機械。

【請求項 3】

加工エリア外に設けられ、前記付加加工用ヘッドを格納可能なストッカ部をさらに備える、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い、

前記付加加工用ヘッドは、

前記ロボットアームに装着される本体部と、

レーザ光を射出するとともに、ワークにおけるレーザ光の照射領域を規定し、前記本体部に着脱可能に設けられるレーザ光射出部とを有し、

前記ストッカ部には、規定するレーザ光の照射領域が互いに異なる複数の前記レーザ光射出部が格納される、請求項 3 に記載の加工機械。

【請求項 5】

負圧を発生させる負圧発生源に接続され、前記ロボットアームに装着可能な吸引ノズルをさらに備える、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の加工機械。

10

【請求項 6】

前記ロボットアームは、

加工エリアの内外の間で移動可能な移動機構部と、

前記移動機構部に支持される基部と、

前記基部に回動可能に連結され、前記付加加工用ヘッドおよび前記ワーク把持部を装着可能なアーム部とを有する、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】

前記ワーク保持部は、ワークを回転させる主軸台またはワークが固定されるテーブルである、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の加工機械。

【請求項 8】

20

前記工具保持部は、工具が固定される刃物台または工具を回転させる工具主軸である、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の加工機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、一般的には、加工機械に関し、より特定的には、ワークの除去加工および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。

30

【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。

40

【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（

50

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。それぞれの加工法の特性を生かして、付加加工および除去加工を組み合わせ、ワークの最終的な形状を得る加工が行われる。

【0006】

しかしながら、付加加工と除去加工とでは、別々の加工用具が用いられるため、ワークの加工工程が付加加工および除去加工の間で移行する際に時間を要する。ワークの加工開始から終了までの全体の加工時間を短縮し、加工機械の生産性を向上させるには、この移行時間を短くすることが求められる。また同時に、そのような加工機械の生産性を向上させるための手段は、新たな設備の追加を抑えて、簡易な構成で実現することが求められる。

10

【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、簡易な構成で、生産性の向上が図られる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】

この発明に従った加工機械は、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、加工エリア内に設けられ、ワークを保持するワーク保持部と、加工エリア内に設けられ、ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部と、ワークの付加加工時に材料を吐出する付加加工用ヘッドと、加工エリアの内外の間におけるワークの搬送時にワークを把持するワーク把持部と、付加加工用ヘッドおよびワーク把持部を装着可能なロボットアームとを備える。

20

【0009】

このように構成された加工機械によれば、ワークの付加加工時に材料を吐出する付加加工用ヘッドと、加工エリアの内外の間におけるワークの搬送時にワークを把持するワーク把持部とを装着可能なロボットアームを設けることによって、簡易な構成で、加工機械の生産性の向上を図ることができる。

【0010】

また好ましくは、付加加工用ヘッドおよびワーク把持部は、ロボットアームに着脱可能に設けられる。付加加工用ヘッドは、ワークの付加加工時にロボットアームに装着される。ワーク把持部は、加工エリアの内外の間におけるワークの搬送時にロボットアームに装着される。

30

【0011】

このように構成された加工機械によれば、ワークの搬送および付加加工に応じて、ロボットアームに付加加工用ヘッドおよびワーク把持部のいずれか一方を装着するため、ロボットアームの体格を小さくすることができる。

【0012】

また好ましくは、加工機械は、加工エリア外に設けられ、付加加工用ヘッドを格納可能なストッカ部をさらに備える。

40

【0013】

このように構成された加工機械によれば、除去加工時、付加加工用ヘッドを加工エリアから退避させることができる。

【0014】

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の吐出とともにレーザー光を照射することにより付加加工を行なう。付加加工用ヘッドは、ロボットアームに装着される本体部と、レーザー光を出射するとともに、ワークにおけるレーザー光の照射領域を規定し、本体部に着脱可能に設けられるレーザー光出射部とを有する。ストッカ部には、規定するレーザー光の照射領域が互いに異なる複数のレーザー光出射部が格納される。

【0015】

50

このように構成された加工機械によれば、ワークの付加加工に応じて、適当なレーザー光出射部を本体部を介してロボットアームに装着することができる。

【0016】

また好ましくは、加工機械は、負圧を発生させる負圧発生源に接続され、ロボットアームに装着可能な吸引ノズルをさらに備える。

【0017】

このように構成された加工機械によれば、吸引ノズルを装着するロボットアームを動作させることにより、付加加工時、加工エリア内で生じた材料屑等を吸引することができる。

【0018】

また好ましくは、ロボットアームは、加工エリアの内外の間で移動可能な移動機構部と、移動機構部に支持される基部と、基部に回動可能に連結され、付加加工用ヘッドおよびワーク把持部を装着可能なアーム部とを有する。

【0019】

このように構成された加工機械によれば、付加加工時、ワークに対して付加加工用ヘッドをアプローチさせる際の自由度を向上させることができる。

【0020】

また好ましくは、ワーク保持部は、ワークを回転させる主軸台またはワークが固定されるテーブルである。

【0021】

このように構成された加工機械によれば、ロボットアームに装着されたワーク把持部により、加工エリア内の主軸台またはテーブルと、加工エリア外との間で、ワークを搬送することができる。

【0022】

また好ましくは、工具保持部は、工具が固定される刃物台または工具を回転させる工具主軸である。

【0023】

このように構成された加工機械によれば、刃物台または工具主軸を備える加工機械において、上述のいずれかに記載の効果を奏することができる。

【発明の効果】

【0024】

以上に説明したように、この発明に従えば、簡易な構成で、生産性の向上が図られる加工機械を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】この発明の実施の形態1における加工機械を示す正面図である。

【図2】図1中の加工機械において、ストック部に格納されたワーク、ワーク把持部および付加加工用ヘッドを示す斜視図である。

【図3】図1中の加工機械が備えるロボットアームを示す斜視図である。

【図4】図1中の加工機械において、付加加工時の加工エリア内の様子を示す斜視図である。

【図5】図4中の2点鎖線Vで囲まれた範囲を拡大して示す断面図である。

【図6】図3中のロボットアームの利用に関する第1展開例を示す斜視図である。

【図7】図3中のロボットアームの利用に関する第2展開例を示す斜視図である。

【図8】図2中の付加加工用ヘッドの変形例を示す斜視図である。

【図9】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10】この発明の実施の形態2における加工方法の第1工程を模式的に表す図である。

【図11】この発明の実施の形態2における加工方法の第2工程を模式的に表す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 3 工程を模式的に表す図である。

【図 1 3】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 4 工程を模式的に表す図である。

【図 1 4】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 5 工程を模式的に表す図である。

【図 1 5】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 6 工程を模式的に表す図である。

【図 1 6】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 7 工程を模式的に表す図である。

【図 1 7】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 8 工程を模式的に表す図である。

【図 1 8】この発明の実施の形態 2 における加工方法の第 9 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】

【0026】

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。

【0027】

(実施の形態 1)

図 1 は、この発明の実施の形態 1 における加工機械を示す正面図である。図 1 中には、加工機械の外観をなすカバー体を透視することにより、加工機械の内部が示されている。

【0028】

図 1 を参照して、加工機械 100 は、ワークの付加加工 (AM (Additive manufacturing) 加工) と、ワークの除去加工 (SM (Subtractive manufacturing) 加工) とが可能な AM / SM ハイブリッド加工機である。加工機械 100 は、SM 加工の機能として、固定工具を用いた旋削機能と、回転工具を用いたミーリング機能とを有する。

【0029】

まず、加工機械 100 の全体構造について説明すると、加工機械 100 は、ベッド 141 と、第 1 主軸台 111 と、第 2 主軸台 116 と、工具主軸 121 と、下刃物台 131 とを有する。

【0030】

ベッド 141 は、第 1 主軸台 111、第 2 主軸台 116、工具主軸 121 および下刃物台 131 を支持するためのベース部材であり、工場などの据付け面に設置されている。

【0031】

第 1 主軸台 111 および第 2 主軸台 116 は、水平方向に延びる Z 軸方向において、互いに対向して設けられている。第 1 主軸台 111 および第 2 主軸台 116 は、それぞれ、固定工具を用いた旋削加工時にワークを回転させるための主軸 112 および主軸 117 を有する。主軸 112 は、Z 軸に平行な中心軸 201 を中心に回転可能に設けられ、主軸 117 は、Z 軸に平行な中心軸 202 を中心に回転可能に設けられている。主軸 112 および主軸 117 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。

【0032】

工具主軸 (上刃物台) 121 は、回転工具を用いたミーリング加工時に回転工具を回転させる。工具主軸 121 は、鉛直方向に延びる X 軸に平行な中心軸 203 を中心に回転可能に設けられている。工具主軸 121 には、回転工具を着脱可能に保持するためのクランプ機構が設けられている。

【0033】

工具主軸 121 は、図示しないコラム等によりベッド 141 上に支持されている。工具主軸 121 は、コラム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 軸方向、水平方向に延び、Z 軸方向に直交する Y 軸方向、および Z 軸方向に移動可

10

20

30

40

50

能に設けられている。工具主軸 1 2 1 に装着された回転工具による加工位置は、3 次元的に移動する。工具主軸 1 2 1 は、さらに、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。

【 0 0 3 4 】

なお、図 1 中には示されていないが、第 1 主軸台 1 1 1 の周辺には、工具主軸 1 2 1 に装着された工具を自動交換するための自動工具交換装置と、工具主軸 1 2 1 に装着する交換用の工具を収容する工具マガジンとが設けられている。

【 0 0 3 5 】

下刃物台 1 3 1 は、旋削加工のための複数の固定工具を装着する。下刃物台 1 3 1 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。

10

【 0 0 3 6 】

より具体的には、下刃物台 1 3 1 は、旋回部 1 3 2 を有する。旋回部 1 3 2 は、Z 軸に平行な中心軸 2 0 4 を中心に旋回可能に設けられている。中心軸 2 0 4 を中心にその周方向に間隔を隔てた位置（本実施の形態では、1 0 箇所）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 1 3 2 が中心軸 2 0 4 を中心に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。

【 0 0 3 7 】

下刃物台 1 3 1 は、図示しないサドル等によりベッド 1 4 1 上に支持されている。下刃物台 1 3 1 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 軸方向および Z 軸方向に移動可能に設けられている。

20

【 0 0 3 8 】

加工機械 1 0 0 は、側面カバー 1 4 2 をさらに有する。側面カバー 1 4 2 は、第 2 主軸台 1 1 6 に対して第 1 主軸台 1 1 1 の反対側に設けられている。側面カバー 1 4 2 により、加工エリア 2 0 0 と外部エリア 2 0 5 との間が隔てられている。加工エリア 2 0 0 には、第 1 主軸台 1 1 1、第 2 主軸台 1 1 6、工具主軸 1 2 1 および下刃物台 1 3 1 が配置されている。側面カバー 1 4 2 には、開閉可能なシャッタ 1 4 3 が設けられている。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、図 1 中の加工機械において、ストッカ部に格納されたワーク、ワーク把持部および付加加工用ヘッドを示す斜視図である。図 1 および図 2 を参照して、加工機械 1 0 0 は、ストッカ部 1 5 6 と、ワーク把持部 5 1 と、付加加工用ヘッド 6 1 とをさらに有する。

30

【 0 0 4 0 】

ストッカ部 1 5 6 は、外部エリア 2 0 5 に配置されている。ストッカ部 1 5 6 は、ワーク 4 1、ワーク把持部 5 1 および付加加工用ヘッド 6 1 を格納可能なテーブルとして設けられている。なお、ストッカ部 1 5 6 は、ワーク 4 1、ワーク把持部 5 1 および付加加工用ヘッド 6 1 を格納可能なものであれば特に限定されず、たとえば、車輪を備えたワゴンや、棚であってもよい。

【 0 0 4 1 】

ワーク把持部 5 1 は、加工エリア 2 0 0 および外部エリア 2 0 5 の間におけるワークの搬送時にワークを把持する。図 2 中に示されるワーク把持部 5 1 は、同時に 1 つのワークを把持可能なシングルアームタイプである。付加加工用ヘッド 6 1 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））。

40

【 0 0 4 2 】

加工機械 1 0 0 は、付加加工用ヘッド 6 1 およびワーク把持部 5 1 が装着可能なロボットアーム 3 1 をさらに有する。本実施の形態では、付加加工用ヘッド 6 1 およびワーク把持部 5 1 が、ロボットアーム 3 1 に着脱可能に設けられている。

【 0 0 4 3 】

50

ワーク把持部 5 1 の構造について具体的に説明すると、ワーク把持部 5 1 は、一对の把持用爪部 5 2 と、ベース部 5 3 と、連結部 5 4 とを有する。

【 0 0 4 4 】

連結部 5 4 は、ワーク把持部 5 1 と、後述するロボットアーム 3 1 の連結部 3 6 との接点をなす連結機構として設けられている。連結部 5 4 は、ベース部 5 3 に設けられている。ワーク把持部 5 1 は、連結部 5 4 によってロボットアーム 3 1 に着脱可能に設けられている。

【 0 0 4 5 】

ベース部 5 3 には、一对の把持用爪部 5 2 が設けられている。一对の把持用爪部 5 2 は、ベース部 5 3 に対して連結部 5 4 の反対側に設けられている。一对の把持用爪部 5 2 は、互いに対向して設けられ、互いが近接する方向に移動することによってワーク 4 1 を把持する。ベース部 5 3 は、一对の把持用爪部 5 2 を、これらの近接方向および離間方向にスライド可能なように支持している。

【 0 0 4 6 】

付加加工用ヘッド 6 1 の構造について具体的に説明すると、付加加工用ヘッド 6 1 は、本体部 6 2 と、レーザ光出射部 6 5 と、連結部 6 3 と、接続部 6 4 とを有する。

【 0 0 4 7 】

連結部 6 3 は、付加加工用ヘッド 6 1 と、後述するロボットアーム 3 1 の連結部 3 6 との接点をなす連結機構として設けられている。連結部 6 3 は、本体部 6 2 に設けられている。付加加工用ヘッド 6 1 (本体部 6 2) は、連結部 6 3 によってロボットアーム 3 1 に着脱可能に設けられている。

【 0 0 4 8 】

本体部 6 2 は、L 字に折れ曲がった形状を有する。本体部 6 2 には、レーザ光出射部 6 5 および接続部 6 4 が設けられている。レーザ光出射部 6 5 および接続部 6 4 は、それぞれ、L 形状の本体部 6 2 の一方端および他方端に設けられている。本体部 6 3 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、接続部 6 4 からレーザ光出射部 6 5 に向けてレーザ光が導かれる。レーザ光出射部 6 5 には、開口部 6 6 が形成されており、その開口部 6 6 を通じてレーザ光が出射され、材料粉末が吐出される。レーザ光出射部 6 5 には、光学部品 6 8 が内蔵されている。光学部品 6 8 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 6 6 は、光学部品 6 8 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。

【 0 0 4 9 】

図 1 中に示すように、加工機械 1 0 0 は、材料粉末供給装置 7 0 と、レーザ発振装置 7 6 と、管部材 7 3 とをさらに有する。材料粉末供給装置 7 0 およびレーザ発振装置 7 6 は、外部エリア 2 0 5 に配置されている。材料粉末供給装置 7 0 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 7 2 と、材料粉末とキャリアガスとを混合する混合部 7 1 とを有する。レーザ発振装置 7 6 は、付加加工に用いられるレーザ光を発振する。管部材 7 3 には、レーザ発振装置 7 6 からのレーザ光を付加加工用ヘッド 6 1 に向けて導くための光ファイバと、材料粉末供給装置 7 0 より供給された材料粉末を付加加工用ヘッド 6 1 に向けて導くための配管とが収容されている。

【 0 0 5 0 】

管部材 7 3 は、材料粉末供給装置 7 0 およびレーザ発振装置 7 6 から付加加工用ヘッド 6 1 まで配索されており、その先端で付加加工用ヘッド 6 1 の接続部 6 4 に接続されている。材料粉末供給装置 7 0 およびレーザ発振装置 7 6 からの材料粉末およびレーザ光は、管部材 7 3 を通じて付加加工用ヘッド 6 1 に導入される。なお、図示されていないが、エア供給源からロボットアーム 3 1 に向けてエア供給用のチューブが配索されている。

【 0 0 5 1 】

なお、加工機械 1 0 0 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

10

20

30

40

50

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合法であってもよい。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、図 1 中の加工機械が備えるロボットアームを示す斜視図である。図 1 から図 3 を参照して、ロボットアーム 3 1 の構造について具体的に説明すると、ロボットアーム 3 1 は、移動機構部 2 1 と、基部 3 2 と、アーム部 3 3 と、連結部 3 6 とを有する。

【 0 0 5 3 】

移動機構部 2 1 は、加工エリア 2 0 0 および外部エリア 2 0 5 の間で移動可能に設けられている。移動機構部 2 1 は、ロボットアーム 3 1 を、加工エリア内位置 3 1 A と、加工エリア外位置 3 1 B との間で移動させる。ロボットアーム 3 1 は、開状態とされたシャッタ 1 4 3 を通じて、加工エリア内位置 3 1 A および加工エリア外位置 3 1 B の間を移動する。

10

【 0 0 5 4 】

移動機構部 2 1 は、ロボットアーム 3 1 を直線往復移動させるための機構として、ベース部材 2 3、リニアガイド 2 2、ラックピニオン 2 5、サーボモータ（不図示）および支柱 2 4 を有する。

【 0 0 5 5 】

ベース部材 2 3 は、プレート材からなり、基部 3 2 およびサーボモータが取り付けられている。リニアガイド 2 2 およびラックピニオン 2 5 は、支柱 2 4 によって、加工機械 1 0 0 の据え付け面から一定の高さに設けられている。リニアガイド 2 2 は、ベース部材 2 3 を Z 軸に平行な方向に案内する案内機構として設けられている。ラックピニオン 2 5 は、サーボモータから出力された回転を直線運動に変換して、ベース部材 2 3 を Z 軸方向に移動させる。

20

【 0 0 5 6 】

基部 3 2 は、移動機構部 2 1 により支持されている。基部 3 2 は、移動機構部 2 1 から鉛直下方向に突出する形状を有する。アーム部 3 3 は、基部 3 2 に対して、回動軸 2 1 1 を中心に回動可能に連結されている。図 3 中において、回動軸 2 1 1 は、Y 軸に平行な方向に延びる。連結部 3 6 は、アーム部 3 3 の先端に設けられている。

【 0 0 5 7 】

アーム部 3 3 は、基部 3 2 から連結部 3 6 に向けてアーム状に延出する形状を有する。アーム部 3 3 の一方端および他方端には、それぞれ、基部 3 2 および連結部 3 6 が設けられている。アーム部 3 3 は、回動軸 2 1 1 に直交する平面内でアーム状に延出する形状を有する。アーム部 3 3 は、図 3 中の矢印 2 2 1 に示すように、回動軸 2 1 1 を支点にして揺動する。アーム部 3 3 の揺動に伴って、連結部 3 6 の位置が回動軸 2 1 1 に直交する平面内で移動する。

30

【 0 0 5 8 】

連結部 3 6 は、ロボットアーム 3 1 と、前述のワーク把持部 5 1 の連結部 5 4 および付加加工用ヘッド 6 1 の連結部 6 3 との接点をなす連結機構として設けられている。

【 0 0 5 9 】

アーム部 3 3 は、第 1 可動部 3 3 L、第 2 可動部 3 3 M および第 3 可動部 3 3 N から構成されている。

40

【 0 0 6 0 】

第 1 可動部 3 3 L は、基部 3 2 に対して、回動軸 2 1 1（第 1 回動軸）を中心に回動可能に連結されている。第 1 可動部 3 3 L は、基部 3 2 から、回動軸 2 1 1 に直交する方向にアーム状に延出する形状を有する。第 1 可動部 3 3 L は、図 3 中の矢印 2 2 1 に示すように、回動軸 2 1 1 を支点にして揺動する。

【 0 0 6 1 】

第 2 可動部 3 3 M は、第 1 可動部 3 3 L に対して、回動軸 2 1 2（第 2 回動軸）を中心に回動可能に連結されている。回動軸 2 1 2 は、回動軸 2 1 1 に平行な方向に延びる。第 2 可動部 3 3 M は、基部 3 2 からアーム状に延出する第 1 可動部 3 3 L の先端に連結され

50

ている。第2可動部33Mは、第1可動部33Lから、回動軸212に直交する方向にアーム状に延出する。第2可動部33Mは、図3中の矢印222に示すように、回動軸212を支点にして揺動する。

【0062】

第3可動部33Nは、第2可動部33Mに対して、回動軸213（第3回動軸）を中心に回動可能に連結されている。回動軸213は、回動軸211および回動軸212に平行な方向に延びる。第3可動部33Nは、第1可動部33Lからアーム状に延出する第2可動部33Mの先端に連結されている。第3可動部33Nは、第2可動部33Mから、回動軸213に直交する方向にアーム状に延出する。第3可動部33Nは、図3中の矢印223に示すように、回動軸213を支点にして揺動する。

10

【0063】

基部32は、図3中の矢印224に示すように、回転軸214（第1回転軸）を中心に回転可能に設けられている。回転軸214は、回動軸211に直交する方向に延びる。回転軸214は、鉛直方向に延びる。

【0064】

第2可動部33Mは、回転軸215（第2回転軸）の軸線方向に沿ってアーム状に延びている。第2可動部33Mは、図3中の矢印225に示すように、回転軸215を中心に回転可能に設けられている。回転軸215は、回動軸212に直交する方向に延びる。第3可動部33Nは、回転軸216（第3回転軸）の軸線方向に沿ってアーム状に延びている。第3可動部33Nは、図3中の矢印226に示すように、回転軸216を中心に回転可能に設けられている。回転軸216は、回動軸213に直交する方向に延びる。

20

【0065】

このような構成により、ロボットアーム31は、6軸（回動軸211～213および回転軸214～216）を互いに独立して制御可能なロボットアームとして設けられている。

【0066】

なお、本実施の形態では、6軸制御可能なロボットアーム31について説明したが、6軸以外の多軸制御可能なロボットアームであってもよい。また、本実施の形態では、ロボットアーム31が直動機構（移動機構部21）を備えるが、このような直動機構を備えないロボットアームであってもよいし、複数軸（代表的には、3軸）の直動機構のみから構成されるロボットアームであってもよい。

30

【0067】

図1および図2を参照して、本実施の形態では、加工エリア200および外部エリア205の間におけるワークの搬送時に、ワーク把持部51がロボットアーム31に装着される。たとえば、ストッカ部156に格納されたワーク41を外部エリア205から加工エリア200に搬送し、第1主軸台111に装着する場合を想定する。

【0068】

まず、ロボットアーム31を動作させることによって、ストッカ部156に格納されたワーク把持部51をロボットアーム31に装着する。ロボットアーム31を動作させることによって、ストッカ部156に格納されたワーク41を、ワーク把持部51により把持する。

40

【0069】

次に、ロボットアーム31を外部エリア205から加工エリア200に移動させることにより、ワーク41を加工エリア200に進入させる。ロボットアーム31を動作させることによって、把持したワーク41を第1主軸台111の主軸112に接近させる。ワーク41が主軸112に対して所定位置に位置決めされたら、ワーク41を主軸112にチャッキングする。ワーク41がチャッキングされたタイミングで、ワーク把持部51によるワーク41の把持を解除する。最後に、ロボットアーム31を加工エリア200から外部エリア205に退避させる。

【0070】

50

また、本実施の形態では、ワークの付加加工時に、付加加工用ヘッド61がロボットアーム31に装着される。たとえば、第1主軸台111に装着されたワーク41に対して付加加工を実施する場合を想定する。

【0071】

図4は、図1中の加工機械において、付加加工時の加工エリア内の様子を示す斜視図である。図1、図2および図4を参照して、まず、ロボットアーム31を動作させることによって、ストッカ部156に格納された付加加工用ヘッド61をロボットアーム31に装着する。

【0072】

次に、ロボットアーム31を外部エリア205から加工エリア200に移動させることにより、付加加工用ヘッド61を加工エリア200に進入させる。ロボットアーム31を動作させることによって、付加加工用ヘッド61を第1主軸台111に装着されたワーク41に接近させる。

【0073】

図5は、図4中の2点鎖線Vで囲まれた範囲を拡大して示す断面図である。図4および図5を参照して、ロボットアーム31の動作および/または主軸112の回転によって、開口部66の開口面をワーク41の表面に対面させたまま、付加加工用ヘッド61をワーク41に対して走査する。このとき、付加加工用ヘッド61の開口部66からワーク41に向けて、レーザー光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41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。

【0074】

具体的には、ワーク41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41の表面に加工可能な層が形成された状態となる。なお、レーザー光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。

【0075】

付加加工の終了後、ロボットアーム31を加工エリア200から外部エリア205に退避させる。

【0076】

図1から図5を参照して、ワークの付加加工および除去加工が可能なAM/SMハイブリッド加工機を実現する手段として、付加加工用ヘッド61を工具主軸121に装着して付加加工を実施する構成が考えられる。しかしながら、このような構成では、付加加工時、工具主軸121に付加加工用ヘッド61を装着し、除去加工時、工具主軸121に除去加工用の回転工具を装着する必要がある。このため、ワークの加工工程が付加加工および除去加工の間で移行する際の時間が長くなる。

【0077】

これに対して、本実施の形態における加工機械100では、ロボットアーム31に付加加工用ヘッド61を装着してワークの付加加工を行なうため、付加加工から直ちに除去加工に移行することが可能であり、除去加工から直ちに付加加工に移行することが可能である。この際、付加加工用ヘッド61の装着に、ワーク搬送用に設備されたロボットアーム31が利用されるため、簡易な構成で、上記移行時間の短縮を図ることができる。

【0078】

なお、本実施の形態では、付加加工用ヘッド61およびワーク把持部51のいずれか一方が選択的に装着されるロボットアーム31の構成について説明したが、ロボットアーム31は、付加加工用ヘッド61およびワーク把持部51の双方が装着される構造を有してもよい。この場合、付加加工用ヘッド61およびワーク把持部51は、ロボットアーム31に対して着脱可能に設けられなくてもよい。

【0079】

図6は、図3中のロボットアームの利用に関する第1展開例を示す斜視図である。図6を参照して、ロボットアーム31には、付加加工により加工エリア200に生じた材料粉末の屑を回収するための吸引ノズル81が装着されてもよい。

【0080】

吸引ノズル81は、ホース部82および連結部83を有する。ホース部82は、負圧を発生させる負圧発生源（不図示）に接続されている。連結部83は、吸引ノズル81と、ロボットアーム31の連結部36との接点をなす連結機構として設けられている。

【0081】

図7は、図3中のロボットアームの利用に関する第2展開例を示す斜視図である。図7を参照して、材料粉末供給装置70の材料粉末タンク72は、混合部71から上方に延出し、その先端で開口する筒形状を有する。材料粉末タンク72は、その開口部を通じて材料粉末を補充可能な構成とされている。

【0082】

ロボットアーム31に装着されたワーク把持部51を用いて、材料粉末タンク72への材料粉末の補充を行なってもよい。具体的には、ロボットアーム31に装着されたワーク把持部51により、材料粉末が収められた容器86を把持する。ロボットアーム31を動作させることによって、容器86から材料粉末タンク72に材料粉末を補充する。

【0083】

図8は、図2中の付加加工用ヘッドの変形例を示す斜視図である。図8を参照して、本変形例では、レーザ光出射部65が、本体部62に着脱可能に設けられている。ストック部156（図1を参照のこと）には、互いに異なる種類の光学部品68を内蔵する複数のレーザ光出射部65（65A、65B、65C、65D）が格納されている。光学部品68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、2mmまたは4mm）が異なる。付加加工用ヘッド61が装着されたロボットアーム31を動作させることによって、本体部62に、実行する付加加工に適した光学部品68を内蔵するレーザ光出射部65を装着する。

【0084】

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100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100は、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械である。加工機械100は、加工エリア200内に設けられ、ワークを保持するワーク保持部としての第1主軸台111および第2主軸台116と、加工エリア200内に設けられ、ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部としての工具主軸121および下刃物台131と、ワークの付加加工時に材料を吐出する付加加工用ヘッド61と、加工エリア200の内外の間におけるワークの搬送時にワークを把持するワーク把持部51と、付加加工用ヘッド61およびワーク把持部51を装着可能なロボットアーム31とを備える。

【0085】

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100によれば、簡易な構成で、ワークの加工工程が付加加工および除去加工の間で移行する際に要する時間の短縮化し、生産性の向上を図ることができる。

【0086】

本実施の形態では、旋削機能とミーリング機能とを有する複合加工機をベースにAM/SMハイブリッド加工機を構成した場合について説明したが、このような構成に限られず、旋削機能を有する旋盤またはミーリング機能を有するマシニングセンタをベースにAM/SMハイブリッド加工機を構成してもよい。マシニングセンタをベースにAM/SMハイブリッド加工機を構成する場合、加工エリア内でワークを保持するワーク保持部として、テーブルが用いられる。

【0087】

（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100を用いて、ワークの付加加工

10

20

30

40

50

および除去加工を行なう加工方法の一例について説明する。

【0088】

図9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9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が形成された中間加工物46を得る。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。

【0089】

図10から図18は、この発明の実施の形態2における加工方法の工程を模式的に表す図である。

10

【0090】

図10を参照して、加工エリア200において、第1主軸台111には、母材42が装着されている。外部エリア205において、ストッカ部156には、先の工程で準備された中間加工物46Aと、ワーク把持部51と、付加加工用ヘッド61とが格納されている。本実施の形態では、ワーク把持部51が、同時に2つのワークを把持可能なダブルアームタイプであり、一对の把持用爪部52Pおよび一对の把持用爪部52Qを有する。

【0091】

まず、ロボットアーム31を動作させることによって、ストッカ部156に格納された付加加工用ヘッド61をロボットアーム31に装着する。

20

【0092】

図11を参照して、次に、ロボットアーム31を外部エリア205から加工エリア200に移動させる。ロボットアーム31を動作させることによって、付加加工用ヘッド61を第1主軸台111に装着された母材42に接近させる。付加加工用ヘッド61によって、母材42の端面上に肉盛部43を形成する。これにより、中間加工物46Bを得る。

【0093】

図12を参照して、次に、ロボットアーム31を加工エリア200から外部エリア205に移動させる。ロボットアーム31を動作させることによって、付加加工用ヘッド61をストッカ部156に格納し、代わりに、ストッカ部156に格納されたワーク把持部51をロボットアーム31に装着する。

30

【0094】

図13を参照して、次に、ロボットアーム31を動作させることによって、ワーク把持部51の把持用爪部52Pにより中間加工物46Aを把持する。

【0095】

図14を参照して、次に、ロボットアーム31を外部エリア205から加工エリア200に移動させる。ロボットアーム31を動作させることによって、ワーク把持部51を第1主軸台111に装着された中間加工物46Bに接近させつつ、ワーク把持部51の把持用爪部52Qにより中間加工物46Bを把持する。把持用爪部52Pおよび把持用爪部52Qを反転させることにより、第1主軸台111に装着されるワークを、中間加工物46Bから中間加工物46Aに入れ替える。

40

【0096】

図15を参照して、次に、ロボットアーム31を加工エリア200から外部エリア205に移動させる。ロボットアーム31を動作させることによって、中間加工物46Bをストッカ部156に格納する。図11において説明した付加加工により高温となった中間加工物46Bは、図14において説明した次のワーク交換工程までストッカ部156において冷却される。ロボットアーム31をシャッタ143手前の位置(図16中に示す位置)に待機させておく。

【0097】

一方、加工エリア200においては、ロボットアーム31が外部エリア205に退避し、シャッタ143が閉じられたら、中間加工物46Aの肉盛部43にネジ部44を形成す

50

るための除去加工を開始する。本実施の形態では、ロボットアーム 3 1 に付加加工用ヘッド 6 1 を装着してワークの付加加工を行なう。このため、予め除去加工用の工具を装着した状態で下刃物台 1 3 1 または工具主軸 1 2 1 を待機させておくことが可能であり、付加加工から除去加工に移行する時間を短縮することができる。

【 0 0 9 8 】

図 1 6 を参照して、主軸 1 1 2 および主軸 1 1 7 の回転を同期させながら、第 1 主軸台 1 1 1 および第 2 主軸台 1 1 6 を接近させる。主軸 1 1 7 により、中間加工物 4 6 A の肉盛部 4 3 の端部をチャッキングする。中間加工物 4 6 A の両端が第 1 主軸台 1 1 1 および第 2 主軸台 1 1 6 により保持された状態で、母材 4 2 および肉盛部 4 3 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、第 1 主軸台 1 1 1 に母材 4 2 が残り、第 2 主軸台 1 1 6 に最終製品 4 7 が残る。

10

【 0 0 9 9 】

除去加工時、加工エリア 2 0 0 は、切削油の雰囲気下に置かれる。本実施の形態では、除去加工の間、付加加工用ヘッド 6 1 が外部エリア 2 0 5 にあるため、光学部品を備えた付加加工用ヘッド 6 1 が切削油に晒されることを防止できる。また、万が一、付加加工用ヘッド 6 1 を装着したロボットアーム 3 1 の制御に支障が生じることがあっても、その影響が加工エリア 2 0 0 内に及ぶことを防止できる。

【 0 1 0 0 】

図 1 7 を参照して、次に、ロボットアーム 3 1 を外部エリア 2 0 5 から加工エリア 2 0 0 に移動させる。ロボットアーム 3 1 を動作させることによって、ワーク把持部 5 1 を第 2 主軸台 1 1 6 に装着された最終製品 4 7 に接近させつつ、ワーク把持部 5 1 により最終製品 4 7 を把持する。

20

【 0 1 0 1 】

図 1 8 を参照して、次に、ロボットアーム 3 1 を加工エリア 2 0 0 から外部エリア 2 0 5 に移動させる。ロボットアーム 3 1 を動作させることによって、最終製品 4 7 をストッカ部 1 5 6 に格納する。ロボットアーム 3 1 を動作させることにより、ワーク把持部 5 1 をストッカ部 1 5 6 に格納することで、図 1 0 において説明した工程に戻る。

【 0 1 0 2 】

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 1 0 0 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。

30

【 0 1 0 3 】

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特許請求の範囲によって示され、特許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 】

【 0 1 0 4 】

この発明は、主に、ワークの除去加工および付加加工が可能な AM / SM ハイブリッド加工機に適用される。

【 符号の説明 】

40

【 0 1 0 5 】

2 1 移動機構部、2 2 リニアガイド、2 3 ベース部材、2 4 支柱、2 5 ラックピニオン、3 1 ロボットアーム、3 1 A 加工エリア内位置、3 1 B 加工エリア外位置、3 2 基部、3 3 アーム部、3 3 L 第 1 可動部、3 3 M 第 2 可動部、3 3 N 第 3 可動部、3 6 , 5 4 , 6 3 , 8 3 連結部、4 1 ワーク、4 2 母材、4 3 肉盛部、4 4 ネジ部、4 6 , 4 6 A , 4 6 B 中間加工物、4 7 最終製品、5 1 ワーク把持部、5 2 , 5 2 P , 5 2 Q 把持用爪部、5 3 ベース部、6 1 付加加工用ヘッド、6 2 本体部、6 4 接続部、6 5 レーザ光出射部、6 6 開口部、6 8 光学部品、7 0 材料粉末供給装置、7 1 混合部、7 2 材料粉末タンク、7 3 管部材、7 6 レーザ発振装置、8 1 吸引ノズル、8 2 ホース部、8 6 容器、1 0 0 加工機

50

械、111 第1主軸台、112, 117 主軸、116 第2主軸台、121 工具主軸、131 下刃物台、132 旋回部、141 ベッド、142 側面カバー、143 シャッタ、156 ストッカ部、200 加工エリア、201, 202, 203, 204 中心軸、205 外部エリア、211, 212, 213 回動軸、214, 215, 216 回転軸、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。

【要約】

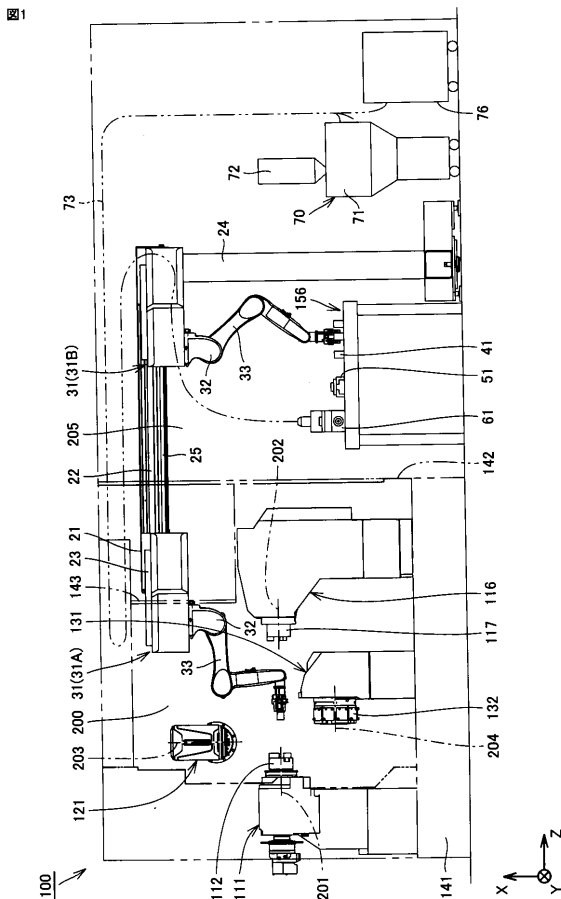
【課題】簡易な構成で、生産性の向上が図られる加工機械、を提供する。

【解決手段】加工機械100は、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械である。加工機械100は、加工エリア200内に設けられ、ワークを保持する第1主軸台111および第2主軸台116と、加工エリア200内に設けられ、ワークの除去加工のための工具を保持する工具主軸121および下刃物台131と、ワークの付加加工時に材料を吐出する付加加工用ヘッド61と、加工エリア200の内外の間におけるワークの搬送時にワークを把持するワーク把持部51と、付加加工用ヘッド61およびワーク把持部51を装着可能なロボットアーム31とを備える。

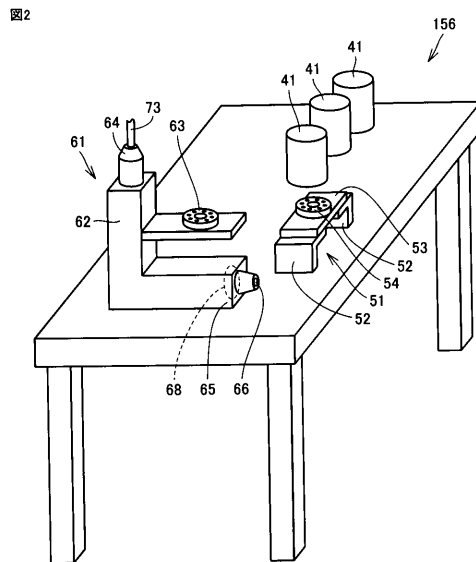
10

【選択図】図1

【図1】

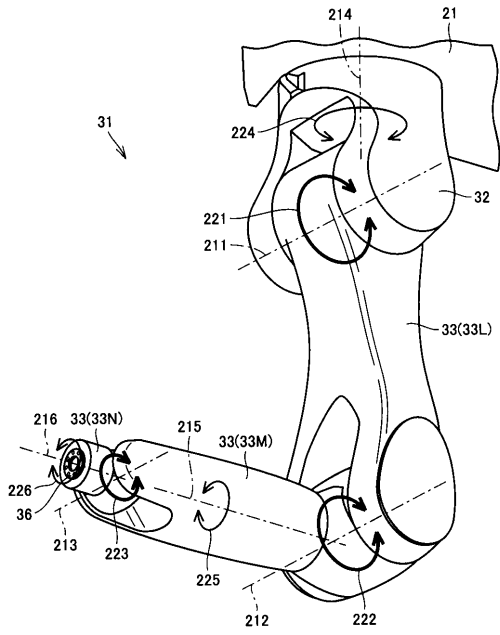


【図2】



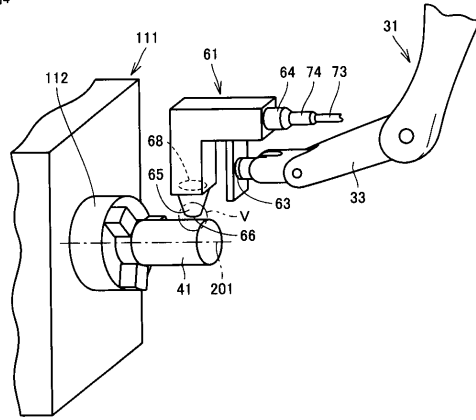
【 図 3 】

図3



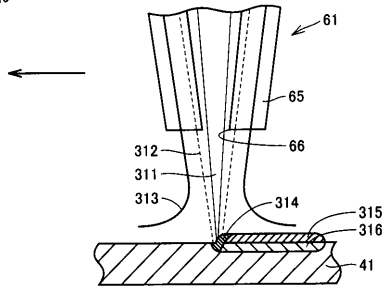
【 図 4 】

図4



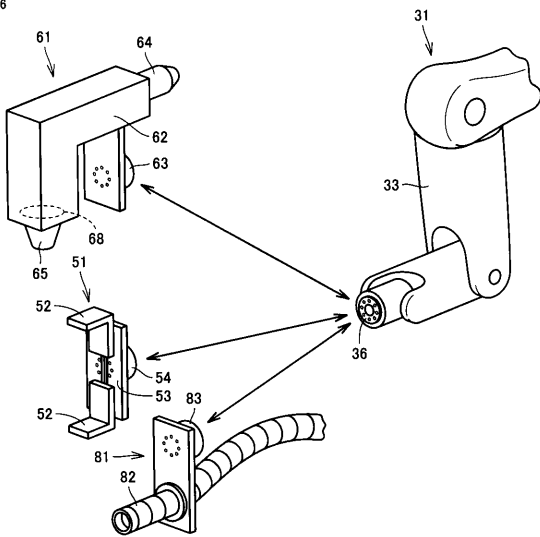
【 図 5 】

図5



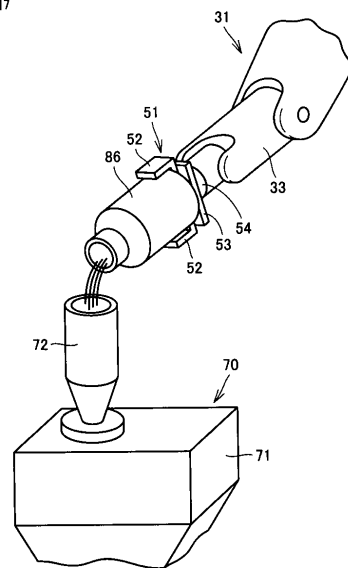
【 図 6 】

図6

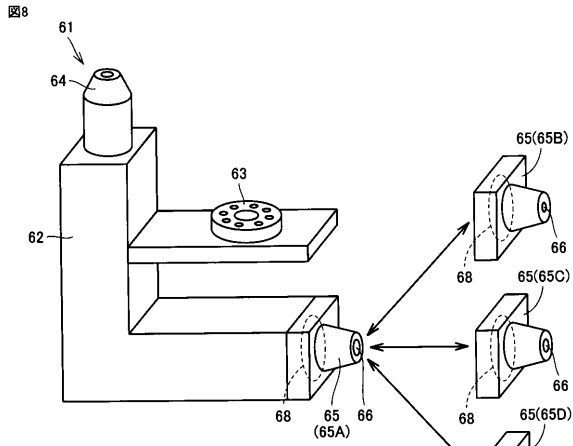


【 図 7 】

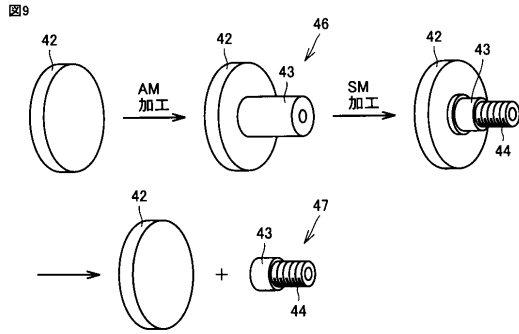
図7



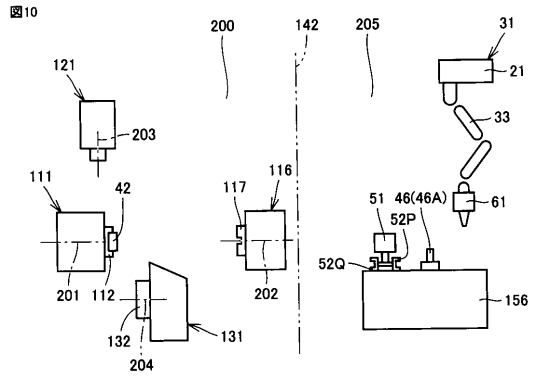
【 図 8 】



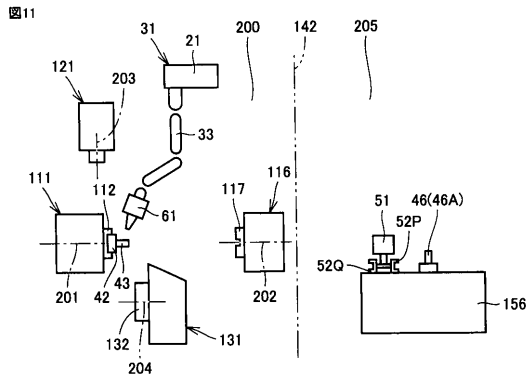
【 図 9 】



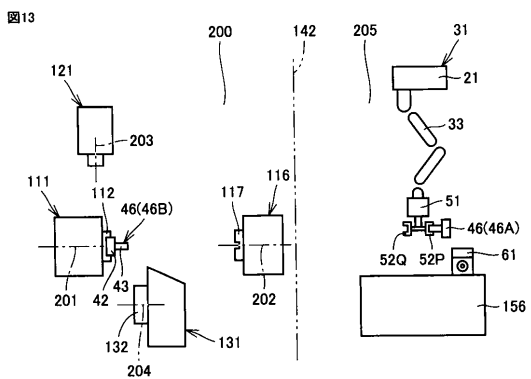
【 図 10 】



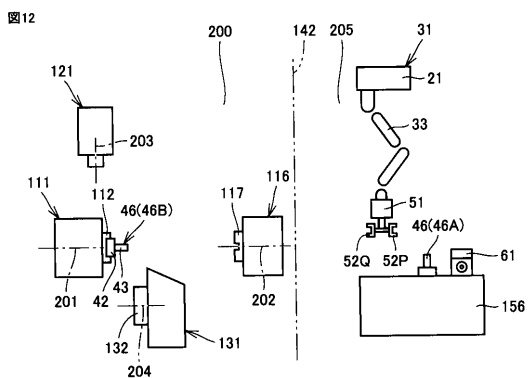
【 図 11 】



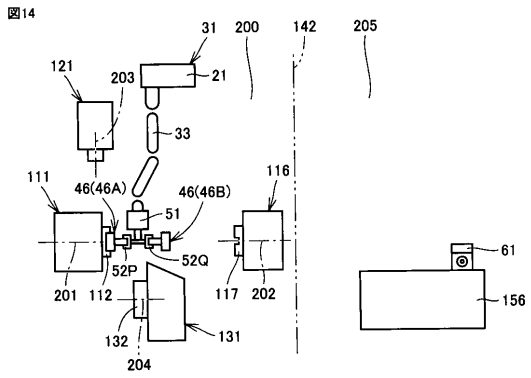
【 図 13 】



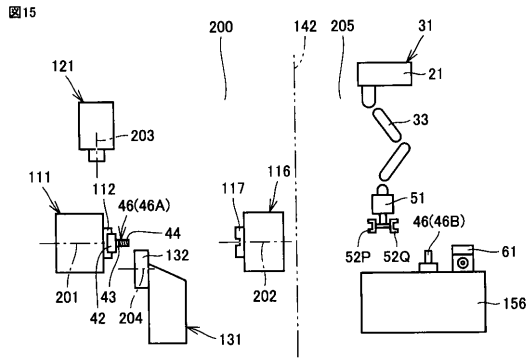
【 図 12 】



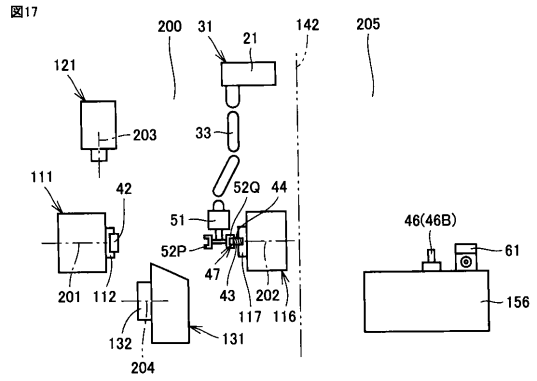
【 図 14 】



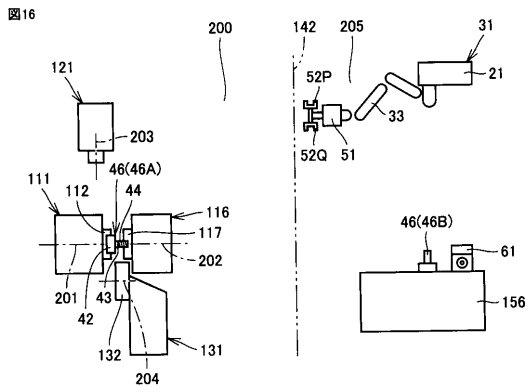
【図15】



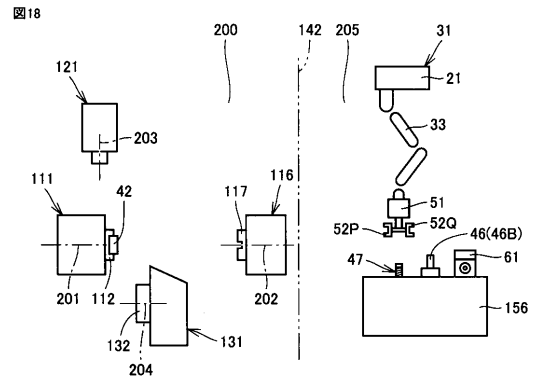
【図17】



【図16】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 2 3 Q	7/04 (2006.01)	B 2 3 P	23/02	A
B 2 3 K	26/21 (2014.01)	B 2 3 Q	7/04	A
B 2 5 J	15/04 (2006.01)	B 2 3 K	26/21	Z
B 2 9 C	67/00 (2006.01)	B 2 5 J	15/04	Z
B 3 3 Y	30/00 (2015.01)	B 2 9 C	67/00	
B 2 2 F	3/16 (2006.01)	B 3 3 Y	30/00	
B 2 2 F	3/105 (2006.01)	B 2 2 F	3/16	
B 2 8 B	1/32 (2006.01)	B 2 2 F	3/105	
		B 2 8 B	1/32	D

- (72)発明者 酒井 茂次
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内
- (72)発明者 藤嶋 誠
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

審査官 長清 吉範

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2006/0006157(US, A1)
 米国特許第4621398(US, A)
 西独国特許出願公開第3532667(DE, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 P 2 3 / 0 4
 B 2 2 F 3 / 1 0 5
 B 2 2 F 3 / 1 6
 B 2 3 B 3 / 2 2
 B 2 3 B 1 5 / 0 0
 B 2 3 K 2 6 / 0 8
 B 2 3 K 2 6 / 2 1
 B 2 3 P 2 3 / 0 2
 B 2 3 Q 7 / 0 4
 B 2 5 J 1 5 / 0 4
 B 2 8 B 1 / 3 2
 B 2 9 C 6 7 / 0 0
 B 3 3 Y 3 0 / 0 0
 W P I