

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6395414号
(P6395414)

(45) 発行日 平成30年9月26日 (2018. 9. 26)

(24) 登録日 平成30年9月7日 (2018. 9. 7)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 B 35/00 (2006.01)

B 2 3 B 35/00

B 2 3 B 51/00 (2006.01)

B 2 3 B 51/00

H

B 2 3 B 51/00

P

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-66732 (P2014-66732)
 (22) 出願日 平成26年3月27日 (2014. 3. 27)
 (65) 公開番号 特開2015-188956 (P2015-188956A)
 (43) 公開日 平成27年11月2日 (2015. 11. 2)
 審査請求日 平成28年11月22日 (2016. 11. 22)

(73) 特許権者 391032358
 平田機工株式会社
 熊本県熊本市北区植木町一木 1 1 1 番地
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (72) 発明者 平澤 洋一
 東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田
 機工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 製造方法及び加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークに対して切削工具により二種類の穴を形成することで、穴付きの部品を製造する製造方法であって、

前記切削工具が、

第一の穴を形成する第一のドリルと、

前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルと、を備え、

前記第二のドリルは、前記第一のドリルの周りに同軸上に設けられ、かつ、前記第一のドリルと前記第二のドリルとは、これらの相対位置が変化するように、軸方向にスライド自在であり、

前記製造方法は、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が、第一のドリルの先端が第二のドリルの先端から突出した第一の相対位置に調整された状態で、前記第一のドリルにより、前記ワークに前記第一の穴を形成する第一の加工工程と、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置を、前記第一のドリルの先端が前記第二のドリルに収容されているか、又は、前記第一の相対位置と比較して、前記第二のドリルの先端からの前記第一のドリルの先端の突出量が小さい第二の相対位置に調整する調整工程と、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が前記第二の相対位置に調整された状態で、前記第二のドリルにより、前記ワークに前記第二の穴を形成する第二の加工工程

と、を備える、
ことを特徴とする製造方法。

【請求項 2】

ワークに対して切削工具により段付き穴を形成することで、穴付きの部品を製造する製造方法であって、

前記切削工具が、

第一の穴を形成する第一のドリルと、

前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルと、を備え、

前記第二のドリルは、前記第一のドリルの周りに同軸上に設けられ、かつ、前記第一のドリルと前記第二のドリルとは、これらの相対位置が変化するように、軸方向にスライド自在であり、

10

前記製造方法は、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が、第一のドリルの先端が第二のドリルの先端から突出した第一の相対位置に調整された状態で、前記第一のドリルにより、前記ワークに前記第一の穴を形成する第一の加工工程と、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置を、前記第一の相対位置と比較して、前記第二のドリルの先端からの前記第一のドリルの先端の突出量が小さい第二の相対位置に調整する調整工程と、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が前記第二の相対位置に調整された状態で、前記第二のドリルにより前記第一の穴と同心の前記第二の穴を形成し、前記段付き穴を形成する第二の加工工程と、を備える、

20

ことを特徴とする製造方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の製造方法であって、

前記第二の加工工程では、前記第二のドリルの先端からの前記第一のドリルの先端の突出量を小さくしながら前記第二の穴を形成する、
ことを特徴とする製造方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の製造方法であって、

前記第一の加工工程の前に、前記段付き穴を形成する位置に窪みを加工する窪み加工工程を更に備え、

30

前記窪み加工工程では、

前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が、前記第一のドリルの先端が前記第二のドリルの先端よりも突出し、かつ、前記第一の相対位置と比較して、前記第二のドリルの先端からの前記第一のドリルの先端の突出量が小さくなるように調整された状態で、前記第一のドリルにより前記窪みを加工する、

ことを特徴とする製造方法。

【請求項 5】

第一の穴を形成する第一のドリルの周りに、前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルを同軸上で相対位置が変化するように軸方向にスライド自在に設けてなる切削工具を回転駆動する加工ユニットと、

40

前記加工ユニットを前記切削工具の軸方向に移動可能な移動ユニットと、を備え、

前記加工ユニットは、

前記第一のドリルが装着される第一の装着部を有する第一の回転部材と、

前記第二のドリルが装着される第二の装着部を有する第二の回転部材と、

前記第二のドリルを前記第一のドリルの周りに同軸上に設けた状態で前記第一の回転部材と前記第二の回転部材との前記軸方向の相対位置を変化させる相対移動機構と、を備える、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 6】

50

請求項 5 に記載の加工装置であって、
前記加工ユニットは、
前記第一の回転部材を回転させる駆動機構を備え、
前記第一の回転部材は、
前記駆動機構の回転力が伝達される、前記軸方向で一方の端部と、
前記第一の装着部が設けられた、前記軸方向で他方の端部と、を備え、
前記第二の回転部材は、
前記第一の回転部材から回転力が伝達される、前記軸方向で一方の端部と、
前記第二の装着部が設けられた、前記軸方向で他方の端部と、を備える、
ことを特徴とする加工装置。

10

【請求項 7】

請求項 6 に記載の加工装置であって、
前記第二の回転部材の前記一方の端部には、前記第一の回転部材に係合する係合部が設けられ、
前記係合部と前記第一の回転部材とは、前記第一の回転部材と前記第二の回転部材との前記軸方向の相対移動を許容し、かつ、前記第一の回転部材の回転を前記第二の回転部材に伝達する形状を有している、
ことを特徴とする加工装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の加工装置であって、
前記相対移動機構は、
前記第二の回転部材を、回転自在に支持する支持部と、
前記支持部を前記軸方向に移動する移動部と、を備える、
ことを特徴とする加工装置。

20

【請求項 9】

請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の加工装置であって、
ワークに対する前記切削工具の先端位置を検出する検出ユニットと、
前記検出ユニットの検出結果に基づいて、前記加工ユニット及び前記移動ユニットを制御する制御ユニットと、を更に備える、
ことを特徴とする加工装置。

30

【請求項 10】

請求項 9 に記載の加工装置であって、
前記検出ユニットは、
ワークに当接する当接部と、
前記当接部に設けられ、前記第一のドリルの先端を検出するセンサと、を備え、
前記当接部は、前記移動ユニットに対して前記軸方向にスライド自在に支持される、
ことを特徴とする加工装置。

【請求項 11】

請求項 5 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の加工装置であって、
ワークにおける加工部位の周囲を囲包し、負圧吸引される内部空間を形成する吸引空間形成ユニットを更に備え、
前記吸引空間形成ユニットは、前記第一のドリル及び前記第二のドリルが通過可能な開口部を備える、
ことを特徴とする加工装置。

40

【請求項 12】

請求項 5 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の加工装置と、
前記加工装置を移動する移動装置と、を備える、
ことを特徴とする加工システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明はワークに穴を形成する技術に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

径が異なる穴をワークに加工する方法として、例えば、特許文献 1 ～ 3 に開示された技術が提案されている。特許文献 1 には、複数種類の段付きのドリルを用いて段付き穴を加工する方法が開示されている。特許文献 2 及び 3 には径の異なる複数の刃を備えたドリルにより、穴を加工する方法が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 3 3 7 9 9 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 0 8 2 4 2 0 号公報

【 特許文献 3 】 特許第 5 1 5 1 5 0 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 の方法は、ドリルの交換を必要とするため、加工時間が長くなる場合がある。特許文献 2 及び 3 の方法は、径の異なる複数の刃を一体に構成したドリルであるため、穴の深さ等が異なる場合には、ドリルの組み換えが必要とされ、やはりドリルの交換が必要となる。

20

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、径の異なる穴を加工するに際して、ドリルを交換することなく、穴付きの部品を製造することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、ワークに対して切削工具により二種類の穴を形成することで、穴付きの部品を製造する製造方法であって、前記切削工具が、第一の穴を形成する第一のドリルと、前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルと、を備え、前記第二のドリルは、前記第一のドリルの周りに同軸上に設けられ、かつ、前記第一のドリルと前記第二のドリルとは、これらの相対位置が変化するように、軸方向にスライド自在であり、前記製造方法は、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が、第一のドリルの先端が第二のドリルの先端から突出した第一の相対位置に調整された状態で、前記第一のドリルにより、前記ワークに前記第一の穴を形成する第一の加工工程と、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置を、前記第一のドリルの先端が前記第二のドリルに收容されているか、又は、前記第一の相対位置と比較して、前記第二のドリルの先端からの前記第一のドリルの先端の突出量が小さい第二の相対位置に調整する調整工程と、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が前記第二の相対位置に調整された状態で、前記第二のドリルにより、前記ワークに前記第二の穴を形成する第二の加工工程と、を備える、ことを特徴とする製造方法が提供される。

30

40

【 0 0 0 7 】

また、ワークに対して切削工具により段付き穴を形成することで、穴付きの部品を製造する製造方法であって、前記切削工具が、第一の穴を形成する第一のドリルと、前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルと、を備え、前記第二のドリルは、前記第一のドリルの周りに同軸上に設けられ、かつ、前記第一のドリルと前記第二のドリルとは、これらの相対位置が変化するように、軸方向にスライド自在であり、前記製造方法は、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が、第一のドリルの先端が第二のドリルの先端から突出した第一の相対位置に調整された状態で、前記第一のドリルにより、前記ワークに前記第一の穴を形成する第一の加工工程と、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置を、前記第一の相対位置と比較して、前記第二のドリルの先端から

50

の前記第一のドリルの先端の突出量が小さい第二の相対位置に調整する調整工程と、前記第一のドリルと前記第二のドリルとの相対位置が前記第二の相対位置に調整された状態で、前記第二のドリルにより前記第一の穴と同心の前記第二の穴を形成し、前記段付き穴を形成する第二の加工工程と、を備える、ことを特徴とする製造方法が提供される。

【 0 0 0 8 】

また、本発明によれば、第一の穴を形成する第一のドリルの周りに、前記第一の穴よりも大径の第二の穴を形成する第二のドリルを同軸上で相対位置が変化するように軸方向にスライド自在に設けてなる切削工具を回転駆動する加工ユニットと、前記加工ユニットを前記切削工具の軸方向に移動可能な移動ユニットと、を備え、前記加工ユニットは、前記第一のドリルが装着される第一の装着部を有する第一の回転部材と、前記第二のドリルが装着される第二の装着部を有する第二の回転部材と、前記第二のドリルを前記第一のドリルの周りに同軸上に設けた状態で前記第一の回転部材と前記第二の回転部材との前記軸方向の相対位置を変化させる相対移動機構と、を備える、ことを特徴とする加工装置が提供される。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、径の異なる穴を加工するに際して、ドリルを交換することなく、穴付きの部品を製造することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

20

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る加工システムの概略図。

【 図 2 】 (A) ~ (D) は切削工具の説明図。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る加工装置の斜視図。

【 図 4 】 図 3 の加工装置の分解斜視図。

【 図 5 】 図 3 のIII-III線断面図。

【 図 6 】 (A) は切削工具の先端検出例の説明図、(B) は制御ユニットのブロック図。

【 図 7 】 (A) 及び (B) は加工例の説明図。

【 図 8 】 (A) 及び (B) は加工例の説明図。

【 図 9 】 加工例の説明図。

【 図 1 0 】 (A) ~ (F) は他の加工例の説明図。

30

【 図 1 1 】 (A) ~ (F) は他の加工例の説明図。

【 図 1 2 】 (A) ~ (D) は他の加工例の説明図。

【 図 1 3 】 (A) ~ (F) は他の加工例の説明図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、各図において X、Y は互いに直交する水平方向を示し、Z は上下方向を示す。

【 0 0 1 4 】

< 加工システム >

図 1 は本発明の一実施形態に係る加工システム 1 0 0 の概略図である。加工システム 1 0 0 は、ワーク W に対して切削工具 T で穴を形成することで穴付きの部品を製造するシステムであり、加工装置 1 と、加工装置 1 を移動する移動装置 1 0 1 と、を備える。

40

【 0 0 1 5 】

ワーク W は、本実施形態の場合、板状の部材 W 1 と板状の部材 W 2 との積層体であり、水平姿勢で準備される。穴を形成するワークとしては、様々なワークを対象とすることができる。例えば、鋼板、建材用パネル、構造用の鉄鋼材又は木材、エンジンのシリンダブロックやシリンダヘッド等を挙げることができる。

【 0 0 1 6 】

移動装置 1 0 1 は、一对の支柱部 1 0 1 b と、一对の支柱部 1 0 1 b 間に架設された梁部 1 0 1 a とを備え、一对の支柱部 1 0 1 b は、Y 方向に延びるレール 1 0 1 c 上をレー

50

ル１０１ｃに沿って移動可能となっている。梁部１０１ａには複数の加工装置１が支持されており、一対の支柱部１０１ｂがレール１０１ｃ上を移動することで、複数の加工装置１を同時に水平に移動することができ、ワークＷの複数部位に同時に穴の加工作業を行うことができる。また、各加工装置１は、梁部１０１ａの長手方向（図１中ではＸ方向）に沿ってスライド移動自在に設けても良い。これによって、加工装置１間の各離間距離を任意の値に設定することができる。

【００１７】

なお、本実施形態では、移動装置１０１を複数の加工装置１を同時に移動する直動機構を備えたガントリー型のロボットとしたが、個々の加工装置１毎に設けられ、加工装置１を３次元的に移動する多関節アーム型のロボットとしてもよい。

10

【００１８】

< 切削工具 >

図２（Ａ）～（Ｄ）を参照して切削工具Ｔの構成について説明する。図２（Ａ）は切削工具Ｔの正面図、図２（Ｂ）は切削工具Ｔの先端側の部分の拡大図、図２（Ｃ）は図２（Ｂ）のⅠ-Ⅰ線断面図、図２（Ｄ）は図２（Ｃ）のⅡ-Ⅱ線断面図である。

【００１９】

切削工具Ｔは、切削可能な穴径が異なる二種類のドリルＴ１、Ｔ２を組み合わせて構成されている。ドリルＴ１とドリルＴ２とは、ドリルＴ１がドリルＴ２の内側に配設され、ドリルＴ２がドリルＴ１の外側に配設される関係にある。

【００２０】

ドリルＴ１は相対的に小径の穴を形成するドリルである。ドリルＴ１は、全体として円柱状の部材であり、刃部Ｔ１１、装着部Ｔ１２、案内部Ｔ１３とを備える。刃部Ｔ１１は、ドリルＴ１の前方側となる先端Ｔ１ａから一定の範囲に渡って形成され、ワークＷに穴を形成する刃の部分である。ここで言う先端Ｔ１ａとは、ドリルの先端部における逃げ面の部分を意味している。装着部Ｔ１２は、加工装置１に固定される部分であり、ドリルＴ１の後方側となる後端から一定の範囲に渡って形成されている。ドリルＴ１はその軸方向がＺ方向となるように加工装置１に固定され、使用時に先端Ｔ１ａはドリルＴ１の下端に位置することになる。案内部Ｔ１３は、刃部Ｔ１１と装着部Ｔ１２との間に形成されており、ドリルＴ２の軸方向の移動を案内する。本実施形態の場合、装着部Ｔ１２と案内部Ｔ１３とは同径の円柱形状としているが、他の形状（例えば、多角形）であってもよく、また、装着部Ｔ１２と案内部Ｔ１３とが異径の円柱形状であってもよいし、異形状であってもよい。

20

【００２１】

ドリルＴ２は相対的に大径の穴を形成するドリルである。ドリルＴ２は、全体として円筒状の部材であり、刃部Ｔ２１、装着部Ｔ２２、貫通穴Ｔ２３とを備える。刃部Ｔ２１は、ドリルＴ２の前方側となる先端Ｔ２ａから一定の範囲に渡って形成され、ワークＷに穴を形成する刃の部分である。ここで言う先端Ｔ２ａとは、ドリルの先端部における逃げ面の部分を意味している。装着部Ｔ２２は、加工装置１に固定される部分であり、ドリルＴ２の後方側となる後端から一定の範囲に渡って形成されている。本実施形態の場合、刃部Ｔ２１と装着部Ｔ２２とが、それぞれドリルＴ２の全長の約半分ずつ形成されている。貫通穴Ｔ２３はドリルＴ２の軸方向に延びて形成されており、ドリルＴ２を軸方向に貫通する穴である。ドリルＴ２はその軸方向がＺ方向となるように加工装置１に固定され、使用時に先端Ｔ２ａはドリルＴ２の下端に位置することになる。

30

40

【００２２】

貫通穴Ｔ２３にはドリルＴ１が挿通され、ドリルＴ２がドリルＴ１の周りを囲むようにして、ドリルＴ１とドリルＴ２とは同軸上に設けられる。本実施形態の場合、貫通穴Ｔ２３は、ドリルＴ１の刃部Ｔ１１及び案内部Ｔ１３の外径よりも僅かに大きい穴径とされる。案内部Ｔ１３と貫通穴Ｔ２３とは、互いの軸方向の移動を案内する関係にある。ドリルＴ１とドリルＴ２とはそれらの相対位置が変化するように、互いに軸方向にスライド自在である。この結果、ドリルＴ２の先端Ｔ２ａから突出するドリルＴ１の先端Ｔ１ａの突出

50

量 L を 0 ~ 所定量まで変化させることができる。

【 0 0 2 3 】

ドリル $T1$ とドリル $T2$ との相対位置としては、例えば、以下の例が想定される。

【 0 0 2 4 】

まず、ドリル $T1$ の先端 $T1a$ は貫通穴 $T23$ 内に完全に収容された状態であり、 $L = 0$ の場合である。専らドリル $T2$ のみで加工を行う場合の相対位置である。

【 0 0 2 5 】

次に、ドリル $T1$ の先端 $T1a$ が僅かにドリル $T2$ の先端 $T2a$ から突出した状態であり、 $L =$ 逃げ面が形成された先端部の突出長さである。ドリル $T2$ での加工の際にドリル $T1$ の先端 $T1a$ を利用する場合、或いは、ポンチ穴として利用する凹部を形成する場合等の相対位置である。

10

【 0 0 2 6 】

次に、ドリル $T1$ の刃部 $T11$ の周面が露出した状態であり、 $L >$ 逃げ面が形成された先端部の突出長さである。この場合、刃部 $T11$ の全体が露出した場合と一部が露出した場合とがあり得る。ドリル $T1$ で加工を行う場合、或いは、ドリル $T2$ で加工を行う際に、ドリル $T1$ をガイドとして利用する場合等の相対位置である。

【 0 0 2 7 】

< 加工装置 >

図 3 ~ 図 6 (A) を参照して加工装置 1 について説明する。図 3 は切削工具 T を装着した状態での加工装置 1 の斜視図、図 4 は切削工具 T を装着した状態での加工装置 1 の分解斜視図である。図 5 は図 3 の III-III 線断面図である。図 6 (A) は切削工具 T の先端検出例の説明図である。

20

【 0 0 2 8 】

加工装置 1 は、加工ユニット 2 と、移動ユニット 3 と、多機能ユニット 4 と、支持ユニット 5 とを備える。

【 0 0 2 9 】

< 加工ユニット >

加工ユニット 2 は、駆動機構 21 と、ドリル支持ユニット 22 と、ドリル支持ユニット 23 と、相対移動機構 24 と、を備える。

【 0 0 3 0 】

駆動機構 21 は、切削工具 T を回転駆動する駆動力を出力する。駆動機構 21 は、例えば、電動モータ等の駆動源を備え、必要に応じて駆動源の出力を減速する減速機を設けてもよい。本実施形態の場合、速度制御可能なモータを採用しており、切削工具 T および加工対象となるワーク W の材質に応じた最適な加工速度になるように速度制御が行われる。

30

【 0 0 3 1 】

ドリル支持ユニット 22 は、ドリル $T1$ を支持するユニットである。ドリル支持ユニット 22 は、回転部材 221 と、回転部材 221 を Z 軸周りに回転自在に支持する回転支持部材 222 とを備える。回転支持部材 222 は筒状の部材であり、この回転支持部材 222 の内部空間に回転部材 221 が挿通される。

【 0 0 3 2 】

回転部材 221 は、連結部 221a と、装着部 221b と、係合部 221c とを備える。連結部 221a は、ドリル $T1$ の軸方向 (Z 方向。以下同じ) で一方の端部 (上側) に設けられている。連結部 221a には駆動機構 21 の出力軸が連結され、駆動機構 21 の回転力が伝達される。これにより、回転部材 221 は Z 軸周りに回転する。

40

【 0 0 3 3 】

装着部 221b は、ドリル $T1$ の軸方向で他方の端部 (下側) に設けられている。装着部 221b は、ドリル $T1$ の装着部 $T12$ を固定するチャックを備え、ドリル $T1$ は装着部 221b に着脱可能に取り付けられる。

【 0 0 3 4 】

係合部 221c は、連結部 221a と装着部 221b との間の位置に設けられている。

50

係合部 2 2 1 c は後述するように回転部材 2 3 1 の係合部 2 3 1 a と係合して、駆動機構 2 1 の回転力を回転部材 2 3 1 に伝達する。

【 0 0 3 5 】

ドリル支持ユニット 2 3 は、ドリル T 2 を支持するユニットである。ドリル支持ユニット 2 3 は、回転部材 2 3 1 と、回転部材 2 3 1 を Z 軸周りに回転自在に支持する回転支持部材 2 3 2 とを備える。回転支持部材 2 3 2 は筒状の部材であり、筒状の筒体部 2 3 2 a と、筒体部 2 3 2 a における他方端部（図 4 中では下端部）に設けられるフランジ部 2 3 2 b とを備える。この筒体部 2 3 2 a の内部空間に回転部材 2 3 1 が挿通される。

【 0 0 3 6 】

回転部材 2 3 1 は、係合部 2 3 1 a と、装着部 2 3 1 b とを備える。係合部 2 3 1 a は、ドリル T 2 の軸方向（Z 方向。以下同じ）で一方の端部（上側）に設けられており、本実施形態の場合、回転部材 2 3 1 の上端面に開口した開口部として形成されている。装着部 2 3 1 b は、ドリル T 2 の軸方向で他方の端部（下側）に設けられている。装着部 2 3 1 b は、ドリル T 2 の装着部 T 2 2 を固定するチャックを備え、ドリル T 2 は装着部 2 3 1 b に着脱可能に取り付けられる。筒体部 2 3 2 a の内部空間には、回転部材 2 3 1 の装着部 2 3 1 b の側が挿通される。

【 0 0 3 7 】

回転部材 2 3 1 は、回転部材 2 2 1 から回転力が伝達されて回転する。回転力の伝達は、回転部材 2 2 1 の係合部 2 2 1 c と回転部材 2 3 1 の係合部 2 3 1 a との係合により行われる。回転部材 2 2 1 と回転部材 2 3 1 とは同軸上に配置される。図 5 に示すように、係合部 2 2 1 c は略四角形の断面形状を有しており、係合部 2 3 1 a は係合部 2 2 1 c と略同形状の開口部を有しており、係合部 2 2 1 c が、係合部 2 3 1 a に挿入、嵌合され、両者は嵌め合い（すきまばめ）の関係にある。

【 0 0 3 8 】

このため、回転部材 2 2 1 と回転部材 2 3 1 との Z 方向の相対移動は許容されるが、回転部材 2 2 1 と回転部材 2 3 1 との Z 軸周りの相対回転は許容されない。したがって、駆動機構 2 1 の回転力は、回転部材 2 2 1 を介して回転部材 2 3 1 に伝達されることになる。本実施形態では、係合部 2 2 1 c と係合部 2 3 1 a との結合態様が嵌め合いの場合を例に挙げたが、Z 方向の相対移動を許容しながら回転力を伝達できれば、どのような結合態様であってもよい。例えば、キー溝結合、スプライン結合であっても良い。

【 0 0 3 9 】

相対移動機構 2 4 は、回転部材 2 2 1 と回転部材 2 3 1 とを Z 方向に相対移動させる機構である。本実施形態では回転部材 2 3 1 側を移動させる構成としている。回転部材 2 2 1 と回転部材 2 3 1 とを相対移動させることで、ドリル T 1 とドリル T 2 との軸方向の相対位置を変化させることができ、したがって、上述した突出量 L を変化させることができる。

【 0 0 4 0 】

相対移動機構 2 4 は、支持部 2 4 1 と、支持部 2 4 1 を Z 方向に移動する移動部 2 4 2 、2 4 2 を備える。支持部 2 4 1 は、回転支持部材 2 3 2 を固定する部材であり、回転支持部材 2 3 2 を介して回転部材 2 3 1 を回転自在に支持する。支持部 2 4 1 は、互いに結合される支持部材 2 4 1 a と、支持部材 2 4 1 b とを備える。支持部材 2 4 1 a は回転支持部材 2 3 2 が装着される凹部 2 4 1 a ' と、回転支持部材 2 3 2 を軸方向の装着位置に規定する規定部 2 4 1 a " とを備え、支持部材 2 4 1 b は回転支持部材 2 3 2 が装着される凹部 2 4 1 b ' を備える。これら凹部 2 4 1 a ' 、2 4 1 b ' により回転支持部材 2 3 2 を挟み込むようにして回転支持部材 2 3 2 を固定し、規定部 2 4 1 a " によってフランジ部 2 3 2 b を規定することで軸方向の位置を規定する。

【 0 0 4 1 】

移動部 2 4 2 , 2 4 2 は支持部 2 4 1 を Z 方向に移動する移動機構であり、本実施形態の場合、X 方向に離間して二つの移動機構を併設しているが一つであってもよい。本実施形態の場合、移動部 2 4 2 は電動シリンダ等のアクチュエータであり、Z 方向に延びる口

10

20

30

40

50

ッド２４２aをZ方向に進退させる機構である。ロッド２４２aの下端には支持部２４１が接続されており、二つの移動部２４２を同期的に駆動することで支持部２４１をZ方向に移動（昇降）し、ドリルＴ２のZ方向の位置を調整すると共に、ドリルＴ２による穴加工時の推進力を最適に制御することができる。この移動を円滑に行うため、支持部材２４１aの背面には、後述するレール部５３、５３と係合するスライダ２４１c、２４１cが設けられている。

【００４２】

< 支持ユニット >

支持ユニット５は、加工ユニット２及び多機能ユニット４を支持するユニットである。支持ユニット５は、ベース部材５０、支持部５１、支持部５２、５２、レール部５３、５３及びレール部５４を備える。

10

【００４３】

ベース部材５０は板状の部材であり、その一面に支持部５１、支持部５２、５２、レール部５３、５３及びレール部５４が固定されている。支持部５１は駆動機構２１を支持する。支持部５２、５２は、それぞれ、移動部２４２、２４２を支持する。これにより、相対移動機構２４が支持ユニット５に支持される。

【００４４】

レール部５３、５３はZ方向に延設されており、スライダ２４１c、２４１cのZ方向の移動を案内する。これにより支持部２４１がZ方向に円滑に昇降可能となる。レール部５４はZ方向に延設されており、多機能ユニット４のスライダ４１と係合して多機能ユニット４のZ方向の移動を案内する。なお、多機能ユニット４がレール部５４から落下することを防止するため、その降下量を規制する不図示のストッパが設けられている。

20

【００４５】

< 移動ユニット >

移動ユニット３は支持ユニット５をZ方向に移動する機構である。支持ユニット５をZ方向に移動することで、加工ユニット２及び多機能ユニット４がZ方向に移動することになる。加工ユニット２を降下させることで、切削工具ＴをワークＷに当接させ加工することが可能となる。

【００４６】

移動ユニット３は、移動体３１と、支柱３２とを備える。支柱３２は、移動体３１をZ方向に移動する機構を内蔵する。このような機構は、例えば、電動モータ等の駆動源と、駆動源の駆動力を移動体３１に伝達する伝達機構（例えばボールねじ機構やベルト伝動機構等）とから構成することができる。本実施形態の場合の駆動源は、エンコーダを含むサーボモータを採用しており、移動体３１の移動を任意の位置に移動制御することができる。支持ユニット５は移動体３１に固定され、移動体３１の移動により支持ユニット５が移動し、ドリルＴ１をZ方向の所定の位置に調整し、ドリルＴ１による穴加工時の推進力を最適に制御することができる。

30

【００４７】

< 多機能ユニット >

多機能ユニット４は、ワークＷにおける加工部位の周囲を囲包し、負圧吸引される内部空間を形成する吸引空間形成ユニットとしての機能と、ワークＷに対する切削工具Ｔの先端位置を検出する検出ユニットとしての機能とを有している。

40

【００４８】

多機能ユニット４は、スライダ４１と、本体ユニット４２と、接続機構４３とを備える。スライダ４１は、上述したとおり、レール部５４と係合してZ方向にスライド自在であり、多機能ユニット４はレール部５４にZ方向にスライド自在に支持される。

【００４９】

接続機構４３は、スライダ４１に対して吸引空間形成ユニットを含む本体ユニット４２を移動可能に接続する蝶番機構である。本実施形態の場合、後述する当接部４４を加工軸上の作業位置と加工軸から離脱した退避位置との間で移動可能に構成する。具体的には、

50

接続機構 4 3 の回転軸 4 3 a の周りに、当接部 4 4 を含む本体ユニット 4 2 全体が、作業位置と退避位置との間で回転される。これにより、加工ユニット 2 や本体ユニット 4 2 のメンテナンス等の（本実施形態の場合、それぞれのドリルの交換を行う）場合に、当接部 4 4 を退避位置に移動させることでドリルの交換作業性を向上する。

【 0 0 5 0 】

多機能ユニット 5 は、吸引空間形成ユニットとしての構成として、中空の当接部 4 4 と、中空の中間部 4 2 2 と、中空のダクト部 4 2 3 とを備え、これらの内部空間は連通している。

【 0 0 5 1 】

当接部 4 4 は、図 6 (A) に示すように、ワーク W に対する切削工具 T の加工部位の周囲を囲包するよう、下方が開放した箱状をなしており、その下面がワーク W の上面に当接する。当接部 4 4 は、負圧吸引される内部空間 4 2 1 を形成する吸引空間形成部としても機能する。当接部 4 4 の上壁及び底壁には、切削工具 T が通過可能な開口部 4 4 a、4 4 b が形成されている。

【 0 0 5 2 】

ダクト部 4 2 3 の上端部には、ポンプ等の吸引装置がホースを介して接続される（不図示）。吸引装置の駆動により吸引空間形成部 4 2 1 の内部空間を負圧吸引する。これにより切削工具 T による加工作業の際に生じる加工屑を外部に排出することができ、作業部位を清潔に維持できる。

【 0 0 5 3 】

多機能ユニット 5 は、検出ユニットとしての構成として、当接部 4 4 と、センサ 4 5 とを備える。センサ 4 5 は、切削工具 T の先端を検出するセンサであり、本実施形態では、発光素子 4 5 a と受光素子 4 5 b とを備える光センサである。発光素子 4 5 a と受光素子 4 5 b は、開口部 4 4 a を挟むようにして当接部 4 4 の上壁に設けられている。

【 0 0 5 4 】

図 6 (A) を参照してセンサ 4 5 による切削工具 T の先端の検出例について説明する。加工の際、状態 S 1 に示すように、切削工具 T 及び当接部 4 4 が共にワーク W の上方に離間した状態から、移動ユニット 3 によって支持ユニット 5 が降下される。これにより、加工ユニット 2 及び多機能ユニット 5 は降下し、まずは状態 S 2 に示すように、当接部 4 4 がワーク W の上面に当接（着地）する。当接部 4 4 の寸法は既知であるので、ワーク W の上面からセンサ 4 5 の検出位置 S までの高さ H も既知の高さである。支持ユニット 5 が更に降下されると、加工ユニット 2 は更に降下するものの、多機能ユニット 5 は既にワーク W に当接しているため、これ以上、降下しない。すると、状態 S 3 に示すように切削工具 T の先端（ここではドリル T 1 の先端）が検知位置 S を通過する。切削工具 T の先端がセンサ 4 5 で検知されてからの、支持ユニット 5 の降下量によって、切削工具 T とワーク W との距離を演算することができ、加工する穴の深さ等を制御することができる。

【 0 0 5 5 】

< 制御ユニット >

図 6 (B) は加工装置 1 の制御ユニット 6 のブロック図である。本実施形態の場合、制御ユニット 6 は加工システム 1 0 0 全体の制御を行う。

【 0 0 5 6 】

制御ユニット 6 は、CPU 等の処理部 6 1 と、RAM、ROM 等の記憶部 6 2 と、外部デバイスを構成する入力デバイス 6 5 および出力デバイス 6 4 と処理部 6 1 とをインターフェースするインターフェース部 6 3 と、を含む。インターフェース部 6 3 には、ホストコンピュータとの通信を行う通信インターフェースも含まれる。ホストコンピュータは、例えば、加工システム 1 0 0 が配置された製造設備全体を制御するコンピュータである。

【 0 0 5 7 】

処理部 6 1 は記憶部 6 2 に記憶されたプログラムを実行し、入力デバイス 6 5 から入力される情報（例えばセンサの検知結果）や、ホストコンピュータの指示に基づいて、出力デバイス 6 4 を制御する。入力デバイス 6 5 には、例えば、センサ 4 5 等が含まれる。出

10

20

30

40

50

カデバイス 6 4 には、例えば、駆動機構 2 1 の駆動源、移動部 2 4 2、移動ユニット 3 等の各駆動源等が含まれる。そして、処理部 6 1 は、それぞれの駆動源となるモータの回転速度や回転力による推進力を制御する。

【 0 0 5 8 】

< 制御例 >

制御ユニット 6 の処理部 6 1 が実行する加工装置 1 の制御例について説明する。図 7 ~ 図 9 は、ワーク W に対して切削工具 T により段付き穴を形成して穴付きの部品を製造する場合を例示している。概説すると、まず、ドリル T 1 で小径の穴を形成し、続いてドリル T 2 で小径の穴の周りに同心で大径の穴を形成する。その間、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。以下、詳細を説明する。

10

【 0 0 5 9 】

まず、小径の穴の深さに応じた突出量 L となるように、相対移動機構 2 4 によってドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下し、加工ユニット 2 と多機能ユニット 4 とを降下させる。図 6 (A) で説明したように、ドリル T 1 の先端 T 1 a が検出されると、駆動機構 2 1 を駆動して切削工具 T を回転し、更に加工ユニット 2 を降下させる。これにより図 7 (A) に示すようにワーク W およびドリル T 1 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 1 によってワーク W に穴を形成する。ドリル T 1 の先端 T 1 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇し、図 7 (B) に示すように切削工具 T をワーク W から一旦退避させる。ワーク W には穴 h 1 が形成されている。同図の例では、穴 h 1 は、ワーク W 1 を貫通してワーク W 2 の上部に到達した穴である。

20

【 0 0 6 0 】

次に、ドリル T 2 で穴を形成するために、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。図 7 (A) に示した小径の穴の加工時における突出量を L a とすると、相対位置調整後の突出量 L b は L a と異なる突出量とする。例えば、 $0 < L b < L a$ の範囲内で選択される突出量 L b とし、小径の穴の加工時の相対位置と比較して、突出量 L b が小さくなる相対位置とすることができる。

【 0 0 6 1 】

ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置の調整は、相対移動機構 2 4 によって行う。図 8 (A) の例では、移動部 2 4 2、2 4 2 を駆動して支持部 2 4 1 を降下し、 $L b < L a$ となるように相対位置を調整している。こうして、ドリル T 1 とドリル T 2 との相対位置を、小径穴の加工時の相対位置とは異なる相対位置に調整する。調整可能な相対位置は、小径穴の加工時の相対位置と、ドリル T 1 の先端 T 1 a がドリル T 2 に収容される相対位置との間の相対位置で、突出量 L が小さくなる相対位置とすることができる。

30

【 0 0 6 2 】

移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させ、図 8 (B) に示すように、加工ユニット 2 を再び降下させる。これによりワーク W およびドリル T 2 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 2 によってワーク W に穴を形成する。ドリル T 2 の先端 T 2 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇させ、図 9 に示すように切削工具 T をワーク W から退避させる。ワーク W には穴 h 1 と穴 h 2 とからなる段付き穴 h が形成される。

40

【 0 0 6 3 】

このように、本実施形態では、ドリル T 1 とドリル T 2 との相対位置を変更できるため、径の異なる穴を備える穴付き部品を製造するに際して、ドリルを交換する必要がない。また、ドリル T 1 とドリル T 2 との相対位置を変更できるので、異なる深さの穴を備える穴付き部品を製造するに際しても、ドリルの交換が不要である。また、ドリル T 1 およびドリル T 2 のサイズに応じた最適な回転速度および推進力により穴加工を行うことができる。

【 0 0 6 4 】

以下、他の加工例について説明する。図 1 0 は、ポンチ穴として事前に窪みを形成して

50

段付き穴を形成する例を示している。

【 0 0 6 5 】

まず、図 1 0 (A) に示すように、窪みの形成に適した相対位置にドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。ここでは突出量 L を L 1 にしており、ドリル T 1 の先端 T 1 a がドリル T 2 の先端 T 2 a から僅かに突出した状態としている。ドリル T 1 の突出量 L を小さくすることで、大きくした場合よりもドリル T 1 の先端の振れ幅をドリル T 2 により抑制し、ワーク W の目的位置に精度よくドリル T 1 の先端を位置付けすることができる。

【 0 0 6 6 】

次に、移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させ、図 1 0 (B) に示すように、ドリル T 1 の先端 T 1 a をワーク W の表面に当接させる。このとき、切削工具 T は回転させることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

支持ユニット 5 を上昇させ、切削工具 T をワーク W から一旦退避させる。図 1 0 (C) に示すようにワーク W の上面には窪み h 0 が形成される。次に、ドリル T 1 で小径の穴を形成するために、図 1 0 (C) に示すように、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。突出量 L 2 は、小径の穴の深さに応じた突出量であり、 $L 2 > L 1$ の関係にある。

【 0 0 6 8 】

駆動機構 2 1 を駆動して切削工具 T を回転させ移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させる。これにより図 1 0 (D) に示すようにワーク W およびドリル T 1 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 1 によってワーク W に穴が形成される。ドリル T 1 の先端 T 1 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇させ、図 1 0 (E) に示すように切削工具 T をワーク W から退避させる。ワーク W には穴 h 1 が形成される。

【 0 0 6 9 】

続いてドリル T 2 で穴を形成するために、図 1 0 (E) に示すようにドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。同図の例では突出量 L を L 3 としている。L 1、L 2、L 3 の関係は、例えば、 $L 1 < L 2 < L 3$ である。

【 0 0 7 0 】

移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させ、図 1 0 (F) に示すように、加工ユニット 2 を再び降下させる。これによりワーク W およびドリル T 2 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 2 によってワーク W に穴が形成される。ドリル T 2 の先端 T 2 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇させ、図 9 に示した段付き穴 h と同様の穴が形成される。

【 0 0 7 1 】

次に、ドリル T 1 による穴加工後、ドリル T 1 を上昇（ワーク W から離脱）させずにドリル T 2 による穴加工（連続穴加工）を行うことも可能である。図 1 1 は、その説明図である。

【 0 0 7 2 】

以下、他の加工例について説明する。図 1 1 は、図 1 0 と同様にポンチ穴として事前に窪みを形成して段付き穴を形成した後、ドリル T 1 による穴加工後、連続してドリル T 2 による穴加工を行って段付き穴を形成する例を示している。

【 0 0 7 3 】

まず、図 1 1 (A) に示すように、窪みの形成に適した相対位置にドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。ここでは突出量 L を L 1 にしており、ドリル T 1 の先端 T 1 a がドリル T 2 の先端 T 2 a から僅かに突出した状態としている。ドリル T 1 の突出量 L を小さくすることで、大きくした場合よりもドリル T 1 の先端の振れ幅をドリル T 2 により抑制し、ワーク W の目的位置に精度よくドリル T 1 の先端を位置付けすることができる。

【 0 0 7 4 】

次に、移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させ、図 1 1 (B) に示すように、

ドリルＴ１の先端Ｔ１ａをワークＷの表面に当接させる。このとき、切削工具Ｔは回転させることが好ましい。

【００７５】

次に、切削工具ＴをワークＷから一旦退避させる。図１１（Ｃ）に示すようにワークＷの上には窪みｈ０が形成される。次に、ドリルＴ１で小径の穴を形成するために、図１１（Ｃ）に示すように、ドリルＴ１とドリルＴ２の相対位置を調整する。突出量Ｌ２は、小径の穴の深さに応じた突出量であり、 $L2 > L1$ の関係にある。

【００７６】

駆動機構２１を駆動して切削工具Ｔを回転させ移動ユニット３により支持ユニット５を降下させる。これにより図１１（Ｄ）に示すようにワークＷおよびドリルＴ１のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリルＴ１によってワークＷに穴が形成される。ドリルＴ１の先端Ｔ１ａが所定の深さに達すると、図１１（Ｅ）に示すように連続してドリルＴ２で穴を形成するために、切削工具Ｔを回転させたままドリルＴ１の位置は移動させずに（支持ユニット５を上昇させずに）、ドリルＴ１とドリルＴ２の相対位置を調整する。つまり、移動部２４２を移動させてドリルＴ２を降下させる。同図の例では突出量ＬをＬ３'としている。Ｌ１、Ｌ２、Ｌ３'の関係は、例えば、 $L1 < L2 < L3'$ である。

【００７７】

このように相対位置を調整することでドリルＴ１による穴加工を行うと共に、ドリルＴ１による穴加工完了後、切削工具Ｔを回転させたままドリルＴ１の位置を移動させずにドリルＴ２の移動を行う際のガイドを兼ねてドリルＴ２による穴加工を行うことでドリルＴ１による穴の芯とドリルＴ２による穴の芯を精度高く一致させることができる。

【００７８】

図１１（Ｆ）に示すように、移動部２４２、２４２により支持部２４１を降下させながらドリルＴ２による穴加工を行う。これによりワークＷおよびドリルＴ２のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリルＴ２によってワークＷに穴が形成される。ドリルＴ２の先端Ｔ２ａが所定の深さに達すると、支持ユニット５を上昇させ、図９に示した段付き穴ｈと同様の穴が形成される。

【００７９】

なお、図１１の実施形態においては、窪み加工から段付き穴加工に関する工程を連続して説明したが、窪み加工を行わずに、いきなり穴加工を行ってもよい。

【００８０】

次に、ドリルＴ２で穴を加工する場合に、ドリルＴ１を、ガイドとして利用する場合について図１２を参照して説明する。図１２（Ａ）はドリルＴ１により小径の穴ｈ１の加工が終了し、ドリルＴ１とドリルＴ２との相対位置を調整している段階を示している。ここでは、突出量ＬをＬ４としている。突出量Ｌ４は例えば穴ｈ１の深さより小さくなる範囲で、なるべく大きな値とする。

【００８１】

続いて、図１２（Ｂ）に示すように、移動ユニット３により支持ユニット５を降下させ、
まず、ドリルＴ１を穴挿入ガイドとして使用し、ドリルＴ１を穴ｈ１に挿入する。これによって、当然、ドリルＴ１の中心と穴ｈ１の中心が完全に一致する。このとき、ドリルＴ１とドリルＴ２とは同心に設けられていることから、結果として、ドリルＴ２の中心と穴ｈ１の中心が完全に一致する。また、ワークＷに対する穴ｈ１の傾きと、ワークＷに対するドリルＴ１の傾きとが完全に一致する。

【００８２】

次に、ドリルＴ１をドリルＴ２のスライドガイドとして使用し、突出量Ｌ４を徐々に小さくしてゆく。このとき、ドリルＴ１とドリルＴ２は同心に保たれたまま、ドリルＴ２がドリルＴ１に沿ってスライド前進されるため、ドリルＴ２の中心と穴ｈ１の中心がずれることはない。また、ワークＷおよびドリルＴ２のサイズに応じた最適な速度および推進力で穴加工作業が行われる。その結果、図１２（Ｃ）に示すように、ドリルＴ２の中心と穴

10

20

30

40

50

h 1 の中心の一致を精度良く保ったまま、最適な速度および推進力でドリル T 2 の先端を穴 h 1 の上部開口にあてがうことができる。

【 0 0 8 3 】

その後、図 1 2 (D) に示すように、ドリル T 2 の切削深さに応じて、突出量 L 4 を当初設定した突出量 L 4 から更に小さくしていく。これにより、ドリル T 2 により穴 h 1 の上部開口から穴奥に向かって徐々に穴 h 2 が形成され、段付き穴 (穴 H 1 及び穴 h 2) が形成される。図 1 2 (D) の段階では突出量 L = 0 となっている。これにより、ドリル T 1 が穴 h 1 を余計に深く加工してしまうことを防止しながら、切削工具 T の振れを防止でき、ドリル T 2 による穴の加工精度を向上できる。すなわち、本実施形態によれば、2 つのドリル T 1、T 2 を用いてワーク W に穴加工を行った際に、穴 h 1 の中心と穴 h 2 の中心が完全に一致し、かつ、ワーク W に対する穴 h 1 の傾きとワーク W に対する穴 h 2 の傾きが完全に一致した段付き穴を形成することができる。

10

【 0 0 8 4 】

次に、上述した例はいずれも段付き穴を加工する加工例であるが、位置が離れた二種類の穴を形成することも可能である。図 1 3 はその説明図である。なお、上述した段付き穴の加工例における制御は、位置が離れた二種類の穴の加工にも適宜適用可能である。

【 0 0 8 5 】

ここでは、ドリル T 1 で小径の穴を形成し、別の位置にドリル T 2 で大径の穴を形成する場合を説明する。まず、図 1 3 (A) に示すように、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。突出量 L 5 は、小径の穴の深さに応じた突出量である。

20

【 0 0 8 6 】

駆動機構 2 1 を駆動して切削工具 T を回転して移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させる。これにより図 1 3 (B) に示すようにワーク W およびドリル T 1 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 1 によってワーク W に穴を形成する。ドリル T 1 の先端 T 1 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇させ、図 1 3 (C) に示すように切削工具 T をワーク W から退避させる。ワーク W には穴 h 1 1 が形成される。

【 0 0 8 7 】

また、移動装置 1 0 1 により大径の穴の形成位置に加工装置 1 を移動させる。更に、ドリル T 2 で穴を形成するために、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。図 1 3 (C) の例では突出量 L = 0 としている。

30

【 0 0 8 8 】

移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下し、図 1 3 (D) に示すように、加工ユニット 2 を再び降下させる。これによりワーク W およびドリル T 2 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 2 によってワーク W に穴を形成する。ドリル T 2 の先端 T 2 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇する。穴 1 1 と異なる位置に、径の異なる穴 h 1 2 が形成される。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 (C)、(D) の例では突出量 L = 0 としたが、この場合、ドリル T 2 の先端 T 2 a において、ワーク W の切削力が不十分となる場合がある。そこで、突出量 L > 0 とすることもできる。図 1 3 (E)、(F) はその一例を示す。

40

【 0 0 9 0 】

穴 h 1 1 の加工後、図 1 3 (E) に示すように、移動装置 1 0 1 により大径の穴の形成位置に加工装置 1 を移動させ、更に、ドリル T 1 とドリル T 2 の相対位置を調整する。図 1 3 (E) の例では突出量 L = L 6 としている。突出量 L 6 は、例えば、L 6 < L 5 とし、特に、ドリル T 1 の先端 T 1 a が露出する程度とすることができる。

【 0 0 9 1 】

移動ユニット 3 により支持ユニット 5 を降下させ、図 1 3 (F) に示すように、加工ユニット 2 を再び降下させる。これによりワーク W およびドリル T 2 のサイズに応じた最適な速度および推進力でドリル T 2 によってワーク W に穴が形成される。ドリル T 1 の先端

50

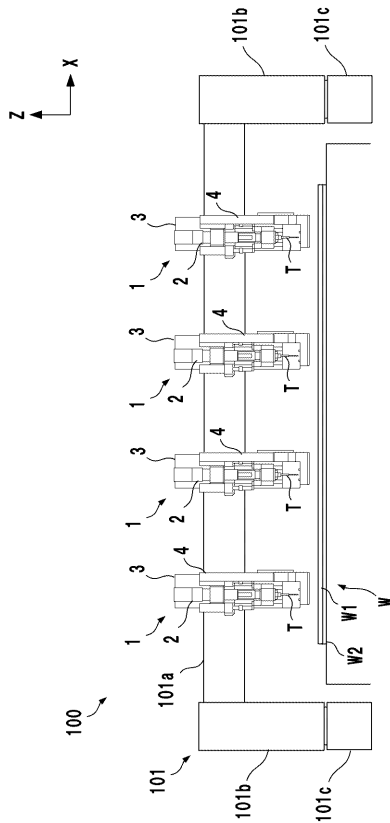
T 1 a がドリル T 2 の先端 T 2 a から突出しているので、より安定した加工を行える。ドリル T 2 の先端 T 2 a が所定の深さに達すると、支持ユニット 5 を上昇させる。穴 1 1 と異なる位置に、径の異なる穴 h 1 2 が形成される。

【符号の説明】

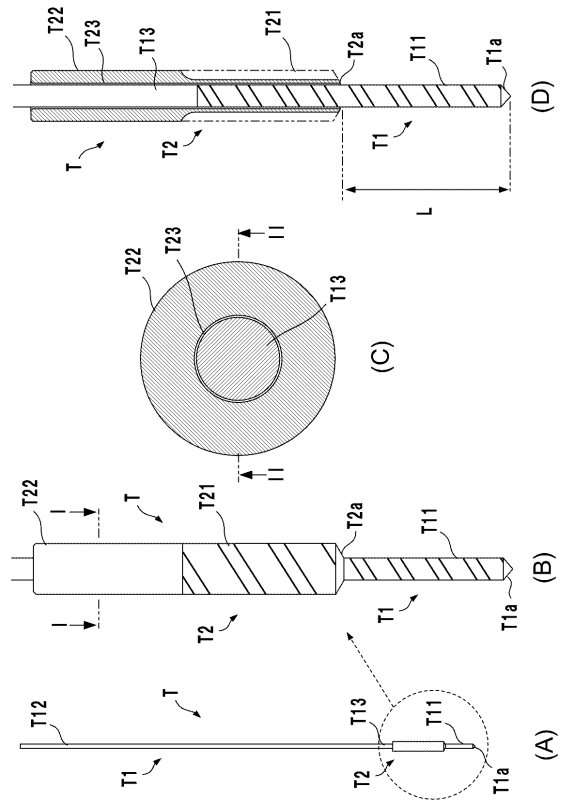
【 0 0 9 2 】

W ワーク、T 切削工具、T 1 ドリル、T 2 ドリル、1 加工装置、2 加工ユニット、2 4 相対移動機構

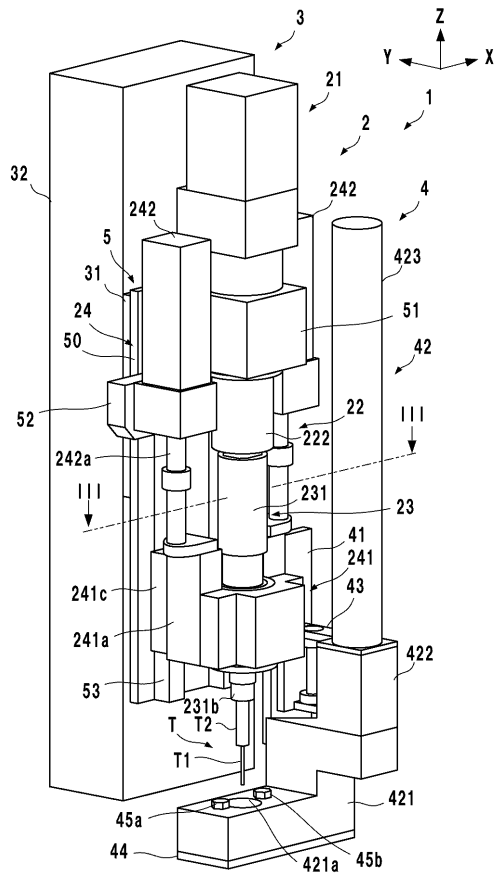
【 図 1 】



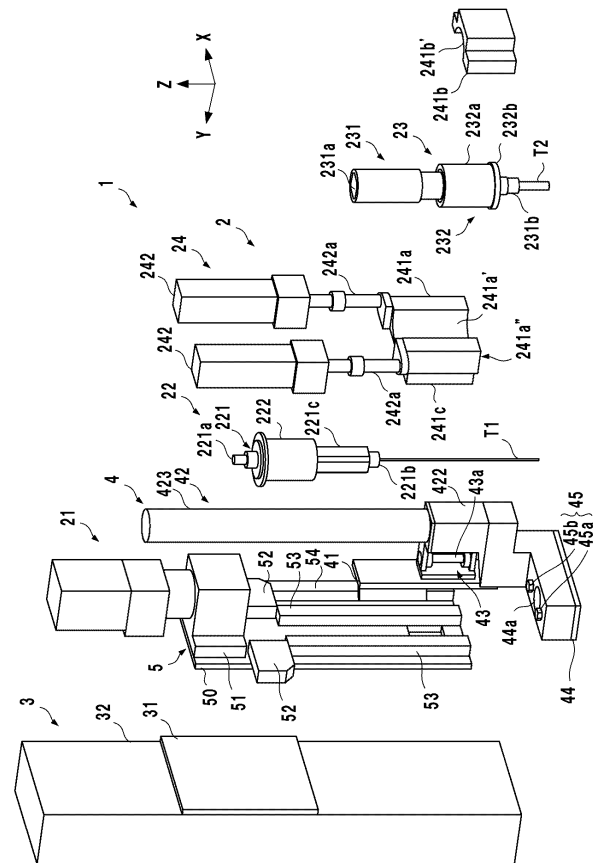
【 図 2 】



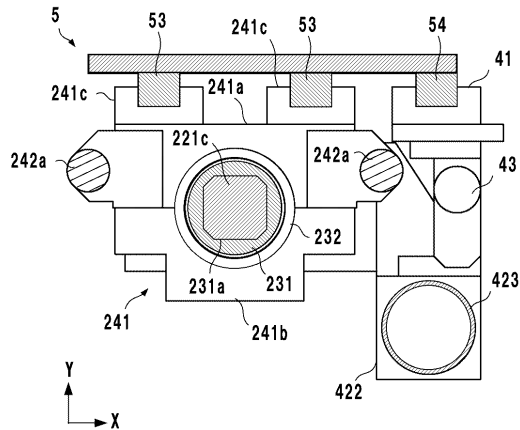
【図 3】



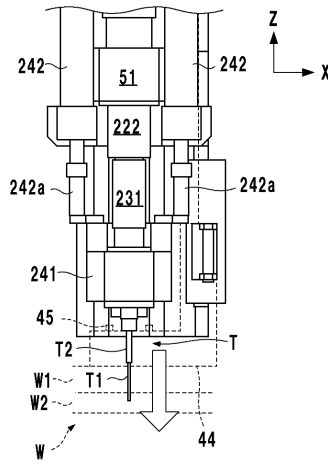
【図 4】



【図 5】

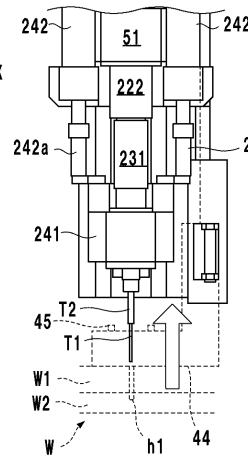


【図 7】

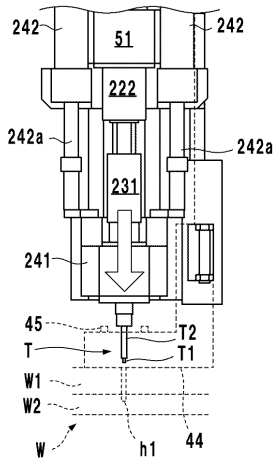


(A)

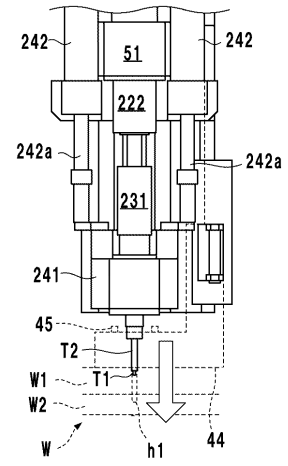
【図 8】



(B)

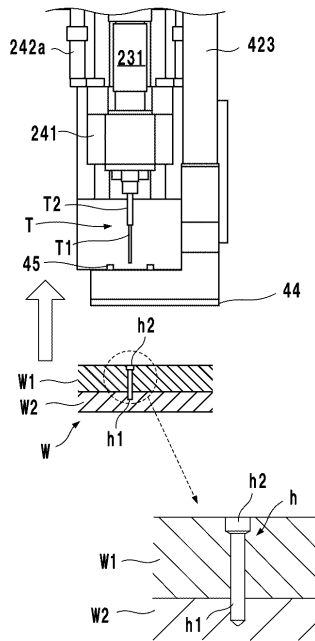


(A)

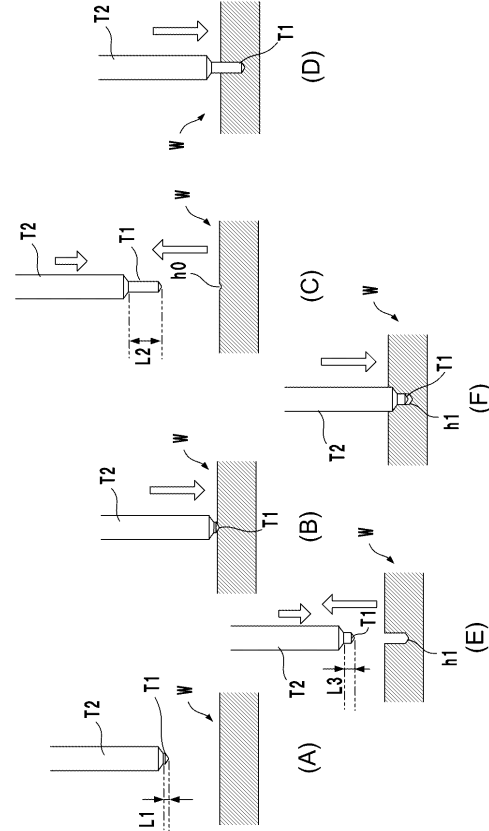


(B)

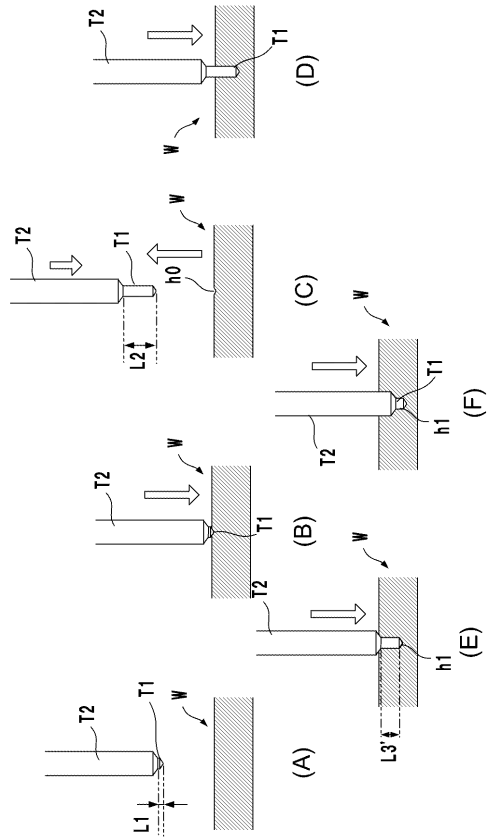
【図 9】



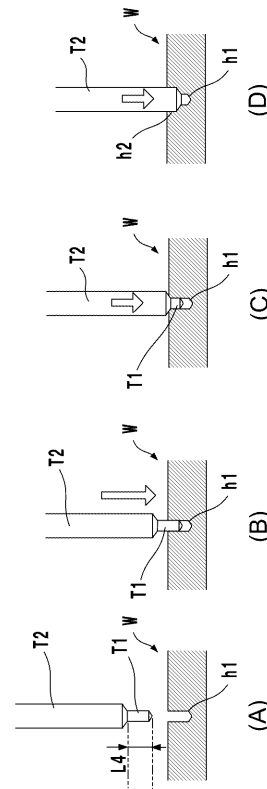
【図 10】



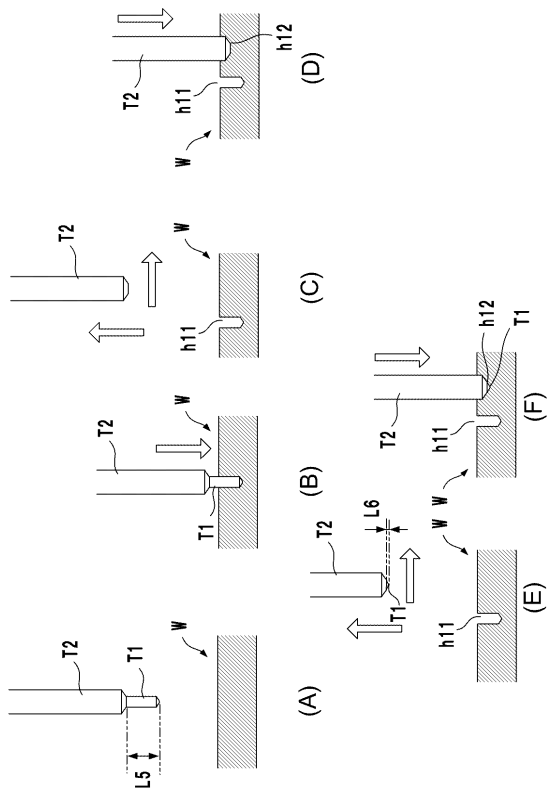
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 実開平06-008605(JP,U)
特開2005-342829(JP,A)
中国実用新案第201735847(CN,U)
米国特許第5775853(US,A)
米国特許出願公開第2010/0183387(US,A1)
特開2004-337997(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23B 35/00, 51/00-51/14