

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-93796
(P2008-93796A)

(43) 公開日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
B 2 3 B	39/22	(2006.01)	B 2 3 B	39/22	3 C 0 1 1	
B 2 3 Q	1/00	(2006.01)	B 2 3 Q	1/00	H	3 C 0 3 6
B 2 3 Q	1/72	(2006.01)	B 2 3 Q	1/72	A	3 C 0 4 8
B 2 3 Q	11/00	(2006.01)	B 2 3 Q	11/00	R	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-279424 (P2006-279424)
(22) 出願日 平成18年10月13日(2006.10.13)

(71) 出願人 000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目16番5号
(74) 代理人 100078499
弁理士 光石 俊郎
(74) 代理人 100074480
弁理士 光石 忠敬
(74) 代理人 100102945
弁理士 田中 康幸
(74) 代理人 100120673
弁理士 松元 洋
(72) 発明者 石井 正明
神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三
菱重工業株式会社神戸造船所内

最終頁に続く

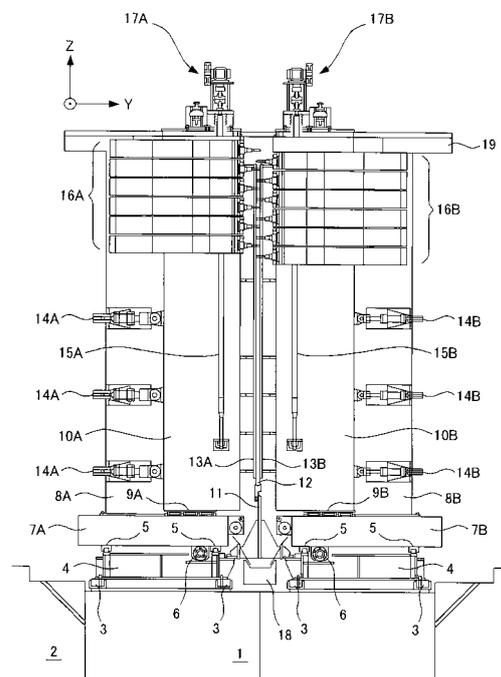
(54) 【発明の名称】 多軸加工装置

(57) 【要約】

【課題】加工反力を低減すると共に加工時に歪みを生じることが無く、切り屑を噛み込むこともない多軸加工装置を提供する。

【解決手段】クランプシリンダ14A、14Bにより、サブコラム10A、10Bをワーク12方向へ移動して、クランプ部材13A、13Bにより、主軸ヘッド集合体16A、16Bの加工方向と同一水平方向にワーク12を保持し、ボールネジ15A、15B及び駆動モータ17A、17Bにより、主軸ヘッド集合体16A、16BをZ方向に移動して、主軸ヘッド集合体16A、16Bにより、ワーク12の両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、ワーク12を水平方向に加工する多軸加工装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベース上に各々独立して設けられた第 1 メインコラム、第 2 メインコラムと、
前記第 1 メインコラム、前記第 2 メインコラムに各々設けられ、水平方向に各々移動可能な第 1 サブコラム、第 2 サブコラムと、

前記第 1 サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられた第 1 主軸ヘッドと、
前記第 2 サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられると共に前記複数の第 1 主軸ヘッドに対して線対称に対向して配置された第 2 主軸ヘッドと、

板状のワークを、前記複数の第 1 主軸ヘッドと前記複数の第 2 主軸ヘッドとの間に鉛直方向に支持する支持部材と、

前記第 1 サブコラムに設けられ、前記複数の第 1 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 1 鉛直移動手段と、

前記第 2 サブコラムに設けられ、前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 2 鉛直移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラム各々を、前記ワーク方向に水平に移動させる第 1 水平移動手段、第 2 水平移動手段と、

前記第 1 メインコラム及び前記第 2 メインコラムを、前記水平方向とは異なる他の水平方向に移動させる第 3 水平移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラムの前記ワーク側の面に各々設けられ、前記ワークの加工領域近傍を両面から保持する第 1 保持部材、第 2 保持部材と、

前記第 1 主軸ヘッド、前記第 2 主軸ヘッド、前記第 1 鉛直移動手段、前記第 2 鉛直移動手段、前記第 1 水平移動手段、前記第 2 水平移動手段及び第 3 水平移動手段を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、

前記第 1 水平移動手段及び前記第 2 水平移動手段により、前記第 1 サブコラム及び前記第 2 サブコラムを前記ワーク方向へ移動して、前記第 1 保持部材及び前記第 2 保持部材により、前記第 1 主軸ヘッド及び前記第 2 主軸ヘッドの加工方向と同一水平方向に前記ワークを保持させ、

前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークを水平方向に加工することを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の多軸加工装置において、

前記制御手段は、

前記ワークの加工の際には、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工し、

その後、前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 2 主軸ヘッドにより加工された加工部分に対向する位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 1 主軸ヘッドにより加工された加工部分に対向する位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さま

10

20

30

40

50

で前記ワークを加工して、前記ワークの水平方向に貫通穴を形成することを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の多軸加工装置において、

前記ワークの下方に設けられ、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドの前記ワークへの加工により生じた切り屑を回収する回収手段を有することを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の多軸加工装置において、

一端側が前記第 1 サブコラムの下部に固定され、他端側に第 1 ピストンを有する第 1 シリンダと、前記第 1 ピストンに設けられ、鉛直方向に移動可能な第 1 移動スプロケットと、前記第 1 サブコラムの上部に固定された第 1 固定スプロケットと、一端側が前記第 1 サブコラムの上部に固定され、前記第 1 移動スプロケット、前記第 1 固定スプロケットに案内されて、他端側が前記複数の第 1 主軸ヘッド側に固定された第 1 チェーンとを有する第 1 カウンタバランス手段を設けると共に、

一端側が前記第 2 サブコラムの下部に固定され、他端側に第 2 ピストンを有する第 2 シリンダと、前記第 2 ピストンに設けられ、鉛直方向に移動可能な第 2 移動スプロケットと、前記第 2 サブコラムの上部に固定された第 2 固定スプロケットと、一端側が前記第 2 サブコラムの上部に固定され、前記第 2 移動スプロケット、前記第 2 固定スプロケットに案内されて、他端側が前記複数の第 2 主軸ヘッド側に固定された第 2 チェーンとを有する第 2 カウンタバランス手段を設け、

前記第 1 鉛直移動手段、前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動する際、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドの移動に伴い移動される前記第 1 チェーン、前記第 2 チェーンにより、前記第 1 移動スプロケット、前記第 2 スプロケットと共に前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンを鉛直方向に移動させて、前記第 1 シリンダ、前記第 2 シリンダ内部の圧力を前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッド各々のカウンタバランスとして用いることを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の多軸加工装置において、

前記複数の第 1 主軸ヘッドを各々独立して支持すると共に前記第 1 鉛直手段に鉛直方向移動可能に支持された複数の第 1 ベースプレートと、前記第 1 ベースプレートに設けられ、下方側の第 1 主軸ヘッドの鉛直移動を所定距離に制限する鉛直移動制限部材と、前記第 1 チェーンを最下端の第 1 主軸ヘッドに固定する第 1 固定部材と、前記複数の第 1 ベースプレート全てを連結する第 1 連結部材とを有する第 1 分離連結手段を設けると共に、

前記複数の第 2 主軸ヘッドを各々独立して支持すると共に前記第 2 鉛直手段に鉛直方向移動可能に支持された複数の第 2 ベースプレートと、前記第 2 ベースプレートに設けられ、下方側の第 2 主軸ヘッドの鉛直移動を所定距離に制限する鉛直移動制限部材と、前記第 2 チェーンを最下端の第 2 主軸ヘッドに固定する第 2 固定部材と、前記複数の第 2 ベースプレート全てを連結する第 2 連結部材とを有する第 2 分離連結手段を設け、

前記第 1 連結部材、前記第 2 連結部材を取り外すと共に前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンの油圧を減圧して、前記複数の第 1 ベースプレート、前記複数の第 2 ベースプレートを前記所定距離まで分離可能とすると共に、前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンの油圧を戻し、前記第 1 チェーン、前記第 2 チェーンにより、最下端の第 1 主軸ヘッド、最下端の第 2 主軸ヘッドを引き上げて、前記複数の第 1 ベースプレート同士、前記複数の第 2 ベースプレート同士各々を密着させて、前記第 1 連結部材、前記第 2 連結部材により連結させることを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の多軸加工装置において、

前記複数の第 1 ベースプレート同士、前記複数の第 2 ベースプレート同士各々の間に間

10

20

30

40

50

隙部材を挿入することにより、前記複数の第 1 主軸ヘッド同士、前記複数の第 2 主軸ヘッド同士各々の間隔を変更可能としたことを特徴とする多軸加工装置。

【請求項 7】

ベース上に各々独立して設けられた第 1 メインコラム、第 2 メインコラムと、
前記第 1 メインコラム、前記第 2 メインコラムに各々設けられ、水平方向に各々移動可能な第 1 サブコラム、第 2 サブコラムと、

前記第 1 サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられた第 1 主軸ヘッドと、
前記第 2 サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられると共に前記複数の第 1 主軸ヘッドに対して線対称に対向して配置された第 2 主軸ヘッドと、

板状のワークを、前記複数の第 1 主軸ヘッドと前記複数の第 2 主軸ヘッドとの間に鉛直方向に支持する支持部材と、

前記第 1 サブコラムに設けられ、前記複数の第 1 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 1 鉛直移動手段と、

前記第 2 サブコラムに設けられ、前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 2 鉛直移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラム各々を、前記ワーク方向に水平に移動させる第 1 水平移動手段、第 2 水平移動手段と、

前記第 1 メインコラム及び前記第 2 メインコラムを、前記水平方向とは異なる他の水平方向に移動させる第 3 水平移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラムの前記ワーク側の面に各々設けられ、前記ワークの加工領域近傍を両面から保持する第 1 保持部材、第 2 保持部材とを備えた多軸加工装置を用いた加工方法であって、

前記第 1 水平移動手段及び前記第 2 水平移動手段により、前記第 1 サブコラム及び前記第 2 サブコラムを前記ワーク方向へ移動して、前記第 1 保持部材及び前記第 2 保持部材により、前記第 1 主軸ヘッド及び前記第 2 主軸ヘッドの加工方向と同一水平方向に前記ワークを保持させ、

前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークを水平方向に加工することを特徴とする多軸加工装置を用いた加工方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の多軸加工装置を用いた加工方法において、

前記ワークの加工の際には、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工し、

その後、前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 2 主軸ヘッドにより加工された部分に対向する位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 1 主軸ヘッドにより加工された部分に対向する位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工して、前記ワークに貫通穴を形成することを特徴とする多軸加工装置を用いた加工方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工対象部材の複数箇所を同時に加工する多軸加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

加工効率を向上させるため、加工対象部材（以降、ワークと呼ぶ。）の複数箇所を同時に加工する多軸加工装置が従来から用いられてきた（特許文献1）。

【0003】

【特許文献1】特開昭61-103713号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

多軸加工装置は、ワークを複数軸同時に加工するため、ワークに加える負荷も軸数が多くなればなるほど高くなる。従って、ワークが板状の場合には、加工と共に歪みが発生するおそれがある。そのため、板状のワークを多軸加工装置で加工する場合には、板状のワークを水平に配置する等工夫を行っていた。

【0005】

例えば、図9に示す従来の多軸加工装置では、ベッド91上に水平に板状のワーク92を配置している。ベッド91の上面の両側端部にはリニアガイド93が配置されており、その上部のコラム94をX方向に移動可能に支持している。又、コラム94にはモータ95に駆動されるボールネジ96が配置されており、横一列に配置された複数の主軸ヘッド97をY方向に移動可能に支持している。上記構成により、ベッド91、ワーク92の上方に配置された複数の主軸ヘッド97を、X方向、Y方向に移動すると共に、複数の主軸ヘッド97自体をZ方向に移動することにより、ワーク92に同時に多数の穴を形成することができる。

20

【0006】

しかしながら、図9に示すような多軸加工装置においては、ワーク92を水平に配置しているため、穴形成時に生じる切り屑が工具先端に噛み込んで、加工作業に支障が出るおそれがあった。又、主軸ヘッド97は、複数であると共に一方向のみから加工を行うため、その加工反力も大きくなり、装置の構造的負荷も小さくなく、剛性が大きい装置構造とする必要があった。

30

【0007】

本発明は上記課題に鑑みなされたもので、加工反力を低減すると共に加工時に歪みを生じることが無く、切り屑を噛み込むこともない多軸加工装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する第1の発明に係る多軸加工装置は、
 ベース上に各々独立して設けられた第1メインコラム、第2メインコラムと、
 前記第1メインコラム、前記第2メインコラムに各々設けられ、水平方向に各々移動可能な第1サブコラム、第2サブコラムと、
 前記第1サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられた第1主軸ヘッドと、
 前記第2サブコラムに縦一列に同一間隔で複数設けられると共に前記複数の第1主軸ヘッドに対して線対称に対向して配置された第2主軸ヘッドと、
 板状のワークを、前記複数の第1主軸ヘッドと前記複数の第2主軸ヘッドとの間に鉛直方向に支持する支持部材と、
 前記第1サブコラムに設けられ、前記複数の第1主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第1鉛直移動手段と、
 前記第2サブコラムに設けられ、前記複数の第2主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第2鉛直移動手段と、

40

50

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラム各々を、前記ワーク方向に水平に移動させる第 1 水平移動手段、第 2 水平移動手段と、

前記第 1 メインコラム及び前記第 2 メインコラムを、前記水平方向とは異なる他の水平方向に移動させる第 3 水平移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラムの前記ワーク側の面に各々設けられ、前記ワークの加工領域近傍を両面から保持する第 1 保持部材、第 2 保持部材と、

前記第 1 主軸ヘッド、前記第 2 主軸ヘッド、前記第 1 鉛直移動手段、前記第 2 鉛直移動手段、前記第 1 水平移動手段、前記第 2 水平移動手段及び第 3 水平移動手段を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、

前記第 1 水平移動手段及び前記第 2 水平移動手段により、前記第 1 サブコラム及び前記第 2 サブコラムを前記ワーク方向へ移動して、前記第 1 保持部材及び前記第 2 保持部材により、前記第 1 主軸ヘッド及び前記第 2 主軸ヘッドの加工方向と同一水平方向に前記ワークを保持させ、

前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、対向する直近の 2 つの前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置の中間位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークを水平方向に加工することを特徴とする。

【0009】

上記課題を解決する第 2 の発明に係る多軸加工装置は、

上記第 1 の発明に記載の多軸加工装置において、

前記制御手段は、

前記ワークの加工の際には、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工し、

その後、前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 2 主軸ヘッドにより加工された加工部分に対向する位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 1 主軸ヘッドにより加工された加工部分に対向する位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工して、前記ワークの水平方向に貫通穴を形成することを特徴とする。

【0010】

上記課題を解決する第 3 の発明に係る多軸加工装置は、

上記第 1、第 2 の発明に記載の多軸加工装置において、

前記ワークの下方に設けられ、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドの前記ワークへの加工により生じた切り屑を回収する回収手段を有することを特徴とする。

【0011】

上記課題を解決する第 4 の発明に係る多軸加工装置は、

上記第 1 ~ 第 3 のいずれかの発明に記載の多軸加工装置において、

一端側が前記第 1 サブコラムの下部に固定され、他端側に第 1 ピストンを有する第 1 シンリングと、前記第 1 ピストンに設けられ、鉛直方向に移動可能な第 1 移動スプロケットと、前記第 1 サブコラムの上部に固定された第 1 固定スプロケットと、一端側が前記第 1

10

20

30

40

50

サブコラムの上部に固定され、前記第 1 移動スプロケット、前記第 1 固定スプロケットに案内されて、他端側が前記複数の第 1 主軸ヘッド側に固定された第 1 チェーンとを有する第 1 カウンタバランス手段を設けると共に、

一端側が前記第 2 サブコラムの下部に固定され、他端側に第 2 ピストンを有する第 2 シリンダと、前記第 2 ピストンに設けられ、鉛直方向に移動可能な第 2 移動スプロケットと、前記第 2 サブコラムの上部に固定された第 2 固定スプロケットと、一端側が前記第 2 サブコラムの上部に固定され、前記第 2 移動スプロケット、前記第 2 固定スプロケットに案内されて、他端側が前記複数の第 2 主軸ヘッド側に固定された第 2 チェーンとを有する第 2 カウンタバランス手段を設け、

前記第 1 鉛直移動手段、前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動する際、前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッドの移動に伴い移動される前記第 1 チェーン、前記第 2 チェーンにより、前記第 1 移動スプロケット、前記第 2 スプロケットと共に前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンを鉛直方向に移動させて、前記第 1 シリンダ、前記第 2 シリンダ内部の圧力を前記複数の第 1 主軸ヘッド、前記複数の第 2 主軸ヘッド各々のカウンタバランスとして用いることを特徴とする。

10

【0012】

上記課題を解決する第 5 の発明に係る多軸加工装置は、

上記第 4 の発明に記載の多軸加工装置において、

前記複数の第 1 主軸ヘッドを各々独立して支持すると共に前記第 1 鉛直手段に鉛直方向移動可能に支持された複数の第 1 ベースプレートと、前記第 1 ベースプレートに設けられ、下方側の第 1 主軸ヘッドの鉛直移動を所定距離に制限する鉛直移動制限部材と、前記第 1 チェーンを最下端の第 1 主軸ヘッドに固定する第 1 固定部材と、前記複数の第 1 ベースプレート全てを連結する第 1 連結部材とを有する第 1 分離連結手段を設けると共に、

20

前記複数の第 2 主軸ヘッドを各々独立して支持すると共に前記第 2 鉛直手段に鉛直方向移動可能に支持された複数の第 2 ベースプレートと、前記第 2 ベースプレートに設けられ、下方側の第 2 主軸ヘッドの鉛直移動を所定距離に制限する鉛直移動制限部材と、前記第 2 チェーンを最下端の第 2 主軸ヘッドに固定する第 2 固定部材と、前記複数の第 2 ベースプレート全てを連結する第 2 連結部材とを有する第 2 分離連結手段を設け、

前記第 1 連結部材、前記第 2 連結部材を取り外すと共に前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンの油圧を減圧して、前記複数の第 1 ベースプレート、前記複数の第 2 ベースプレートを前記所定距離まで分離可能とすると共に、前記第 1 ピストン、前記第 2 ピストンの油圧を戻し、前記第 1 チェーン、前記第 2 チェーンにより、最下端の第 1 主軸ヘッド、最下端の第 2 主軸ヘッドを引き上げて、前記複数の第 1 ベースプレート同士、前記複数の第 2 ベースプレート同士各々を密着させて、前記第 1 連結部材、前記第 2 連結部材により連結させることを特徴とする。

30

【0013】

上記課題を解決する第 6 の発明に係る多軸加工装置は、

上記第 5 の発明に記載の多軸加工装置において、

前記複数の第 1 ベースプレート同士、前記複数の第 2 ベースプレート同士各々の間に間隙部材を挿入することにより、前記複数の第 1 主軸ヘッド同士、前記複数の第 2 主軸ヘッド同士各々の間隔を変更可能としたことを特徴とする。

40

【0014】

上記課題を解決する第 7 の発明に係る多軸加工装置を用いた加工方法は、

ベース上に各々独立して設けられた第 1 メインコラム、第 2 メインコラムと、

前記第 1 メインコラム、前記第 2 メインコラムに各々設けられ、水平方向に各々移動可能な第 1 サブコラム、第 2 サブコラムと、

前記第 1 サブコラムに縦一列に複数設けられ、前記ワークを前記水平方向に加工する第 1 主軸ヘッドと、

前記複数の第 1 主軸ヘッドに対して線対称に、前記第 2 サブコラムに縦一列に複数設け

50

られ、前記ワークを前記水平方向に加工する第 2 主軸ヘッドと、

板状のワークを、前記複数の第 1 主軸ヘッドと前記複数の第 2 主軸ヘッドとの間に鉛直方向に支持する支持部材と、

前記第 1 サブコラムに設けられ、前記複数の第 1 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 1 鉛直移動手段と、

前記第 2 サブコラムに設けられ、前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動させる第 2 鉛直移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラム各々を、前記ワーク方向に水平に移動させる第 1 水平移動手段、第 2 水平移動手段と、

前記第 1 メインコラム及び前記第 2 メインコラムを、前記水平方向とは異なる他の水平方向に移動させる第 3 水平移動手段と、

前記第 1 サブコラム、前記第 2 サブコラムの前記ワーク側の面に各々設けられ、前記ワークの加工領域近傍を両面から保持可能な第 1 保持部材、第 2 保持部材とを備えた多軸加工装置を用いた加工方法であって、

前記第 1 水平移動手段及び前記第 2 水平移動手段により、前記第 1 サブコラム及び前記第 2 サブコラムを前記ワーク方向へ移動して、前記第 1 保持部材及び前記第 2 保持部材により、前記第 1 主軸ヘッド及び前記第 2 主軸ヘッドの加工方向と同一水平方向に前記ワークを保持させ、

前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、互いに対向する前記第 1 主軸ヘッドと前記第 2 主軸ヘッドの加工方向を各々同一軸上の反対方向として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの加工領域を、両面から複数同時に加工することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決する第 8 の発明に係る多軸加工装置を用いた加工方法は、

上記第 7 の発明に記載の多軸加工装置を用いた加工方法において、

前記ワークの加工の際には、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工し、

その後、前記第 1 鉛直移動手段及び前記第 2 鉛直移動手段により、前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドを鉛直方向に移動して、前記第 1 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 2 主軸ヘッドにより加工された部分に対向する位置とすると共に、前記第 2 主軸ヘッドによる加工位置を、前記第 1 主軸ヘッドにより加工された部分に対向する位置として、

前記複数の第 1 主軸ヘッド及び前記複数の第 2 主軸ヘッドにより、前記ワークの両面から互いに反対の加工方向に複数同時に加工して、前記ワークの板厚の中心を越える深さまで前記ワークを加工して、前記ワークに貫通穴を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

第 1、第 2、第 7、第 8 の発明によれば、複数の第 1 主軸ヘッドと複数の第 2 主軸ヘッドとの間に板状のワークを配置すると共に第 1 保持部材及び第 2 保持部材によりワークを両面から保持して、ワークの加工領域の両面から同時に加工を行うので、加工反力を相殺して、加工時の歪みを低減することができると共に、第 1 保持部材及び第 2 保持部材による保持力も低減することができる。又、板状のワークを鉛直方向に支持するので、加工時に生じる切り屑が全て下方に落下して、第 1 主軸ヘッド、第 2 主軸ヘッドの工具先端への切り屑の噛み込みを防止することができ、更に、板状のワークを水平に配置する場合と比較して、装置が必要とする設置面積が小さく、設置場所の有効利用が可能となる。加えて、板状のワークの両面側に複数の第 1 主軸ヘッド、複数の第 2 主軸ヘッドを各々設け、各々鉛直方向に移動可能であるので、例えば、ワークにおける穴開け加工位置の間隔を、第

10

20

30

40

50

1 主軸ヘッド同士、第2主軸ヘッド同士の配置間隔より短い間隔で行うことができる。

【0017】

第3の発明によれば、ワークの下方に回収手段を設けたので、加工時の切り屑の処理が容易となる。

【0018】

第4の発明によれば、複数の第1主軸ヘッド、複数の第2主軸ヘッドに対するカウンタバランス手段を設けたので、複数の第1主軸ヘッド、複数の第2主軸ヘッドの鉛直方向の移動が容易となる。

【0019】

第5、第6の発明によれば、複数の第1主軸ヘッド、複数の第2主軸ヘッドに対する分離連結手段を設けたので、複数の第1主軸ヘッド同士、複数の第2主軸ヘッド同士の分離が容易となり、第1主軸ヘッドを支持する第1ベースプレート同士、第2主軸ヘッドを支持する第2ベースプレート同士の間に間隔部材を容易に挿入することが可能となる。その結果、第1主軸ヘッド同士、第2主軸ヘッド同士の配置間隔の変更が容易となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図1～図8を参照して、本発明に係る多軸加工装置の実施形態を説明する。

【実施例1】

【0021】

図1は、本実施例の多軸加工装置の正面図であり、図2は、その側面図であり、図3は、図2におけるA-A線矢視図であり、図4は、図3の主要部分を拡大した図である。又、図5、6は、後述する分離連結機構の動作を説明する図であり、図7、8は、本実施例の多軸加工装置における加工手順例を説明する図である。なお、図2においては、装置内部の構成を示すため、一部の構成を除いて図示している。

【0022】

本実施例の多軸加工装置は、その基台部分となる基礎ブロック1が地中2に埋められて構成されている。なお、基礎ブロック1としては、鉄板構造にコンクリートを充填したものが適用可能であり、このような構造を用いることにより、基礎ブロック1の剛性を強くして、レベリング精度を高くすることができる。そして、その基礎ブロック1の上に、複数のレベリングブロック3を介して、2つのベッド4が配置されている。なお、2つのベ

【0023】

各ベッド4の上面の両側端部には、X方向のリニアガイド5が配置されており、1つの駆動モータ20により共に駆動される2つのボールネジ6により、リニアガイド5が支持する2つのコラムベース7A、7Bを同時にX方向に水平移動可能である。上記リニアガイド5、ボールネジ6、駆動モータ20は、本多軸加工装置のX駆動機構（第3水平移動手段）を構成し、後述するサブコラム10A、10Bが移動する水平方向（Y方向）とは異なる水平方向（X方向）に、後述するメインコラム8A、8Bと共にコラムベース7A、7Bを移動させている。

【0024】

コラムベース7Aの上面には、メインコラム8A（第1メインコラム）が固定されると共に、複数のY方向のリニアガイド9Aを介して、サブコラム10A（第1サブコラム）がY方向移動可能に支持されており、又、サブコラム10Aは、複数のY方向のリニアガイド22Aを介して、メインコラム8AにY方向移動可能に支持されている。

【0025】

同様に、コラムベース7Bの上面には、メインコラム8Aとは独立して設けられたメインコラム8B（第2メインコラム）が固定されると共に、複数のY方向のリニアガイド9Bを介して、サブコラム10B（第2サブコラム）がY方向移動可能に支持されており、又、サブコラム10Bは、複数のY方向のリニアガイド22Bを介して、メインコラム8

10

20

30

40

50

BにY方向移動可能に支持されている。なお、メインコラム8A、8Bの上端は、上部プレート19により互いに連結されている。

【0026】

メインコラム8A、サブコラム10Aとメインコラム8B、サブコラム10Bの間には、即ち、本多軸加工装置のY方向中央部（以降、Y中心と呼ぶ。）には、X方向に沿って、ワークサポート11及び複数のワークサポート21（支持部材）が配置されると共に、Z方向（鉛直方向）に沿って、サポートポスト23が配置されている。これらのワークサポート11、ワークサポート21により、加工対象部材となる板状のワーク12の下端部が下方側から支持されると共に、ワーク12が倒れないように、サポートポスト23により、ワーク12の前側端部がZ方向に沿って補助的に支持されている。従って、上記支持構造により、メインコラム8A、サブコラム10Aとメインコラム8B、サブコラム10Bとの間に、ワーク12を鉛直方向に配置することになる。

10

【0027】

本多軸加工装置は、更に、サブコラム10A、10BのY中心側の面、即ち、ワーク12側の面に設けられた平板状のクランプ部材13A（第1保持部材）、クランプ部材13B（第2保持部材）により、ワーク12の所定面積を両面からクランプして、保持するクランプ機構を有する。このクランプ機構は、メインコラム8Aに設けられた複数のクランプシリンダ14A（第1水平移動手段）と、メインコラム8Bに設けられた油圧式の複数のクランプシリンダ14B（第2水平移動手段）とを有し、クランプシリンダ14A、14Bを駆動させることにより、サブコラム10A、10Bを各々Y中心方向に水平移動させ、その結果、サブコラム10A、10Bが支持するクランプ部材13A、13Bにより、ワーク12の両面からクランプする構造である。なお、クランプ部材13A、13BのZ方向の長さは、ワーク12のZ方向の長さと同等であることが望ましい。

20

【0028】

クランプ部材13A、13Bは、面状にワーク12をクランプするものであるが、特に、クランプ部材13A、13Bの前端部において、つまり、ワーク12の加工領域の近傍において、両面から確実にクランプを行うようにしている。これは、クランプ部材13A、13Bのクランプ面を加工深さの基準位置とすると共に、加工時におけるワーク12の振動を抑制するためである。従って、クランプ部材13A、13Bは、硬度の高い金属で構成することが望ましい。

30

【0029】

又、サブコラム10Aの正面側には、ボールネジ15A及び2つのリニアガイド38AがZ軸方向に配置されており、ボールネジ15A及びリニアガイド38Aには、縦一列に同一間隔で配置された複数の主軸ヘッド40A（第1主軸ヘッド）からなる主軸ヘッド集合体16Aが取り付けられている。同様に、サブコラム10Bの正面側にも、ボールネジ15B及び2つのリニアガイド38BがZ軸方向に配置されており、ボールネジ15B及びリニアガイド38Bには、主軸ヘッド集合体16Aに対して線対称に対向して配置されると共に、縦一列に同一間隔で配置された複数の主軸ヘッド40B（第2主軸ヘッド）からなる主軸ヘッド集合体16Bが取り付けられている。つまり、主軸ヘッド集合体16A、16Bは、水平対向型の配置構成となっている。そして、サブコラム10A、10Bの上部に配置された駆動モータ17A、17Bにより、ボールネジ15A、15Bが駆動されており、ボールネジ15A、15Bが駆動されることにより、主軸ヘッド集合体16A、16Bが所望のZ方向位置に移動されることになる。このように、上記ボールネジ15A及びリニアガイド38A、駆動モータ17A及びリニアガイド38Bは、主軸ヘッド集合体16AのZ駆動機構（第1鉛直移動手段）を構成し、ボールネジ15B、駆動モータ17Bは、主軸ヘッド集合体16BのZ駆動機構（第2鉛直移動手段）を構成している。

40

【0030】

上記主軸ヘッド集合体16A、16Bは、個々の主軸ヘッド40Aを、連結分離機構（第1連結分離手段、第2連結分離手段）により連結することにより構成されている。図5、6等を参照して、主軸ヘッド集合体16A及びその連結分離手段を説明すると、主軸へ

50

ッド集合体 16 A 全体は、ボールネジ 15 A のボールネジナット 41 A に取り付けられたブラケット 42 A により鉛直方向移動可能に支持されたものである。その連結分離手段は、ブラケット 42 A に取り付けられると共に、順次、その下方側に縦一列に取り付けられた複数のベースプレート 43 A (第 1 ベースプレート) と、複数のベースプレート 43 A を連結させる複数のボルト 35 A、ナット 36 A (第 1 連結部材) とを有している。これらのベースプレート 43 A は、各々独立して主軸ヘッド 40 A を支持すると共に、各々独立してリニアガイド 38 A に支持されて、鉛直方向に移動可能となっている。又、各ベースプレート 43 A には、最上端及び最下端のベースプレート 43 A を除き、コの字状のフック 44 A 及び止め金具 45 A が設けられており、又、最上端のベースプレート 43 A には、止め金具 45 A のみが、最下端のベースプレート 43 A には、フック 44 A のみが設けられている。これらのフック 44 A、止め金具 45 A は、下方側の主軸ヘッド 40 A の鉛直移動を所定距離に制限する機能を有しており (鉛直移動制限部材)、この機能を後述する分離連結時、ピッチ変更時に使用している。又、最下端のベースプレート 43 A には、固定部材 49 A (第 1 固定部材) を介して、後述するチェーン 31 A (第 1 チェーン) が固定されており、これも後述する分離連結時、ピッチ変更時に使用している。

10

20

30

40

50

【0031】

各ベースプレート 43 A には、主軸ヘッド本体 46 A を支持するリニアガイド 47 A が設けられており、主軸ヘッド本体 46 A は、リニアガイド 47 A、駆動モータ 48 A により、Y 方向に水平移動可能である。従って、ワーク 12 を加工する際には、主軸ヘッド本体 46 A を Y 中心方向へ水平移動することにより、主軸ヘッド本体 46 A の先端の工具部分を Y 中心方向に水平移動させることになり、その結果、ワーク 12 を Y 方向に加工して、Y 方向に貫通する穴を形成することができる。又、各主軸ヘッド 40 A は、各々独立して制御可能である。なお、ワーク 12 の加工時には、全てのベースプレート 43 A が連結されることにより、図 1、図 2、図 6 に示すように、主軸ヘッド集合体 16 A を構成している。又、主軸ヘッド集合体 16 B も、全く同様の構成となっている。

【0032】

図 1 等に示した本多軸加工装置の場合、互いに水平方向に対向する 6 個の主軸ヘッド 40 A、40 B を有するので、その加工数は最大 12 箇所となり、後述するように、本実施例の場合、ワーク 12 の両面から同時に加工を行っているため、加工反力等を低減することができる。又、主軸ヘッド 40 A、主軸ヘッド 40 B の互いの Z 方向位置を、主軸ヘッド 40 A 同士、主軸ヘッド 40 B 同士の配置間隔の半ピッチ分ずらすことにより、主軸ヘッド 40 A 同士、主軸ヘッド 40 B 同士の配置間隔の半分の間隔で加工を行うことができる。当然ながら、本発明に係る多軸加工装置においては、主軸ヘッドを更に多く設けるようにしてもよいし、場合によっては、一部の主軸ヘッドを使用せず、少ない箇所の加工を行うようにしてもよい。

【0033】

上記主軸ヘッド集合体 16 A、16 B の Z 方向の移動の際には、カウンタバランス機構 (第 1 カウンタバランス手段、第 2 カウンタバランス手段) により、主軸ヘッド集合体 16 A、16 B の重さに対してカウンタバランスが取られて、駆動されている。このカウンタバランス機構は、一端がサブコラム 10 A の上端に固定され、他端が最下端の主軸ヘッド 40 A の固定部材 49 A に固定された所定長のチェーン 31 A (第 1 チェーン) と、サブコラム 10 A の上部に固定され、チェーン 31 A と噛み合う固定スプロケット 32 A (第 1 固定スプロケット) と、チェーン 31 A と噛み合う移動スプロケット 33 A (第 1 移動スプロケット) と、一端側のピストン (第 1 ピストン) が移動スプロケット 33 A を鉛直移動可能に支持すると共に他端側がサブコラム 10 A の下部に固定されたバランス用シリンダ 34 A (第 1 シリンダ) を有するものである。

【0034】

上記構成のカウンタバランス機構においては、主軸ヘッド集合体 16 A が Z 方向下方側に移動する場合には、チェーン 31 A により、移動スプロケット 33 A と共にシリンダ 34 A のピストンが Z 方向上方に引き上げられ、シリンダ 34 A 内のオイルが外部に排出さ

れることにより、シリンダ 3 4 A 内の油圧と主軸ヘッド集合体 1 6 A 側とのバランスが取られている。又、主軸ヘッド集合体 1 6 A が Z 方向上方側に移動する場合には、シリンダ 3 4 内のオイルが外部から注入されることにより、チェーン 3 1 A により、移動スプロケット 3 3 A と共にシリンダ 3 4 A のピストンが Z 方向下方に引き下げられて、シリンダ 3 4 A 内の油圧と主軸ヘッド集合体 A 側とのバランスが取られている。なお、主軸ヘッド集合体 1 6 A 側の重量は、カウンタバランス機構による圧力より多少重くなるように設定されている。これは、主軸ヘッド集合体 1 6 A が Z 方向に移動する際のバックラッシュを防止するためである。

【 0 0 3 5 】

なお、図 2 は、主軸ヘッド集合体 1 6 A が最上方の位置に移動した状態を示しているが、主軸ヘッド集合体 1 6 A が最下方の位置に移動した場合には、上述したように、チェーン 3 1 A により、移動スプロケット 3 3 A と共にシリンダ 3 4 A のピストンが Z 方向上方に引き上げられて、移動スプロケット 3 3 A は、図 2 中の “ (3 3 A) ” の位置に移動する。

10

【 0 0 3 6 】

又、上記カウンタバランス機構は、主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B の配置間隔 (ピッチ) を変更可能とする分離連結機構の一部の機能を兼ねている。具体的には、分離連結機構では、2 箇所のボルト 3 5 A、ナット 3 6 A (第 1 連結部材) を緩めると共にシリンダ 3 4 A の油圧を落とす (ゼロにする) ことにより、シリンダ 3 4 A のピストン及び移動スプロケット 3 3 A が自由に動くようになり、その結果、主軸ヘッド 4 0 A 自体の自重により、各主軸ヘッド 4 0 A の位置を Z 方向下方側に移動することができる (図 5 参照)。各主軸ヘッド 4 0 A が、自重により Z 方向下方側に移動する際には、下方側のベースプレート 4 3 A のフック 4 4 A が上方側のベースプレート 4 3 A の止め金具 4 5 A に掛止されて、その移動が制限されている。

20

【 0 0 3 7 】

そして、ベースプレート 4 3 A 同士の間、同じ厚さのライナ 3 7 A (間隙部材) を各々挿入することにより、主軸ヘッド 4 0 A 間のピッチを変更することができる。ライナ 3 7 A の挿入後、シリンダ 3 4 A の油圧を元の圧力に戻すことにより、そのピストン 3 4 A 及び移動スプロケット 3 3 A が Z 方向下方側に引き下げられ、その結果、チェーン 3 1 A が最下端の主軸ヘッド 4 0 A を引き上げることになり、ライナ 3 7 A を介して、主軸ヘッド 4 0 A 同士が密着されて、ライナ 3 7 A が挿入された状態で各主軸ヘッド 4 0 A の位置が決定する (図 6 参照)。なお、これらのライナ 3 7 A は、U 字状の切り欠け部分を有し、ボルト 3 5 A がこの切り欠け部分を貫通するように、ライナ 3 7 A が配置されている。位置決定後、ボルト 3 5 A、ナット 3 6 A を締めることにより、各主軸ヘッド 4 0 A の位置が固定されることになる。そして、予め異なる厚さのライナを複数組用意しておけば、異なる厚さのライナの組に変更することにより、ワーク 1 2 の加工ピッチを所望の大きさに変更することができる。

30

【 0 0 3 8 】

なお、ここでは、サブコラム 1 0 A 側のカウンタバランス機構、分離連結機構を説明したが、サブコラム 1 0 B 側にも、同様の構造のカウンタバランス機構、分離連結機構が設けられている。

40

【 0 0 3 9 】

又、ワーク 1 2 の下方には、チップコンベア 1 8 (回収手段) が X 方向に沿って配置されており、ワーク 1 2 を主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B により加工する際に生じる切り屑は、ワーク 1 2 の下方のチップコンベア 1 8 上に自然と落下することになる。そして、チップコンベア 1 8 上に落下した切り屑は、チップコンベア 1 8 により回収されると共に本多軸加工装置の後方側に運搬されて、自動的に廃棄されている。従って、主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B の工具先端へ切り屑が噛み込まれることを防止することができる。

【 0 0 4 0 】

上述した本多軸加工装置の各機構 (主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B、クランプ機構、

50

X駆動機構、Z駆動機構、カウンタバランス機構、分離連結機構等)は、図示しない制御装置(制御手段)に制御されて、ワーク12の加工を行っている。そこで、上記構成の多軸加工装置の加工動作の一例を、図7、8を用いて説明する。なお、図7、8では、2対の主軸ヘッド40A、40Bの先端部(ドリル51A、51B)を図示して説明を行っているが、本発明に係る多軸加工装置では、6対の主軸ヘッド40A、40Bからなる主軸ヘッド集合体16A、16Bが同時に下記加工手順を行うものである。

【0041】

本発明に係る多軸加工装置は、上述したように、ワーク12を間にして、その左右両面に、主軸ヘッド集合体16A、16Bが線対称に対向して配設されており、又、同じく、ワーク12を間にして、その左右両面かつ加工領域近傍に、クランプ部材13A、13B(図7及び後述する図8では図示せず。)が配設されている。そして、ワーク12の両面がクランプ13A、13Bによりクランプされて、その位置が固定され、主軸ヘッド集合体16A、16Bのドリル51A、51Bがワーク12の加工領域をY中心方向に水平に移動して、ワーク12の両面から複数同時に穴開け加工を行うようにしている。

10

【0042】

具体的手順としては、まず、穴開け加工開始する際、X駆動機構、Z駆動機構により、ワーク12の所望の加工位置に主軸ヘッド集合体16A、16Bを移動した後、クランプ機構によりサブコラム10A、10BをY中心方向に移動させ、クランプ部材13A、13Bによりワーク12の両面をクランプする。このとき、クランプ部材13A、13Bによるワーク12のクランプ方向は、ドリル51A、51Bの加工方向と同一水平方向となっている。クランプする際には、実際には、ワーク12のクランプ領域をエアブローして、異物を排除してからクランプするようにしている。これは、クランプ部材13A、13Bのクランプ面が加工深さの基準位置となるからである。

20

【0043】

次に、Z駆動機構により、主軸ヘッド集合体16A、16BをZ方向に移動して、複数の主軸ヘッド40A、40Bのドリル51A、51Bを、ワーク12の加工位置に配置する。具体的には、ドリル51Aの配置位置が、ドリル51Aに対向すると共に直近する2つのドリル51Bの中間の位置に配置され、他方、ドリル51Bの配置位置が、ドリル51Aに対向すると共に直近する2つのドリル51Aの中間の位置に配置される。そして、その配置位置において、ワーク12の両面側から同時にドリル51A、51Bの加工が開始され、クランプ部材13A、13Bのクランプ面を基準にして、つまり、ワーク12の両表面を基準にして、その深さ位置が制御されて、ドリル51A、51Bの先端が、例えば、ワーク12の板厚中心を過ぎる位置まで加工が進められる(図7(a)参照)。このとき、ドリル51A、ドリル51Bの加工方向は、互いに、同一水平方向かつ反対方向になっている。

30

【0044】

上記加工により、ワーク12にボーリング穴52A、52Bが形成される。ボーリング穴52A、52Bの形成後、ドリル51A、51Bを加工開始前のY方向位置に戻すと共に、Z駆動機構により、主軸ヘッド集合体16A、16BをZ方向に移動して、複数の主軸ヘッド40A、40Bのドリル51A、51Bを、ワーク12の加工位置に配置する。具体的には、ドリル51A、51Bが、形成されたボーリング穴52A、52Bのピッチ分だけ、Z方向の上方又は下方に移動されて配置される。このとき、1つドリル(最上端若しくは最下端のドリル51A、又は、最上端若しくは最下端のドリル51Bのいずれか1つ)を除いて、全てのドリル51A、51Bが、形成したボーリング穴52A、52Bと同一水平軸上で対向するように配置されることになる。そして、その配置位置において、ワーク12の両面側から同時にドリル51A、51Bの加工が再開される(図7(b)参照)。

40

【0045】

そして、ドリル51A、51Bの先端が、ワーク12の板厚中心を過ぎる位置まで加工が進められ、その結果、ボーリング穴52A、52Bが対向する方向から加工されるドリ

50

ル 5 1 A、5 1 B により貫通されて、貫通穴 5 3 が形成され、又、新たなボーリング穴 5 2 B (又は 5 2 A) が形成される (図 7 (c) 参照)。

【0046】

上記手順の結果、ワーク 1 2 に貫通穴 5 3 が形成されることになる。このように形成された貫通穴 5 3 は、両面から加工を行うことより、面取り加工を行うことになり、貫通穴 5 3 の端部におけるバリの生成を抑制することもできる。又、上記加工の際には、ワーク 1 2 の両面から均等な力をかけて加工を行うため、その加工反力を半減させることができる。加工反力を半減できることにより、穴開け方向と同一方向の力が働くクランプ部材 1 3 A、1 3 B のクランプ力も半減することができる。なお、これらの力は、装置構造上、内力として扱うことができ、又、上記のように加工反力が低減されることから、装置自体の剛性を従来と比較して低い剛性の構造としてもよく、装置自体のコストの低減に寄与する。

10

【0047】

上記加工手順を繰り返すことにより、多数の貫通穴 5 3 をワーク 1 2 に形成することが可能となる。つまり、主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B を Z 方向に移動し、上記加工手順を繰り返して、異なる位置の穴開け加工を行い、更に、メインコラム 8 A、8 B と共にサブコラム 1 0 A、1 0 B 及び主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B を X 方向に移動し、上記加工手順を繰り返して、更に異なる位置の穴開け加工を行うことにより、板状のワーク 1 2 の全面に加工を行うことができる。又、上述した分離連結機構を用いて、主軸ヘッド 4 0 A 同士、主軸ヘッド 4 0 B 同士のピッチを変更すれば、異なる間隔の穴を形成することもできる。

20

【0048】

又、本発明に係る多軸加工装置では、図 7 に示したような手順に限らず、図 8 に示すような手順を用いて、ワーク 1 2 への加工を行ってもよい。

【0049】

具体的手順としては、図 7 の加工手順と同様に、まず、穴開け加工開始する際、X 駆動機構、Z 駆動機構により、ワーク 1 2 の所望の加工位置に主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B を移動した後、クランプ機構によりサブコラム 1 0 A、1 0 B を Y 中心方向に移動させ、クランプ部材 1 3 A、1 3 B によりワーク 1 2 の両面をクランプする。

【0050】

次に、Z 駆動機構により、主軸ヘッド集合体 1 6 A、1 6 B を Z 方向に移動して、複数の主軸ヘッド 4 0 A、4 0 B のドリル 5 1 A、5 1 B を、ワーク 1 2 の加工位置に配置する。具体的には、ドリル 5 1 A の配置位置が、ドリル 5 1 A に対向すると共に直近する 2 つのドリル 5 1 B の中間の位置に配置され、他方、ドリル 5 1 B の配置位置が、ドリル 5 1 B に対向すると共に直近する 2 つのドリル 5 1 A の中間の位置に配置される。そして、その配置位置において、ワーク 1 2 の両面側から同時にドリル 5 1 A、5 1 B の加工が開始される (図 8 (a) 参照)。このときも、ドリル 5 1 A、ドリル 5 1 B の加工方向は、互いに、同一水平方向かつ反対方向になっている。

30

【0051】

そして、ドリル 5 1 A、5 1 B がワーク 1 2 を完全に貫通する位置まで加工が進められて、貫通穴 5 3 が形成される (図 8 (b) 参照)。図 8 に示す加工手順を繰り返すことにより、多数の貫通穴 5 3 をワーク 1 2 に形成することが可能となる。

40

【0052】

図 8 に示す手順により形成された貫通穴 5 3 も、加工の際には、ワーク 1 2 の両面から均等な力をかけて加工を行うため、図 7 に示す手順と同様に、その加工反力を半減させることができ、又、クランプ部材 1 3 A、1 3 B のクランプ力も半減することができる。

【0053】

なお、図 8 に示す加工手順は、ワーク 1 2 の両面側から同時に加工を行う点では同じであるが、図 7 に示す加工手順では、一方側からの加工と他方側からの加工の 2 回の加工で貫通穴 5 3 を形成するのに対して、図 8 に示す加工手順では、一方側からの 1 回の加工で

50

貫通穴 5 3 を形成する点が異なっている。このように、本発明に係る多軸加工装置では、一方側からの 1 回の加工で貫通穴 5 3 を形成することも可能であり、図 7 に示す加工手順、図 8 に示す加工手順は、これらの加工手順のプログラムを、予め制御装置に作成しておき、プログラムを選択することにより、所望の加工手順を実施することができる。

【 0 0 5 4 】

例えば、原子炉の蒸気発生器の内部で用いられる管支持板には、管支持用の穴が、少なくとも三千個程度、多い場合には二万個以上形成されているが、本発明に係る多軸加工装置を用いることにより、管支持板に歪みを発生させることなく、管支持板の両面から多数の穴を同時に形成することができ、効率よく加工を行うことができる。

【 産業上の利用可能性 】

10

【 0 0 5 5 】

本発明に係る多軸加工装置は、蒸気発生器や熱交換器等に用いられ、管を多数支持する支持板の加工に適用して有用なものである。又、貫通穴だけではなく、ボーリングした穴（貫通しない穴）を形成するようにしてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 本発明に係る多軸加工装置の実施形態の一例を示す正面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す多軸加工装置の側面図である。

【 図 3 】 図 2 に示す多軸加工装置の A - A 線矢視図である。

【 図 4 】 図 3 に示す多軸加工装置の主要部分の拡大図である。

20

【 図 5 】 図 1 ~ 図 4 に示す多軸加工装置における主軸ヘッドの分離状態を説明する図である。

【 図 6 】 図 1 ~ 図 4 に示す多軸加工装置における主軸ヘッドの連結状態を説明する図である。

【 図 7 】 図 1 ~ 図 4 に示す多軸加工装置における加工手順の一例を説明する図である。

【 図 8 】 図 1 ~ 図 4 に示す多軸加工装置における加工手順の他の一例を説明する図である。

【 図 9 】 従来の多軸加工装置を説明する図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

30

1 基礎ブロック

4 ベッド

5 リニアガイド（ X 方向 ）

6 ボールネジ（ X 方向 ）

7 A、7 B コラムベース

8 A、8 B メインコラム

9 A、9 B リニアガイド（ Y 方向 ）

10 A、10 B サブコラム

11 ワークサポート

12 ワーク

40

13 A、13 B クランプ部材

14 A、14 B クランプシリンダ

15 A、15 B ボールネジ（ Z 方向 ）

16 A、16 B 主軸ヘッド

17 A、17 B 駆動モータ（ Z 方向 ）

18 チップコンペア

19 上部プレート

20 駆動モータ（ X 方向 ）

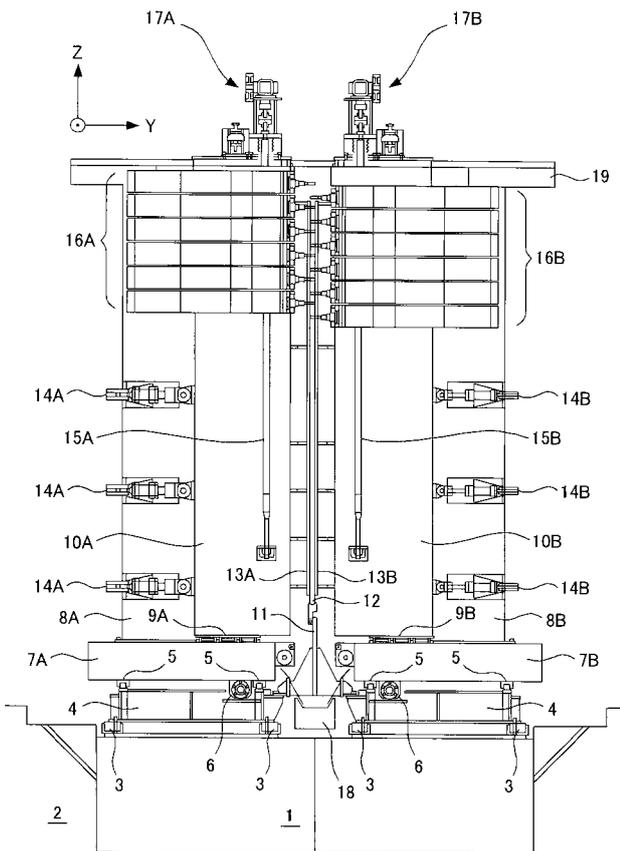
21 ワークサポート

22 A（ 22 B ） リニアガイド（ Y 方向 ）

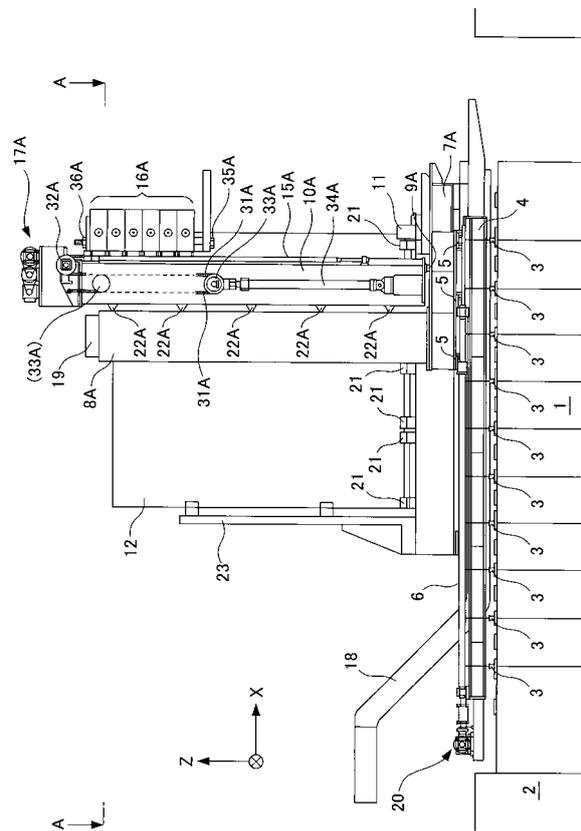
50

- 2 3 サポートポスト
- 3 1 A チェーン
- 3 2 A 固定スプロケット
- 3 3 A 移動スプロケット
- 3 4 A シリンダ
- 3 5 A、3 5 B ボルト
- 3 7 A、3 7 B ライナ
- 3 8 A、3 8 B リニアガイド (Z 方向)
- 4 3 A (4 3 B) ベースプレート
- 4 4 A (4 4 B) フック
- 4 5 A (4 5 B) 止め金具

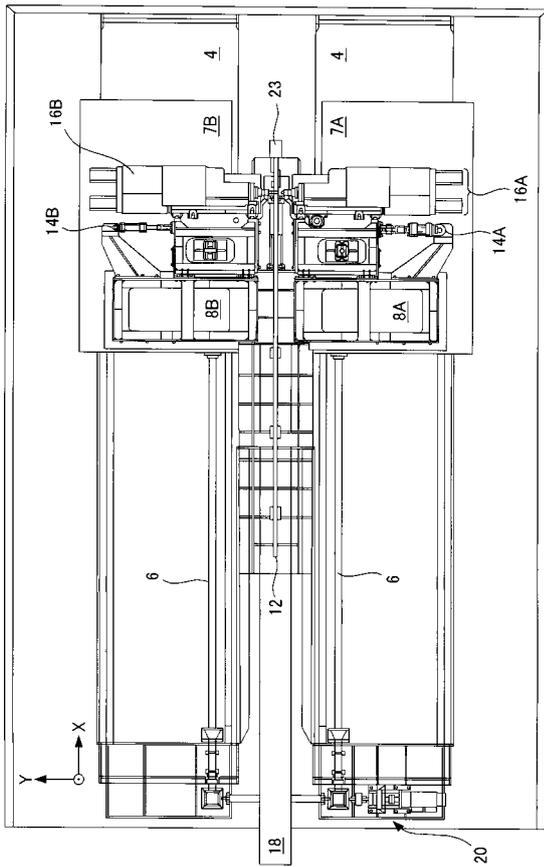
【 図 1 】



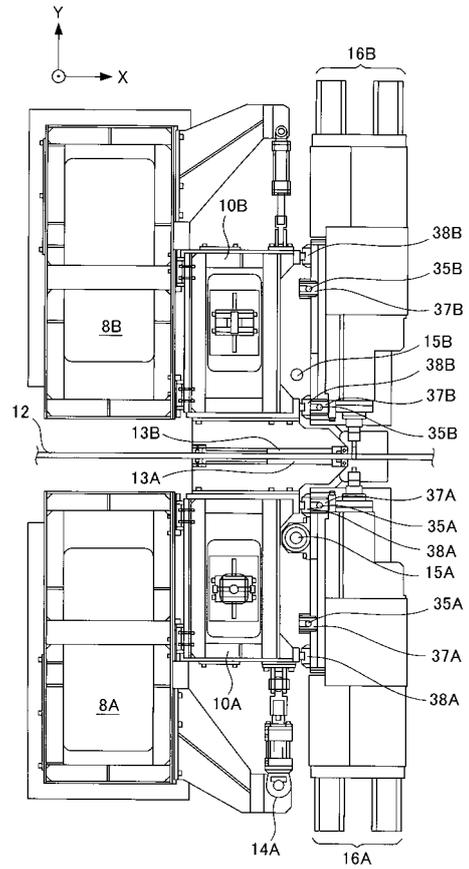
【 図 2 】



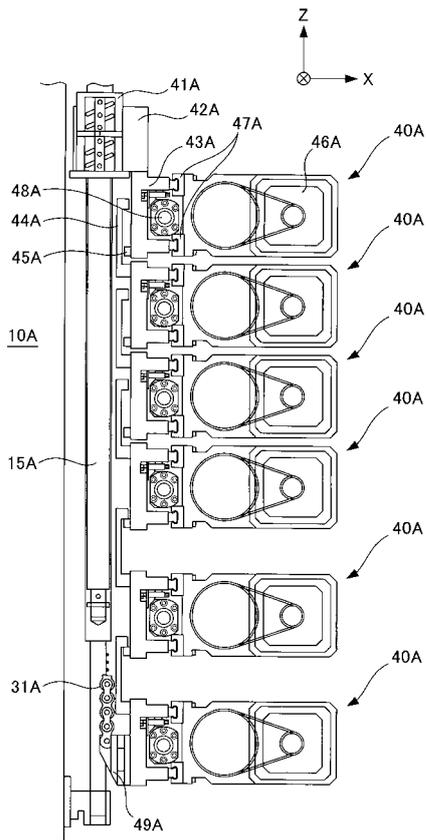
【 図 3 】



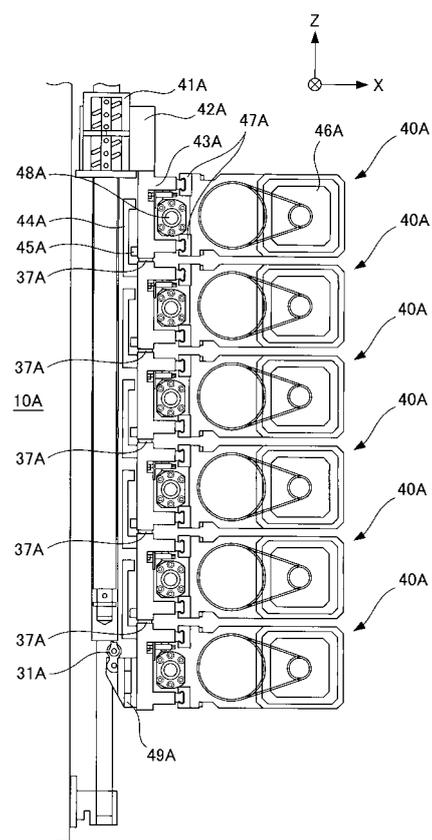
【 図 4 】



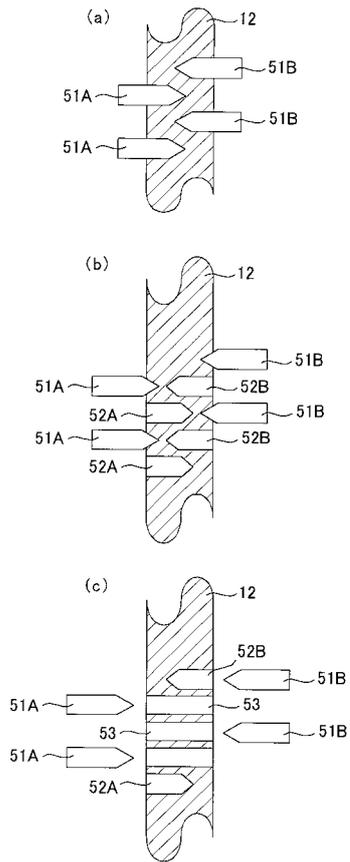
【 図 5 】



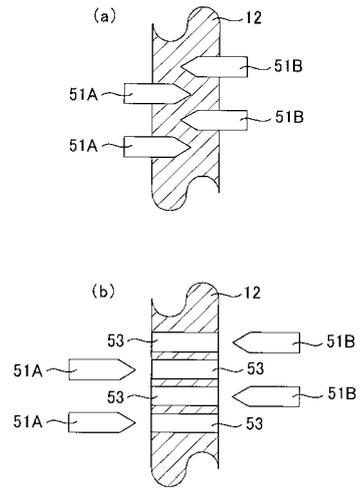
【 図 6 】



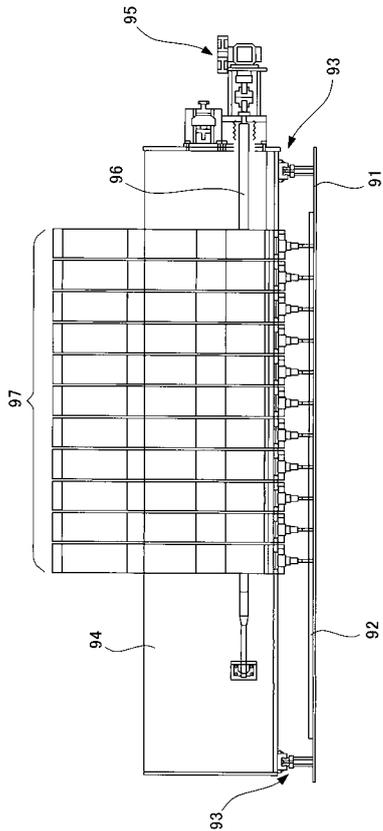
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 重信

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 岡本 護

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

Fターム(参考) 3C011 BB25

3C036 BB13 BB16 CC05 DD13 DD17 HH05 JJ10 LL02

3C048 AA01 BC01 DD10 EE06