

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7258563号  
(P7258563)

(45)発行日 令和5年4月17日(2023.4.17)

(24)登録日 令和5年4月7日(2023.4.7)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 4 B	47/22 (2006.01)	B 2 4 B	47/22
B 2 4 B	49/08 (2006.01)	B 2 4 B	49/08
B 2 4 B	49/12 (2006.01)	B 2 4 B	49/12
B 2 4 B	49/00 (2012.01)	B 2 4 B	49/00
B 2 4 B	7/02 (2006.01)	B 2 4 B	7/02
請求項の数 5 (全23頁)			
(21)出願番号	特願2019-5030(P2019-5030)	(73)特許権者	391011102
(22)出願日	平成31年1月16日(2019.1.16)		株式会社岡本工作機械製作所
(65)公開番号	特開2020-110893(P2020-110893		群馬県安中市郷原2 9 9 3 番地
	A)	(74)代理人	100165423
(43)公開日	令和2年7月27日(2020.7.27)		弁理士 大竹 雅久
審査請求日	令和3年11月18日(2021.11.18)	(72)発明者	吉田 裕
特許法第3 0 条第2 項適用 平成3 0 年1 1 月1 日～1			群馬県安中市郷原2 9 9 3 番地 株式会
1 月6 日に、J I M T O F 2 0 1 8 にて発表 平成3 0 年			社岡本工作機械製作所内
1 2 月1 日に、株式会社ニュースダイジェスト社編集発		(72)発明者	平山 卓雄
行の「月刊生産財マーケティング」第5 5 巻第1 2 号に			群馬県安中市郷原2 9 9 3 番地 株式会
て発表 平成3 1 年1 月1 日に、株式会社ニュースダイジ			社岡本工作機械製作所内
ェスト社編集発行の「月刊生産財マーケティング」第5		(72)発明者	松岡 邦宜
6 巻第1 号にて発表			群馬県安中市郷原2 9 9 3 番地 株式会
			社岡本工作機械製作所内
		(72)発明者	佐竹 志保
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 自動研削装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークを研削するといしと、

前記ワークを支持する支持手段と、

前記といし若しくは前記支持手段を移動させて前記といしと前記ワークとの相対位置を  
変える送り装置と、

前記送り装置を数値制御する制御装置と、

前記ワークの前記といしによる切り込み方向及び前記切り込み方向に垂直な送り方向の  
位置を前記ワークに接触して検出する第1の検出手段と、

前記ワークの前記送り方向の位置を前記ワークに非接触で検出する第2の検出手段と、

前記といしの周面の前記切り込み方向の位置を検出する第3の検出手段と、

前記といしに向かって空気を吹き付け前記空気の圧力を検出して前記といしの端面の位置  
を検出する第4の検出手段と、を有し、

前記制御装置は、前記といしによる加工を開始する前に前記第2の検出手段によって検  
出される前記ワークの位置情報に基づいて前記第1の検出手段による検出範囲を演算して  
前記第1の検出手段による前記ワークの位置検出を実行し、前記第1の検出手段によって  
検出される前記ワークの位置情報及び前記第3の検出手段によって検出される前記といし  
の位置情報に基づいて前記といしの前記周面と前記ワークの研削平面との接触位置を演算  
し、前記第1の検出手段で検出される前記ワークの位置情報及び前記第4の検出手段によ  
って検出される前記といしの位置情報に基づいて前記といしの前記端面と前記ワークの研

10

20

削端面との接触位置を演算して、前記といし及び前記支持手段を相対移動させる範囲を演算し、前記送り装置を制御して前記といし若しくは前記支持手段を移動させて前記といしの前記周面による前記ワークの前記研削平面の加工及び前記といしの前記端面による前記ワークの前記研削端面の加工を自動で開始することを特徴とする自動研削装置。

【請求項 2】

前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を自動で開始するための指示を入力する操作手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の自動研削装置。

【請求項 3】

前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を自動で開始するための指示及び一時停止された前記といしによる加工を再開するための指示を入力する第 1 の操作手段と、

10

前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を一時停止するための指示を入力する第 2 の操作手段と、

前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を全停止するための指示を入力する第 3 の操作手段と、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の自動研削装置。

【請求項 4】

前記制御装置に対して加工を開始する前に加工に関する条件を入力するための操作盤を備えないことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載の自動研削装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、外部機器に対して加工情報を送受信可能な通信部を有し、

前記通信部を介して前記制御装置と通信する携帯情報通信端末から前記加工情報を入力若しくは出力可能であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 の何れか 1 項に記載の自動研削装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動研削装置に関し、特に、ワークをセットしてから研削開始までの工程を自動化した自動研削装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、数値制御によって、といし若しくはワークを移動させて、ワークを自動で研削する自動研削装置がある。この種の自動研削装置は、作業者が加工に関する指示を入力するための操作盤を備えている。作業者は、研削を開始する前に、ワークの大きさや位置、といしの位置、といしとワークを相対移動させる範囲等の各種加工条件を操作盤から入力して設定していた。

30

【0003】

例えば、特許文献 1 には、テーブル上のワークを研削する NC 研削装置において、作業者がテーブル操作盤及び左右手動パルスハンドルを操作してドレス点、右反転端、左反転端及び左端を設定する、いわゆるティーチング作業を行うことが開示されている。

【0004】

また例えば、特許文献 2 には、ワークをセットしてから作業者がティーチング作業を行うことなく自動で研削作業を開始することができる自動研削装置が開示されている。同文献の自動研削装置は、送り装置を数値制御する制御装置と、切り込み方向のワークの位置を検出するワーク厚検出センサと、送り方向のワークの位置を検出するワークサイズ検出センサと、といしの位置を検出するといし径検出センサと、を有する。

40

【0005】

同文献の制御装置は、といしによる加工を開始する前にワーク厚検出センサ、ワークサイズ検出センサ及びといし径検出センサによって検出されるワーク及びといしの位置情報に基づいてといし及びテーブルを相対移動させる範囲を演算し、送り装置を制御してといし若しくはテーブルを移動させてといしによる加工を自動で開始する。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 0 3 - 3 2 6 4 4 5 号公報

特開 2 0 1 8 - 3 4 2 9 7 号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 1 に開示された従来技術のように、作業者がテーブル操作盤及び左右手動パルスハンドルを操作してテーブルの位置を設定する方法では、ティーチング作業が煩雑で、作業に時間を要し、高精度な研削加工を効率的に行うことが難しいという問題点があった。

10

【 0 0 0 8 】

これに対して、特許文献 2 に開示された自動研削装置のように、作業者がティーチング作業を行うことなく自動で研削加工を開始することができる構成では、作業者の負担が軽減され、作業効率が高められる。また、加工条件の設定及び研削加工が自動で行われることにより、作業者の熟練度によらず高精度な研削加工が可能となる。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、特許文献 2 に開示された自動研削装置のように、ワーク厚検出センサで切り込み方向のワークの位置を検出し、ワークサイズ検出センサで送り方向のワークの位置を検出し、といし径検出センサでといしの位置を検出する構成では、ワークの端面を高精度に検出して自動で端面研削加工を開始することは難しかった。

20

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、作業者がティーチング作業等を行うことなく、簡単な操作で自動的にワークの平面研削加工及び端面研削加工を開始することができる自動研削装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の自動研削装置は、ワークを研削するといしと、前記ワークを支持する支持手段と、前記といし若しくは前記支持手段を移動させて前記といしと前記ワークとの相対位置を変える送り装置と、前記送り装置を数値制御する制御装置と、前記ワークの前記といしによる切り込み方向及び前記切り込み方向に垂直な送り方向の位置を前記ワークに接触して検出する第 1 の検出手段と、前記ワークの前記送り方向の位置を前記ワークに非接触で検出する第 2 の検出手段と、前記といしの周面の前記切り込み方向の位置を検出する第 3 の検出手段と、前記といしに向かって空気を吹き付け前記空気の圧力を検出して前記といしの端面の位置を検出する第 4 の検出手段と、を有し、前記制御装置は、前記といしによる加工を開始する前に前記第 2 の検出手段によって検出される前記ワークの位置情報に基づいて前記第 1 の検出手段による検出範囲を演算して前記第 1 の検出手段による前記ワークの位置検出を実行し、前記第 1 の検出手段によって検出される前記ワークの位置情報及び前記第 3 の検出手段によって検出される前記といしの位置情報に基づいて前記といしの前記周面と前記ワークの研削平面との接触位置を演算し、前記第 1 の検出手段で検出される前記ワークの位置情報及び前記第 4 の検出手段によって検出される前記といしの位置情報に基づいて前記といしの前記端面と前記ワークの研削端面との接触位置を演算して、前記といし及び前記支持手段を相対移動させる範囲を演算し、前記送り装置を制御して前記といし若しくは前記支持手段を移動させて前記といしの前記周面による前記ワークの前記研削平面の加工及び前記といしの前記端面による前記ワークの前記研削端面の加工を自動で開始することを特徴とする。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の自動研削装置によれば、ワークのといしによる切り込み方向及び切り込み方向に垂直な送り方向の位置を検出する第 1 の検出手段と、ワークの送り方向の位置を検出す

50

る第2の検出手段と、といしの切り込み方向の位置を検出する第3の検出手段と、といしの端面の位置を検出する第4の検出手段と、を有し、制御装置は、といしによる加工を開始する前に第1の検出手段、第2の検出手段、第3の検出手段及び第4の検出手段によって検出されるワーク及びといしの位置情報に基づいてといし及び支持手段を相対移動させる範囲を演算し、送り装置を制御してといし若しくは支持手段を移動させてといしによる加工を自動で開始する。このような構成により、ワークの端面を研削する工程においても、作業者は、といしとワークを相対移動させる範囲等を設定するティーチング作業を行う必要がない。即ち、ワークの端面についても、第2の検出手段による高速度な計測と、第1の検出手段及び第4の検出手段による高精度な計測を利用して、高精度且つ高効率な自動研削を実現することができる。これにより、ワークの端面研削、溝研削、ピッチ研削等

10

【0013】

また、本発明の自動研削装置によれば、前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を自動で開始するための指示を入力する操作手段を有しても良い。これにより、作業者は、操作手段で開始の指示を入力するという簡単な操作のみで端面研削を含む研削加工を開始することができる。

【0014】

また、本発明の自動研削装置によれば、前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を自動で開始するための指示及び一時停止された前記といしによる加工を再開するための指示を入力する第1の操作手段と、前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を一時停止するための指示を入力する第2の操作手段と、前記制御装置に接続されて前記といしによる加工を全停止するための指示を入力する第3の操作手段と、を有しても良い。これにより、作業者は、第1の操作手段で開始の指示を入力するという簡単な操作のみで研削加工を開始することができる。また、作業者は、第2の操作手段による簡単な操作で研削加工を一時的に停止して加工状況等を確認することができ、その後、第1の操作手段を操作することにより研削加工を再開することができる。また、緊急時等には、作業者が第3の操作手段によって全停止の指示を入力することにより、加工の動作を直ちに停止することができる。そして、それらの操作における誤操作の可能性を低くすることができる。

20

30

【0015】

また、本発明の自動研削装置によれば、前記制御装置に対して加工に関する指示を入力するための操作盤を備えていなくても良い。これにより、作業者等が意図せず操作ボタン等に触れてしまうこと等による誤操作を完全になくすることができる。

【0016】

また、本発明の自動研削装置によれば、前記制御装置は、外部機器に対して加工情報を送受信可能な通信部を有し、前記通信部を介して前記制御装置と通信する携帯情報通信端末から前記加工情報を入力可能であっても良い。携帯情報通信端末を操作することにより、制御装置に加工条件や加工開始若しくは停止の指示等の加工情報を入力することができ、作業者は離れた位置から自動研削装置を操作することができる。

40

【0017】

また、前記通信部を介して前記制御装置と通信する携帯情報通信端末から前記加工情報を出力可能であっても良い。これにより、作業者は、携帯情報通信端末を介して加工条件やワークの研削状態等の加工情報を知ることができ、離れた位置から自動研削装置の状況を確認することができる。このような機能により、作業者は複数の自動研削装置を並行して操作若しくは監視等することができるので、研削加工の生産性が高められる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係る自動研削装置の概略を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に係る自動研削装置のといし及びテーブルの近傍を示す斜視図

50

である。

【図 3】本発明の実施形態に係る自動研削装置のといし及びテーブルの近傍を示す斜視図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る自動研削装置の概略を示す制御ブロック図である。

【図 5】本発明の実施形態に係る自動研削装置のワーク高さ検出センサによる検出を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態に係る自動研削装置のワークサイズ検出センサによる検出を示す図である。

【図 7】本発明の実施形態に係る自動研削装置のといし径検出センサによる検出を示す図である。

10

【図 8】本発明の実施形態に係る自動研削装置のといし端面検出センサによる検出を示す図である。

【図 9】本発明の実施形態に係る自動研削装置の研削開始までの制御動作を示すフローチャートである。

【図 10】本発明の実施形態に係る自動研削装置の送り方向のワークの大きさを検出する動作を示す斜視図である。

【図 11】本発明の実施形態に係る自動研削装置の（A）X方向、（B）Z方向、のワークの大きさを検出する動作を示す平面図である。

【図 12】本発明の実施形態に係る自動研削装置の切り込み方向のワークの大きさを検出する動作を示す（A）正面図、（B）平面図、である。

20

【図 13】本発明の実施形態に係る自動研削装置の切り込み方向のワークの大きさを検出する動作を示す図である。

【図 14】本発明の実施形態に係る自動研削装置で研削されたワークの（A）端面研削、（B）溝研削、（C）ピッチ研削、の例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態に係る自動研削装置を図面に基づき詳細に説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る自動研削装置 1 の概略を示す斜視図である。自動研削装置 1 は、ワーク W がセットされた後の研削加工を開始するまでの工程が自動化された研削装置である。

30

【0020】

図 1 に示すように、自動研削装置 1 は、ワーク W を研削するといし 10 と、ワーク W を支持する支持手段としてのテーブル 12 と、を有し、といし 10 によってワーク W の上面を略平面状に研削する NC 平面研削装置である。

【0021】

テーブル 12 は、正面から見て左右方向水平（以下、適宜「X 方向」と言う。）に往復動自在に構成されている。といし 10 は、上下方向（以下、適宜「Y 方向」と言う。）に往復動自在なといし軸頭 15 によって支持されている。また、といし 10 を支持するといし軸頭 15 は、前後方向水平（以下、適宜「Z 方向」と言う。）に往復動自在に構成されたコラム 13 に支持されている。そして、といし 10 を支持するといし軸頭 15 及びテーブル 12 は、後述する制御装置 30（図 4 参照）によって数値制御されて、それぞれ前述の方向に往復移動する。

40

【0022】

といし 10 及びテーブル 12 が配置された研削加工領域は、ハウジング 14 によって覆われている。ハウジング 14 の略中央前面及び上面は、作業者がワーク W のセットまたは加工後のワーク W の取り外し等を行うために開口しており、該開口には、開閉自在な扉 38 が設けられている。

【0023】

ハウジング 14 の前面には、第 1 の操作手段としてのスタートボタン 42、第 2 の操作手段としての一時停止ボタン 43、第 3 の操作手段としての非常停止ボタン 44 及び表示

50

部 4 1 が配置される。スタートボタン 4 2 は、作業者が研削加工の開始の指示を入力する操作手段である。

【 0 0 2 4 】

自動研削装置 1 は、作業者がスタートボタン 4 2 を押下して開始の指示を入力する、という簡単な操作のみで、テーブル 1 2 にセットされたワーク W を自動で検出し、研削加工を自動で開始することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

一時停止ボタン 4 3 は、作業者がワーク W の検出動作や研削加工を一時的に停止させるための指示を入力する操作手段である。作業者によって一時停止ボタン 4 3 が押下されると、自動研削装置 1 は、ワーク W の検出動作や研削加工を一時的に停止する。

10

【 0 0 2 6 】

具体的には、一時停止ボタン 4 3 が押下されると、後述するテーブル送り装置 3 4 ( 図 4 参照 )、といし前後送り装置 3 5 ( 図 4 参照 ) 及びといし上下送り装置 3 6 ( 図 4 参照 ) によるテーブル 1 2 及びといし軸頭 1 5 の両方または何れか一方の移動が一時的に停止する。これにより、作業者は、研削加工の状況等を確認することができる。その後、作業者がスタートボタン 4 2 を押すことにより、一時停止しているテーブル 1 2 及びといし軸頭 1 5 の移動が再開し、位置検出動作や研削加工が再開される。

【 0 0 2 7 】

非常停止ボタン 4 4 は、非常時等に作業者がワーク W の検出動作や研削加工を全停止させるための指示を入力する操作手段である。作業者によって非常停止ボタン 4 4 が押下されることにより、自動研削装置 1 は、ワーク W の検出動作や研削加工を全停止する。これにより、作業者は、緊急時等に自動研削装置 1 による加工等を直ちに停止することができる。

20

【 0 0 2 8 】

なお、自動研削装置 1 は、加工に関する指示を入力するための操作盤を備えていない。即ち、自動研削装置 1 の本体 2 若しくはその近傍には、常時接続される操作手段として、スタートボタン 4 2、一時停止ボタン 4 3 及び非常停止ボタン 4 4 のみが設けられている。自動研削装置 1 には、従来技術の自動研削装置のようなティーチング作業を行うための操作ボタンやテーブル 1 2 等の位置を調節するための手動パルスハンドル等が設けられていない。これにより、作業者等が意図せず操作ボタンや手動パルスハンドル等に触れてしまうこと等による誤操作を完全になくすることができる。

30

【 0 0 2 9 】

表示部 4 1 は、例えば、ディスプレイ等である。表示部 4 1 には、例えば、ワーク W の取り代や仕上がり面の設定、研削終了までに要する予想時間等が表示される。また、表示部 4 1 には、例えば、検出されたワーク W の形状やといし 1 0 の現在位置、現在行われている工程等が表示されても良い。これにより、作業者は表示部 4 1 によって研削加工の状況等を確認することができる。

【 0 0 3 0 】

また例えば、表示部 4 1 はタッチパネル等から構成されても良く、操作手段としてのスタートボタン 4 2 及び一時停止ボタン 4 3 は、表示部 4 1 にタッチ入力可能なアイコン等として表示されても良い。これにより、スタートボタン 4 2 及び一時停止ボタン 4 3 を表示部 4 1 と一体化してコンパクトにまとめることができる。

40

【 0 0 3 1 】

また、表示部 4 1 がタッチパネル等である場合において、表示部 4 1 は、作業者が表示部 4 1 に触れて操作することにより、表示部 4 1 に表示されている取り代や仕上がり面の設定値等を変更できるよう構成されていても良い。これにより、簡単な操作で基本的な加工条件等を設定することができる。

【 0 0 3 2 】

自動研削装置 1 の本体 2 には、作業者が研削の各種設定を行うための分離型補助操作端末 5 5 が取り外し可能に接続される。分離型補助操作端末 5 5 は、例えば、作業者が持ち

50

運び可能に形成される携帯型の専用操作機やパソコン等である。作業者は、分離型補助操作端末 5 5 を操作することにより、ワーク W の加工に関する各種設定値等を自動研削装置 1 に入力することができる。

【 0 0 3 3 】

前述の通り、分離型補助操作端末 5 5 は、自動研削装置 1 から取り外し可能である。具体的には、分離型補助操作端末 5 5 は、着脱自在なコネクタ等を介して自動研削装置 1 の本体 2 に有線接続される。このような構成により、作業者は、研削加工条件等の情報を入力する場合にのみ、分離型補助操作端末 5 5 を自動研削装置 1 に接続する。加工のための事前準備等が完了したら分離型補助操作端末 5 5 は取り外されることになる。なお、自動研削装置 1 は、分離型補助操作端末 5 5 が取り外され、分離型補助操作端末 5 5 との通信が全く行われない状態においても、制御装置 3 0 によって、自動で研削加工を実行することができる。

10

【 0 0 3 4 】

図 2 は、自動研削装置 1 のといし 1 0 及びテーブル 1 2 の近傍を左前方から見た斜視図である。図 3 は、自動研削装置 1 のといし 1 0 及びテーブル 1 2 の近傍を右前方から見た斜視図である。

図 2 に示すように、自動研削装置 1 は、Z 方向に延在する図示しないといし軸を有するといし軸頭 1 5 を備え、前記といし軸の先端近傍には、といし 1 0 が設けられている。

【 0 0 3 5 】

といし 1 0 は、略円板状に形成されている。といし 1 0 が回転しながらワーク W と接することにより、ワーク W の上面が研削される。また、といし 1 0 は、下方が開口するといしカバー 1 6 によって覆われている。前述の通り、といし 1 0 は、Y 方向及び Z 方向に移動するといし軸頭 1 5 に支持されている。よって、といし 1 0 は、といし軸頭 1 5 と連動して、テーブル 1 2 に対して Y 方向及び Z 方向に相対移動する。

20

【 0 0 3 6 】

といし 1 0 の下方には、ワーク W を載置するための支持手段となるテーブル 1 2 が設けられている。テーブル 1 2 は、例えば、電磁石等を内部に備える電磁チャック等であり、磁力によって、載置されたワーク W を移動しないように支持することができる。

【 0 0 3 7 】

また、前述の通り、テーブル 1 2 は、送り方向となる X 方向に移動可能に形成されており、これにより、ワーク W を移動させて、といし 1 0 とワーク W の X 方向の相対位置を調節することができる。このように、テーブル 1 2 及びといし軸頭 1 5 をそれぞれ移動させることにより、といし 1 0 とワーク W との X 方向、Y 方向及び Z 方向の相対位置をそれぞれ変えることができる。

30

【 0 0 3 8 】

図 2 及び図 3 を参照して、といし軸頭 1 5 には、といしカバー 1 6 若しくは図示しないブラケット等を介してワーク高さ検出センサ 2 1 が設けられている。ワーク高さ検出センサ 2 1 は、といし 1 0 による切り込み方向、即ち Y 方向のワーク W の位置を検出すると共に、切り込み方向に垂直な送り方向、即ち X 方向及び Z 方向のワーク W の位置を検出する第 1 の検出手段である。詳細については後述するが、ワーク高さ検出センサ 2 1 は、下方

40

【 0 0 3 9 】

ワーク高さ検出センサ 2 1 は、といし軸頭 1 5 に取り付けられているので、といし軸頭 1 5 と共に Y 方向及び Z 方向に移動することになる。なお、ワーク高さ検出センサ 2 1 は、といしカバー 1 6 の外部であって、といし 1 0 から X 方向または Z 方向にやや離れた位置に取り付けられる方が望ましい。これにより、研削加工の際に、ワーク高さ検出センサ 2 1 がワーク W 等に接触する等の不具合を防止することができる。また、ワーク高さ検出センサ 2 1 が取り付けられる位置は、図 3 に示す如く、といしカバー 1 6 の側方等でも良いし、といしカバー 1 6 の前面等でも良い。

50

## 【 0 0 4 0 】

図 2 を参照して、といし 1 0 近傍のといし軸頭 1 5 には、図示しないブラケット等を介して、ワークサイズ検出センサ 2 4 が設けられている。ワークサイズ検出センサ 2 4 は、送り方向、即ち X 方向及び Z 方向のワーク W の大きさを検出する第 2 の検出手段である。詳細については後述するが、ワークサイズ検出センサ 2 4 は、非接触式のセンサであり、例えば、レーザ光等によってワーク W の有無を検出する。ワークサイズ検出センサ 2 4 は、といし軸頭 1 5 に取り付けられているので、といし軸頭 1 5 と共に Y 方向及び Z 方向に移動する。

## 【 0 0 4 1 】

図 3 を参照して、テーブル 1 2 の側方には、といし径検出センサ 2 5 の検出部となる空気噴射ノズル 2 6 が設けられている。といし径検出センサ 2 5 は、第 3 の検出手段であり、といし 1 0 の位置を検出する。詳細については後述するが、といし径検出センサ 2 5 は、例えば、エアセンサ等の非接触式のセンサである。といし径検出センサ 2 5 の空気噴射ノズル 2 6 は、テーブル 1 2 の横に配置されるといし径検出ブロック 4 8 の上面に形成されており、テーブル 1 2 と共に X 方向に移動する。

10

## 【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態では、第 3 の検出手段の一例として、といし径検出センサ 2 5 を挙げているが、第 3 の検出手段は、これに限定されるものではない。第 3 の検出手段として、例えば、ワーク高さ検出センサ 2 1 のような接触式のセンサが用いられても良い。また、第 3 の検出手段として、例えば、振動を検出する圧電素子等を有する A E センサ ( A c o u s t i c E m i s s i o n S e n s o r ) 等が採用されても良い。第 3 の検出手段としては、その他の各種センサを採用し得る。

20

## 【 0 0 4 3 】

また、テーブル 1 2 の側方には、といし端面検出センサ 2 8 の検出部となる空気噴射ノズル 2 9 が設けられている。といし端面検出センサ 2 8 は、第 4 の検出手段であり、といし 1 0 の端面の位置を検出する。詳細については後述するが、といし端面検出センサ 2 8 は、例えば、エアセンサ等の非接触式のセンサである。

## 【 0 0 4 4 】

といし端面検出センサ 2 8 の空気噴射ノズル 2 9 は、テーブル 1 2 の横に配置されるといし端面検出ブロック 4 9 の上部に配設され、といし 1 0 の端面に向かって開口するように形成されており、テーブル 1 2 と共に X 方向に移動する。

30

## 【 0 0 4 5 】

なお、第 4 の検出手段は、実施形態の一例として挙げた、といし端面検出センサ 2 8 に限定されるものではない。第 4 の検出手段として、例えば、ワーク高さ検出センサ 2 1 のような接触式のセンサが用いられても良い。また、第 4 の検出手段として、例えば、振動を検出する圧電素子等を有する A E センサ等が採用されても良い。第 4 の検出手段としては、その他の各種センサを採用し得る。

## 【 0 0 4 6 】

また、テーブル 1 2 の側方には、基準ブロック 4 5 が設けられている。基準ブロック 4 5 は、ワーク高さ検出センサ 2 1 でワーク W の高さを測定する際に基準となるブロックである。基準ブロック 4 5 の上面には、位置測定の基準となる略球状の基準球 4 5 a が設けられても良い。

40

## 【 0 0 4 7 】

ワーク高さ検出センサ 2 1 は、基準ブロック 4 5 及び基準球 4 5 a の上面及び側面等の位置を検出し、該位置を基準にして、ワーク W の上面や側面等の位置、テーブル 1 2 の上面や側面等の位置を求める。具体的には、ワーク高さ検出センサ 2 1 は、接触子 2 2 が基準球 4 5 a の外周面に接触するように移動し、基準球 4 5 a の上面、前側面、右側面、後側面、左側面の位置を検出して、Y 方向、Z 方向、X 方向の基準位置とする。これにより、寸法誤差を自動で高精度に補正する精密な研削加工を実行することができる。

## 【 0 0 4 8 】

50



図 2 を参照して、テーブル 1 2 の角部近傍、詳しくは、基準ブロック 4 5 に対して反対側の側面奥の角部近傍には、ワーク W を載置する際に基準となる基準プレート 4 6 a、4 6 b が設けられる。基準プレート 4 6 a は、ワーク W を載置する際の Z 方向の基準位置となり、基準プレート 4 6 b は、X 方向の基準位置となる。

【 0 0 4 9 】

作業者は、ワーク W を載置する際に、基準プレート 4 6 a、4 6 b の双方にワーク W の端部が接するようにワーク W をセットする。このように基準プレート 4 6 a、4 6 b が設けられることにより、作業者は、ワーク W を所定の位置に容易にセットすることができる。

【 0 0 5 0 】

自動研削装置 1 は、といし 1 0 に研削液を供給するための研削液供給装置 1 1 を有する。研削液供給装置 1 1 は、といし 1 0 の研削箇所近傍の所定の位置に研削液を供給するためのチューブ 1 8 やノズル 1 7、及び研削液を送るための図示しないポンプ等を有する。研削液供給装置 1 1 によって、研削箇所近傍に研削液が供給されることにより、といし 1 0 及びワーク W が冷却され、良好な研削面が得られると共に、研削屑等が除去される。

10

【 0 0 5 1 】

テーブル 1 2 の近傍には、といし 1 0 のドレッシングを行うためのドレッサブロック 4 7 が設けられる。ドレッサブロック 4 7 は、例えば、ダイヤモンドドレッサ等を備えている。これにより、といし 1 0 を好適な状態に保つこと、または、といし 1 0 の形状を好適に成形することができ、研削の精度及び品質を維持することができる。なお、といし 1 0 のドレッシングを行う装置は、卓上式に限らず、数値制御式上部ドレッサ装置や、ロータリードレッサ装置、首振りドレッサ装置等であっても良い。

20

【 0 0 5 2 】

図 4 は、自動研削装置 1 の概略を示す制御ブロック図である。図 4 に示すように、自動研削装置 1 は、研削加工の数値制御を行う制御装置 3 0 を有する。制御装置 3 0 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、加工条件の設定値や演算結果等を記憶する記憶部 3 1、分離型補助操作端末 5 5 または携帯情報通信端末 5 6 と通信する通信部 3 2 等を有する。

なお、制御装置 3 0 は、自動研削装置 1 の本体 2 (図 1 参照) 内部に設けられても良いし、本体 2 に隣接して別途設けられる筐体等の内部に設けられても良い。

30

【 0 0 5 3 】

スタートボタン 4 2、一時停止ボタン 4 3 及び非常停止ボタン 4 4 は、前述の通り、作業者が操作の指示を入力するための操作手段であり、信号入力可能に制御装置 3 0 に接続されている。作業者がスタートボタン 4 2、一時停止ボタン 4 3 及び非常停止ボタン 4 4 の何れかを押すことにより、制御装置 3 0 に信号が入力される。制御装置 3 0 は、該信号に基づき、研削加工の開始または停止の制御を行う。

【 0 0 5 4 】

ワーク高さ検出センサ 2 1、ワークサイズ検出センサ 2 4、といし径検出センサ 2 5 及びといし端面検出センサ 2 8 は、信号入力可能に制御装置 3 0 に接続されており、各々によって検出された結果が制御装置 3 0 に送られる。

40

【 0 0 5 5 】

制御装置 3 0 は、ワーク高さ検出センサ 2 1、ワークサイズ検出センサ 2 4、といし径検出センサ 2 5 及びといし端面検出センサ 2 8 による検出結果に基づき所定の演算を実行し、研削加工のための各種条件値等を求める。

【 0 0 5 6 】

そして、制御装置 3 0 は、演算結果に基づき、制御装置 3 0 に接続されたテーブル送り装置 3 4、といし前後送り装置 3 5、といし上下送り装置 3 6、といし駆動装置 3 7 及び研削液供給装置 1 1 等の制御を行う。

【 0 0 5 7 】

テーブル送り装置 3 4 は、図 2 に示すテーブル 1 2 を数値制御によって X 方向に移動さ

50

せる装置であって、例えば、ボールねじ機構やサーボモータ等を有する。テーブル送り装置 34 は、制御装置 30 からの信号に基づいて前記サーボモータ等を駆動し、テーブル 12 を所定量移動させる。

【0058】

といし前後送り装置 35 は、図 2 に示すといし軸頭 15 を数値制御によって Z 方向に移動させる装置であって、例えば、ボールねじ機構やサーボモータ等を有する。といし前後送り装置 35 は、制御装置 30 からの信号に基づいて前記サーボモータ等を駆動し、といし軸頭 15 を所定量移動させる。

【0059】

といし上下送り装置 36 は、といし軸頭 15 を Y 方向に移動させる送り装置であって、ボールねじ機構やサーボモータ等を有する。といし上下送り装置 36 は、制御装置 30 からの入力に基づいて前記サーボモータ等を駆動させて、といし軸頭 15 を所定量移動させる。

10

【0060】

なお、テーブル送り装置 34、といし前後送り装置 35 及びといし上下送り装置 36 の駆動方式については、前述の例に限定されるものではなく、サーボバルブ油圧シリンダ、リニアモータ等、その他公知の方式を採用することができる。

【0061】

といし駆動装置 37 は、といし 10 を回転させる装置であり、モータ等を有する。といし駆動装置 37 は、制御装置 30 からの信号に基づき、といし 10 を所定の回転数で回転させる。なお、制御装置 30 は、予め入力された仕上げ面等の情報に基づき、といし駆動装置 37 の回転数を決定する。

20

また、表示部 41 は、制御装置 30 に接続されている。表示部 41 は、制御装置 30 の制御によって、前述の通り、研削加工に関する各種情報を表示することができる。

【0062】

制御装置 30 の通信部 32 は、外部機器に対して加工情報等を送受信する機能を有し、例えば、前述した分離型補助操作端末 55 を接続するためのコネクタや、携帯情報通信端末 56 と無線通信するための送受信機器等を有する。

【0063】

作業者は、分離型補助操作端末 55 を操作することにより、研削されるワーク W の加工情報を制御装置 30 に入力することができる。分離型補助操作端末 55 から入力される加工情報としては、例えば、テーブル送り装置 34、といし前後送り装置 35、といし上下送り装置 36 の基準位置情報や補正值、研削されるワーク W の取り代、研削の仕上げ面等の加工条件等である。

30

【0064】

なお、加工条件として、例えば、研削されるワーク W の形状が直方体であるか否かの情報が入力されても良い。これにより、制御装置 30 は、研削されるワーク W の形状をワークサイズ検出センサ 24 やワーク高さ検出センサ 21 等で測定する前に知ることができるので、ワーク W の形状に合わせて、ワークサイズ検出センサ 24 及びワーク高さ検出センサ 21 の移動範囲を適切に求め、ワーク W の測定を効率良く行うことができる。

40

【0065】

携帯情報通信端末 56 は、例えば、スマートフォン等の無線通信の機能を有する端末である。作業者が携帯情報通信端末 56 を操作することにより、通信部 32 を介して制御装置 30 に加工情報が入力される。

【0066】

加工情報としては、例えば、分離型補助操作端末 55 と同等の情報が入力されても良いし、スタートボタン 42、一時停止ボタン 43 及び非常停止ボタン 44 からの入力のようにワーク W の研削開始若しくは研削停止等の指示等が入力されても良い。即ち、携帯情報通信端末 56 は、操作手段としての機能も有する。これにより、作業者は、携帯情報通信端末 56 を操作することにより、自動研削装置 1 から離れた位置においても自動研削装置

50

1 を操作することができる。

【 0 0 6 7 】

また、携帯情報通信端末 5 6 は、通信部 3 2 を介して制御装置 3 0 と通信することにより、加工条件の設定値や研削されているワーク W の状況、加工プロセスの進行状況等の各種の加工情報を出力可能である。これにより、作業者は、携帯情報通信端末 5 6 を介して、離れた位置から自動研削装置 1 の状況を確認することができる。そのため、作業者は複数の自動研削装置 1 を並行して操作若しくは監視等することができ、研削加工の生産性が高められる。

【 0 0 6 8 】

なお、加工情報の出力形態としては、例えば、携帯情報通信端末 5 6 のディスプレイへの表示や、スピーカからの音声出力、バイブレータ等による振動等、種々の方法を採用し得る。これにより、作業者に対して加工情報を好適に伝えることができる。

【 0 0 6 9 】

次に、図 5 ないし図 7 を参照して、ワーク高さ検出センサ 2 1、ワークサイズ検出センサ 2 4 及びといし径検出センサ 2 5 について詳細に説明する。

図 5 は、ワーク高さ検出センサ 2 1 による検出を示す図である。図 5 に示すように、ワーク高さ検出センサ 2 1 は、X 方向、Y 方向及び Z 方向の計測が可能な接触式のセンサであり、下方向に突出するプローブ 2 3 を有する。プローブ 2 3 の下端には、略球状の接触子 2 2 が設けられており、接触子 2 2 をワーク W やテーブル 1 2 に接触させることにより、それらの位置を検出する。

【 0 0 7 0 】

具体的には、制御装置 3 0（図 4 参照）によってといし上下送り装置 3 6（図 4 参照）を制御して、といし軸頭 1 5（図 2 参照）に設けられたワーク高さ検出センサ 2 1 を Y 方向に移動させることにより、接触子 2 2 をワーク W やテーブル 1 2 の上面に接触させる。そして、制御装置 3 0 は、接触子 2 2 がワーク W 等に接触したところの Y 方向の座標値、即ちワーク W 等の高さ、を読み込んで記憶する。

【 0 0 7 1 】

また、制御装置 3 0 は、テーブル送り装置 3 4（図 4 参照）及びといし前後送り装置 3 5（図 4 参照）を制御して、ワーク高さ検出センサ 2 1 を X 方向、Z 方向に移動させることにより、接触子 2 2 をワーク W やテーブル 1 2 の側面に接触させる。

【 0 0 7 2 】

そして、制御装置 3 0 は、接触子 2 2 がワーク W 等に接触したところの X 方向、Z 方向の座標値、即ちワーク W 等の側面の位置、を読み込んで記憶する。このように、ワーク高さ検出センサ 2 1 として、全周方向接触式のセンサを用いることにより、ワーク W の高さ及び側面の位置を高精度に求めることができる。

【 0 0 7 3 】

なお、ワーク高さ検出センサ 2 1 の接触子 2 2 は、といし 1 0（図 2 参照）の下端よりも下方に設けられる。これにより、ワーク高さ検出センサ 2 1 による位置検出の際に、といし 1 0 がテーブル 1 2 やワーク W 等に接触することを防止できる。

【 0 0 7 4 】

また例えば、といし 1 0 の交換後や研削されるワーク W の種類が変わる場合、テーブル 1 2 の洗浄後等には、研削加工が実行される前の事前準備として、基準点の設定等、ワーク高さ検出センサ 2 1 のセットアップが行われる。

【 0 0 7 5 】

ワーク高さ検出センサ 2 1 のセットアップでは、ワーク高さ検出センサ 2 1 の接触子 2 2 を基準ブロック 4 5 または基準球 4 5 a の上面に当接させることにより、基準点として基準ブロック 4 5 または基準球 4 5 a の上面の Y 方向座標値、即ち高さが求められる。

【 0 0 7 6 】

そして、テーブル 1 2 を X 方向に移動させ、テーブル 1 2 の上面にワーク高さ検出センサ 2 1 の接触子 2 2 を当接させることにより、テーブル 1 2 の上面の Y 方向座標値が検出

10

20

30

40

50

される。これにより、基準ブロック 4 5 または基準球 4 5 a の上面を基準としたテーブル 1 2 の上面の高さが求められる。

【 0 0 7 7 】

また、ワーク高さ検出センサ 2 1 のセットアップでは、ワーク高さ検出センサ 2 1 の接触子 2 2 を基準ブロック 4 5 の基準球 4 5 a の側面等に当接させることにより、基準点として基準ブロック 4 5 の基準球 4 5 a の側面等の X 方向座標値、Z 方向座標値が求められる。

【 0 0 7 8 】

そして、テーブル 1 2 を X 方向に移動させ、テーブル 1 2 の側面にワーク高さ検出センサ 2 1 の接触子 2 2 を当接させることにより、テーブル 1 2 の側面の X 方向座標値、Z 方向座標値が検出される。これにより、基準ブロック 4 5 の基準球 4 5 a の側面等を基準としたテーブル 1 2 の側面等の位置が求められる。

10

【 0 0 7 9 】

図 6 は、ワークサイズ検出センサ 2 4 による検出を示す図である。なお、図 6 に示す一点鎖線は、ワークサイズ検出センサ 2 4 から照射されるレーザ光を示している。

図 6 に示すように、ワークサイズ検出センサ 2 4 は、レーザ光を利用した非接触式のセンサであり、レーザ光を発する投光素子と、レーザ光を検知する受光素子と、を有する。

【 0 0 8 0 】

ワークサイズ検出センサ 2 4 は、投光素子から下方向に向かってレーザ光を照射し、ワーク W またはテーブル 1 2 から反射されたレーザ光を受光素子で検知することにより、照射範囲内にワーク W が有るか否かを検出する。

20

【 0 0 8 1 】

制御装置 3 0 ( 図 4 参照 ) は、テーブル 1 2 を X 方向、コラム 1 3 ( 図 1 参照 ) を Z 方向に移動させ、ワーク W とワークサイズ検出センサ 2 4 との送り方向の相対位置を変えながらワーク W を検出することにより、ワーク W の X 方向及び Z 方向の大きさを求めることができる。

【 0 0 8 2 】

なお、研削加工の事前準備として、ワークサイズ検出センサ 2 4 のセットアップが行われる。ワークサイズ検出センサ 2 4 のセットアップでは、制御装置 3 0 の制御によってワークサイズ検出センサ 2 4 を移動させて、テーブル 1 2 からワークサイズ検出センサ 2 4 までの高さ H 1 が、ワークサイズ検出センサ 2 4 の検出範囲に適合する所望の基準値になるように調節する。そして、ワークサイズ検出センサ 2 4 の下部からレーザ光を照射して、テーブル 1 2 の上面までの高さ H 1 にて、ワークサイズ検出センサ 2 4 のゼロセットチューニング等が実行される。

30

【 0 0 8 3 】

図 7 は、といし径検出センサ 2 5 による検出を示す図である。図 7 に示すように、といし径検出センサ 2 5 は、例えば、非接触式のエアセンサ等である。といし径検出センサ 2 5 は、検出部となる空気噴射ノズル 2 6 と、空気噴射ノズル 2 6 に空気を供給すると共に空気の圧力を検出する空気圧センサ 5 1 と、を有する。前述の通り、空気噴射ノズル 2 6 は、といし径検出センサ 2 5 の検出部であり、といし径検出ブロック 4 8 に形成されている。空気圧センサ 5 1 は、チューブ等によって空気噴射ノズル 2 6 に接続されている。

40

【 0 0 8 4 】

といし径検出センサ 2 5 でといし 1 0 の位置を検出する際には、制御装置 3 0 は、といし 1 0 をといし径検出センサ 2 5 の空気噴射ノズル 2 6 の上方に相対移動する。そして、といし径検出センサ 2 5 の空気噴射ノズル 2 6 から、といし 1 0 に向かって空気が吹き付けられる。制御装置 3 0 は、空気噴射ノズル 2 6 上端からといし 1 0 の外周下端部までの高さ H 2 における空気噴射ノズル 2 6 から噴射される空気の設定背圧を空気圧センサ 5 1 が検出したところの Y 方向の座標値を読み込んで記憶する。

【 0 0 8 5 】

上記のように検出されるといし 1 0 の位置を基準に、ワーク W を研削する際のといし 1

50

0 の切り込み方向、即ち Y 方向、の送りが数値制御されることにより、といし 10 の外周をワーク W に正確に当接させることができる。

【0086】

なお、研削加工の事前準備として、といし径検出センサ 25 のセットアップが行われ、といし 10 の位置を検出するといし 10 の基準位置として、上記の高さ H2 における背圧が予め設定される。また、といし径検出センサ 25 のセットアップでは、上記の基準値に対応して、といし径検出センサ 25 の校正等が行われても良い。また、といし径検出センサ 25 のセットアップでは、基準位置におけるといし 10 の外周下端部の Y 方向座標値と、ドレッサブロック 47 (図 2 参照) のダイヤモンドドレッサの Y 方向座標値と、の差等が設定入力されても良い。

10

【0087】

ここで、といし 10 の中心位置は、制御装置 30 の数値制御によって把握されるため、これにより、といし 10 の中心位置からといし 10 の外周までの距離、即ちといし 10 の半径を求めることができる。これにより、といし径検出センサ 25 によって、といし 10 の摩耗状態を検出することができ、といし 10 のドレッシングや交換等が必要であるか否かを判断することができる。

【0088】

また、といし径検出センサ 25 は、前述のように非接触式のセンサであり、といし 10 を回転させながら、といし 10 の位置を検出することができる。即ち、接触式センサでは、といし 10 を停止させてから、といし 10 の位置を検出し、検出後に再度回転を開始して所定の回転数にしていたが、非接触式のといし径検出センサ 25 では、といし 10 の回転を停止する必要がない。よって、といし 10 の位置検出に要する時間が短く、生産性が高められる。

20

【0089】

図 8 は、といし端面検出センサ 28 による検出を示す図である。図 8 に示すように、といし端面検出センサ 28 は、例えば、非接触式のエアセンサ等である。といし端面検出センサ 28 は、検出部となる空気噴射ノズル 29 と、空気噴射ノズル 29 に空気を供給すると共に空気の圧力を検出する空気圧センサ 52 と、を有する。前述の通り、空気噴射ノズル 29 は、といし端面検出センサ 28 の検出部であり、といし端面検出ブロック 49 に形成されている。空気圧センサ 52 は、チューブ等によって空気噴射ノズル 29 に接続されている。

30

【0090】

といし端面検出センサ 28 でといし 10 の端面の位置を検出する際には、制御装置 30 は、といし 10 をといし端面検出センサ 28 の空気噴射ノズル 29 の前方に相対移動する。そして、といし端面検出センサ 28 の空気噴射ノズル 29 から、といし 10 の端面に向かって空気が吹き付けられる。制御装置 30 は、空気噴射ノズル 29 の噴射口側の面からといし 10 の端面までの距離 L3 における空気噴射ノズル 29 から噴射される空気の設定背圧を空気圧センサ 52 が検出したところの Z 方向の座標値を読み込んで記憶する。

【0091】

上記のように検出されるといし 10 の端面の位置を基準に、ワーク W を研削する際のといし 10 の前後送り方向、即ち Z 方向、の送りが数値制御されることにより、といし 10 の端面をワーク W に正確に当接させることができる。これにより、高精度の端面研削が可能となる。

40

【0092】

なお、研削加工の事前準備として、といし端面検出センサ 28 のセットアップが行われ、といし 10 の位置を検出するといし 10 の基準位置として、上記の距離 L3 における背圧が予め設定される。また、といし端面検出センサ 28 のセットアップでは、上記の基準値に対応して、といし端面検出センサ 28 の校正等が行われても良い。また、といし端面検出センサ 28 のセットアップでは、基準位置におけるといし 10 の端面の Z 方向座標値と、ドレッサブロック 47 (図 2 参照) のダイヤモンドドレッサの Z 方向座標値と、の差

50

等が設定入力されても良い。

【 0 0 9 3 】

ここで、といし 1 0 の Z 方向中心位置は、制御装置 3 0 の数値制御によって把握されるため、これにより、といし 1 0 の Z 方向中心位置からといし 1 0 の端面までの距離、即ちといし 1 0 の周面厚さを求めることができる。これにより、といし端面検出センサ 2 8 によって、といし 1 0 の Z 方向の摩耗状態を検出することができ、といし 1 0 のドレッシングや交換等が必要であるか否かを判断することができる。

【 0 0 9 4 】

また、といし端面検出センサ 2 8 は、前述のように非接触式のセンサであり、といし 1 0 を回転させながら、といし 1 0 の位置を検出することができる。即ち、接触式センサでは、といし 1 0 を停止させてから、といし 1 0 の端面の位置を検出し、検出後に再度回転を開始して所定の回転数にする必要があるが、非接触式のといし端面検出センサ 2 8 では、といし 1 0 の回転を停止する必要がない。よって、といし 1 0 の位置検出に要する時間が短く、生産性が高められる。

【 0 0 9 5 】

上述した、ワーク高さ検出センサ 2 1 のセットアップ、ワークサイズ検出センサ 2 4 のセットアップ、といし径検出センサ 2 5 のセットアップ、といし端面検出センサ 2 8 のセットアップ、その他の事前準備等は、自動研削装置 1 に、図 1 に示す分離型補助操作端末 5 5 を接続することにより、作業によって行われても良い。

【 0 0 9 6 】

図 4 を参照して、作業者は、分離型補助操作端末 5 5 を操作することにより、テーブル送り装置 3 4、といし前後送り装置 3 5、といし上下送り装置 3 6 の基準位置情報や補正值、ワーク W の取り代や研削の仕上げ面等の加工条件等、各種の加工情報の入力を行う。なお、事前準備によって入力、検出、演算等された各種設定値は、制御装置 3 0 の記憶部 3 1 に記録され、研削加工の際の数値制御等に利用される。

【 0 0 9 7 】

なお、上記の各セットアップ等の事前準備は、必要に応じて実行されるものであり、通常の研削加工を行う場合には、毎回実行されるものではない。前述の通り、自動研削装置 1 は、作業者が煩雑な操作を行うことなく、スタートボタン 4 2 を押下するという簡単な操作のみで、テーブル 1 2 にセットされたワーク W を自動で検出し、研削加工を自動で開始することを特徴とする。

【 0 0 9 8 】

以下、図 9 ないし図 1 3 を参照して、事前準備が行われた後、研削加工が自動で実行される通常の研削動作について詳細に説明する。

図 9 は、自動研削装置 1 の研削開始までの制御動作を示すフローチャートである。図 1 0 は、自動研削装置 1 の送り方向のワーク W の大きさを検出する動作を示す斜視図である。図 1 1 ( A ) は、自動研削装置 1 の X 方向のワーク W の大きさを検出する動作を示す平面図であり、図 1 1 ( B ) は、Z 方向のワーク W の大きさを検出する動作を示す平面図である。図 1 2 ( A ) は、自動研削装置 1 の切り込み方向のワーク W の大きさを検出する動作を示す正面図であり、図 1 2 ( B ) は、同平面図、である。

【 0 0 9 9 】

なお、図 1 0 に示す一点鎖線は、ワークサイズ検出センサ 2 4 から照射されるレーザ光を示しており、図 1 1 に示す一点鎖線は、ワークサイズ検出センサ 2 4 から照射されるレーザ光の通過位置を示している。

【 0 1 0 0 】

図 9 に示すように、初めにステップ S 1 0 として、作業者は、研削されるワーク W をテーブル 1 2 の所定の位置に載置する。その際、ワーク W は、その端部が図 2 に示す基準プレート 4 6 a 及び基準プレート 4 6 b に当接するよう配置される。

【 0 1 0 1 】

ワーク W をテーブル 1 2 にセットした後、ステップ S 2 0 で作業者は、スタートボタン

10

20

30

40

50

4 2 を押す。これにより、制御装置 3 0 ( 図 4 参照 ) に加工の開始を指示する操作信号が送信され、自動研削装置 1 の動作が開始する。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 2 0 で作業者によってスタートボタン 4 2 が押されると、ステップ S 3 0 で自動研削装置 1 は、ワークサイズ検出センサ 2 4 によって、ワーク W の水平方向の大きさを測定する。

【 0 1 0 3 】

制御装置 3 0 は、図 1 1 に示す基準プレート 4 6 a 及び基準プレート 4 6 b の近傍を測定開始の基準として、図 1 0 に示す如く、ワークサイズ検出センサ 2 4 を X 方向または Z 方向に相対移動させることにより、ワーク W を検出する。なお、ワークサイズ検出センサ 2 4 の Y 方向位置は、予め設定されているテーブル 1 2 からの基準高さ ( 図 6 に示す高さ H 1 ) に相当する位置である。

【 0 1 0 4 】

具体的には、制御装置 3 0 は、ワークサイズ検出センサ 2 4 からレーザ光を照射させながらテーブル 1 2 を X 方向に移動させて、ワーク W とワークサイズ検出センサ 2 4 との相対位置を変える。そして、制御装置 3 0 は、ワーク W が検出された位置における座標値と、ワーク W が検出されなくなった位置における座標値を記録する。これにより、ワークサイズ検出センサ 2 4 を相対移動させた Z 方向位置におけるワーク W の X 方向の位置及び大きさが検出される。Z 方向についても、コラム 1 3 ( 図 1 参照 ) を Z 方向に移動させることにより、同様の検出動作が行われる。

【 0 1 0 5 】

なお、事前準備においてワーク W の形状が直方体であると設定されている場合には、X 方向及び Z 方向について、それぞれ 1 回の検出動作によって、ワーク W の位置及び大きさを把握することができる。よって、テーブル 1 2 を X 方向に、コラム 1 3 を Z 方向に、それぞれ複数回往復移動させる必要がなくなり、測定時間を短縮することができる。

【 0 1 0 6 】

また、ワーク W の形状が直方体であると設定されている場合、ワーク W の側面は、予め基準位置に設定された基準プレート 4 6 a 及び基準プレート 4 6 b に位置を合わせて配置されるので、基準プレート 4 6 a 及び基準プレート 4 6 b 側のワーク W の位置検出を省略することもできる。これにより、テーブル 1 2 及びコラム 1 3 を移動させる距離を短くして、位置検出を効率化できる。

【 0 1 0 7 】

図 1 1 ( A ) に示すように、ワーク W の形状が直方体以外の場合、X 方向及び Z 方向のそれぞれについて、複数回の検出動作が行われても良い。具体的には、制御装置 3 0 ( 図 4 参照 ) は、ワークサイズ検出センサ 2 4 ( 図 1 0 参照 ) からレーザ光を照射させながら、所定の Z 方向座標で、テーブル 1 2 を X 方向に移動させて、ワーク W とワークサイズ検出センサ 2 4 との X 方向の相対位置を変える。

【 0 1 0 8 】

そして、制御装置 3 0 は、ワーク W が検出された位置における座標値と、ワーク W が検出されなくなった位置における座標値を記録する。これにより、ワークサイズ検出センサ 2 4 を相対移動させた Z 方向位置におけるワーク W の X 方向の位置及び大きさが検出される。

【 0 1 0 9 】

次に、制御装置 3 0 は、コラム 1 3 ( 図 1 参照 ) を Z 方向に移動させて、ワークサイズ検出センサ 2 4 の Z 方向座標を変えながら、前記と同様のテーブル 1 2 を X 方向に移動させる検出動作を複数回繰り返す。これにより、ワーク W の X 方向両端部の位置及び形状を検出することができる。

【 0 1 1 0 】

そして、Z 方向についても同様に、図 1 1 ( B ) に示すように、テーブル 1 2 を X 方向に移動させて X 方向座標を変えながら、コラム 1 3 ( 図 1 参照 ) を Z 方向に複数回往復移

10

20

30

40

50

動させて、ワークWとワークサイズ検出センサ24（図10参照）とのZ方向の相対位置を変える検出動作を実行することにより、Z方向両端部の位置及び形状が検出される。このように、ワークサイズ検出センサ24でワークWの位置及び形状が検出される。

【0111】

次いで、図9に示すように、ステップS30でワークWの送り方向の大きさが検出された後、ステップS40で制御装置30は、ワーク高さ検出センサ21によって、ワークWの高さを測定する。

【0112】

制御装置30（図4参照）は、図12（A）に示すように、ワーク高さ検出センサ21を所定の位置に相対移動させて、ワーク高さ検出センサ21の接触子22をワークWの上面の所定の位置に接触させる。そして、制御装置30は、接触子22がワークWの上面に接触する位置の座標を記録する。

10

【0113】

なお、上記のワーク高さ検出センサ21による検出は、前述の基準ブロック45（図5参照）の基準球45a（図5参照）の上面位置を基準として行われる。即ち、基準ブロック45の基準球45aの上面からワークWの上面までの高さ、及び基準ブロック45の基準球45aの上面からテーブル12の上面までの高さが求められ、これにより、ワークWの高さが求められる。これにより、所定の位置におけるワークWの高さを正確に測定することができ、といし10（図2参照）の高さを正確に合わせることができる。

【0114】

20

ワーク高さ検出センサ21によって高さが測定される所定の位置は、例えば、図12（B）に示すように、基準プレート46a、46b近傍のテーブル12の角部を基準として、X方向に距離L1、Z方向に距離L2の位置Pとしても良い。距離L1及び距離L2は、事前準備によって予め設定された値でも良い。

【0115】

また、距離L1及び距離L2は、検出されたワークWの送り方向の位置に基づいて、制御装置30によって演算されて設定されても良い。これにより、例えば、ワークWがない部分を測定してしまうといったことを防止できる。

【0116】

また、ワークWの高さを測定する位置Pは、1箇所限定されるものではなく、例えば、ワークWの大きさに応じて複数箇所の高さが検出されても良い。その場合、制御装置30は、ワークサイズ検出センサ24（図10参照）によって検出されたワークWの位置情報に基づき、高さを測定する位置Pを演算により設定しても良い。

30

【0117】

そして、図9を参照して、ステップS40でワークWの送り方向の大きさが検出された後、ステップS50において、制御装置30（図4参照）は、ワーク高さ検出センサ21によって、ワークWの送り方向の大きさを高精度に測定する。

【0118】

制御装置30は、ステップS30でワークサイズ検出センサ24によって検出されたワークWの位置情報に基づき、ワーク高さ検出センサ21を所定の位置に相対移動させる。図13に示すように、制御装置30は、ワーク高さ検出センサ21の接触子22をワークWの端面の所定の位置に接触させる。そして、制御装置30は、接触子22がワークWの端面に接触する位置の座標を記録する。

40

【0119】

ワーク高さ検出センサ21によって測定する所定の位置は、ワークサイズ検出センサ24（図10参照）で検出されたワークWの送り方向の位置に基づいて、制御装置30によって演算されて設定されても良い。これにより、ワークサイズ検出センサ24によって短時間で効率的にワークWの大きさを計測し、その情報を利用してワーク高さ検出センサ21の計測範囲を設定した後、ワーク高さ検出センサ21によって高精度な位置情報を効率的に計測することができる。また例えば、ワークWがない部分をワーク高さ検出センサ2

50



1で測定してしまうといった無駄な計測を防止できる。なお、ワーク高さ検出センサ21によって測定する所定の位置は、事前準備によって予め設定された位置でも良い。

【0120】

また、ワーク高さ検出センサ21によって測定するワークWの位置は、1箇所限定されるものではなく、例えば、ワークWの大きさや研削すべき位置に応じて側面等の複数箇所が検出されても良い。

【0121】

制御装置30は、ワーク高さ検出センサ21によって検出されたワークWの高精度な位置情報に基づき、送り方向の研削範囲を演算する。即ち、制御装置30は、研削加工において、ワークWを往復移動させる範囲、詳しくは、X方向についてテーブル12の移動を反転させる位置、及びZ方向についてコラム13の移動を反転させる位置等を演算して設定する。これにより、作業者がティーチング作業等を行うことなく、制御装置30の自動制御によって、ワークWの形状が正確に検出され、検出されたワークWの形状に応じて、送り方向の研削範囲が好適に設定される。

【0122】

そして、制御装置30は、ワーク高さ検出センサ21によって検出されたワークWの位置情報、といし径検出センサ25（図7参照）によって検出されたといし10の径情報、といし端面検出センサ28（図8参照）によって検出されたといし10の端面位置情報、及び事前準備で設定されたワークWの取り代や仕上げ面等の情報に基づき、といし10の切り込み方向の送り速度やといし10の回転数等を演算により設定する。

【0123】

そして、図9に示すように、ワークWの検出が終わった後、ステップS60で自動研削装置1は、検出結果に基づいて制御装置30（図4参照）が設定した研削範囲について、ワークWの研削を開始する。そして、研削が終了した後に、作業者によって、ワークWを自動研削装置1から取り出す等の作業が行われる。

【0124】

上記のように、自動研削装置1によれば、作業者がワークWをセットした後は、スタートボタン42を押下して開始の指示を入力する、という簡単な操作のみで、テーブル12にセットされたワークWの上面及び側面を自動で高効率且つ高精度に検出できる。

【0125】

なお、研削開始までの制御動作として、ステップS30でワークWの送り方向の大きさが検出された後に、ステップS40でワークWの高さが検出され、ステップS50でワークWの端面位置が検出されるとしたが、これらの制御ステップは順番を入れ替えて実行されても良い。例えば、制御装置30は、ワークWの高さを検出した後、ワークWの送り方向の大きさを検出しても良い。また例えば、制御装置30は、ワーク高さ検出センサ21でワークWの端面を検出した後、ワークWの高さを検出しても良い。

【0126】

図14は、自動研削装置1で研削加工されたワークWの例を示す斜視図であり、図14（A）は、端面研削のワークW10、図14（B）は、溝研削のワークW20、図14（C）は、ピッチ研削のワークW30、を示している。

【0127】

自動研削装置1によれば、例えば、図14（A）に示すように、ワークW10の研削平面W11と端面W12を高精度に仕上げる研削加工を自動で開始することができる。また、図14（B）に示すように、自動研削装置1によれば、ワークW20に溝形状を形成する研削平面W21と端面W22を高精度に仕上げる溝研削加工や、図14（C）に示すように、ワークW30に複数の溝形状を形成する研削平面W31と端面W32を高精度に仕上げるピッチ研削加工等を自動で開始することができる。

【0128】

自動研削装置1を用いることにより、作業者は、といし10とワークWを相対移動させる範囲等を設定するティーチング作業を行うことなく、高精度な端面研削加工、溝研削加

10

20

30

40

50

工、ピッチ研削加工等を行うことができる。よって、作業者の負担が軽減され、作業効率が高められる。また、自動研削装置 1 によって加工条件の設定及び研削加工が自動で行われることにより、作業者の熟練度によらず高精度且つ高品質な研削加工が可能となる。

【0129】

以上の説明では、本発明の実施形態の一例として、作業者が加工に関する指示を入力するための操作盤を備えていない自動研削装置 1 を挙げた。しかしながら、自動研削装置 1 は、本体 2 若しくはその近傍に、常時接続される操作手段として、作業者が各種指示を入力するための操作ボタンや加工情報を表示するための表示装置等を有する操作盤を備えていても良い。また、自動研削装置 1 は、作業者がテーブル 12 等の位置を調節するための手動パルスハンドル等を備えていても良い。これにより、作業者は、前述したようにワーク W をセットしてスタートボタン 42 を押下するという簡単な操作のみで研削加工を自動で開始する運転に加えて、必要に応じて、手動操作でフィーディング作業やその他詳細な加工条件の設定を行うことができるようになる。

10

【0130】

なお、上記のように自動研削装置 1 が操作盤を備える場合には、スタートボタン 42、一時停止ボタン 43、非常停止ボタン 44 及び表示部 41 は、操作盤に設けられても良い。また、スタートボタン 42、一時停止ボタン 43 及び表示部 41 は、他の加工情報等を表示等するために操作盤に設けられているディスプレイの一部分に表示されても良い。

【0131】

また、以上の例では、本発明の一実施形態である自動研削装置 1 として、コラム 13 が Z 方向に移動する、いわゆるコラムタイプの NC 平面研削装置について説明したが、本発明に係る自動研削装置はこれに限定されるものではない。例えば、本発明に係る自動研削装置は、Z 方向に移動可能に構成されるサドルによってテーブルが Z 方向に移動する、いわゆるサドルタイプの NC 平面研削装置であっても良い。

20

【0132】

また、上記の例では、自動研削装置 1 として、略板状のワーク W の主面を略平面状に研削する NC 平面研削装置について説明したが、本発明に係る自動研削装置の型式はこれに限定されるものではない。例えば、本発明に係る自動研削装置としては、略円筒状のワーク W の外周面を研削する円筒研削装置や、略円筒状のワーク W の内周面及び端面等を研削する内面研削装置、または、それらを組み合わせた複合型の自動研削装置等であっても良い。

30

【0133】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更実施が可能である。

【符号の説明】

【0134】

- 1 自動研削装置
- 10 といし
- 11 研削液供給装置
- 12 テーブル
- 15 といし軸頭
- 21 ワーク高さ検出センサ
- 24 ワークサイズ検出センサ
- 25 といし径検出センサ
- 28 といし端面検出センサ
- 30 制御装置
- 31 記憶部
- 32 通信部
- 34 テーブル送り装置
- 35 といし前後送り装置

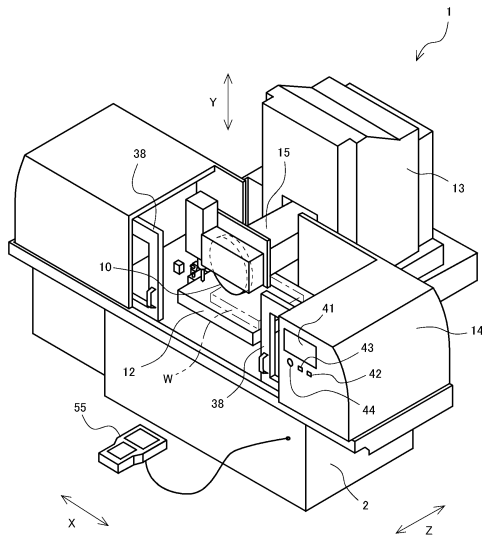
40

50

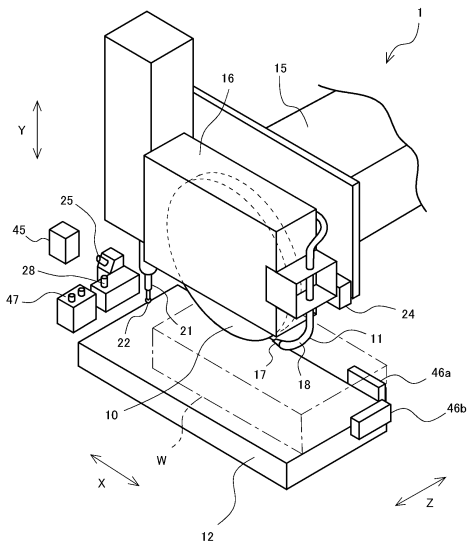
- 3 6    といし上下送り装置
- 3 7    といし駆動装置
- 4 1    表示部
- 4 2    スタートボタン
- 4 3    一時停止ボタン
- 4 4    非常停止ボタン
- 4 5    基準ブロック
- 4 5 a   基準球
- 4 6 a、4 6 b   基準プレート
- 4 8    といし径検出ブロック
- 4 9    といし端面検出ブロック
- 5 5    分離型補助操作端末
- 5 6    携帯情報通信端末

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

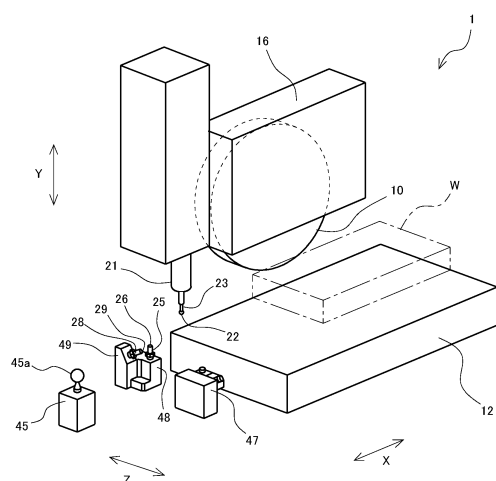
20

30

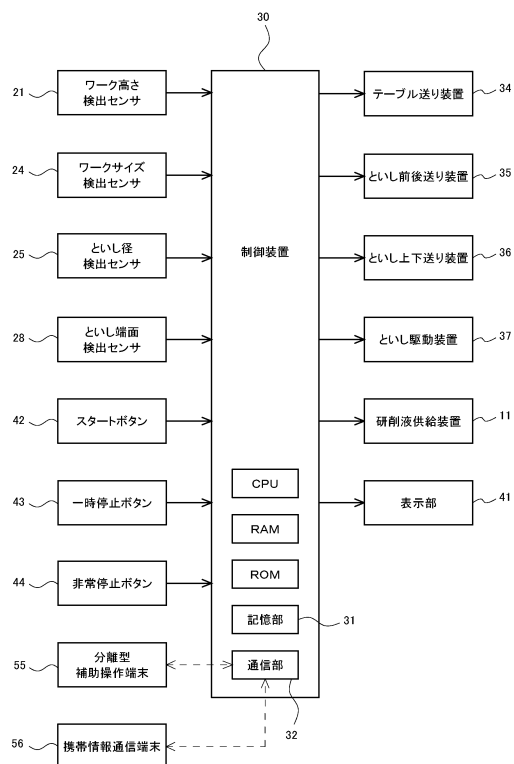
40

50

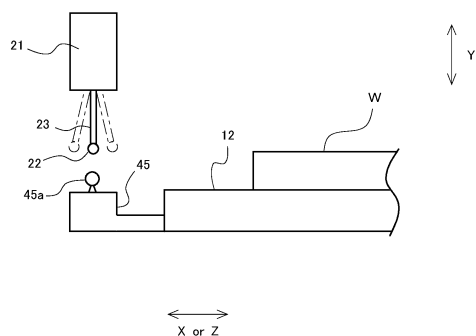
【 図 3 】



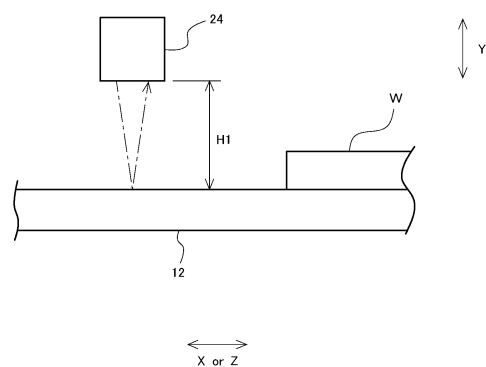
【 図 4 】



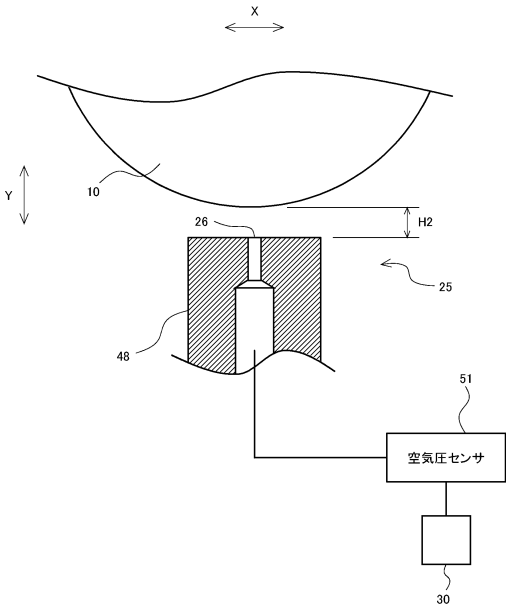
【 図 5 】



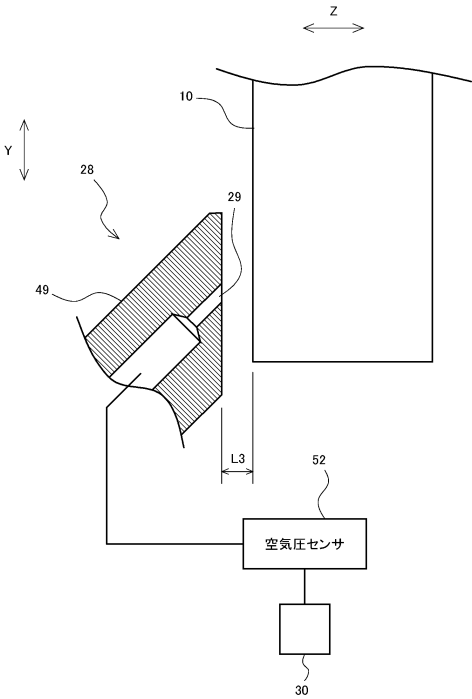
【 図 6 】



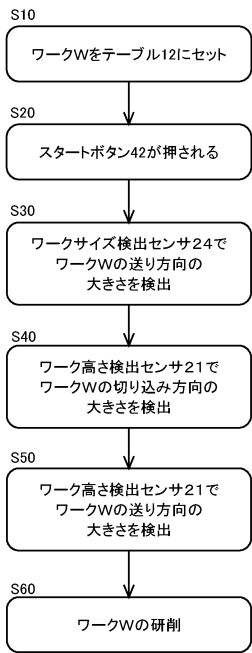
【図 7】



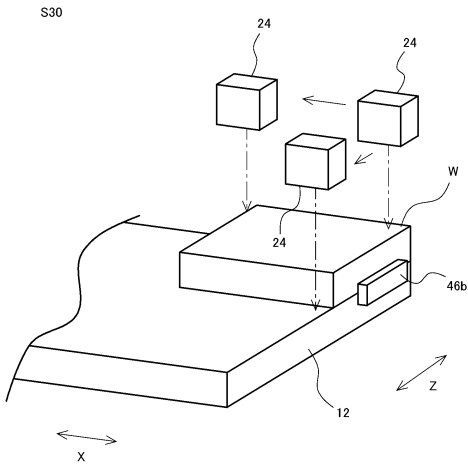
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

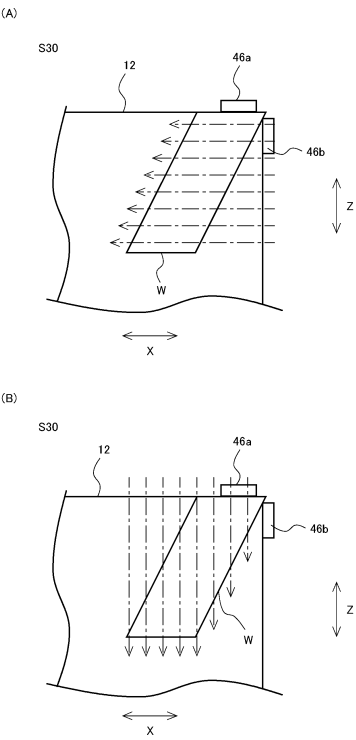
20

30

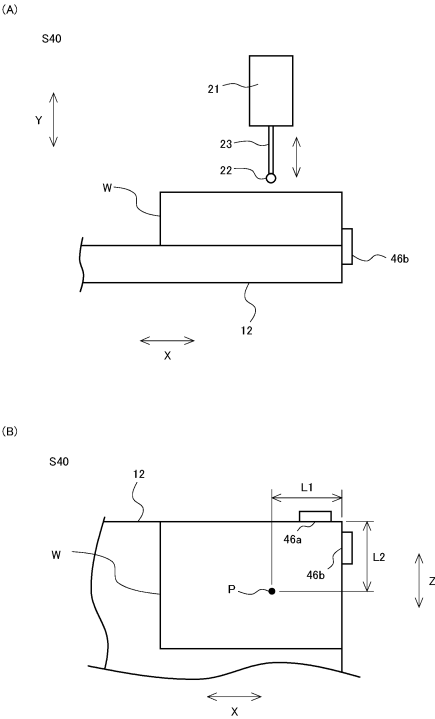
40

50

【図 1 1】



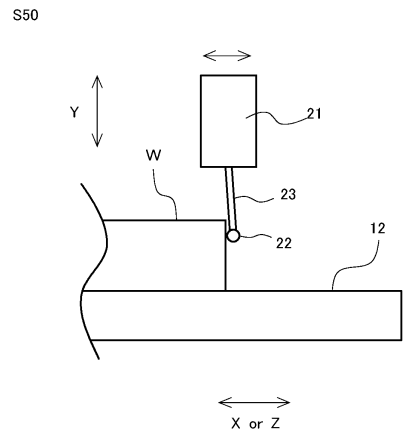
【図 1 2】



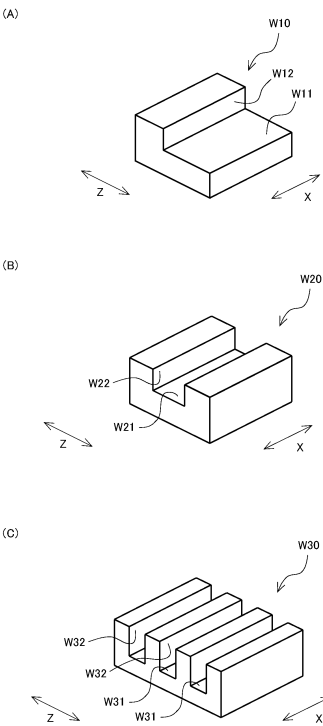
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】



30

40

50

## フロントページの続き

- 群馬県安中市郷原 2 9 9 3 番地 株式会社岡本工作機械製作所内
- (72)発明者 木藤 圭美  
群馬県安中市郷原 2 9 9 3 番地 株式会社岡本工作機械製作所内
- 審査官 山内 康明
- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 3 4 2 9 7 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 3 8 1 3 1 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 0 2 8 5 6 3 ( J P , A )  
実開昭 5 7 - 0 6 3 6 3 6 ( J P , U )  
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 5 6 4 8 1 ( U S , A 1 )  
国際公開第 2 0 0 8 / 0 0 3 1 2 9 ( W O , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 2 4 B 4 7 / 2 2  
B 2 4 B 4 9 / 0 8  
B 2 4 B 4 9 / 1 0  
B 2 4 B 4 9 / 0 0  
B 2 4 B 7 / 0 2