

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5575196号
(P5575196)

(45) 発行日 平成26年8月20日(2014.8.20)

(24) 登録日 平成26年7月11日(2014.7.11)

(51) Int. Cl.	F I		
B 2 6 F 3/00 (2006.01)	B 2 6 F	3/00	Q
B 2 3 Q 3/06 (2006.01)	B 2 6 F	3/00	L
B 2 6 D 7/02 (2006.01)	B 2 6 F	3/00	P
B 2 6 D 7/06 (2006.01)	B 2 6 F	3/00	S
A 4 7 J 43/20 (2006.01)	B 2 3 Q	3/06	3 O 1 K
請求項の数 9 (全 22 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2012-184924 (P2012-184924)	(73) 特許権者	300077607 株式会社ネクスコ 宮城県石巻市万石町3番23号
(22) 出願日	平成24年8月24日(2012.8.24)	(74) 代理人	100106002 弁理士 正林 真之
(65) 公開番号	特開2013-226641 (P2013-226641A)	(74) 代理人	100120891 弁理士 林 一好
(43) 公開日	平成25年11月7日(2013.11.7)	(72) 発明者	丹野 耕太郎 宮城県石巻市万石町3番23号
審査請求日	平成24年8月24日(2012.8.24)	審査官	八木 敬太
(31) 優先権主張番号	特願2012-77987 (P2012-77987)		
(32) 優先日	平成24年3月29日(2012.3.29)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 材料切断システム、保持具及び材料切断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状部材からなる基台部と、
前記基台部との距離が可変で、少なくとも2種類の腕の長さを有する複数の腕部材と、
前記腕部材に対して前記基台部に近づく方向の力を加える押圧部材と、
前記腕部材の先端部に設置され、前記基台部と対向して材料を支持する支持部材と、を
備える保持具と、
前記保持具を保持して移動させるロボットアーム部と、
前記ロボットアーム部によって前記保持具と共に移動される前記材料を切断する切断ユ
ニット部と、
を備えることを特徴とする材料切断システム。

【請求項2】

前記保持具を、前記材料を設置するための材料投入位置から前記ロボットアーム部に保
持されるための待機位置に移送するローディングユニット部を備え、
前記ローディングユニット部は、前記材料投入位置に置かれた前記保持具の前記腕部材
を、前記押圧部材によって加えられる力に対向して移動させる移動手段を備えることを特
徴とする請求項1に記載の材料切断システム。

【請求項3】

前記基台部は、前記材料が保持される位置と隣接する部分に貫通孔を有し、
前記ローディングユニット部は、前記材料投入位置に置かれた前記保持具の当該貫通孔

を挿通して前記基台部の表面から表出し、前記材料を前記基台部から押し出す方向に空気を吐出するエアノズルを備えることを特徴とする請求項 2 に記載の材料切断システム。

【請求項 4】

前記支持部材は、
前記腕部材に設置された柱状部材と、
前記柱状部材から突出したピンと、
を備えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の材料切断システム。

【請求項 5】

前記切断ユニット部は、
圧縮された高圧水を吐出するノズルと、
前記ノズルから吐出された高圧水が流入する流入口を有し、前記ロボットアーム部によって移動される前記材料を案内するガイド部材と、
前記ガイド部材に連結し、前記流入口に流入した高圧水を排水する排水管と、
を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の材料切断システム。

10

【請求項 6】

前記ガイド部材は、前記ノズルとの距離を変化させる昇降機構を備え、
前記ノズルは、先端ほど外径が小さくなる構造を有することを特徴とする請求項 5 に記載の材料切断システム。

【請求項 7】

前記ノズルは、流入した高圧水を乱流から層流に変化させる径と長さを有する流路からなるアキュムレータ部を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の材料切断システム。

20

【請求項 8】

板状部材からなる基台部と、
前記基台部との距離が可変で、少なくとも 2 種類の腕の長さを有する複数の腕部材と、
前記腕部材に対して前記基台部に近づく方向の力を加える押圧部材と、
前記腕部材の先端部に設置され、前記基台部と対向して材料を支持する支持部材と、
前記材料を支持した当該保持具を、前記材料を切断する切断ユニット部に移動させるロボットアーム部によって把持され、前記基台部に固定されたインターフェース部と、
を備える保持具。

30

【請求項 9】

板状部材からなる基台部と、
前記基台部との距離が可変で、少なくとも 2 種類の腕の長さを有する複数の腕部材と、
前記腕部材に対して前記基台部に近づく方向の力を加える押圧部材と、
前記腕部材の先端部に設置され、前記基台部と対向して材料を支持する支持部材と、
前記材料を支持した当該保持具を、前記材料を切断する切断ユニット部に移動させるロボットアーム部によって把持され、前記基台部に固定されたインターフェース部と、
を備える前記保持具によって、固体の前記材料の一端を保持し、当該保持具の前記インターフェース部をロボットアームによって把持し、材料を切断する切断ユニット部の位置で前記保持具ごと 3 次元方向に移動させて材料を切断することを特徴とする材料切断方法

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、材料を切断する材料切断システム、材料を保持する保持具及び材料切断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、食品等の材料を、ウォーターカッターやバンドソー等を備えた切断装置によって切断する技術が知られている。

例えば、特許文献 1 には、ノズル孔から高圧水ビームを噴射して固形食品を切断する装

50

置が開示されている。

特許文献 1 に記載された技術では、所定間隔でノズル孔を配列したノズル杵を、ノズル孔の配列方向と材料の進行方向とを小角度（例えば 7 度）ずらして設置し、ノズル孔の配列間隔より狭い幅で材料を切断することとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 296595 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載された技術を含め、ウォーターカッターやバンドソー等によって材料を切断する従来の技術においては、不定形な材料から、目的とする形状や重さで切り出しを行うことが困難であった。

例えば、特許文献 1 に記載の技術では、所定の厚みで材料を切断することは可能であるものの、材料の当初の外形を一部に残しつつ、切り出された材料それぞれを目的とする重さに揃えることは困難である。

即ち、材料を切断する従来の技術においては、材料の切断加工における自由度が十分なものではなかった。

【0005】

20

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、材料を切断する際の切断加工の自由度を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 板状部材からなる基台部と、
前記基台部との距離が可変で、少なくとも 2 種類の腕の長さを有する複数の腕部材と、
前記腕部材に対して前記基台部に近づく方向の力を加える押圧部材と、
前記腕部材の先端部に設置され、前記基台部と対向して材料を支持する支持部材と、を備える保持具と、

前記保持具を保持して移動させるロボットアーム部と、
前記ロボットアーム部によって前記保持具と共に移動される前記材料を切断する切断ユニット部と、

30

を備えることを特徴とする材料切断システムとした。

【0007】

(1) の材料切断システムでは、電動部品を備えていない保持具で材料を保持することから、保持具を軽量化でき、ロボットアームによる取り回しが容易となる。また、腕の長さが異なる複数の腕部材で材料を保持することができるため、材料をより確実に保持することができる。

したがって、より自由な姿勢で材料の切断作業を行うことができるため、材料を切断する際の切断加工の自由度を向上させることが可能となる。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、材料を切断する際の切断加工の自由度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】材料切断システム 1 の全体構成を模式的に示す斜視図である。

【図 2】材料切断システム 1 の全体構成を模式的に示す上面図である。

【図 3】クランピングアセンブリ 100 の外観を示す斜視図である。

【図 4】クランピングアセンブリ 100 の構造を示す 3 面図である。

50

- 【図5】基台ユニット110の構成を示す斜視図である。
- 【図6】基台ユニット110の構成を示す上面図である。
- 【図7】トップクランプユニット130aの構成を示す模式図（左側面図）である。
- 【図8】クランピングアセンブリ100が種々の形状の材料を保持した状態を模式的に示す図である。
- 【図9】ローディングユニット10の移送経路を示す模式図である。
- 【図10】ロボットアーム20の構成を示す図である。
- 【図11】切断加工ユニット30の切断機構を示す図である。
- 【図12】材料切断システム1において実行される材料切断処理のフローチャートを示す図である。
- 【図13】アキュムレータ機能を備えるノズル31aの一例を示す模式図である。
- 【図14】アキュムレータ機能を備えるノズル31aの他の例を示す模式図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

【0011】

（全体構成）

図1は、本発明を適用した材料切断システム1の全体構成を模式的に示す斜視図である。また、図2は、材料切断システム1の全体構成を模式的に示す上面図である。

図1及び図2において、材料切断システム1は、ローディングユニット10と、ロボットアーム20と、切断加工ユニット30と、検査ユニット40と、クランピングアセンブリ100とを含んで構成される。これらのユニットのうち、ローディングユニット10におけるロボットアーム20とのインターフェース部分、ロボットアーム20及び切断加工ユニット30のウォータークッター31については、防護壁Wで囲われている。また、ローディングユニット10、ロボットアーム20、切断加工ユニット30及び検査ユニット40は、各ユニット自身を制御する制御部をそれぞれ備えており、これらの制御部が連携して材料切断システム1の動作が実現される。

【0012】

なお、本実施形態においては、材料切断システム1によって、冷凍された2枚おろしの魚の半身をより細かい切身に切断する場合を例に挙げて説明するが、固形物であれば他のものを切断加工の対象とすることができる。マイナス18度に冷凍された魚の半身を切断加工の対象とするため、本実施形態における材料切断システム1においては、材料の切断処理スピードと材料が仮置される状況（作業室に置かれる時間及び室温）を勘案し、エアコンや給排気設備（クリーンフィルタや除湿機等を含む空調システム）によって、作業環境は、室温15度以下、湿度45～65%に保たれている。ただし、室温については、材料と同一のマイナス18度とすると品質及び衛生の観点から、より好ましい環境となる。

【0013】

ローディングユニット10は、作業者が材料切断システム1に材料（魚の半身）を供給するためのインターフェース及びロボットアーム20がクランピングアセンブリ100（後述）のピックアップ及びリリースを行うインターフェースを構成している。即ち、ローディングユニット10は、作業者によって材料が設置されたクランピングアセンブリ100の供給を受け付けると共に、材料の切断加工が終了したクランピングアセンブリ100を作業者に受け渡す機能を有している。また、ローディングユニット10は、ロボットアームによってピックアップされるためにクランピングアセンブリ100を待機させると共に、ロボットアームによってリリースされたクランピングアセンブリ100を受容する機能を有している。

【0014】

また、ローディングユニット10は、後述するスキャナを備えており、クランピングアセンブリ100に保持された材料の上面及び下面を走査することにより、上面及び下面それぞれの輪郭形状を取得する。そして、ローディングユニット10は、輪郭形状を示すデ

10

20

30

40

50

ータから材料の3次元形状を生成し、切り出される材料に要求される形状及び重さを充足するように材料の切断位置(切断予定ライン)を決定する。さらに、ローディングユニット10は、切断予定ラインを示すデータに基づいて、材料の切断予定ラインが、固定して設置された切断加工ユニット30のウォーターカッター31の吐出位置を通過するようにロボットアーム20の動作を計算し、ロボットアーム20の動作を示すデータをロボットアーム20の制御部に出力する。

【0015】

ロボットアーム20は、6軸の関節を有するロボットアームであり、クランピングアセンブリ100に保持された材料をクランピングアセンブリ100ごと把持して3次元の移動制御を行う。ロボットアーム20は、制御部によって動作を制御される。ロボットアーム20の制御部は、ローディングユニット10から入力された動作を示すデータに基づいて、その動作を実現するための制御信号(各関節を駆動するアクチュエータの制御信号)をロボットアーム20に出力する。ロボットアーム20として、例えば、三菱電機製RV-12SQL/RV-12SDLシリーズ等の垂直多関節型ロボットを採用することができる。なお、ここではロボットアーム20がクランピングアセンブリ100をチャック等によって把持する場合を例に挙げて説明するが、材料を保持したクランピングアセンブリ100を安定して取り回すことができる方法であれば、電磁石等、他の保持手段を用いてクランピングアセンブリ100を保持することとしても良い。

【0016】

切断加工ユニット30は、ポンプによって約600MPaに圧力を高められた水の供給を受け、高圧水を吐出して材料を切断するウォーターカッター31を備えている。切断加工ユニット30のウォーターカッター31は、不図示の高圧ポンプから配管を經由して高圧水の供給を受け、固定された位置で高圧水を継続的に吐出している。そして、切断位置に沿って高圧水が吐出されるようにロボットアームによって材料が移動されると、目的とする形状及び重さの切身が材料から切り落とされる。また、切断加工ユニット30によって切り落とされた切身は、ベルトコンベヤによって検査ユニット40へ搬送される。なお、切断加工ユニット30として、バンドソーを備えた切断装置を用いることも可能である。

【0017】

検査ユニット40は、ベルトコンベヤによって搬送された切身の重量検査及び金属片の混入検査を行い、各切身の検査結果を逐次ローディングユニット10に出力する。重量検査の検査結果は、ロボットアームの動作に関するフィードバックデータとされる。

【0018】

(各ユニットの具体的構成)

次に、図1及び図2に示すクランピングアセンブリ100及び各ユニットについて、具体的な構成を説明する。

【0019】

(クランピングアセンブリ100の構成)

図3は、クランピングアセンブリ100の外観を示す斜視図であり、図4は、クランピングアセンブリ100の構造を示す3面図である。なお、図4において、図4(a)は右側面図、図4(b)は正面図、図4(c)は上面図である。

図3及び図4において、クランピングアセンブリ100は、基台ユニット110と、底板120a~120cと、トップクランプユニット130a~130cとを含んで構成される。

【0020】

図5及び図6は、基台ユニット110の構成を示す図であり、図5は斜視図、図6は上面図を示している。

図5及び図6において、基台ユニット110は、上面視において六角形状の金属板からなる基台部110Aを有し、この基台部110Aは、頂辺部110aと、頂辺部110aより長く頂辺部110aと平行な基辺部110bと、基辺部110bの両端からそれぞれ

10

20

30

40

50

直角に頂辺部 110 a 側に延びる等長の側辺部 110 c, 110 d と、側辺部 110 c, 110 d における頂辺部 110 a 側の端部と頂辺部 110 a の端部とを繋ぐ斜辺部 110 e, 110 f とを有している。頂辺部 110 a と基辺部 110 b とは垂直二等分線が重なる配置とされており、基台ユニット 110 は、上面視において、この垂直二等分線を軸として線対称な形状となっている。

【0021】

図 5 及び図 6 に示すように、基台ユニット 110 は、チャック用支柱 111 と、クランプガイド 112 a ~ 112 c と、底板受け溝 113 a ~ 113 c と、エアシリンダ用挿通孔 114 a ~ 114 f と、エアノズル用挿通孔 115 a, 115 b と、ストッパー 116 a, 116 b とを有している。

チャック用支柱 111 は、基台ユニット 110 における頂辺部 110 a 側の端部領域に一端を固定された柱状部材であり、他端にはロボットアームによってチャックされるチャックインターフェース 111 a を有している。チャック用支柱 111 は、チャックインターフェース 111 a をロボットアームによって把持された場合に、冷凍の半身を保持したクランピングアセンブリ 100 の取り回しに耐える剛性を有している。

【0022】

チャックインターフェース 111 a は、ロボットアームのチャッキングシリンダによってロボットアームに把持されるチャック構造を有している。

クランプガイド 112 a ~ 112 c は、一端を基台ユニット 110 に固定された柱状部材によって構成される。クランプガイド 112 a ~ 112 c は、基台ユニット 110 の側辺部 110 c, 110 d の中点を結ぶ線上に配列されている。クランプガイド 112 a ~ 112 c は、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c いずれかのクランプガイド挿通孔に挿通される。そして、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c がクランプガイド 112 a ~ 112 c にねじ止めされることにより、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c が基台ユニット 110 に固定される。なお、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c それぞれをいずれのクランプガイド 112 a ~ 112 c に設置するかは、切断対象の半身の形状によって適宜選択されるものとし、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c のクランプガイド 112 a ~ 112 c における設置高さ（基台ユニット 110 表面からの距離）も、切断対象の半身の形状によって適宜選択される。

【0023】

底板受け溝 113 a ~ 113 c は、基台ユニット 110 表面における基辺部 110 b 側端部に刻まれた略長方形の溝によって構成され、底板 120 a ~ 120 c のいずれかを収容する。また、底板受け溝 113 a ~ 113 c それぞれの中央部分には、基台ユニット 110 の裏面側から底板 120 a ~ 120 c をねじ止めするための貫通孔が形成されている。この貫通孔は、底板受け溝 113 a ~ 113 c 内において、基台ユニット 110 の基辺部 110 b と交差する方向を長手方向として形成されており、底板 120 a ~ 120 c の設置位置を、基台ユニット 110 の基辺部 110 b と交差する方向において調整可能としている。なお、底板受け溝 113 a ~ 113 c には、基辺部 110 b からの突出量をトップクランプユニット 130 a ~ 130 c それぞれのトップクランプ位置と対応させて、底板 120 a ~ 120 c が設置される。また、基台ユニット 110 の表面には、底板受け溝 113 a, 113 c に設置された底板 120 a, 120 c から起立する姿勢の金属板（後述する材料受け部）を有するストッパー 116 a, 116 b がそれぞれ設置され、ストッパー 116 a, 116 b は、トップクランプユニット 130 a ~ 130 c に設置された半身を受け止める。

【0024】

エアシリンダ用挿通孔 114 a ~ 114 f は、クランプガイド 112 a ~ 112 c に設置されたトップクランプユニット 130 a ~ 130 c の下支持板それぞれと対向する基台ユニット 110 の位置に形成された貫通孔である。クランピングアセンブリ 100 が、ローディングユニット 10 における予め定められた材料投入位置（材料の設置及び解放を行う規定の位置）に載置されることにより、材料投入位置に備えられている 6 つのエアシ

10

20

30

40

50

ンダACそれぞれが、エアシリンダ用挿通孔114a~114fを通過可能な配置となっている。

【0025】

エアノズル用挿通孔115a, 115bは、基台ユニット110におけるクランプガイド112a~112cとチャック用支柱111との間の領域に基辺部110bと平行に配列して形成された貫通孔である。クランピングアセンブリ100が、ローディングユニット10における予め定められた材料投入位置に載置されることにより、材料投入位置に備えられている2つのエアノズルANそれぞれが、エアノズル用挿通孔115a, 115bを通過可能な配置となっている。

【0026】

ストッパー116a, 116bは、基台ユニット110の表面に沿って設置される平板状の固定部と、固定部から起立する平板状の材料受け部とを有している。固定部には、クランプガイド112a, 112cの直径より広い幅(例えば、クランプガイド112a, 112cの直径より数mm~1cm広い幅)を有し、材料受け部と離間する方向に所定の長さ(例えば、クランプガイド112a, 112cの幅の数倍)を有する挿通孔が形成されている。挿通孔におけるクランプガイド112a, 112cの挿通位置を変化させて固定部をねじ止め等によって固定することで、材料受け部の設置位置を材料の形状に合わせて調整することができる。

【0027】

図3及び図4に戻り、底板120a~120cは、底板受け溝113a~113cに対応する形状の上面視略長方形の板状部材であり、一方の面(裏面)の中央にねじ穴が形成されている。そして、底板120a~120cは、基台ユニット110裏面側からねじ止めされることにより、基台ユニット110に固定される。なお、上述したように、底板120a~120cは、基辺部110bからの突出量をトップクランプユニット130a~130cそれぞれのトップクランプ位置と対応させて、底板受け溝113a~113cに設置される。

【0028】

次に、トップクランプユニット130a~130cの構成について説明する。

トップクランプユニット130a~130cは、トップクランプ支持板1361a~1361c, 1362a~1362cを除き、略同様の構成を有するため、代表としてトップクランプユニット130aを例に挙げて説明する。

【0029】

図7は、トップクランプユニット130aの構成を示す模式図(左側面図)である。

なお、図7(a)は外力が加わっていない定常状態、図7(b)はエアシリンダACによってトップクランプ支持板1361aが突き上げられた状態を示している。

以下、図3, 4及び図7を参照しつつ、トップクランプユニット130aの構成について説明する。

図3, 4及び図7において、トップクランプユニット130aは、支持基体131aと、上支持板132aと、下支持板133aと、コイルばね支柱1341a~1344aと、コイルばね1351a~1354aと、トップクランプ支持板1361a, 1362aと、トップクランプ1371a, 1372aとを含んで構成される。

【0030】

支持基体131aは、外観が直方体形状を有する中空の箱体によって構成され、正面視において、クランプガイド112aの直径よりも広い幅(例えば直径の1.2~2倍)を有し、側面視において、縦方向に長い長方形形状を有している。支持基体131aの上面中央から下面中央を貫いて、クランプガイド112aを挿通するクランプガイド挿通孔が形成されている。支持基体131aの正面にはねじ穴が形成されており、このねじ穴に通したねじによって、クランプガイド挿通孔に挿通されたクランプガイド112aに支持基体131aが固定される。なお、クランプガイド112aに対する固定位置を変化させることで、トップクランプユニット130aの設置高さを材料に合わせて調整することが可能で

10

20

30

40

50

ある。

【0031】

上支持板132aは、支持基体131aの上面に固定された板状部材であり、側面視において、支持基体131aと同様の横幅を有している。また、上支持板132aは、正面視において、支持基体131aの幅よりも広い幅を有し、上支持板132aは支持基体131aの左右両側から側方に突出した部分を有している。なお、以下、上支持板132aにおける支持基体131aの左右両側から側方に突出した部分を適宜「上支持板フランジ部」と称する。上支持板132aには、支持基体131aのクランプガイド挿通孔に連通する貫通孔が形成されている。

【0032】

下支持板133aは、支持基体131aの下面に固定された板状部材であり、側面視において、支持基体131aと同様の横幅を有している。また、下支持板133aは、正面視において、支持基体131aの幅よりも広い幅を有し、下支持板133aは支持基体131aの左右両側から側方に突出した部分を有している。なお、以下、下支持板133aにおける支持基体131aの左右両側から側方に突出した部分を適宜「下支持板フランジ部」と称する。下支持板133aには、支持基体131aのクランプガイド挿通孔に連通する貫通孔が形成されている。また、左右両側の下支持板フランジ部における側面視中央部には、エアシリンダACが通過可能な貫通孔（エアシリンダ用挿通孔1311a, 1312a）がそれぞれ形成されている。

【0033】

コイルばね支柱1341a～1344aは、上支持板フランジ部と下支持板フランジ部とに両端を固定された柱状部材であり、上支持板フランジ部と下支持板フランジ部の対向する四隅同士をそれぞれ連結している。

コイルばね1351a～1354aは、コイルばね支柱1341a～1344aそれぞれに挿通されたコイルばねであり、一端を上支持板フランジ部に固定され、他端を後述するトップクランプ支持板1361a, 1362aに固定されている。なお、コイルばね1351a～1354aは、設置状態において、トップクランプ支持板1361a, 1362aを下支持板フランジ部に押し付ける弾性力を発生している。

【0034】

トップクランプ支持板1361a, 1362aは、一端にトップクランプ1371aあるいはトップクランプ1372aを備える四角柱状の腕部材であり、上支持板フランジ部と下支持板フランジ部との間において、コイルばね支柱1341a～1344aを挿通して設置される。

【0035】

具体的には、トップクランプ支持板1361aは、一端にトップクランプ1371aを備え、他端付近にコイルばね支柱1341aを挿通する貫通孔を有している。また、トップクランプ支持板1361aは、長手方向中央部にコイルばね支柱1342aを挿通する貫通孔を有している。トップクランプ支持板1361aにおけるコイルばね支柱1341a, 1342aを挿通する貫通孔の上支持板フランジ部側には、コイルばね支柱1341a, 1342aに挿通されたコイルばね1351a, 1352aの端部がそれぞれ固定されている。

【0036】

同様に、トップクランプ支持板1362aは、一端にトップクランプ1372aを備え、他端付近にコイルばね支柱1343aを挿通する貫通孔を有している。また、トップクランプ支持板1362aは、長手方向中央部にコイルばね支柱1344aを挿通する貫通孔を有している。トップクランプ支持板1362aにおけるコイルばね支柱1343a, 1344aを挿通する貫通孔の上支持板フランジ部側には、コイルばね支柱1343a, 1344aに挿通されたコイルばね1353a, 1354aの端部がそれぞれ固定されている。

【0037】

10

20

30

40

50

これらトップクランプ支持板 1361a, 1362a は、材料の非設置時及び材料の設置後には、コイルばね 1351a ~ 1354a の弾性力によって下支持板フランジ部側に押し付けられた状態となり、材料の設置作業中（材料の投入時及び解放時）には、下支持板 133a, 133b におけるエアシリンダ用挿通孔 1311a, 1312a を通過したエアシリンダ AC の突き上げ力によって、下支持板フランジ部から上支持板フランジ部側に移動される。

【0038】

なお、トップクランプ支持板 1361a, 1362a は、トップクランプ 1371a, 1372a を支持する腕の長さが等しく、下支持板フランジ部からの突出長が等しい構成となっている。一方、トップクランプユニット 130a ~ 130c のトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c の腕の長さは、互いに異なっており、下支持板フランジ部からの突出長は、トップクランプユニット 130a ~ 130c それぞれにおいて異なる構成となっている。即ち、トップクランプ 1371a, 1372a とトップクランプ 1371b, 1372b とトップクランプ 1371c, 1372c とは、上面視において、支持基体 131a ~ 131c から互いに異なる距離に配置されている。

【0039】

即ち、トップクランプ 1371a, 1372a とトップクランプ 1371b, 1372b とトップクランプ 1371c, 1372c とは、材料を片持ちで支持する際に、材料の一端から他端に向かう方向において、互いに異なる距離の位置を作用点として支持することができる。したがって、材料の形状が種々異なる場合であっても、トップクランプユニット 130a ~ 130c の配列を異ならせて設置することにより、材料の形状に合わせて、より適切に材料を支持することが可能となる。例えば、材料として魚の半身を保持する場合に、カマを切り落としている場合（カマなしの場合）及びカマを有している場合（カマありの場合）に応じて、トップクランプユニット 130a ~ 130c の配列を異ならせたり、右側の半身であるか左側の半身であるかに応じて、トップクランプユニット 130a ~ 130c の配列を異ならせたりすることができる。

【0040】

トップクランプ 1371a, 1372a は、直方体形状を有する部材からなり、トップクランプ支持板 1361a, 1362a の先端にそれぞれ固定されている。トップクランプ 1371a, 1372a は、トップクランプユニット 130a を基台ユニット 110 に設置した状態において底板 120a と対向する面に、2つのピン pn をそれぞれ備えている。これら2つのピン pn は、上面視において、長方形形状のトップクランプ 1371a, 1372a の対角の位置に配置されている。また、各ピン pn の付け根部分には、円柱状のカラー部材 C が設置されている。即ち、各ピン pn は、トップクランプ 1371a, 1372a に固定されたカラー部材 C の中心を貫通して、先端がカラー部材 C から所定長さ突出している。カラー部材 C からのピン pn の突出量（所定長さ）は、材料の硬さに応じて定められる。

【0041】

例えば、材料として魚の半身を切断する場合のカラー部材 C の高さは 7mm、カラー部材 C からのピン pn の突出量は 5mm とすることで、適切に材料を保持することができる。

カラー部材 C が設置されていることにより、カラー部材 C の端面によって材料を面で支えることができる。また、カラー部材 C は、ピン pn の材料に対する侵入量を規制するためのストッパーとして機能する。

【0042】

このような構成によって、クランピングアセンブリ 100 は、種々の形状の材料をより確実に保持することが可能である。

例えば、材料として魚の半身を保持する場合、魚の半身がカマを有しているか否か及び左右いずれの半身であるかに応じて、トップクランプユニット 130a ~ 130c の配置を変更することで、材料の一端をより適切に保持することができる。また、材料の厚みも

10

20

30

40

50

背側及び腹側等、部位によって異なるが、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c の高さは、コイルばね 1351a ~ 1354a, 1351b ~ 1354b, 1351c ~ 1354c の収縮長によって材料の部位に応じたものとなる。

【0043】

図8は、クランピングアセンブリ100が種々の形状の材料を保持した状態を模式的に示す上面図及び正面図であり、図8(a)は、カマつきの魚の右半身を保持した状態、図8(b)は、カマつきの魚の左半身を保持した状態、図8(c)は、カマなしの魚の右半身を保持した状態、図8(d)は、カマなしの魚の左半身を保持した状態を示している。

図8(a) ~ 図8(d)に示すように、保持する材料の形状に合わせて、腕の長さが異なるトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c の配置が選択され、トップクランプユニット 130a ~ 130c の取り付け位置が変更される。

10

【0044】

また、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c は、それぞれが支持する材料の高さに合わせて、コイルばね 1351a ~ 1354a, 1351b ~ 1354b, 1351c ~ 1354c が収縮した状態となり、材料を適確に支持している。

なお、材料の高さの変化に合わせて、トップクランプユニット 130a ~ 130c をクランプガイド 112a ~ 112c に取り付けの高さを調整することで、より適切な圧力でトップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c によって材料を保持することが可能となる。

【0045】

20

以上のようなクランピングアセンブリ100の構成により、クランピングアセンブリ100には電動部品を備えることなく、外部からエアシリンダACによってコイルばね 1351a ~ 1354a を押し上げることで、材料の投入及び解放を行うことができる。そのため、クランピングアセンブリ100を軽量化でき、ロボットアーム20による取り回しがより容易となる。また、腕の長さが異なるトップクランプ支持板 1361a, 1362a、トップクランプ支持板 1361b, 1362b、トップクランプ支持板 1361c, 1362c を材料の形状に合わせて配置すると共に、トップクランプユニット 130a ~ 130c の設置高さも材料の形状に合わせて異ならせることができるため、材料をより確実に保持することができる。これにより、材料の一端を片持ちで保持し、クランピングアセンブリ100ごとロボットアーム20が把持して3次元的な移動を行うことができるため、より自由な姿勢でウォーターカッター31による材料の切断作業を行うことが可能となる。

30

【0046】

(ローディングユニット10の構成)

次に、ローディングユニット10の構成について説明する。

【0047】

ローディングユニット10は、ローディングユニット10全体を制御する制御部(不図示)によって制御され、クランピングアセンブリ100を移送する移送機構を有している。また、ローディングユニット10は、クランピングアセンブリ100の機構を動作させるエアシリンダACと、材料の3次元形状を取得するためのスキャナとを有している。そして、ローディングユニット10は、移送機構によって移送された各位置において、材料の設置及び解放のためにクランピングアセンブリ100を動作させたり、スキャナによって取得された材料の3次元形状を基に、材料の切断予定ラインを算出したりする。なお、ローディングユニット10によって算出された材料の切断予定ラインを示すデータは、ロボットアーム20を制御する制御部に出力される。

40

【0048】

図9は、ローディングユニット10の移送経路を示す模式図である。

図9に示すように、ローディングユニット10は、クランピングアセンブリ100を停止させるための材料投入位置P1、走査開始位置P2、ピックアップ位置P3、受容位置P4を有している。

50

【 0 0 4 9 】

材料投入位置 P 1 は、クランピングアセンブリ 1 0 0 に作業者が材料を設置するための停止位置である。ローディングユニット 1 0 の材料投入位置 P 1 下部には、停止されたクランピングアセンブリ 1 0 0 のエアシリンダ用挿通孔 1 1 4 a ~ 1 1 4 f と対向する位置に挿通孔が形成されており、これら挿通孔それぞれを挿通するエアシリンダ A C が設置されている。そして、材料の設置及び解放を行う場合、これらエアシリンダ A C が、クランピングアセンブリ 1 0 0 のエアシリンダ用挿通孔 1 1 4 a ~ 1 1 4 f 及びエアシリンダ用挿通孔 1 3 1 1 a ~ 1 3 1 1 c , 1 3 1 2 a ~ 1 3 1 2 c を貫通し、トップクランプ支持板 1 3 6 1 a ~ 1 3 6 1 c , 1 3 6 2 a ~ 1 3 6 2 c を突き上げる。これにより、トップクランプ 1 3 7 1 a ~ 1 3 7 1 c , 1 3 7 2 a ~ 1 3 7 2 c の位置が上方に変異し、材料

10

【 0 0 5 0 】

なお、材料投入位置 P 1 の上方には、クランピングアセンブリ 1 0 0 の上端（例えばクランプガイド 1 1 2 a ~ 1 1 2 c の頂部）を下方に支持する支持用アクチュエータが設置されており、エアシリンダ A C の突き上げ力に対して、クランピングアセンブリ 1 0 0 を固定している。

【 0 0 5 1 】

走査開始位置 P 2 は、上下それぞれに設置されたスキャナによる走査領域の上流側の停止位置である。即ち、ローディングユニット 1 0 は、クランピングアセンブリ 1 0 0 に設置された材料を上面側及び下面側からそれぞれ走査するスキャナ（例えばラインスキャナ等）を備えており、これらスキャナに挟まれた空間として形成された走査領域を材料が通過することにより、材料の上面及び下面の 3 次元形状が計測される。なお、ローディングユニット 1 0 は、スキャナの動作に同期してパルス信号を発生するロータリーエンコーダを備えており、2 つのスキャナによって取得された上面側及び下面側の 3 次元形状は、材料上の位置を基準として対応付けられる。

20

【 0 0 5 2 】

ピックアップ位置 P 3 は、ロボットアーム 2 0 によってクランピングアセンブリ 1 0 0 がピックアップされるために待機する停止位置である。材料を保持した状態でピックアップ位置 P 3 からピックアップされたクランピングアセンブリ 1 0 0 は、ロボットアーム 2 0 によって材料の切断が行われた後、ロボットアーム 2 0 によって受容位置 P 4 に載置される。

30

【 0 0 5 3 】

受容位置 P 4 は、ロボットアーム 2 0 によってローディングユニット 1 0 に戻されるクランピングアセンブリ 1 0 0 を受容する位置である。即ち、受容位置 P 4 には、切断加工が終了した材料を保持した状態のクランピングアセンブリ 1 0 0 が、ロボットアーム 2 0 によって移送される。

【 0 0 5 4 】

なお、ローディングユニット 1 0 は、クランピングアセンブリ 1 0 0 を載置する不図示の台座部材を備えており、台座部材にクランピングアセンブリ 1 0 0 を載置した状態で各位置を移送させる。ただし、ピックアップ位置 P 3 から受容位置 P 4 については、上述のように、クランピングアセンブリ 1 0 0 はロボットアーム 2 0 によって移送され、台座部材はクランピングアセンブリ 1 0 0 を載置していない状態で、ピックアップ位置 P 3 から受容位置 P 4 に移送される。

40

【 0 0 5 5 】

（ロボットアーム 2 0 の構成）

次に、ロボットアーム 2 0 の構成について説明する。

図 1 0 は、ロボットアーム 2 0 の構成を示す図である。

【 0 0 5 6 】

ロボットアーム 2 0 は、6 軸 R 1 ~ R 6 を有する多関節型ロボットであり、アーム先端に、クランピングアセンブリ 1 0 0 のチャックインターフェース 1 1 1 a を把持するチャ

50

ッキングシリンダを有している。ロボットアーム 20 は、チャッキングシリンダによってチャックインターフェース 111a をロボットアーム 20 にロックすることにより、ロボットアーム 20 がクランピングアセンブリ 100 を把持した状態となる。

【0057】

なお、ロボットアーム 20 は、不図示の制御部によって動作を制御され、ローディングユニット 10 から入力された切断予定ラインを示すデータを基に、各関節を駆動するアクチュエータの制御信号を生成し、切断予定ラインに沿って材料がウォーターカッター 31 の位置を通過するように動作する。

【0058】

(切断加工ユニット 30 の構成)

次に、切断加工ユニット 30 の構成について説明する。

図 11 は、切断加工ユニット 30 の切断機構を示す図である。

【0059】

切断加工ユニット 30 は、高圧ポンプ (不図示) によって約 600 MPa に圧力を高められた水が配管を介して供給されるウォーターカッター 31 と、材料の切断時に材料の移動をガイドするガイド部材 32 と、ウォーターカッター 31 から吐出された高圧水をタンク (不図示) に導く排水管 33 と、切断された材料をベルトコンベヤに誘導する材料案内板 34 とを有している。

【0060】

ウォーターカッター 31 には、ウォーターカッター 31 における高圧水の吐出口を形成するノズル 31a が備えられている。ノズル 31a は、材料の切断に必要な水量及び圧力を実現する形状に設計されており、高圧ポンプから供給された高圧水を継続的に同一の位置で吐出する。なお、ノズル 31a において、吐出する水の圧力を一定に保つためにアキュムレータ機能を内部に備えることで、高圧ポンプから供給される水の圧力をより安定させ、より低い圧力で材料を切断することが可能となる (変形例 1 参照)。

【0061】

また、本実施形態において、ノズル 31a は、高圧水の流路が形成されるシャフト部 31s と、高圧水の吐出口を備えたオリフィス 31b とを備えている。シャフト部 31s は管状の部材によって構成され、高圧ポンプからの高圧水が流入する流入口 31f を外周面に備えている。また、シャフト部 31s は、流入口 31f から流入した高圧水を管軸に沿ってオリフィス 31b に流出させる流路を有している。オリフィス 31b は、シャフト部 31s の先端部に設置され、先端が小径の円、底面 (根元側の面) が大径の円からなる円錐台状の構造 (先端ほど外径が小さくなる構造) を有している。なお、オリフィス 31b は、例えば、頂角が 60 度の円錐の一部として構成することができる。そして、オリフィス 31b は、先端の小径の円の中心に、予め設計された径 (例えば、0.01 ~ 0.1 mm 程度) の貫通口からなる吐出口を有している。また、オリフィス 31b は、吐出口と同心で、シャフト部 31s の内径 (高圧水の流路の径) と同径の貫通口を有しており、シャフト部 31s の先端に固定されている。即ち、高圧ポンプから供給された高圧水は、ノズル 31a のシャフト部 31s に流入すると、シャフト部 31s 内部に形成されている流路を通過した後、オリフィス 31b の吐出口から吐出される。

【0062】

本実施形態におけるノズル 31a は、オリフィス 31b が円錐台状となっていることにより、高圧水を種々の入射角度に設定して材料を切断する際に、オリフィス 31b の周縁部が材料と干渉する事態を抑制できる。そのため、後述するように、オリフィス 31b の吐出口を材料により近接させて切断することができる。なお、ノズル 31a の先端には、オリフィス 31b をより確実に保持するためのリテーナを適宜備えることができる。この場合、リテーナの形状をオリフィス 31b と同様に、円錐台状とすることで、リテーナの周縁部が材料と干渉する事態を抑制できる。

【0063】

また、ガイド部材 32 は、ノズル 31a から吐出された高圧水の吐出先に配置され、口

10

20

30

40

50

ロボットアーム 20 が材料を切断する際に、材料を摺動させて移動及び姿勢を安定させる機能を有している。なお、ガイド部材 32 は、油圧あるいは電動アクチュエータ等によってガイド部材 32 を上下方向に移動させる昇降機構 32b を備えており、昇降機構 32b は、ロボットアーム 20 の動きと連動して上下方向の位置を制御される。具体的には、ロボットアーム 20 がガイド部材 32 に材料を摺動させて移動させた時に、材料表面とノズル 31a との距離が可能な限り所定距離以内（ここでは 3mm 以内とする）となるように、昇降機構 32b によって、ガイド部材 32 の高さが制御される。本実施形態においては、ロボットアーム 20 の制御部が、1つの切断予定ラインにおける材料の凹凸形状を取得し、切断予定ラインとして設定した位置に、予め設定した入射角となるように高圧水を吐出する条件の下、材料の最も突出した部分においてノズル 31a（オリフィス 31b）と材料との距離を 3mm 以内でより近い距離となるようにガイド部材 32 を位置決めする。

10

【0064】

このとき、ロボットアーム 20 の制御部は、切断予定ラインに沿って材料を移動させた際に、ノズル 31a（オリフィス 31b）と材料表面とが干渉しない距離となるように、ローディングユニット 10 によって取得された材料の 3次元形状に基づいてガイド部材 32 の位置を決定する。上述のように、ノズル 31a の先端に設置されているオリフィス 31b は円錐台状であるため、材料表面とノズル 31a（オリフィス 31b）とを所定距離以内とすることがより容易な形状となっている。

【0065】

そして、昇降機構 32b がガイド部材 32 の位置を維持したまま、ロボットアーム 20 がガイド部材 32 に沿って材料を一方向（切断予定ラインに沿う方向）に移動させる。

20

これにより、水圧がより強く切断能力の高い位置でウォーターカッター 31 を材料に作用させることができ、ウォーターカッター 31 の水圧をより効率的に利用することができる。

ガイド部材 32 における高圧水の進路に当たる位置には、吐出された高圧水を流入させる流入口 32a が形成されている。流入口 32a に流入した高圧水は、排水管 33 を介してタンクに蓄積される。

【0066】

ノズル 31a から吐出された高圧水によって切断された材料は、ガイド部材 32 の位置から、ガイド部材 32 を挟んでロボットアーム 20 と逆側に落下する。ガイド部材 32 には、ロボットアーム 20 と逆側に、鉛直下方よりも水平方向に所定角度（例えば 30度）傾斜して設置された板状部材からなる材料案内板 34 が備えられている。材料案内板 34 の傾斜角度は、切断された材料が、材料案内板 34 の下方に位置するベルトコンベヤへ落下する角度に調整されている。そのため、ノズル 31a によって切断された材料は、材料案内板 34 に沿って滑落し、切断された部分毎に、順次、ベルトコンベヤによって検査ユニット 40 へと移送される。

30

【0067】

（検査ユニット 40 の構成）

次に、検査ユニット 40 の構成について説明する。

検査ユニット 40 には、ベルトコンベヤによって、切断加工ユニット 30 で切断された材料の部分（切身）が順次搬送される。検査ユニット 40 には、重量計及び X線異物検査装置が設置されており、ベルトコンベヤによって搬送された材料の部分について、重量と異物混入の有無とが検査される。検査の結果、重量が目的とする範囲から外れているものや、異物の混入が検出されたものについては、異常がある旨が作業者に報知される。また、重量検査の結果は、ローディングユニット 10 に逐次フィードバックされ、ローディングユニット 10 において切断予定ラインを決定するためのパラメータに反映される。

40

【0068】

（材料切断システム 1 の制御）

次に、材料切断システム 1 における制御について説明する。

（材料切断処理）

50

図12は、材料切断システム1において実行される材料切断処理のフローチャートを示す図である。

材料切断処理は、材料切断システム1において、作業者が処理の開始を指示入力することに対応して起動される。

【0069】

図12において、材料切断処理が開始されると、ローディングユニット10は、クランピングアセンブリ100を載置した台座部材を材料投入位置P1に移送し、クランピングアセンブリ100に材料の設置を受け付ける状態となる(ステップS1)。

【0070】

次に、ローディングユニット10は、作業者によるクランピングアセンブリ100の解放を指示する操作に対応して、エアシリンダACを駆動し、クランピングアセンブリ100のトップクランプ支持板1361a~1361c, 1362a~1362cを突き上げる(ステップS2)。このとき、支持用アクチュエータが駆動され、エアシリンダACの突き上げ力に対し、クランピングアセンブリ100が下方向に押さえられる。なお、材料は、カマの部分のクランピングアセンブリ100が保持するように、作業者によって設置される。

【0071】

そして、ローディングユニット10は、作業者による搬送開始を指示する操作入力に対応して、材料を保持したクランピングアセンブリ100を走査開始位置P2に移送する(ステップS3)。

次に、材料を保持したクランピングアセンブリ100が走査開始位置P2からピックアップ位置P3に移送され、スキャナによって材料の上面及び下面の3次元形状が取得される(ステップS4)。

【0072】

材料の3次元形状が取得されると、ローディングユニット10は、目的とする重量及び大きさの範囲で材料を切断するために切断予定ラインを決定し、当該材料についての切断予定ラインをロボットアーム20の制御部に出力する(ステップS5)。

このとき、ローディングユニット10は、材料を微小な立体(例えば1辺1mm以下の微小な四面体等)の集合として表現し、切断後の形状変化を逆算して、切断予定ラインを決定する。例えば、材料として、冷凍された魚の半身を切断する場合、冷凍状態では材料のねじれやそりがあり、解凍されると材料が柔らかくなるため、このねじれやそりが解消される。そのため、魚の半身であれば、内側(背骨側)の面が平坦になることを前提として、微小な立体の位置の変化を連立方程式等で算出し、形状が変化した後目的とする形状となるように、切断予定ラインが決定される。

【0073】

なお、ステップS5において、ローディングユニット10は、切断予定ライン毎の材料の3次元形状をロボットアーム20の制御部に出力する。

次に、切断予定ラインが入力されたロボットアーム20の制御部は、切断予定ラインに沿ってウォーターカッター31の位置を材料が通過するように、ロボットアーム20の各関節に設置されたアクチュエータの制御量を算出する(ステップS6)。

このとき、ロボットアーム20の制御部は、切断予定ライン毎の材料の3次元形状に基づいて、切断予定ラインに沿って材料を移動させた際に、ノズル31a(オリフィス31b)と材料表面とが干渉しない距離で、より近い距離となるようにガイド部材32の位置決めを行い、その位置を維持するよう昇降機構32bを制御する。

【0074】

次に、ロボットアーム20の制御部は、ピックアップ位置P3に載置されているクランピングアセンブリ100を、チャッキングシリンダを駆動してロボットアーム20に把持させる(ステップS7)。

【0075】

そして、ロボットアーム20の制御部は、ステップS6で算出した各アクチュエータの

10

20

30

40

50

制御量にしたがって関節を動作させ、切断予定ラインに沿ってウォータークッター 31 で材料を切断する（ステップ S 8）。このとき切断された材料の部分（切身）は、ベルトコンベヤによって検査ユニット 40 に移送され、重量及び異物混入の検査が行われる。

【 0 0 7 6 】

材料の切断が終了すると、ロボットアーム 20 の制御部は、カマの部分のみを保持したクランピングアセンブリ 100 をローディングユニット 10 の受容位置 P 4 に移送する（ステップ S 9）。

すると、ローディングユニット 10 は、カマの部分のみを保持したクランピングアセンブリ 100 を材料投入位置 P 1 に移送する（ステップ S 10）。

【 0 0 7 7 】

そして、クランピングアセンブリ 100 が材料投入位置 P 1 に移送されると、ローディングユニット 10 は、エアシリンダ A C によってトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c を突き上げると共に、エアノズル A N をクランピングアセンブリ 100 のエアノズル用挿通孔 115a, 115b から表出させ、クランピングアセンブリ 100 の保持から解放されたカマを、風圧によってクランピングアセンブリ 100 の前方（作業側）に押し出す（ステップ S 11）。

このような処理により、1つの材料（魚の半身）の切断加工が終了する。

【 0 0 7 8 】

（作用）

次に、材料切断システム 1 におけるクランピングアセンブリ 100 の作用を説明する。

クランピングアセンブリ 100 は、腕の長さが異なるトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c を備えており、材料の形状に合わせて、作業者がこれらの配置を変更する。

【 0 0 7 9 】

また、各トップクランプユニット 130a ~ 130c の設置高さも、材料の形状に合わせて、作業者が調整して設置する。

即ち、クランピングアセンブリ 100 においては、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c について、材料を片持ちで支持する際の材料の一端からの距離と、高さの初期位置とを調整可能に構成されている。

【 0 0 8 0 】

そして、トップクランプユニット 130a ~ 130c が設置され、材料を保持していない状態では、クランピングアセンブリ 100 は、コイルばね 1351a ~ 1354a, 1351b ~ 1354b, 1351c ~ 1354c の作用により、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c が下方に押し下げられた状態となっている。

【 0 0 8 1 】

材料を設置する場合、クランピングアセンブリ 100 のトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c をエアシリンダ A C によって突き上げ、カマ側をクランピングアセンブリ 100 に載置する。

そして、エアシリンダ A C によるトップクランプ支持板 1361a ~ 1361c, 1362a ~ 1362c の突き上げを解除すると、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c がコイルばね 1351a ~ 1354a, 1351b ~ 1354b, 1351c ~ 1354c によって下方方向に押し下げられ、材料を保持した状態となる。

【 0 0 8 2 】

このとき、トップクランプ 1371a ~ 1371c, 1372a ~ 1372c のピン p n は、カラー部材 C によって材料への侵入量が規制されると共に、カラー部材 C の端面が材料を面で支えるため、材料をより適切な状態で保持することができる。

このように材料を保持した状態で、クランピングアセンブリ 100 のチャックインターフェース 111a がロボットアーム 20 によって把持されると、ロボットアーム 20 によってクランピングアセンブリ 100 ごと材料を取り回すことが可能となる。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

以上のように、本実施形態に係る材料切断システム 1 では、クランピングアセンブリ 100 には電動部品を備えることなく、外部からエアシリンダ AC によってコイルばね 1351a ~ 1354a, 1351b ~ 1354b, 1351c ~ 1354c を押し上げることで、材料の投入及び解放を行うことができる。

【0084】

そのため、クランピングアセンブリ 100 を軽量化でき、ロボットアーム 20 による取り回しがより容易となる。また、腕の長さが異なるトップクランプ支持板 1361a, 1362a、トップクランプ支持板 1361b, 1362b、トップクランプ支持板 1361c, 1362c を材料の形状に合わせて配置できると共に、トップクランプユニット 130a ~ 130c の設置高さも材料の形状に合わせて異ならせることができる。

10

【0085】

そのため、材料をより確実に保持することができることから、材料の一端を片持ちで保持し、クランピングアセンブリ 100 ごとロボットアーム 20 が把持して 3 次元的な移動を行うことができることとなる。

したがって、より自由な姿勢でウォーターカッター 31 による材料の切断作業を行うことが可能となる。

即ち、本実施形態に係る材料切断システム 1 によれば、材料を切断する際の切断加工の自由度を向上させることが可能となる。

【0086】

20

(変形例 1)

上記実施形態において、切断加工ユニット 30 におけるノズル 31a にアキュムレータ機能を備えることで、より低い高圧水の圧力で材料を切断することができる。

具体的には、ノズル 31a における高圧水の流入口 31f からオリフィス 31b の吐出口までの流路の径及び長さを、流入口 31f から流入した高圧水が乱流から層流に変化することを条件として定めることで、アキュムレータ機能を実現することができる。流入口 31f から流入した高圧水が乱流から層流に変化するための具体的な流路の径及び長さは、実験あるいはシミュレーションによって取得することができる。

図 13 は、アキュムレータ機能を備えるノズル 31a の一例を示す模式図であり、図 13(a) は高圧水の流路を表す断面図、図 13(b) は外観図である。

30

図 13 において、ノズル 31a は、高圧水の流路が形成されるシャフト部 31s と、オリフィス 31b とを備えており、シャフト部 31s には、高圧ポンプからの高圧水が流入する流入口 31f が形成されている。

図 13 に示す例では、シャフト部 31s の内径（流路の径）は 4 mm、流入口 31f から吐出口までの長さ（流路の長さ）は 130 mm ~ 530 mm 程度とすることができる。

このようなノズル 31a の構造とすることにより、高圧ポンプから供給する高圧水の圧力を 600 MPa よりも低く抑えることができる。

【0087】

また、ノズル 31a の流路の径をより拡大することで、高圧ポンプから供給する高圧水の圧力をさらに低く抑えることが可能となる。

40

図 14 は、アキュムレータ機能を備えるノズル 31a の他の例を示す模式図であり、図 14(a) は高圧水の流路を表す断面図、図 14(b) は外観図である。

図 14 において、ノズル 31a は、図 13 の例と同様に、高圧水の流路が形成されるシャフト部 31s と、オリフィス 31b とを備えており、シャフト部 31s には、高圧ポンプからの高圧水が流入する流入口 31f が形成されている。

そして、図 14 に示す例では、シャフト部 31s の内径（流路の径）は 6 mm、流入口 31f から吐出口までの長さ（流路の長さ）は 130 mm ~ 530 mm 程度となっている。

。

このようなノズル 31a の構造とした場合、高圧ポンプから供給する高圧水の圧力を 380 MPa 程度まで抑えることが可能となる。

50

【 0 0 8 8 】

(変形例 2)

上記実施形態において、ロボットアーム 20 の制御部が、1つの切断予定ラインにおける材料の凹凸形状を取得し、切断予定ラインとして設定した位置に、予め設定した入射角となるように高圧水を吐出する条件の下、材料の最も突出した部分においてノズル 31 a (オリフィス 31 b) と材料との距離を 3 mm 以内でより近い距離となるようにガイド部材 32 を位置決めすることとしている。そして、この後、ガイド部材 32 の位置を維持したまま、ロボットアーム 20 がガイド部材 32 に沿って材料を一方向に移動させることとした。

これに対し、1つの切断予定ラインで材料を切断する際に、材料の凹凸形状に応じて、昇降機構 32 b によってガイド部材 32 を昇降させ、ノズル 31 a (オリフィス 31 b) と材料との距離がより広い範囲にわたって所定距離以内となるように制御することができる。

これにより、ウォーターカッター 31 の水圧がより強く切断能力の高い状態を維持して材料を切断できるため、より効率的に材料を切断することが可能となる。

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

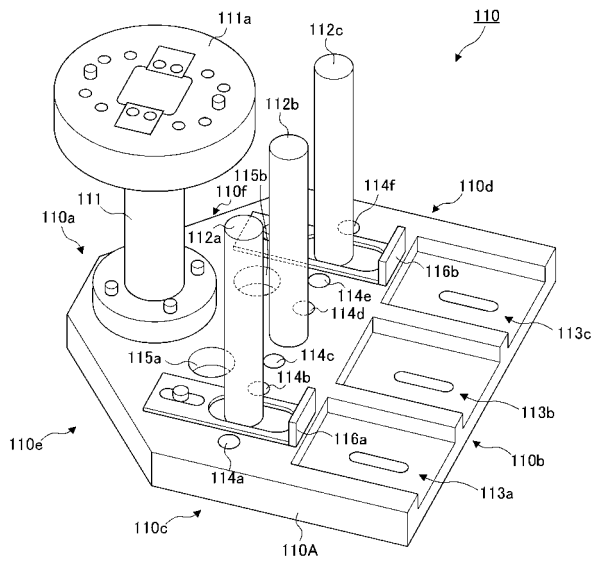
1 材料切断システム、10 ローディングユニット(ローディングユニット部)、20
 ロボットアーム(ロボットアーム部)、30 切断加工ユニット(切断ユニット部)、
 31 ウォーターカッター、31 a ノズル(ノズル)、31 b オリフィス、31 s
 シャフト部(アキュムレータ部)、32 ガイド部材(ガイド部材)、31 f, 32 a
 流入口(流入口)、32 b 昇降機構、33 排水管(排水管)、34 材料案内板、4
 0 検査ユニット、100 クランピングアセンブリ(保持具)、110 基台ユニット
 、110 A 基台部(基台部)、111 チャック用支柱、111 a チャックインター
 フェース、112 a ~ 112 c クランプガイド、113 a ~ 113 c 底板受け溝、1
 14 a ~ 114 f, 1311 a ~ 1311 c, 1312 a ~ 1312 c エアシリンダ用
 挿通孔、115 a, 115 b エアノズル用挿通孔(貫通孔)、116 a, 116 b ス
 トップパー、120 a ~ 120 c 底板、130 a ~ 130 c トップクランプユニット、
 131 a ~ 131 c 支持基体、132 a ~ 132 c 上支持板、133 a ~ 133 c
 下支持板、1341 a ~ 1344 a, 1341 b ~ 1344 b, 1341 c ~ 1344 c
 コイルばね支柱、1351 a ~ 1354 a, 1351 b ~ 1354 b, 1351 c ~ 1
 354 c コイルばね(押圧部材)、1361 a ~ 1361 c, 1362 a ~ 1362 c
 トップクランプ支持板(腕部材)、1371 a ~ 1371 c, 1372 a ~ 1372 c
 トップクランプ(支持部材)、p n ピン(ピン)、C カラー部材(柱状部材)、A
 C エアシリンダ(移動手段)、A N エアノズル(エアノズル)

10

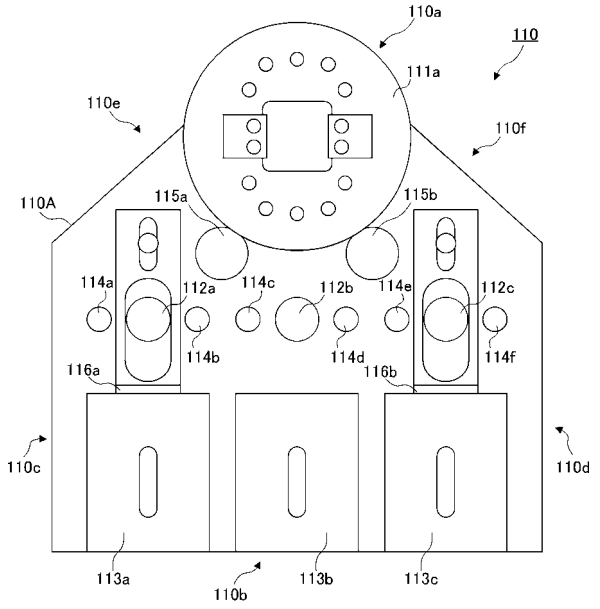
20

30

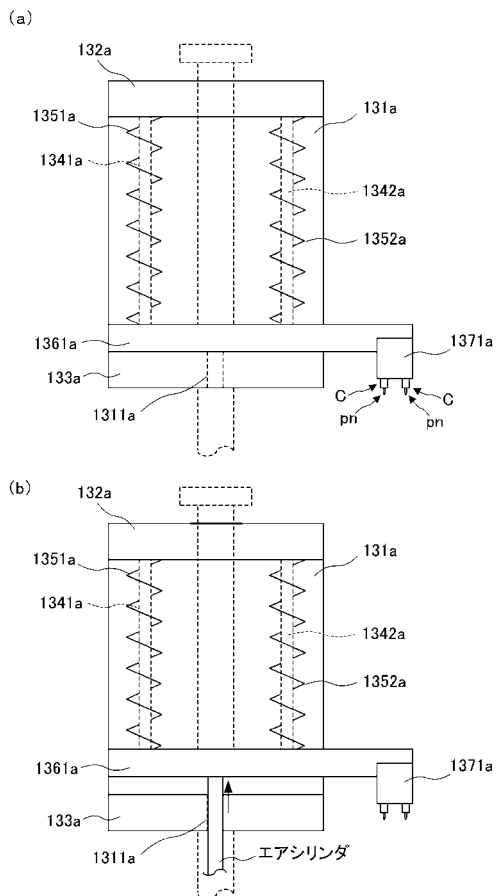
【図5】



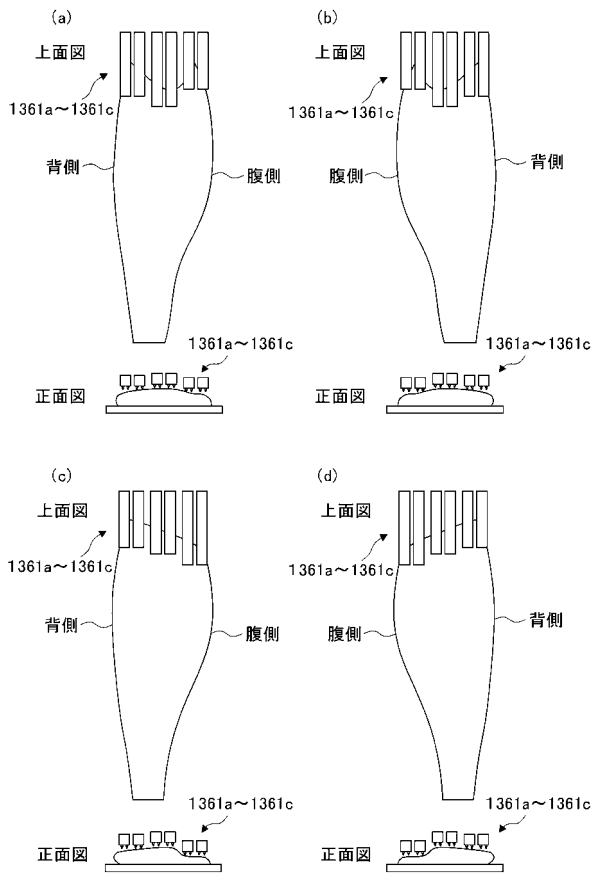
【図6】



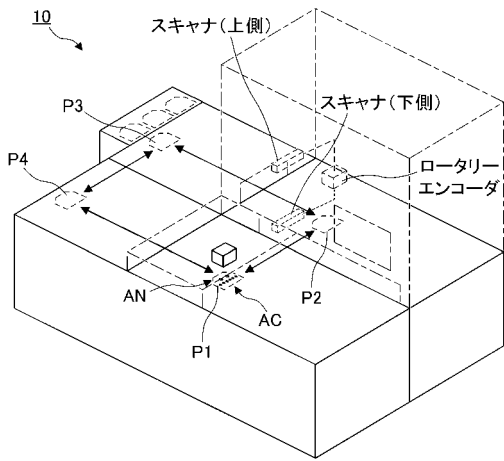
【図7】



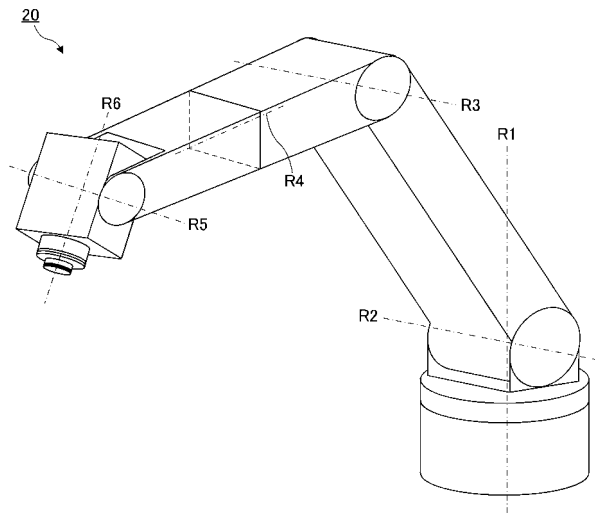
【図8】



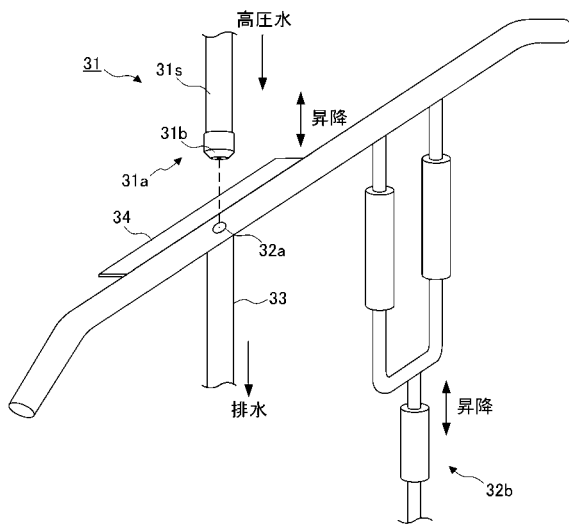
【図9】



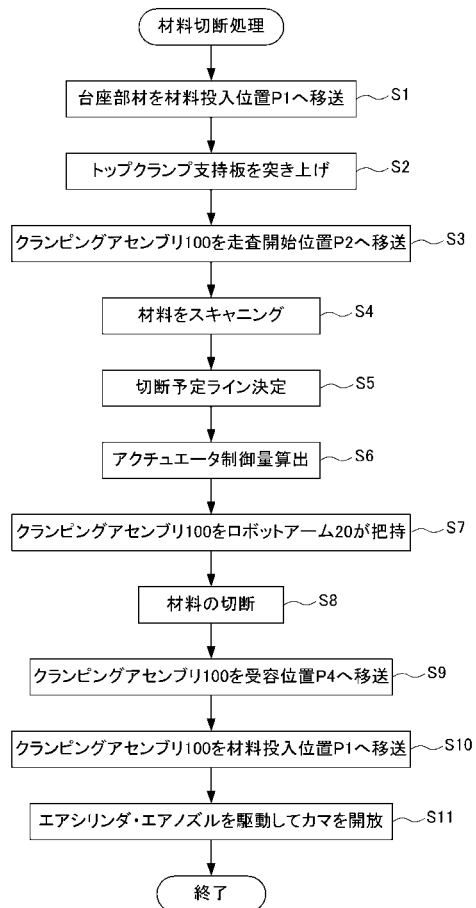
【図10】



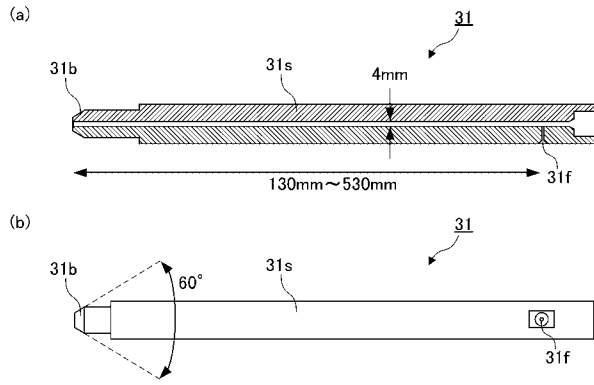
【図11】



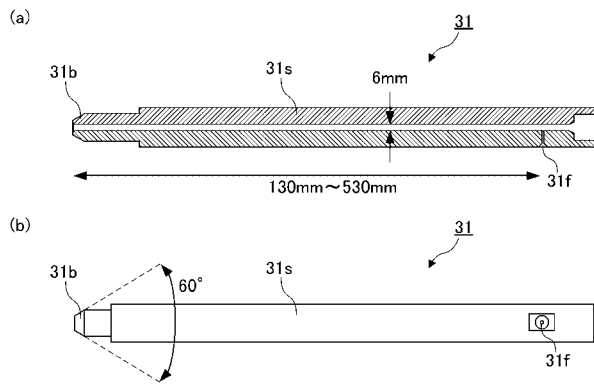
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 6 D 7/02 Z
B 2 6 D 7/06 Z
A 4 7 J 43/20

(56)参考文献 特開平09 - 155790 (JP, A)
特開2008 - 173114 (JP, A)
特開2009 - 005645 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 6 D 1 / 4 6 , 1 / 5 4 7
7 / 0 2 , 7 / 0 6
B 2 6 F 3 / 0 0
B 2 3 Q 3 / 0 6
A 2 2 C 2 5 / 1 8 - 2 5 / 2 0