

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-1663
(P2023-1663A)

(43)公開日 令和5年1月6日(2023.1.6)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
G 2 1 C	19/26 (2006.01)	G 2 1 C	19/26	3 C 0 4 7	
G 2 1 F	9/30 (2006.01)	G 2 1 F	9/30	5 3 1 E	3 C 1 5 8
B 2 4 B	27/06 (2006.01)	G 2 1 F	9/30	5 3 5 F	3 C 7 0 7
B 2 4 B	27/00 (2006.01)	B 2 4 B	27/06	J	
B 2 4 B	55/06 (2006.01)	B 2 4 B	27/00	A	
		審査請求	未請求	請求項の数	10
				O L	(全16頁)
				最終頁に続く	
(21)出願番号	特願2021-102515(P2021-102515)	(71)出願人	000006208		
(22)出願日	令和3年6月21日(2021.6.21)		三菱重工業株式会社		
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号		
		(74)代理人	110002147		
			弁理士法人酒井国際特許事務所		
		(72)発明者	坂下 英司		
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号		
			三菱重工業株式会社内		
		(72)発明者	森家 康文		
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号		
			三菱重工業株式会社内		
		F ターム (参考)	3C047	FF06	HH12
			3C158	AA03	AA12 AA16 CB03
			3C707	AS12	AS27 BS09 GS01

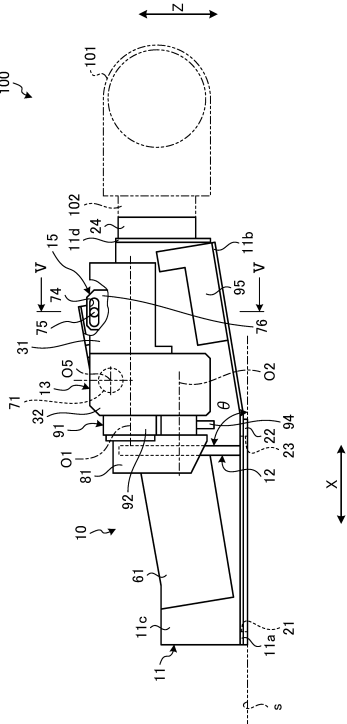
(54)【発明の名称】 加工装置および方法並びにロボット

(57)【要約】

【課題】加工装置および方法並びにロボットにおいて、加工作業における作業効率の向上を図る。

【解決手段】カッタと、前記カッタを回転軸により駆動回転するカッタ駆動装置と、前記カッタ駆動装置を支持体に対して前記回転軸の軸方向に沿って移動しながら被加工面に対して接近または離反させるカッタ移動装置と、前記支持体に対して前記カッタ駆動装置を前記回転軸の軸方向に交差すると共に前記被加工面に沿う支持軸を支点として揺動させることで前記被加工面に対する前記カッタの加工角度を変更するカッタ揺動装置と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

カッタと、

前記カッタを回転軸により駆動回転するカッタ駆動装置と、

前記カッタ駆動装置を支持体に対して前記回転軸の軸方向に沿って移動しながら被加工面に対して接近または離反させるカッタ移動装置と、

前記支持体に対して前記カッタ駆動装置を前記回転軸の軸方向に交差すると共に前記被加工面に沿う支持軸を支点として揺動させることで前記被加工面に対する前記カッタの加工角度を変更するカッタ揺動装置と、

を備えることを特徴とする加工装置。

10

【請求項 2】

前記カッタ移動装置は、前記回転軸の軸方向に沿うと共に前記被加工面に対して傾斜する方向に沿って前記支持体に固定されるガイドレールと、前記カッタ駆動装置を前記ガイドレールに沿って移動自在に支持するガイド部材とを有する、

請求項 1 に記載の加工装置。

【請求項 3】

前記カッタ揺動装置は、前記支持軸に対して前記カッタ側または前記カッタとは反対側で前記支持体に配置される流体シリンダ装置を有する、

請求項 1 または請求項 2 に記載の加工装置。

【請求項 4】

前記流体シリンダ装置は、前記被加工面に交差する方向に沿って往復移動自在な駆動ロッドと、前記駆動ロッドの先端部と前記カッタ駆動装置のいずれか一方に設けられる連結ピンと、前記駆動ロッドの先端部と前記カッタ駆動装置のいずれか他方に設けられて前記連結ピンに係合する長孔とを有する、

請求項 3 に記載の加工装置。

20

【請求項 5】

前記支持体は、前記カッタに対向する位置に開口部が設けられ、前記カッタ駆動装置は、前記開口部とは反対側における前記カッタの径方向の外側にカバーが設けられる、

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の加工装置。

【請求項 6】

前記支持体は、前記カッタが前記被加工面を加工することで発生する加工粉を回収する加工粉回収装置が設けられる、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の加工装置。

30

【請求項 7】

前記加工粉回収装置は、加工粉を吸引するポンプを有し、前記ポンプは、前記カッタ駆動装置の駆動力により駆動する、

請求項 6 に記載の加工装置。

【請求項 8】

前記加工粉回収装置は、前記ポンプが吸引した加工粉を貯留する回収ボックスを有する、

請求項 7 に記載の加工装置。

40

【請求項 9】

カッタを回転させる工程と、

前記カッタの回転軸の軸方向に沿って移動しながら前記カッタを被加工面に対して接近または離反させる工程と、

前記カッタを前記回転軸の軸方向に交差する方向に沿うと共に前記被加工面に沿う支持軸を支点として揺動させることで前記被加工面に対する前記カッタの加工角度を変更する工程と、

を有することを特徴とする加工方法。

【請求項 10】

50

支持アームの先端部に請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の加工装置が装着されるロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、加工対象物を加工してその一部を除去する加工装置および方法、加工装置を備えるロボットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、原子力発電プラントにて、原子炉圧力容器内の炉心燃料が原子炉格納容器の中の構造物と一緒に溶融して固化すると放射性廃棄物としての燃料デブリが発生する。この燃料デブリなどの放射性廃棄物は、多量の放射線を発するものであることから、原子炉格納容器から外部に取り出す必要がある。原子炉格納容器から放射性廃棄物を取り出す場合、放射性廃棄物を切削や研削などにより小さな塊や粉体に加工して外部に搬出する。放射性廃棄物を加工して外部に搬出する技術としては、例えば、下記特許文献 1 に記載されたものがある。

【0003】

【特許文献 1】特開 2020 - 122766 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の加工装置は、回転するカッタを被切削面側に移動すると共に、被切削面に沿って移動することで、カッタの切削位置と切削角度を変更して被切削面に対する切削を行うものである。今後、原子炉格納容器からの放射性廃棄物の効率的な除去を可能とする上で、放射性廃棄物の加工作業における更なる作業効率の向上が求められている。

【0005】

本開示は、上述した課題を解決するものであり、加工作業における作業効率の向上を図る加工装置および方法並びにロボット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】

【0006】

上記の目的を達成するための本開示の加工装置は、カッタと、前記カッタを回転軸により駆動回転するカッタ駆動装置と、前記カッタ駆動装置を支持体に対して前記回転軸の軸方向に沿って移動しながら被加工面に対して接近または離反させるカッタ移動装置と、前記支持体に対して前記カッタ駆動装置を前記回転軸の軸方向に交差すると共に前記被加工面に沿う支持軸を支点として揺動させることで前記被加工面に対する前記カッタの加工角度を変更するカッタ揺動装置と、を備える。

【0007】

また、本開示の加工方法は、カッタを回転させる工程と、前記カッタの回転軸の軸方向に沿って移動しながら前記カッタを被加工面に対して接近または離反させる工程と、前記カッタを前記回転軸の軸方向に交差する方向に沿うと共に前記被加工面に沿う支持軸を支点として揺動させることで前記被加工面に対する前記カッタの加工角度を変更する工程と、を有する。

【0008】

また、本開示のロボットは、支持アームの先端部に前記加工装置が装着される。

【発明の効果】

【0009】

本開示の加工装置及び方法並びにロボットによれば、加工作業における作業効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、本実施形態の加工装置を表す側面図である。

【図 2】図 2 は、加工装置を表す平面図である。

【図 3】図 3 は、カッタ駆動装置を表す図 2 の III - III 断面図である。

【図 4】図 4 は、カッタ移動装置を表す図 2 の IV - IV 断面図である。

【図 5】図 5 は、カッタ揺動装置を表す図 1 の V - V 断面図である。

【図 6】図 6 は、加工装置による加工方法を説明するための概略図である。

【図 7】図 7 は、加工装置による加工方法を説明するための概略図である。

【図 8】図 8 は、加工装置による加工方法を説明するための概略図である。

【図 9】図 9 は、加工装置による加工方法を説明するための概略図である。

【図 10】図 10 は、加工装置におけるカッタ交換方法を説明するための概略図である。 10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に図面を参照して、本開示の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本開示が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。また、実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。

【0012】

< 加工装置 >

図 1 は、本実施形態の加工装置を表す側面図、図 2 は、加工装置を表す平面図である。 20
なお、以下の説明では、被加工面に平行で加工装置の移動方向を X 方向、被加工面に平行で加工装置の移動方向である X 方向に直交する方向を Y 方向、被加工面に直交する方向を Z 方向として説明する。

【0013】

図 1 および図 2 に示すように、加工装置 10 は、ロボット 100 の多関節アーム 101 の先端部に着脱装置 102 により着脱自在に装着される。加工装置 10 は、加工対象部として、原子炉圧力容器内にある放射性廃棄物（例えば、燃料デブリ）を加工して除去するものである。但し、加工対象部は、放射性廃棄物に限るものではなく、例えば、建築物の解体現場やトンネルの壁面など、小さいスペースを用いて広範囲にわたって加工する作業に好適である。また、加工装置 10 による加工は、切削または研削であるが、これに限定 30
されるものではない。

【0014】

加工装置 10 は、支持体 11 と、カッタ 12 と、カッタ駆動装置 13 と、カッタ移動装置 14 と、カッタ揺動装置 15 とを備える。

【0015】

支持体 11 は、X 方向に沿って配置される。支持体 11 は、平面部 11a と、傾斜部 11b と、側壁部 11c と、後壁部 11d とを有する。支持体 11 は、平面部 11a が被加工面 S に平行をなすように配置される。平面部 11a は、X 方向の一方側に傾斜部 11b が一体に設けられる。傾斜部 11b は、平面部 11a の端部に傾斜角度をもって連続する。平面部 11a および傾斜部 11b は、Y 方向の一方側に側壁部 11c が一体に設けられる。側壁部 11c は、平面部 11a および傾斜部 11b の端部に直交する方向に沿って連続する。傾斜部 11b および側壁部 11c は、Y 方向の一方側に後壁部 11d が一体に設けられる。後壁部 11d は、傾斜部 11b および側壁部 11c の端部に直交する方向に沿って連続する。 40

【0016】

平面部 11a は、開口部 21 が形成される。開口部 21 は、長方形をなす。また、平面部 11a は、外側、つまり、被加工面 S 側にシール部材 22 が固定される。シール部材 22 は、平面部 11a とほぼ同形状をなす。シール部材 22 は、開口部 23 が形成される。開口部 23 は、開口部 21 と同形状の長方形をなす。

【0017】

支持体 11 は、後壁部 11 d の外側に接続部 24 が設けられる。ロボット 100 は、多関節アーム 101 を有し、多関節アーム 101 の着脱装置 102 が接続部 24 を介して支持体 11 に連結可能となる。

【0018】

カッタ駆動装置 13 は、支持体 11 に支持される。カッタ駆動装置 13 は、カッタ 12 を駆動回転可能である。カッタ 12 は、円板形状をなす。カッタ 12 は、円板形状をなす台金の外周面に砥粒が溶着されると共に、外周面の角部から平面側にかけて砥粒が溶着されて構成される。カッタ駆動装置 13 は、支持体の傾斜部 11 b に対向するように配置され、カッタ 12 は、平面部 11 a の開口部 21 に対向するように配置される。カッタ 12 は、開口部 21 を通して被加工面 S を加工可能である。

10

【0019】

カッタ移動装置 14 は、支持体 11 に支持される。カッタ移動装置 14 は、支持体 11 における側壁部 11 c に配置される。カッタ移動装置 14 は、カッタ駆動装置 13 を支持体 11 に対して X 方向に沿って移動しながら被加工面 S に対して接近または離反させる。すなわち、カッタ移動装置 14 は、カッタ駆動装置 13 を加工方向である X 方向の一方側（図 1 の右方側）に移動するとき、被加工面 S に最も接近した位置にあるカッタ駆動装置 13 を被加工面 S から離反するように移動する。

【0020】

カッタ揺動装置 15 は、カッタ駆動装置 13 に支持される。カッタ揺動装置 15 は、カッタ移動装置 14 を介して支持体 11 に連結される。カッタ揺動装置 15 は、支持体 11（カッタ移動装置 14）に対してカッタ駆動装置 13 を Y 方向に沿う軸線を支点として揺動させることで、被加工面 S に対するカッタ 12 の加工角度 θ を変更する。

20

【0021】

加工装置 10 は、カッタ駆動装置 13 がカッタ 12 を駆動回転した状態で、カッタ移動装置 14 がカッタ駆動装置 13 を加工方向に移動させると共に被加工面 S から離反するように移動させるのに同期して、カッタ揺動装置 15 がカッタ駆動装置 13 を揺動させてカッタ 12 の加工角度 θ を変更する。そのため、加工装置 10 は、駆動回転するカッタ 12 が加工角度 θ を変更しながら加工方向に移動することで、被加工面 S を加工（研削または切削）し、放射性廃棄物を除去する。

【0022】

30

< カッタ駆動装置 >

図 3 は、カッタ駆動装置を表す図 2 の III - III 断面図である。

【0023】

図 3 に示すように、カッタ駆動装置 13 は、モータ 31 と、ハウジング 32 と、動力伝達機構 33 と、回転軸 34 とを有する。

【0024】

モータ 31 は、L 字形状をなすブラケット 41 を介してボルト（図示略）によりハウジング 32 に連結される。ハウジング 32 は、中空形状をなし、内部に動力伝達機構 33 が収容される。回転軸 34 は、一端部がハウジング 32 の内部に配置され、動力伝達機構 33 に駆動連結される。回転軸 34 は、他端部がハウジング 32 の外部に配置され、カッタ 12 が連結される。

40

【0025】

モータ 31 は、軸心 O1 を中心として駆動回転する駆動軸 42 を有する。軸心 O1 は、X 方向と平行をなす。駆動軸 42 は、軸方向の各端部が軸受 43 によりハウジング 32 に回転自在に支持される。駆動軸 42 は、円板形状をなす駆動歯車 44 が固定される。回転軸 34 は、軸方向の各端部が軸受 45 によりハウジング 32 に回転自在に支持される。回転軸 34 は、軸心 O2 を中心として回転する。軸心 O2 は、X 方向と平行をなし、軸心 O1 と軸心 O2 は、互いに平行をなし、Y 方向に間隔を空けて配置される。回転軸 34 は、円板形状をなす従動歯車 46 が固定される。駆動歯車 44 と従動歯車 46 は、噛み合い、回転力を伝達する。動力伝達機構 33 は、駆動歯車 44 と従動歯車 46 により構成される

50

。カッタ 1 2 は、ハウジング 3 2 に隣接して配置され、回転軸 3 4 の他端部に固定される。

【 0 0 2 6 】

そのため、モータ 3 1 が駆動すると、駆動軸 4 2 が軸心 O 1 を中心に駆動回転し、駆動軸 4 2 と一体の駆動歯車 4 4 が回転する。駆動歯車 4 4 が回転すると、回転力が駆動歯車 4 4 に噛み合う従動歯車 4 6 に伝達され、従動歯車 4 6 が軸心 O 2 を中心として回転する。従動歯車 4 6 が回転すると、従動歯車 4 6 と一体の回転軸 3 4 が回転する。回転軸 3 4 が回転すると、回転軸 3 4 と一体のカッタ 1 2 が回転する。

【 0 0 2 7 】

＜カッタ移動装置＞

10

図 4 は、カッタ移動装置を表す図 2 の IV - IV 断面図である。

【 0 0 2 8 】

図 2 および図 4 に示すように、カッタ移動装置 1 4 は、案内機構 5 1 と、移動機構 5 2 とを有する。案内機構 5 1 は、ガイドレール 5 3 と、ガイド部材 5 4 とを有する。移動機構 5 2 は、モータ 5 5 と、ハウジング 5 6 と、動力伝達機構 5 7、ボールねじ軸 5 8 と、ナット 5 9 とを有する。

【 0 0 2 9 】

支持体 1 1 は、側壁部 1 1 c に基板 6 1 が固定される。ガイドレール 5 3 は、基板 6 1 の外面に固定される。ガイドレール 5 3 は、X 方向に沿うと共に、Z 方向の一方に向けて傾斜して配置される。ガイドレール 5 3 は、加工方向である X 方向の一方側（図 4 の右方側）に向けて延出されると共に、支持体 1 1 の平面部 1 1 a から離間する方向である Z 方向の一方側（図 4 の上方側）に向けて傾斜する。ガイドレール 5 3 は、支持体 1 1 の傾斜部 1 1 b に平行をなす。

20

【 0 0 3 0 】

カッタ駆動装置 1 3 は、後述する支持軸 7 1 を介して支持部材 6 2 が連結される。支持部材 6 2 は、上端部が支持軸 7 1 に連結され、下端部にガイド部材 5 4 が固定される。ガイド部材 5 4 は、ガイドレール 5 3 に嵌合し、ガイドレール 5 3 に沿って移動自在に支持される。

【 0 0 3 1 】

モータ 5 5 は、基板 6 1 の外面に配置される。ボールねじ軸 5 8 は、基板 6 1 の外面側で、ガイドレール 5 3 とモータ 5 5 との間に配置される。モータ 5 5 のおよびボールねじ軸 5 8 の一端部にハウジング 5 6 が配置される。ハウジング 5 6 は、中空形状をなし、内部に動力伝達機構 5 7 が収容される。

30

【 0 0 3 2 】

モータ 5 5 は、軸心 O 3 を中心として駆動回転する駆動軸 6 3 を有する。駆動軸 6 3 は、軸受 6 4 によりハウジング 5 6 に回転自在に支持される。駆動軸 6 3 は、円板形状をなす駆動歯車 6 5 が固定される。ボールねじ軸 5 8 は、軸方向の一端部が軸受 6 6 に回転自在に支持され、軸方向の他端部が軸受 6 7 によりハウジング 5 6 に回転自在に支持される。ボールねじ軸 5 8 は、軸心 O 4 を中心として回転する。軸心 O 3 と軸心 O 4 は、互いに平行をなすと共に、ガイドレール 5 3 と平行をなす。ボールねじ軸 5 8 は、円板形状をなす従動歯車 6 8 が固定される。駆動歯車 6 5 と従動歯車 6 8 は、噛み合い、回転力を伝達する。動力伝達機構 5 7 は、駆動歯車 6 5 と従動歯車 6 8 により構成される。

40

【 0 0 3 3 】

支持部材 6 2 は、ガイド部材 5 4 によりガイドレール 5 3 に移動自在に支持され、下部に連結部材 6 9 が一体に固定される。ナット 5 9 は、連結部材 6 9 に固定される。ボールねじ軸 5 8 は、連結部材 6 9 に固定されたナット 5 9 が螺合する。

【 0 0 3 4 】

そのため、モータ 5 5 が駆動すると、駆動軸 6 3 が軸心 O 3 を中心に駆動回転し、駆動軸 6 3 と一体の駆動歯車 6 5 が回転する。駆動歯車 6 5 が回転すると、回転力が駆動歯車 6 5 に噛み合う従動歯車 6 8 に伝達され、従動歯車 6 8 が軸心 O 4 を中心として回転する

50

。従動歯車 6 8 が回転すると、従動歯車 6 8 と一体のボールねじ軸 5 8 が回転する。ボールねじ軸 5 8 が回転すると、ボールねじ軸 5 8 の回転力がナット 5 9 により連結部材 6 9 の直線移動力に変換され、連結部材 6 9 が移動する。

【 0 0 3 5 】

すなわち、連結部材 6 9 と一体の支持部材 6 2 は、ガイド部材 5 4 介してガイドレール 5 3 に移動自在に支持される。ナット 5 9 は、連結部材 6 9 に固定されており、回転不能である。ボールねじ軸 5 8 が回転すると、ボールねじ軸 5 8 に螺合するナット 5 9 は、回転せずにボールねじ軸 5 8 の軸方向である軸心 O 4 方向に移動し、連結部材 6 9 および支持部材 6 2 は、ガイドレール 5 3 に沿って移動する。すると、支持部材 6 2 に支持軸 7 1 を介して連結されたカッタ駆動装置 1 3 がガイドレール 5 3 に沿って移動する。

10

【 0 0 3 6 】

< カッタ揺動装置 >

図 5 は、カッタ揺動装置を表す図 1 の V - V 断面図である。

【 0 0 3 7 】

図 1、図 2 および図 5 に示すように、カッタ揺動装置 1 5 は、Y 方向に平行な軸心 O 5 に沿う支持軸 7 1 を有する。支持軸 7 1 は、軸方向の一端部がカッタ駆動装置 1 3 のハウジング 3 2 に固定され、他端部に支持部材 6 2 が回転自在に連結される。カッタ駆動装置 1 3 は、支持体 1 1 に対して軸心 O 5 を中心として回転自在である。カッタ揺動装置 1 5 は、支持軸 7 1 に対してカッタ 1 2 とは反対側に配置される。すなわち、支持軸 7 1 に対して X 方向の一方側にカッタ揺動装置 1 5 が配置され、他方側にカッタ 1 2 が配置される。

20

【 0 0 3 8 】

カッタ揺動装置 1 5 は、流体シリンダ装置である。カッタ揺動装置 1 5 は、流体シリンダ 7 2 と、駆動ロッド 7 3 と、長孔 7 4 と、連結ピン 7 5 とを有する。

【 0 0 3 9 】

流体シリンダ 7 2 は、油圧シリンダまたはエアシリンダである。流体シリンダ 7 2 は、流体の給排により軸方向に移動自在な駆動ロッド 7 3 を有する。流体シリンダ 7 2 は、カッタ駆動装置 1 3 のブラケット 4 1 に固定され、被加工面 S に交差する Z 方向に沿って駆動ロッド 7 3 が往復移動自在である。駆動ロッド 7 3 は、先端部に長孔 7 4 が形成された連結部 7 6 が固定される。長孔 7 4 は、X 方向に沿って長い。一方、支持部材 6 2 は、X 方向の一方側に支持部材 7 7 が連結される。支持部材 7 7 は、Y 方向に平行な連結ピン 7 5 が固定される。連結ピン 7 5 は、連結部 7 6 の長孔 7 4 に係合する。

30

【 0 0 4 0 】

なお、流体シリンダ 7 2 の駆動ロッド 7 3 先端部に長孔 7 4 が形成された連結部 7 6 を固定し、カッタ駆動装置 1 3 の支持部材 7 7 に長孔 7 4 に係合する連結ピン 7 5 を設けたが、この構成に限定されるものではない。例えば、流体シリンダ 7 2 の駆動ロッド 7 3 先端部に連結ピン 7 5 を固定し、カッタ駆動装置 1 3 の支持部材 7 7 に連結ピン 7 5 に係合する長孔 7 4 を設けてもよい。

【 0 0 4 1 】

そのため、流体シリンダ 7 2 に対して流体を給排して駆動することで、駆動ロッド 7 3 を収縮させると、連結部 7 6 を支点として流体シリンダ 7 2 の本体が上昇する。流体シリンダ 7 2 の本体が上昇すると、ブラケット 4 1 を介して連結されたカッタ駆動装置 1 3 の後部が上昇する。すると、カッタ駆動装置 1 3 は、支持体 1 1 に対して軸心 O 5 を中心として、図 1 にて反時計回り方向に回転する。一方、流体シリンダ 7 2 に対して流体を給排して駆動することで、駆動ロッド 7 3 を伸長させると、連結部 7 6 を支点として流体シリンダ 7 2 の本体が下降する。流体シリンダ 7 2 の本体が下降すると、ブラケット 4 1 を介して連結されたカッタ駆動装置 1 3 の後部が下降する。すると、カッタ駆動装置 1 3 は、支持体 1 1 に対して軸心 O 5 を中心として、図 1 にて時計回り方向に回転する。支持体 1 1 に対してカッタ駆動装置 1 3 が回転すると、支持体 1 1 の平面部 1 1 a、つまり、被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ を変更する。

40

50

【 0 0 4 2 】

また、図 1 および図 2 に示すように、加工装置 1 0 は、カッタ 1 2 を覆うカバー 8 1 が設けられる。支持体 1 1 は、カッタ 1 2 に対向する平面部 1 1 a に開口部 2 1 が形成され、カッタ駆動装置 1 3 は、開口部 2 1 とは Z 方向の反対側にカバー 8 1 が配置される。カバー 8 1 は、円筒の周方向の一部が切り欠けけた円弧形状をなす。カバー 8 1 は、カッタ 1 2 の径方向の外側に配置され、カッタ 1 2 の外周部の一部を覆う。

【 0 0 4 3 】

また、加工装置 1 0 は、カッタ 1 2 が被加工面 S を加工することで発生した加工粉を回収する加工粉回収装置 9 1 が設けられる。加工粉回収装置 9 1 は、加工粉を吸引するポンプ 9 2 を有する。ポンプ 9 2 は、カッタ駆動装置 1 3 の駆動力により駆動する。すなわち、図 3 に示すように、ポンプ 9 2 は、カッタ駆動装置 1 3 のハウジング 3 2 に固定される。ポンプ 9 2 は、内部に回転翼 9 3 が回転自在に支持される。回転翼 9 3 は、軸心 O 1 を中心に回転自在に支持される。モータ 3 1 の駆動軸 4 2 は、先端部がハウジング 3 2 を貫通して回転翼 9 3 に連結される。また、ポンプ 9 2 は、加工粉を吸引するノズル 9 4 が設けられる。ノズル 9 4 は、先端部が被加工面 S に向けて延出される。加工粉回収装置 9 1 は、ポンプ 9 2 が吸引した加工粉を貯留する回収ボックス 9 5 を有する。回収ボックス 9 5 は、支持体 1 1 の傾斜部 1 1 b に固定される。回収ボックス 9 5 は、ポンプ 9 2 から加工粉回収ホース（図示略）が連結される。

【 0 0 4 4 】

そのため、カッタ駆動装置 1 3 により駆動回転するカッタ 1 2 が被加工面 S に接触することで、放射性廃棄物を加工する。このとき、加工装置 1 0 は、被加工面 S に向けて摩擦の低減や冷却のための加工液を供給し、カッタ 1 2 が被加工面 S を加工することで加工粉が発生する。加工粉回収装置 9 1 は、カッタ駆動装置 1 3 の駆動力によりポンプ 9 2 が駆動し、ポンプ 9 2 は、ノズル 9 4 から加工液や加工粉を吸引する。吸引した加工液や加工粉は、加工粉回収ホースを通して回収ボックス 9 5 に貯留される。なお、回収ボックス 9 5 の内部にメッシュなどによる濾過部を設け、加工粉を濾過部で濾過し、加工液を外部に排出したり、循環して再利用したりしてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、カッタ 1 2 の外周辺を覆うカバー 8 1 は、加工粉回収装置 9 1 ポンプ 9 2 の外面に固定されるが、カッタ駆動装置 1 3 のハウジング 3 2 に直接固定してもよい。

【 0 0 4 6 】

< 加工方法 >

ここで、加工装置 1 0 による放射性廃棄物の加工方法について説明する。図 6 から図 1 0 は、加工装置による加工方法を説明するための概略図である。

【 0 0 4 7 】

図 1 および図 2 に示すように、加工装置 1 0 は、ロボット 1 0 0 の多関節アーム 1 0 1 の先端部に着脱装置 1 0 2 により接続部 2 4 を介して装着される。ロボット 1 0 0 は、多関節アーム 1 0 1 を作動することで加工装置 1 0 を移動し、加工対象部としての放射性廃棄物の被加工面 S 上に配置する。このとき、加工装置 1 0 は、支持体 1 1 の平面部 1 1 a に固定されたシール部材 2 2 の下面が被加工面 S に接触する。加工装置 1 0 は、この配置位置で、回転するカッタ 1 2 を X 方向および Z 方向に移動しながら被加工面 S の加工を行い、放射性廃棄物を除去する。

【 0 0 4 8 】

まず、図 6 に示すように、カッタ 1 2 およびカッタ駆動装置 1 3 を X 方向の他方側（図 6 の左方側）に位置させる。また、被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ を 90 度より小さくする。このとき、カッタ 1 2 は、外周面が開口部 2 1, 2 3 を通して被加工面 S に微小隙間をもって対向する。この状態で、カッタ駆動装置 1 3 によりカッタ 1 2 を駆動回転する。そして、カッタ移動装置 1 4 によりカッタ駆動装置 1 3 を加工方向である X 方向の一方側（図 6 の右方側）に向けて移動する。また、カッタ揺動装置 1 5 によりカッタ駆動装置 1 3 を、図 6 にて反時計回り方向に回動する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

すると、カッタ駆動装置 1 3 が傾斜したガイドレール（図 4 参照）5 3 に沿って加工方向である X 方向の一方側（図 6 の右方側）に向けて移動することで、カッタ 1 2 は、同方向に向けて移動しながら、被加工面 S から離間していく。一方で、カッタ 1 2 の移動に同期して、カッタ駆動装置 1 3 が支持軸 7 1 を中心に図 6 にて反時計回り方向に回転することで、カッタ 1 2 の外周面が被加工面 S に接近し、押圧する。そのため、回転するカッタ 1 2 は、外周面および加工方向の前方側の角部が被加工面 S を加工（研削または切削）し、放射性廃棄物を除去する。

【 0 0 5 0 】

このとき、カッタ移動装置 1 4 とカッタ揺動装置 1 5 の作動によりカッタ駆動装置 1 3 が移動しながら回転し、カッタ 1 2 は、加工角度 θ が大きくなるように変化しながら、被加工面 S を加工する。すなわち、カッタ駆動装置 1 3 が加工方向に沿って移動するとき、カッタ揺動装置 1 5 における流体シリンダ 7 2 の駆動ロッド 7 3 を収縮させ、カッタ駆動装置 1 3 を図 6 にて反時計回り方向に回転させる。このとき、カッタ 1 2 は、外周面が被加工面 S を押圧する。このときの流体シリンダ 7 2 によるカッタ 1 2 の押圧力は、所定値に調整される。そして、カッタ 1 2 が被加工面 S から加工反力を受けると、流体シリンダ 7 2 は、駆動ロッド 7 3 が伸長する方向に応力を受け、この応力（加工反力）が緩和される。そのため、カッタ 1 2 は、被加工面 S を押圧する押圧力が一定に保持され、外周面が被加工面 S に倣って移動することができる。

【 0 0 5 1 】

カッタ駆動装置 1 3 の移動動作および回転動作により、カッタ 1 2 の加工角度 θ が大きくなるように変化すると、図 7 に示すように、被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ が 90 度になる。そして、カッタ駆動装置 1 3 の移動動作および回転動作が継続すると、図 8 に示すように、カッタ 1 2 の加工角度 θ が 90 度より大きくなる。すなわち、カッタ 1 2 は、加工方向に移動しながら加工角度 θ が徐々に大きくなるように変化することで、カッタ 1 2 における被加工面 S への接触位置がカッタ 1 2 の外周面における軸方向（X 方向）に変化していく。そのため、カッタ 1 2 は、被加工面 S に対する接触範囲（加工範囲）が大きくなり、局所的な摩耗が抑制される。

【 0 0 5 2 】

その後、カッタ駆動装置 1 3 の移動動作および回転動作がさらに継続すると、図 9 に示すように、カッタ 1 2 の加工角度 θ が 90 度よりさらに大きくなる。そして、カッタ 1 2 が開口部 2 1, 2 3 における X 方向の一方側の端部まで移動すると、カッタ駆動装置 1 3 の移動動作および回転動作が停止し、加工装置 1 0 による放射性廃棄物の加工作業が終了する。加工装置 1 0 による放射性廃棄物の加工作業を継続する場合、図 1 および図 2 に示すように、ロボット 1 0 0 により多関節アーム 1 0 1 を作動することで加工装置 1 0 を移動し、放射性廃棄物の別の被加工面 S 上に配置し、加工作業を行う。

【 0 0 5 3 】

なお、カッタ 1 2 は、長期間の仕様により摩耗することで交換が必要になる。このとき、図 10 に示すように、加工装置 1 0 を作動し、カッタ 1 2 を支持体 1 1 における X 方向の他方側の端部に移動すると共に、カッタ 1 2 の加工角度 θ を、図 6 の初期加工時よりも小さくする。すると、カッタ 1 2 は、一部が支持体 1 1 の外方に露出し、カッタの交換作業が可能になる。

【 0 0 5 4 】

〔 本実施形態の作用効果 〕

第 1 の態様に係る加工装置は、カッタ 1 2 と、カッタ 1 2 を回転軸 3 4 により駆動回転するカッタ駆動装置 1 3 と、カッタ駆動装置 1 3 を支持体 1 1 に対して回転軸 3 4 の軸方向に沿って移動しながら被加工面 S に対して接近または離反させるカッタ移動装置 1 4 と、支持体 1 1 に対してカッタ駆動装置 1 3 を回転軸 3 4 の軸方向に交差すると共に被加工面 S に沿う支持軸 7 1 を支点として揺動させることで被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ を変更するカッタ揺動装置 1 5 とを備える。

【 0 0 5 5 】

第 1 の態様に係る加工装置によれば、カッタ移動装置 1 4 によりカッタ駆動装置 1 3 を移動しながら被加工面 S に対して接近または離反させると共に、カッタ揺動装置 1 5 によりカッタ駆動装置 1 3 を揺動させることで被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ を変更する。そのため、カッタ 1 2 は、加工方向に移動しながら加工角度 θ が変化することとなり、カッタ 1 2 における被加工面 S への接触位置が変化していく。すると、カッタ 1 2 は、被加工面 S に対する加工範囲を大きく確保することができ、カッタ 1 2 の局所的な摩耗を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

また、カッタ移動装置 1 4 によりカッタ 1 2 を一定の速度で移動し、カッタ揺動装置 1 5 によりカッタ 1 2 を所定の押圧力で被加工面 S に押圧することができる。そのため、カッタ 1 2 により被加工面 S を適切に加工して除去することができる。その結果、カッタ 1 2 の交換頻度を少なくすることができると共に、被加工面 S を効率良く加工することができ、加工作業における作業効率の向上を図ることができる。

【 0 0 5 7 】

第 2 の態様に係る加工装置は、カッタ移動装置 1 4 として、回転軸 3 4 の軸方向に沿うと共に被加工面 S に対して傾斜する方向に沿って支持体 1 1 に固定されるガイドレール 5 3 と、カッタ駆動装置 1 3 をガイドレール 5 3 に沿って移動自在に支持するガイド部材 5 4 とが設けられる。これにより、カッタ駆動装置 1 3 をガイド部材 5 4 によりガイドレール 5 3 に沿って移動させることで、カッタ駆動装置 1 3 を移動しながら被加工面 S に対して接近または離反させることができ、カッタ移動装置 1 4 の簡素化を図ることができる。

【 0 0 5 8 】

第 3 の態様に係る加工装置は、カッタ揺動装置 1 5 として、支持軸 7 1 に対してカッタ 1 2 側またはカッタ 1 2 とは反対側で支持体 1 1 に配置される流体シリンダ装置を有する。これにより、カッタ揺動装置 1 5 としての流体シリンダ装置によりカッタ駆動装置 1 3 を容易に回動させることができる。

【 0 0 5 9 】

第 4 の態様に係る加工装置は、流体シリンダ装置として、被加工面 S に交差する方向に沿って往復移動自在な駆動ロッド 7 3 と、駆動ロッド 7 3 の先端部とカッタ駆動装置 1 3 のいずれか一方に設けられる連結ピン 7 5 と、駆動ロッド 7 3 の先端部とカッタ駆動装置 1 3 のいずれか他方に設けられて連結ピン 7 5 が係合する長孔 7 4 とが設けられる。これにより、カッタ揺動装置 1 5 としての流体シリンダ装置によりカッタ駆動装置 1 3 を回動させるとき、連結ピン 7 5 が長孔 7 4 に沿って移動することで、カッタ移動装置 1 4 によるカッタ駆動装置 1 3 の移動のずれを吸収することができる。

【 0 0 6 0 】

第 5 の態様に係る加工装置は、支持体 1 1 にカッタ 1 2 に対向する位置に開口部 2 1 が設けられ、カッタ駆動装置 1 3 は、開口部 2 1 とは反対側におけるカッタ 1 2 の径方向の外側にカバー 8 1 が設けられる。これにより、カッタ 1 2 は、開口部 2 1 を通して被加工面 S を加工することができ、また、カッタ 1 2 による被加工面 S の加工により発生する加工粉の飛散をカバー 8 1 により抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

第 6 の態様に係る加工装置は、支持体 1 1 にカッタ 1 2 が被加工面 S を加工することで発生する加工粉を回収する加工粉回収装置 9 1 が設けられる。これにより、加工粉回収装置 9 1 によりカッタ 1 2 による被加工面 S の加工により発生する加工粉の飛散を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

第 7 の態様に係る加工装置は、加工粉回収装置 9 1 として、加工粉を吸引するポンプ 9 2 が設けられ、ポンプ 9 2 は、カッタ駆動装置 1 3 の駆動力により駆動する。これにより、加工粉回収装置 9 1 のための駆動装置を別途設ける必要がなく、構造の簡素化を図ることができる。

【 0 0 6 3 】

第 8 の態様に係る加工装置は、加工粉回収装置 9 1 として、ポンプ 9 2 が吸引した加工粉を貯留する回収ボックス 9 5 が設けられる。これにより、カッタ 1 2 による被加工面 S の加工により発生する加工粉を回収ボックス 9 5 に貯留することで、加工粉の飛散を抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

第 9 の態様に係る加工方法は、カッタ 1 2 を回転させる工程と、カッタ 1 2 の回転軸 3 4 の軸方向に沿って移動しながらカッタを被加工面 S に対して接近または離反させる工程と、カッタ 1 2 を回転軸 3 4 の軸方向に交差する方向に沿うと共に被加工面 S に沿う支持軸 7 1 を支点として揺動させることで被加工面 S に対するカッタ 1 2 の加工角度 θ を変更する工程とを有する。これにより、カッタ 1 2 の交換頻度を少なくすることができると共に、被加工面 S を効率良く加工することができ、加工作業における作業効率の向上を図ることができる。

10

【 0 0 6 5 】

第 10 の態様に係るロボットは、多関節アーム（支持アーム）1 0 1 の先端部に加工装置 1 0 が装着される。これにより、ロボット 1 0 0 の多関節アーム 1 0 1 を移動することなく、加工装置 1 0 が被加工面 S に対する加工を行うことができ、装置の小型化を可能とすることができる。

【 0 0 6 6 】

なお、上述した実施形態では、カッタ 1 2 を円板形状としたが、円板形状に限定されるものではなく、他の形状であってもよい。

20

【 0 0 6 7 】

また、上述した実施形態では、カッタ移動装置 1 4 としてモータ 5 5 やボールねじ軸 5 8 を適用したが、この構成に限定されるものではなく、例えば、流体シリンダ装置やラックアンドピニオン装置などを適用してもよい。

【 0 0 6 8 】

また、上述した実施形態では、カッタ揺動装置 1 5 として流体シリンダ 7 2 を適用したが、この構成に限定されるものではなく、例えば、流体シリンダ装置やラックアンドピニオン装置などを適用してもよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

- 1 0 加工装置
- 1 1 支持体
- 1 2 カッタ
- 1 3 カッタ駆動装置
- 1 4 カッタ移動装置
- 1 5 カッタ揺動装置
- 2 1 開口部
- 2 2 シール部材
- 2 3 開口部
- 2 4 接続部
- 3 1 モータ
- 3 2 ハウジング
- 3 3 動力伝達機構
- 3 4 回転軸
- 0 1 , 0 2 , 0 3 , 0 4 , 0 5 軸心
- 4 1 ブラケット
- 4 2 駆動軸
- 4 3 軸受
- 4 4 駆動歯車

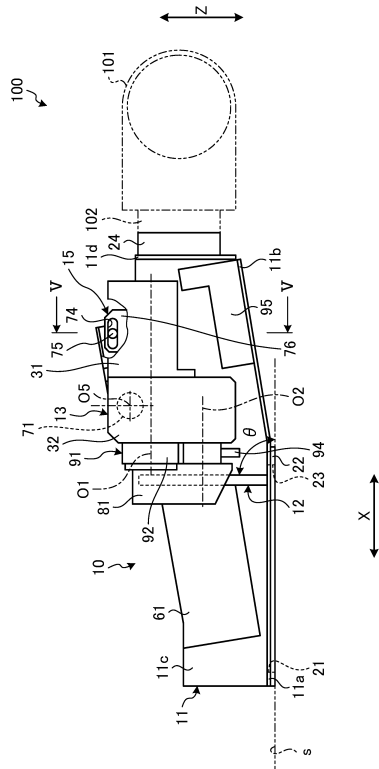
40

50

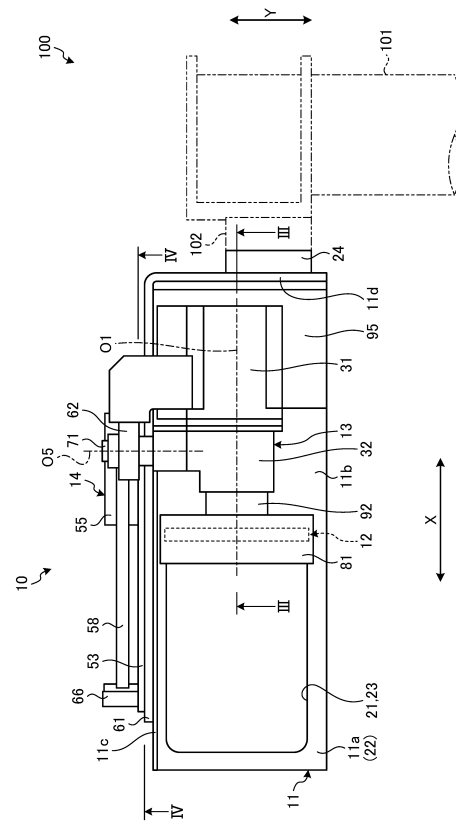
4 5	軸 受	
4 6	従動歯車	
5 1	案内機構	
5 2	移動機構	
5 3	ガイドレール	
5 4	ガイド部材	
5 5	モータ	
5 6	ハウジング	
5 7	動力伝達機構	
5 8	ボールねじ軸	10
5 9	ナット	
6 1	基板	
6 2	支持部材	
6 3	駆動軸	
6 4	軸 受	
6 5	駆動歯車	
6 6	軸 受	
6 7	軸 受	
6 8	従動歯車	
6 9	連結部材	20
7 1	支持軸	
7 2	流体シリンダ	
7 3	駆動ロッド	
7 4	長孔	
7 5	連結ピン	
7 6	連結部	
7 7	支持部材	
8 1	カバー	
9 1	加工粉回収装置	
9 2	ポンプ	30
9 3	回転翼	
9 4	ノズル	
9 5	回収ボックス	
1 0 0	ロボット	
1 0 1	多関節アーム（支持アーム）	
1 0 2	着脱装置	

【 図 面 】

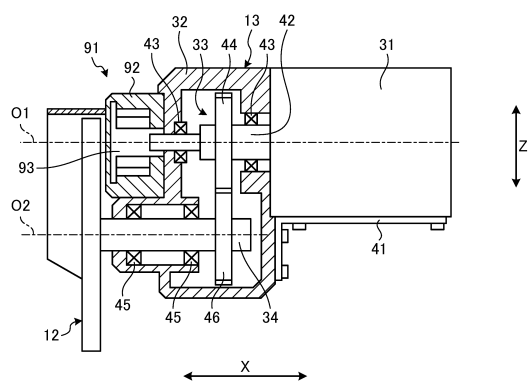
【 図 1 】



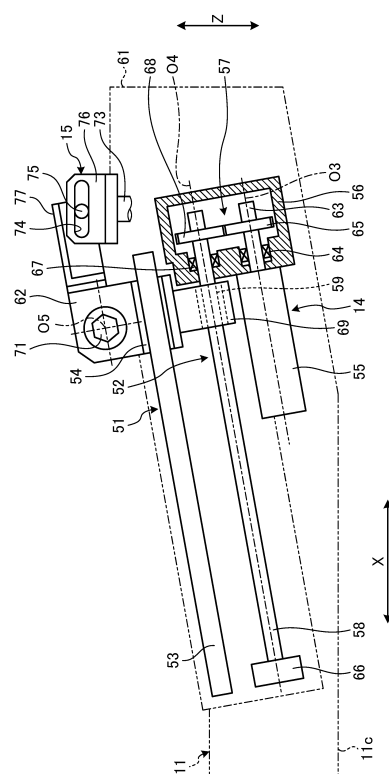
【 図 2 】



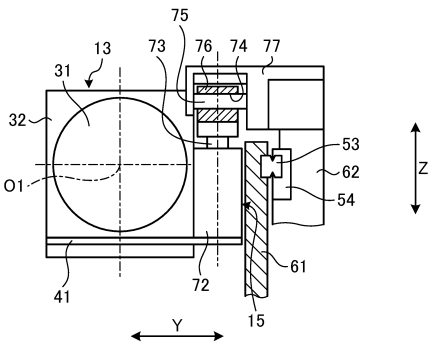
【 図 3 】



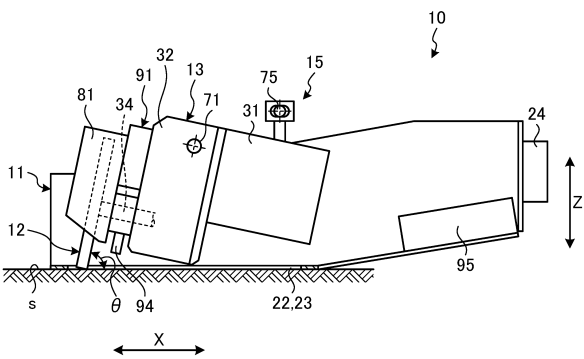
【 図 4 】



【図 5】

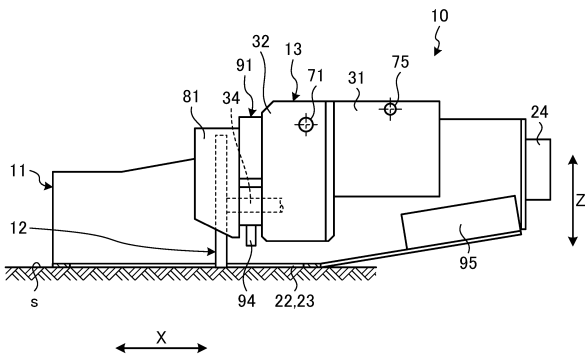


【図 6】

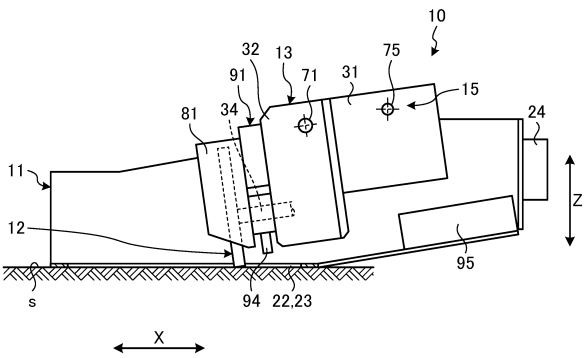


10

【図 7】



【図 8】



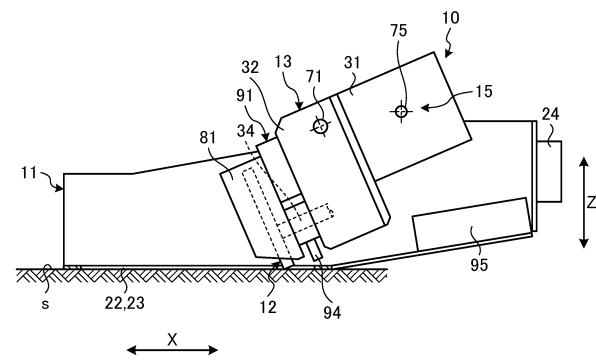
20

30

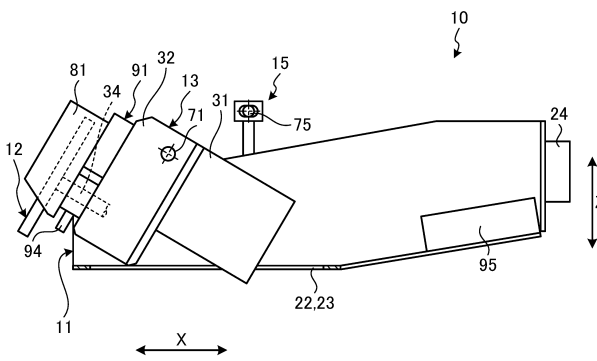
40

50

【 図 9 】



【 図 1 0 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)		
<i>B 2 5 J 13/00 (2006.01)</i>	B 2 4 B 55/06			
	B 2 5 J 13/00	Z		