

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7361014号
(P7361014)

(45)発行日 令和5年10月13日(2023.10.13)

(24)登録日 令和5年10月4日(2023.10.4)

(51)国際特許分類

F I

E 2 1 D 9/087(2006.01)

E 2 1 D 9/087 C

請求項の数 7 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-211809(P2020-211809)	(73)特許権者	521478094
(22)出願日	令和2年12月21日(2020.12.21)		地中空間開発株式会社
(65)公開番号	特開2022-98326(P2022-98326A)		大阪府大阪市北区堂島一丁目5番30号
(43)公開日	令和4年7月1日(2022.7.1)	(73)特許権者	000206211
審査請求日	令和5年1月23日(2023.1.23)		大成建設株式会社
			東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
		(74)代理人	100104433
			弁理士 宮園 博一
		(72)発明者	花岡 泰治
			大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
		(72)発明者	海道 正樹
			大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
		(72)発明者	志田 智之
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネル掘削機および掘削ツール交換方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

着脱可能な掘削ツールが取り付けられ、前記掘削ツールの着脱作業時に前記掘削ツールを回転させて後方に向けることが可能なカッタスポークを含むカッタヘッドと、
チャンバを挟んで前記カッタヘッドの後方に配置された隔壁と、
前記隔壁に設けられ、前記掘削ツールの前記着脱作業が内側で行われる作業室と、
前記作業室と前記カッタスポークとを前後方向に相対移動させることによって、前記作業室と回転後の前記カッタスポークの側部とを当接させる移動機構と、
前記作業室に設けられ、前記カッタスポークの外周側の端面に前記カッタヘッドの半径方向の外周側から当接して、前記外周側の端面と前記作業室の内面との間の隙間を遮断するシール部材と、を備える、トンネル掘削機。

10

【請求項2】

前記シール部材は、内部に封入された流体の量を調整することにより拡大縮小が可能な流体バッグであり、
前記流体バッグは、前記外周側の端面と当接するように拡大することにより、前記隙間を遮断するように構成されている、請求項1に記載のトンネル掘削機。

【請求項3】

前記作業室は、前記カッタヘッドの半径方向に延びる一对の側部当接壁と、前記一对の側部当接壁の内周側の端部を接続する底部当接壁とを含み、
前記一对の側部当接壁および前記底部当接壁は、前記カッタスポークに当接することに

20

より、前記外周側の端面よりも内周側において、前記作業室の内側と前記作業室の外側とを遮断するように構成され、

前記カッタスポークの前記側部は、前記一对の側部当接壁および前記底部当接壁が面接触により当接する当接部を含む、請求項 1 または 2 に記載のトンネル掘削機。

【請求項 4】

前記作業室は、前記カッタスポークの前記側部と当接した状態で、前記カッタスポークの前記外周側の端面に略面一で接続される接続面を有し、

前記シール部材は、前記外周側の端面および前記接続面と当接するように拡大することにより、前記隙間を遮断するように構成されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のトンネル掘削機。

10

【請求項 5】

前記カッタスポークは、前記カッタヘッドの半径方向に伸縮可能に構成されており、

前記作業室の最外周の内面および前記シール部材は、前記カッタスポークを縮めた状態で前記移動機構により前記作業室を前記カッタスポークに対して相対移動させることによって、前記カッタスポークに取り付けられた最外周の前記掘削ツールよりも外周側を通過するように構成されている、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のトンネル掘削機。

【請求項 6】

前記カッタスポークは、前記カッタヘッドの本体部に固定される固定部材と、前記掘削ツールが取り付けられ、前記固定部材に対して移動する移動部材と、を有し、

前記固定部材および前記移動部材の一方には、係合部が設けられ、他方には、前記係合部が係合して前記移動部材の移動をガイドするガイド溝部が設けられ、

20

前記ガイド溝部は、

前記移動部材の移動をガイドして前記カッタスポークを伸縮させる伸縮ガイド溝部と、

前記カッタヘッドの半径方向において、前記伸縮ガイド溝部の内周側に接続され、前記カッタスポークが縮むことにより前記移動部材が内周側に位置する状態で、前記移動部材の移動をガイドして前記カッタスポークを旋回させる旋回ガイド溝部と、を有する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のトンネル掘削機。

【請求項 7】

カッタスポークに取り付けられた着脱可能な掘削ツールを、前記掘削ツールの着脱作業時に旋回させて後方に向ける工程と、

30

隔壁に設けられ、内側で前記掘削ツールの前記着脱作業が行われる作業室を、前記カッタスポークに対して前後方向に相対移動させることによって、前記作業室と旋回後の前記カッタスポークの側部とを当接させる工程と、

前記作業室に設けられたシール部材を、前記カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、前記外周側の端面と前記作業室の内面との間の隙間を遮断する工程と、を備える、掘削ツール交換方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネル掘削機および掘削ツール交換方法に関し、特に、カッタスポークの掘削ツールを交換する技術に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、カッタスポークの掘削ツールを交換可能なシールド掘進機が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

上記特許文献 1 には、着脱可能なカッタビットが取り付けられたカッタスポークと、カッタビットの着脱作業が内側で行われる中空のスライドボックス（作業室）とを備えたシールド掘進機が開示されている。スライドボックスは、前後方向に貫通する貫通穴を有しており、貫通穴の後方側において大気室に連通している。貫通穴の前方側は、チャンバが

50

ら内部に土砂が入り込まないように蓋部材により塞がれている。

【 0 0 0 4 】

カッタスポークは、半径方向に延びるカッタスポークの中心軸線回りに旋回可能であり、交換対象のカッタビットを後方に向けることが可能に構成されている。スライドボックスは、前後方向に移動可能なように隔壁に設けられており、交換対象のカッタビットを後方に向けた状態で、前方に移動して後方側から前方端部をカッタスポークに圧接するように構成されている。その結果、スライドボックスは、内部に交換対象のカッタビットを配置した状態で、チャンバから内部に土砂が入り込まないように、水密性を確保している。なお、カッタビットは、カッタスポークの外周側に位置する程、摩耗しやすいため、交換対象のカッタビットには、最外周のカッタビットが含まれる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特許第 2 6 5 7 2 2 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ここで、上記特許文献 1 には明記されてはいないが、一般的に、最外周のカッタビットは、カッタスポークの外周側の端面よりも外周側に突出した状態でカッタスポークに取り付けられる。上記特許文献 1 のシールド掘進機において、最外周のカッタビットがカッタスポークの外周側の端面よりも外周側に突出している場合、スライドボックス（作業室）を前方に移動させる際に、スライドボックスと最外周のカッタビットとの干渉を回避するために、スライドボックスの外周側部分を、突出する最外周のカッタビットよりも外周側を通過させる必要がある。しかしながら、この場合、スライドボックスの前進が完了した際（スライドボックスをカッタスポークに圧接した際）に、カッタスポークの外周側の端面と、スライドボックスの外周側部分の内面との間に、隙間が生じてしまい、スライドボックスの水密性を確実に確保することができないという問題点がある。また、カッタスポークの外周側の端面は、掘削に伴い摩耗しやすいため、カッタスポークの外周側の端面と、スライドボックスの外周側部分の内面との間に、経時的に隙間が生じてしまい、この場合においても、スライドボックスの水密性を確実に確保することができないという問題点がある。

20

30

【 0 0 0 7 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、作業室の水密性を確実に確保することが可能なトンネル掘削機および掘削ツール交換方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、この発明のトンネル掘削機は、着脱可能な掘削ツールが取り付けられ、掘削ツールの着脱作業時に掘削ツールを旋回させて後方に向けることが可能なカッタスポークを含むカッタヘッドと、チャンバを挟んでカッタヘッドの後方に配置された隔壁と、隔壁に設けられ、掘削ツールの着脱作業が内側で行われる作業室と、作業室とカッタスポークとを前後方向に相対移動させることによって、作業室と旋回後のカッタスポークの側部とを当接させる移動機構と、作業室に設けられ、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接して、外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断するシール部材と、を備える。

40

【 0 0 0 9 】

この発明のトンネル掘削機では、上記のように、作業室に配置され、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接して、外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断するシール部材を設ける。これによって、カッタスポークの外周側の端面よりも外周側に突出する最外周の掘削ツールと、作業室とが干渉しないように、

50

カッタスポークと作業室とを前後方向に相対移動させた場合に、シール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、カッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断して密着させることができる。また、カッタスポークの外周側の端面が掘削に伴い摩耗した場合においても、シール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、カッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断して密着させることができる。以上のように、シール部材により隙間を遮断して密着させることができるので、作業室の水密性を確実に確保することができる。

【 0 0 1 0 】

上記トンネル掘削機において、好ましくは、シール部材は、内部に封入された流体の量を調整することにより拡大縮小が可能な流体バッグであり、流体バッグは、外周側の端面と当接するように拡大することにより、隙間を遮断するように構成されている。このように構成すれば、カッタスポークの外周側の端面よりも外周側に突出する最外周の掘削ツールと干渉することなく作業室を移動させることが可能であり、カッタスポークの外周側の端面が掘削に伴い摩耗した場合でも、流体バッグの内部に封入された流体の量を調整することにより、摩耗したカッタスポークの外周側の端面の形状に合わせて流体バッグを拡大させることができるので、より密着性を向上させることができる。その結果、作業室の水密性をより確実に確保することができる。

10

【 0 0 1 1 】

上記トンネル掘削機において、好ましくは、作業室は、カッタヘッドの半径方向に延びる一对の側部当接壁と、一对の側部当接壁の内周側の端部を接続する底部当接壁とを含み、一对の側部当接壁および底部当接壁は、カッタスポークに当接することにより、外周側の端面よりも内周側において、作業室の内側と作業室の外側とを遮断するように構成され、カッタスポークの側部は、一对の側部当接壁および底部当接壁が面接触により当接する当接部を含む。このように構成すれば、一对の側部当接壁および底部当接壁を面接触で当接部に当接させることにより、外周側の端面よりも内周側においても、作業室の内側と作業室の外側とを遮断して、水密性を確実に確保することができる。

20

【 0 0 1 2 】

上記トンネル掘削機において、好ましくは、作業室は、カッタスポークの側部と当接した際に、カッタスポークの外周側の端面に略面一で接続される接続面を有し、シール部材は、外周側の端面および接続面と当接するように拡大することにより、隙間を遮断するように構成されている。このように構成すれば、カッタスポークの外周側の端面に略面一で接続される接続面により、カッタスポークの外周側の端面と作業室との境界に段差が生じることを抑制することができる。その結果、シール部材をカッタスポークの外周側の端面に対してより一層沿った状態で配置することができるので、作業室の水密性をより確実に確保することができる。

30

【 0 0 1 3 】

上記トンネル掘削機において、好ましくは、カッタスポークは、カッタヘッドの半径方向に伸縮可能に構成されており、作業室の最外周の内面およびシール部材は、カッタスポークを縮めた状態で移動機構により作業室をカッタスポークに対して相対移動させることによって、カッタスポークに取り付けられた最外周の掘削ツールよりも外周側を通過するように構成されている。このように構成すれば、作業室をカッタスポークに対して相対移動させる際に、作業室の最外周の内面およびシール部材を、カッタスポークに取り付けられた最外周の掘削ツールよりも外周側を通過させることができる。その結果、作業室の最外周の内面およびシール部材と、最外周の掘削ツールとが干渉することを確実に回避することができる。

40

【 0 0 1 4 】

上記トンネル掘削機において、好ましくは、カッタスポークは、カッタヘッドの本体部に固定される固定部材と、掘削ツールが取り付けられ、固定部材に対して移動する移動部材と、を有し、固定部材および移動部材の一方には、係合部が設けられ、他方には、係合

50

部が係合して移動部材の移動をガイドするガイド溝部が設けられ、ガイド溝部は、移動部材の移動をガイドしてカッタスポークを伸縮させる伸縮ガイド溝部と、カッタヘッドの半径方向において、伸縮ガイド溝部の内周側に接続され、カッタスポークが縮むことにより移動部材が内周側に位置する状態で、移動部材の移動をガイドしてカッタスポークを旋回させる旋回ガイド溝部と、を有する。このように構成すれば、移動部材の移動をガイドしてカッタスポークを伸縮させる伸縮ガイド溝部に係合部を係合させることにより、掘削時においてカッタスポークが土砂から掘削力および外力を受けることによって、または、伸縮時においてカッタスポークが土砂から外力を受けることによって、カッタスポークが意図せずに旋回してしまうことを防止することができる。また、移動部材の移動をガイドしてカッタスポークを旋回させる旋回ガイド溝部に係合させることにより、旋回時において、土砂から外力を受けてカッタスポークが意図せずに伸縮してしまうことを防止することができる。また、旋回ガイド溝部により、カッタスポークが縮むことによって移動部材が内周側に位置する状態で、カッタスポークを旋回させることができる。

10

【 0 0 1 5 】

この発明の掘削ツール交換方法は、カッタスポークに取り付けられた着脱可能な掘削ツールを、掘削ツールの着脱作業時に旋回させて後方に向ける工程と、隔壁に設けられ、内側で掘削ツールの着脱作業が行われる作業室を、カッタスポークに対して前後方向に相対移動させることによって、作業室と旋回後のカッタスポークの側部とを当接させる工程と、作業室に設けられたシール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断する工程と、を備える。

20

【 0 0 1 6 】

この発明の掘削ツール交換方法では、上記のように、作業室に配置されたシール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断する工程を設ける。これによって、カッタスポークの外周側の端面よりも外周側に突出する最外周の掘削ツールと、作業室とが干渉しないように、カッタスポークに対して作業室を前後方向に相対移動させた場合に、シール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、カッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断して密着させることができる。また、カッタスポークの外周側の端面が掘削に伴い摩耗した場合においても、シール部材を、カッタスポークの外周側の端面にカッタヘッドの半径方向の外周側から当接させて、カッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断して密着させることができる。以上のように、シール部材により隙間を遮断して密着させることができるので、作業室の水密性を確実に確保することが可能な掘削ツール交換方法を提供することができる。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、上記のように、作業室の水密性を確実に確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

40

【図 1】実施形態によるトンネル掘削機を側方から示した断面図である。

【図 2】実施形態によるトンネル掘削機を前方から示した斜視図である。

【図 3】実施形態によるトンネル掘削機のカッタヘッドの移動式のカッタスポークの分解斜視図である。

【図 4】実施形態によるトンネル掘削機のカッタヘッドの移動式のカッタスポークの斜視図であり、図 3 に示した各部の組立図である。

【図 5】実施形態によるトンネル掘削機のカッタヘッドの移動式のカッタスポークの伸縮および旋回について説明するための図である。

【図 6】図 2 の 9 2 - 9 2 線に沿った作業室の断面図である。

【図 7】図 1 の 9 0 - 9 0 線に沿った作業室の矢視図である。

50

【図 8】図 1 の 9 1 - 9 1 線に沿った作業室の断面図である。

【図 9】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 1 (第 1 0) 工程について説明するための図である。

【図 1 0】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 2 (第 9) 工程について説明するための図である。

【図 1 1】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 3 (第 8) 工程について説明するための図である。

【図 1 2】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 4 (第 7) 工程について説明するための図である。

【図 1 3】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 5 工程について説明するための図である。

10

【図 1 4】実施形態による掘削ツールの交換方法の第 6 工程について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 9】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0 0 2 0】

[実施形態]

図 1 ~ 図 1 4 を参照して、実施形態によるトンネル掘削機 1 0 0 について説明する。以下では、トンネル掘削機 1 0 0 が、泥土圧式のシールド掘進機である例について説明する。

20

【0 0 2 1】

(トンネル掘削機の構成)

図 1 および図 2 に示す本実施形態のトンネル掘削機 1 0 0 は、小 ~ 中口径タイプのシールド掘進機である例を示している。カッタヘッド 4 の後方には、カッタヘッド 4 を回転可能に支持する中空のセンターシャフト S が設けられている。センターシャフト S は、軸受を介して隔壁 3 の後方部材により回転支持されている。センターシャフト S は、トンネル掘削機 1 0 0 の中心軸線 α に沿って、前後方向 (掘進に対して) に延びている。

【0 0 2 2】

センターシャフト S は、隔壁 3 に設けられたモータ M から軸受の回転輪に設けられたリングギア R G を介して回転力が付与されるように構成されている。その結果、センターシャフト S は、トンネル掘削機 1 0 0 の中心軸線 α 回りに回転して、カッタヘッド 4 を回転させるように構成されている。中心軸線 α は、トンネルの中心軸線と略一致している。

30

【0 0 2 3】

各図では、トンネル掘削機 1 0 0 の前後方向を X 方向により示し、X 方向のうち後方を X 1 方向により示し、前方 (掘進方向) を X 2 方向により示している。

【0 0 2 4】

また、各図では、上下方向を Z 方向により示し、Z 方向のうち上方を Z 1 方向により示し、下方を Z 2 方向により示している。

【0 0 2 5】

また、各図では、X 方向および Z 方向に直交する左右方向を Y 方向により示し、Y 方向のうち前方側からトンネル掘削機 1 0 0 を見た場合の右方向を Y 1 方向により示し、左方向を Y 2 方向により示している。

40

【0 0 2 6】

また、各図では、中心軸線 α に直交するカッタヘッド 4 の半径方向を R 方向により示し、カッタヘッド 4 の中心軸線 α 回りの回転方向を R T 1 方向により示している。以下では、カッタヘッド 4 の半径方向を、単に「半径方向」と記載する。また、以下では、カッタヘッド 4 の半径方向の外周側および内周側を、それぞれ、単に「外周側」および「内周側」と記載する。

【0 0 2 7】

また、各図では、後述する伸縮式のカッタスポーク 4 b の中心軸線 β 回りの旋回方向を

50

R T 2 方向により示している。なお、中心軸線 β は、所定の半径方向（R 方向）に延びている。

【 0 0 2 8 】

トンネル掘削機 1 0 0 は、筒状の胴体 1 と、チャンバ（圧力室）2 と、隔壁 3 と、カッタヘッド 4 と、隔壁 3 に設けられる作業室 5 と、作業室 5 に設けられる流体バッグ 6 と、作業室 5 を移動させる移動機構 7 とを備えている。なお、流体バッグ 6 は、特許請求の範囲の「シール部材」の一例である。

【 0 0 2 9 】

本実施形態のトンネル掘削機 1 0 0 は、掘削ツール T の着脱作業時（交換作業時）に掘削ツール T を旋回させて後方に向けた状態で、移動機構 7 により、作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して前後方向に相対移動させることによって、作業室 5 と旋回後のカッタスポーク 4 b の側部（後述する凹部 4 4 1）とを当接させるように構成されている。なお、作業室 5 とカッタスポーク 4 b とは、直接メタルタッチされる。作業室とカッタスポークとを、少なくとも一方に取り付けられた止水材を介して間接的に当接させてもよい。なお、凹部 4 4 1 は、特許請求の範囲の「当接部」の一例である。

【 0 0 3 0 】

トンネル掘削機 1 0 0 は、最外周の掘削ツール T と作業室 5 との干渉を避けるために、カッタスポーク 4 b を縮めた状態で移動機構 7 により作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して相対移動させて、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a および流体バッグ 6 を、カッタスポーク 4 b に取り付けられた最外周の掘削ツール T よりも外周側を通過させるように構成されている。

【 0 0 3 1 】

その結果、カッタスポーク 4 b に対して作業室 5 が当接した際に、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の最外周の内面 5 2 a との間には、隙間 C（図 1 2 参照）が生じる。そこで、トンネル掘削機 1 0 0 は、流体バッグ 6 を、伸縮式のカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a に外周側から当接させて、外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の最外周の内面 5 2 a との間の隙間 C を遮断するように構成されている。これにより、作業室 5 の水密性が確保される。作業室 5 の水密性が確保された後、作業室 5 内に作業者 W（図 1 4 参照）が入り込み、掘削ツール T の着脱作業が行われる。

【 0 0 3 2 】

以下、トンネル掘削機 1 0 0 の各部の構成について順に説明する。

【 0 0 3 3 】

（トンネル掘削機の「胴体」の構成）

図 1 に示すように、胴体 1 は、前後方向（X 方向）に延びる円筒状に形成されている。胴体 1 は、チャンバ 2、隔壁 3 および大気室 Aなどを覆っている。

【 0 0 3 4 】

（トンネル掘削機の「チャンバ」の構成）

チャンバ 2 は、カッタヘッド 4 により掘削された土砂が貯留される空間である。チャンバ 2 は、カッタヘッド 4 の後方で、かつ、隔壁 3 の前方に設けられている。チャンバ 2 内の土砂は、土砂排出機構 D を介して大気室 A に排出される。

【 0 0 3 5 】

（トンネル掘削機の「隔壁」の構成）

隔壁 3 は、チャンバ 2 を挟んでカッタヘッド 4 の後方に配置されている。隔壁 3 は、掘削した土砂が大気室 A に流れ込むことがないように、隔壁 3 の前方のチャンバ 2 と、隔壁 3 の後方の大気室 A とを区画している。

【 0 0 3 6 】

隔壁 3 には、掘削ツール T の着脱作業が内側で行われる中空の作業室 5 が設けられている。詳細には、隔壁 3 は、作業室 5 を設置するための前後方向に貫通する貫通穴 3 a を含んでいる。貫通穴 3 a は、設置された作業室 5 により塞がれている。貫通穴 3 a（作業室 5）は、中心軸線 α の直上に配置されている。また、掘削ツール T の着脱作業は、伸縮式

10

20

30

40

50

のカッタスポーク 4 b が中心軸線 α の直上に延びるようなカッタヘッド 4 の所定の回転位置で行われる。

【 0 0 3 7 】

(トンネル掘削機の「カッタヘッド」の構成)

図 1 および図 2 に示すように、カッタヘッド 4 は、本体部 4 0 と、複数 (2 つ) の固定式のカッタスポーク 4 a と、着脱可能な掘削ツール T が取り付けられた複数 (2 つ) の伸縮式のカッタスポーク 4 b とを含んでいる。

【 0 0 3 8 】

カッタヘッドの「本体部」の構成

本体部 4 0 は、前方側から見てカッタヘッド 4 の中央に配置されている。本体部 4 0 は、後方からセンターシャフト S に支持されており、センターシャフト S を介してモータ M から回転力が伝達されて回転駆動されるように構成されている。その結果、本体部 4 0 は、固定式のカッタスポーク 4 a および伸縮式のカッタスポーク 4 b を、中心軸線 α 回りに回転させるように構成されている。

【 0 0 3 9 】

カッタヘッドの「カッタスポーク」の構成

複数の固定式のカッタスポーク 4 a および複数の伸縮式のカッタスポーク 4 b は、本体部 4 0 から半径方向 (R 方向) に直線状に延びている。複数の固定式のカッタスポーク 4 a および複数の伸縮式のカッタスポーク 4 b は、カッタヘッド 4 の回転方向 (R T 1 方向) において、一定の角度間隔 (9 0 度間隔) で交互に配置されている。

【 0 0 4 0 】

固定式のカッタスポーク 4 a には、前方を向く複数の掘削ツール T が取り付けられている。複数の掘削ツール T は、固定式のカッタスポーク 4 a の長手方向に列状に並ぶように配置されている。なお、固定式のカッタスポーク 4 a の掘削ツール T は、回転させて後方に向けることができないため、摩耗したとしても作業室 5 を用いた着脱作業により交換することはできない。

【 0 0 4 1 】

伸縮式のカッタスポーク 4 b は、掘削作業時において前方を向く複数の掘削ツール T が取り付けられている。複数の掘削ツール T は、伸縮式のカッタスポーク 4 b の長手方向に列状に並ぶように配置されている。

【 0 0 4 2 】

伸縮式のカッタスポーク 4 b は、半径方向に延びるカッタスポーク 4 b の中心軸線 β 回りに回転して掘削ツール T を回転させることにより、掘削ツール T を後方に向けることが可能に構成されている。すなわち、伸縮式のカッタスポーク 4 b は、掘削ツール T の前後方向の向きを変えることが可能である。

【 0 0 4 3 】

伸縮式のカッタスポーク 4 b は、半径方向に伸縮可能に構成されている。すなわち、伸縮式のカッタスポーク 4 b は、掘削ツール T の半径方向の位置を変えることが可能である。

【 0 0 4 4 】

図 3 および図 4 に示すように、伸縮式のカッタスポーク 4 b は、旋回の駆動源であるロータリーアクチュエータ 4 1 と、伸縮の駆動源である伸縮ジャッキ 4 2 とを備えている。また、伸縮式のカッタスポーク 4 b は、本体部 4 0 に固定される筒状の固定部材 4 3 と、掘削ツール T が取り付けられ、固定部材 4 3 に対して移動する移動部材 4 4 とを備えている。移動部材 4 4 は、伸縮式のカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a を含んでいる。

【 0 0 4 5 】

なお、伸縮式のカッタスポーク 4 b による掘削作業は、掘削ツール T が前方を向くとともに、カッタスポーク 4 b が伸びた状態 (図 5 (A) 参照) で行われる。掘削ツール T の着脱作業は、カッタスポーク 4 b が縮むとともに、掘削ツール T が後方を向いた状態 (図 5 (C) 参照) で行われる。なお、説明の中で、カッタスポーク 4 b が「伸びた状態」とは、伸縮式のカッタスポーク 4 b が最も伸びた状態の意味で用いる。また、カッタスポー

10

20

30

40

50

ク４ｂが「縮んだ状態」とは、伸縮式のカッタスポーク４ｂが最も縮んだ状態の意味で用いる。

【００４６】

伸縮式のカッタスポークの「ロータリーアクチュエータ」の構成

ロータリーアクチュエータ４１は、本体部４０の内側に配置されている。ロータリーアクチュエータ４１は、伸縮式のカッタスポーク４ｂ（移動部材４４）を中心軸線β回りに回転させる駆動力を発生させるように構成されている。これにより、移動部材４４に取り付けられた掘削ツールＴの前後方向の向きが変更される。ロータリーアクチュエータ４１は、中心軸線β回りの回転角度を自在に制御可能に構成されている。

【００４７】

ロータリーアクチュエータ４１は、出力軸４１ａ（図１参照）を有している。出力軸４１ａには、回転を同期させるキー部材４１ｂ（図１参照）を介してスプライン軸４１ｃが設置されている。

【００４８】

伸縮式のカッタスポークの「伸縮ジャッキ」の構成

伸縮ジャッキ４２は、本体部４０の外側で、かつ、固定部材４３および移動部材４４の内側に配置されている。伸縮ジャッキ４２は、シリンダー４２ａと、シリンダー４２ａ内に配置され、半径方向（Ｒ方向）に移動する半径方向移動部材４２ｂとを含んでいる。

【００４９】

シリンダー４２ａは、固定部材４３に固定されている。シリンダー４２ａには、内部に半径方向に延びる圧力室が設けられている。圧力室は、流体が加圧状態で供給されて、半径方向移動部材４２ｂのピストン部４２１を移動させる空間である。

【００５０】

半径方向移動部材４２ｂは、シリンダー４２ａ内に配置されたピストン部４２１と、ピストン部４２１から内周側に突出する内周ロッド部４２２と、ピストン部４２１から外周側に突出する外周ロッド部４２３とを一体的に有している。

【００５１】

内周ロッド部４２２には、スプライン軸４１ｃに接続されるスプライン穴４２２ａが形成されている。内周ロッド部４２２（半径方向移動部材４２ｂ）には、スプライン軸４１ｃを介して、ロータリーアクチュエータ４１からの駆動力が伝達される。

【００５２】

外周ロッド部４２３は、固定部材４３の外周側の端部から、外周側に突出している。外周ロッド部４２３は、移動部材４４に固定されている。したがって、伸縮ジャッキ４２は、半径方向移動部材４２ｂとともに移動部材４４を半径方向に移動させて、伸縮式のカッタスポーク４ｂを伸縮させるように構成されている。

【００５３】

伸縮式のカッタスポークの「固定部材」の構成

固定部材４３は、本体部４０に対して外側から直接固定されている。固定部材４３は、概して、半径方向に延びる貫通穴を有する筒状に形成されている。

【００５４】

図３に示すように、移動部材４４の内周部には、凸状の係合部４４ｂが設けられている。固定部材４３の外周部には、係合部４４ｂが係合する凹状のガイド溝部４３１が設けられている。ガイド溝部４３１には、常に、係合部４４ｂが係合している。ガイド溝部４３１は、移動部材４４の移動をガイドするように構成されている。

【００５５】

詳細には、図５に示すように、ガイド溝部４３１は、半径方向（Ｒ方向）に延びる直線状の伸縮ガイド溝部４３１ａと、回転方向（ＲＴ２方向）に延びる円環状の回転ガイド溝部４３１ｂとの２種類の溝部を有している。

【００５６】

伸縮ガイド溝部４３１ａは、移動部材４４の係合部４４ｂの半径方向への移動をガイド

10

20

30

40

50

してカッタスポーク 4 b を伸縮させるように構成されている。伸縮ガイド溝部 4 3 1 a は、旋回方向（R T 2 方向）において、180 度角度が異なる位置に一对設けられている。同様に、移動部材 4 4 の係合部 4 4 b は、旋回方向（R T 2 方向）において、180 度角度が異なる位置に一对設けられている。

【0057】

旋回ガイド溝部 4 3 1 b は、カッタヘッド 4 の半径方向において伸縮ガイド溝部 4 3 1 a の内周側の端部に接続されている。旋回ガイド溝部 4 3 1 b は、カッタスポーク 4 b が縮むことにより、掘削作業時よりも移動部材 4 4 が内周側に位置する状態で、移動部材 4 4 の係合部 4 4 b の旋回方向（R T 2 方向）への移動をガイドしてカッタスポーク 4 b を旋回させるように構成されている。

10

【0058】

なお、伸縮式のカッタスポーク 4 b（移動部材 4 4）の外周側の端面 4 4 a は、旋回ガイド溝部 4 3 1 b に係合部 4 4 b が係合している状態で、半径方向において、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a および流体バッグ 6 よりも内周側に配置されている（図 10 参照）。

【0059】

伸縮式のカッタスポークの「移動部材」の構成

図 3 および図 4 に示すように、移動部材 4 4 は、半径方向（R 方向）の外周側から固定部材 4 3 を覆うように配置されている。移動部材 4 4 は、概して、半径方向に延びるとともに、内周側に開口を有する中空の円柱状に形成されている。移動部材 4 4 は、上記の通り、伸縮式のカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a を含んでいる。

20

【0060】

移動部材 4 4 の内周面には、移動部材 4 4 が移動する際において、固定部材 4 3 との間の動摩擦を低減する円環状の摺動部材 S L が複数（2 つ）設置されている。円環状の摺動部材 S L は、外周面が移動部材 4 4 に直接接触しており、内周面が固定部材 4 3 に直接接触している。

【0061】

移動部材 4 4 には、複数（5 つ）の掘削ツール T が取り付けられている。移動部材 4 4 に取り付けられた掘削ツール T のうち、外周側の 3 つの掘削ツール T は、移動部材 4 4 から着脱可能に構成されている。移動部材 4 4 の旋回後の後方側部分、および、外周側の 3 つの掘削ツール T は、着脱作業時において、作業室 5（図 14 参照）に覆われるように構成されている。

30

【0062】

なお、最外周の掘削ツール T は、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも外周側に位置している。すなわち、最外周の掘削ツール T は、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも外周側を掘削可能なように、端面 4 4 a よりも外周側に突出している（図 10 参照）。

【0063】

移動部材 4 4（カッタスポーク 4 b の側部）は、後述する作業室 5 の一对の側部当接壁 5 0（図 8 参照）および底部当接壁 5 1（図 8 参照）が面接触により当接する凹部 4 4 1 を含んでいる。

40

【0064】

凹部 4 4 1 は、半径方向に延びる直線状の一对の凹み部分 4 4 1 a と、一对の凹み部分 4 4 1 a の内周側の端部を接続する円弧状の凹み部分 4 4 1 b とを有している。

【0065】

直線状の一对の凹み部分 4 4 1 a は、作業室 5 の一对の側部当接壁 5 0 が当接する部分であり、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a まで延びている。一对の凹み部分 4 4 1 a は、掘削ツール T が後方を向いた状態で、左右方向（Y 方向）において、掘削ツール T の両側に配置されている。

【0066】

円弧状の凹み部分 4 4 1 b は、作業室 5 の底部当接壁 5 1 が当接する部分であり、旋回

50

方向（ＲＴ２）において約１８０度の角度範囲に設けられている。

【００６７】

（トンネル掘削機の「作業室」の構成）

図１に示す作業室５は、作業者Ｗ（図１４参照）が後方側の大気室Ａから内部に入り込んで掘削ツールＴの着脱作業を行うための中空の空間である。作業室５は、隔壁３に設けられている。詳細には、作業室５は、隔壁３の貫通穴３ａに設置されており、移動機構７により、隔壁３の貫通穴３ａの内面に沿って前後方向（Ｘ方向）に移動可能に構成されている。作業室５は、前後方向に延びる矩形の筒状に形成されている。

【００６８】

トンネル掘削機１００による掘削作業時において、作業室５の前方端部は、隔壁３の前
面と略面一（略同一平面上に位置する）である。そして、掘削ツールＴの着脱作業時には、作業室５の前方端部が伸縮式のカッタスポーク４ｂの側部（凹部４４１）に当接するように、作業室５は、前方に移動される。

10

【００６９】

図６～図８に示すように、作業室５は、作業室扉５ａと、一对の側部当接壁５０と、底部当接壁５１と、外周壁５２とを備えている。

【００７０】

作業室５は、一对の側部当接壁５０と、側部当接壁５０の下方側の底部当接壁５１と、側部当接壁５０の上方側の外周壁５２とにより、前方側から見て、上記の通り、矩形の筒状に形成されている。

20

【００７１】

作業室の「作業室扉」の構成

作業室扉５ａは、作業室５の内部に配置され、開閉可能（取り外し可能）に構成されている。作業室扉５ａは、作業室５内の空間を、作業室扉５ａの前方側の前方室５３ａと、作業室扉５ａの後方側の後方室５３ｂとの２つに区画した状態で遮断している。前方室５３ａは、着脱作業時を除いてチャンバ２（図１参照）に連通している。後方室５３ｂは、大気室Ａ（図１参照）に常に連通している。

【００７２】

作業室の「一对の側部当接壁」および「底部当接壁」の構成

一对の側部当接壁５０は、左右方向（Ｙ方向）を厚み方向とし、カッタヘッド４の半径方向に延びる一对の壁部である。

30

【００７３】

一对の側部当接壁５０の前方端部は、前方から見て上下方向に直線状に延びる細長い平坦面状に形成されている。一对の側部当接壁５０の前方端部は、移動機構７により作業室５が前方に移動された際に、面接触によりカッタスポーク４ｂ（移動部材４４）の凹部４４１の一对の凹み部分４４１ａに当接するように構成されている。

【００７４】

一对の側部当接壁５０の最外周位置には、前方からの切り欠き５０１が設けられている。切り欠き５０１は、一对の側部当接壁５０がカッタスポーク４ｂと当接した状態で、伸縮式のカッタスポーク４ｂの外周側の端面４４ａに略面一で接続される接続面５０１ａを含んでいる。切り欠き５０１には、拡大した流体バッグ６が接続面５０１ａに当接した状態で配置される。

40

【００７５】

図１０に示すように、半径方向（Ｒ方向）において、接続面５０１ａは、「縮んだ状態（掘削ツールＴの着脱作業を行う際）におけるカッタスポーク４ｂの最外周の掘削ツールＴの最外周の端部」よりも内周側に配置されている。

【００７６】

すなわち、半径方向において、中心軸線αから接続面５０１ａまでの距離Ｌ１は、中心軸線αから「縮んだ状態におけるカッタスポーク４ｂの最外周の掘削ツールＴの最外周の端部」までの距離Ｌ２よりも小さい（Ｌ１＜Ｌ２）。なお、距離Ｌ１は、中心軸線αから

50

「縮んだ状態におけるカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a 」までの距離と等しい。

【 0 0 7 7 】

図 6 ～ 図 8 に示すように、底部当接壁 5 1 は、上下方向を厚み方向とし、左右方向（ Y 方向）に伸びる壁部である。底部当接壁 5 1 は、一对の側部当接壁 5 0 の内周側（下方側）の端部を接続している。

【 0 0 7 8 】

底部当接壁 5 1 の前方端部は、平面視で約 1 8 0 度の凹状の円弧状に形成されている。底部当接壁 5 1 の前方端部は、移動機構 7 により前方に移動された際に、面接触によりカッタスポーク 4 b の凹部 4 4 1 の円弧状の凹み部分 4 4 1 b に当接するように構成されている。

10

【 0 0 7 9 】

一对の側部当接壁 5 0 および底部当接壁 5 1 は、カッタスポーク 4 b の凹部 4 4 1 に当接することにより、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも内周側において、作業室 5 の内側と作業室 5 の外側とを遮断するように構成されている。これにより、作業室 5 は、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも内周側において、内部に土砂が流入することがないように遮断される。

【 0 0 8 0 】

なお、トンネル掘削機 1 0 0 は、図示しない洗浄機構を備えており、洗浄機構により、移動式のカッタスポーク 4 b と作業室 5 との当接箇所を所定のタイミングで洗浄するように構成されている。これにより、トンネル掘削機 1 0 0 は、当接箇所に土砂や礫などが介在して当接箇所における止水性が低下することを抑制できる。

20

【 0 0 8 1 】

作業室の「外周壁」の構成

外周壁 5 2 は、半径方向（ R 方向）を厚み方向とし、カッタヘッド 4 の回転方向（ R T 1 方向）に沿って緩やかに湾曲しながら伸びる壁部である。

【 0 0 8 2 】

外周壁 5 2 の内面 5 2 a （下面）は、作業室 5 の内面の中で最も外周側に配置されている。外周壁 5 2 には、流体バッグ 6 を格納するための流体バッグ格納室 5 2 b が設けられている。流体バッグ 6 は、内面 5 2 a の開口から内周側（下方側）に露出している。

【 0 0 8 3 】

30

図 1 0 に示すように、半径方向において、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a は、「縮んだ状態（掘削ツール T の着脱作業を行う際）におけるカッタスポーク 4 b の最外周の掘削ツール T の最外周の端部」よりも外周側に配置されている。

【 0 0 8 4 】

すなわち、半径方向において、中心軸線 α から内面 5 2 a までの距離 L_3 は、中心軸線 α から「縮んだ状態におけるカッタスポーク 4 b の最外周の掘削ツール T の最外周の端部」までの距離 L_2 よりも大きい（ $L_3 > L_2$ ）。

【 0 0 8 5 】

したがって、移動機構 7 により作業室 5 が前方に移動されてカッタスポーク 4 b に当接した状態では、外周壁 5 2 の内面 5 2 a とカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a との間には、隙間 C （図 1 2 参照）が生まれる。

40

【 0 0 8 6 】

（トンネル掘削機の「流体バッグ」の構成）

図 6 ～ 図 8 に示すように、流体バッグ 6 は、袋状の部材により形成されている。流体バッグ 6 は、袋状の部材の内部に封入された流体の量を、ポンプ 6 a を用いて調整することにより拡大縮小が可能に構成されている。流体バッグ 6 には、流体として、水が封入されている。なお、流体バッグには、水ではなく、油や空気などの他の流体が封入されてもよい。

【 0 0 8 7 】

流体バッグ 6 は、移動機構 7 により作業室 5 が前方に移動されてカッタスポーク 4 b に

50

当接するまでの間において、縮小した状態で保持されるように構成されている。流体バッグ 6 が縮小している状態では、流体バッグ 6 は、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a から下方に突出することがないように、流体バッグ格納室 5 2 b 内に全体が格納されている。

【 0 0 8 8 】

すなわち、流体バッグ 6 は、移動機構 7 により作業室 5 が前方に移動される際に、最外周の掘削ツール T に干渉することがないように、流体バッグ格納室 5 2 b 内に全体が格納されている。

【 0 0 8 9 】

流体バッグ 6 は、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a にカッタヘッド 4 の半径方向の外周側から当接して、端面 4 4 a と作業室 5 の最外周の内面 5 2 a との間の隙間 C (図 1 2 参照) を遮断するように構成されている。

10

【 0 0 9 0 】

詳細には、流体バッグ 6 は、作業室 5 がカッタスポーク 4 b に当接した状態において、拡大して、外周側 (上方側) からカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a に徐々に近づくとともに、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と当接することによって、隙間 C を遮断するように構成されている。

【 0 0 9 1 】

図 7 に示すように、流体バッグ 6 は、左右方向 (Y 方向) に細長く形成されている。流体バッグ 6 の左右方向 (Y 方向) の大きさ L 1 0 は、一对の側部当接壁 5 0 (一对の接続面 5 0 1 a) の間の距離 L 1 1 よりも大きい ($L 1 0 > L 1 1$)。流体バッグ 6 の右方向 (Y 1 方向) の端部は、右方向の側部当接壁 5 0 (接続面 5 0 1 a) よりも右側に配置されている。また、流体バッグ 6 の左方向 (Y 2 方向) の端部は、左方向の側部当接壁 5 0 (接続面 5 0 1 a) よりも左側に配置されている。

20

【 0 0 9 2 】

したがって、流体バッグ 6 は、移動機構 7 により作業室 5 が前方に移動されてカッタスポーク 4 b に当接した状態において、平面視で、一对の接続面 5 0 1 a と重なる位置に配置される。そして、流体バッグ 6 は、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a、および、作業室 5 の接続面 5 0 1 a と当接するように拡大することにより、隙間 C (図 1 2 参照) を遮断するように構成されている。

【 0 0 9 3 】

30

(トンネル掘削機の「移動機構」の構成)

図 1 に示す移動機構 7 は、作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して前後方向に相対移動させることによって、作業室 5 と旋回後のカッタスポーク 4 b の側部とを当接させるように構成されている。

【 0 0 9 4 】

移動機構 7 は、ロッドの先端が作業室 5 に固定された複数のジャッキにより構成されている。移動機構 7 は、ロッドを伸ばすことにより作業室 5 を前進させるように構成されている。移動機構 7 は、ロッドを縮めることにより作業室 5 を後進させるように構成されている。一例ではあるが、移動機構 7 を構成するジャッキのシリンダーは、図示しない固定ブラケットにより胴体 1 に固定されている。なお、移動機構のシリンダーは、胴体ではなく隔壁に固定されてもよい。

40

【 0 0 9 5 】

移動機構 7 は、作業室 5 内に土砂が浸入することがないように、カッタスポーク 4 b に対して作業室 5 を所定の圧力値以上で押し付け続けることにより、カッタスポーク 4 b と作業室 5 との当接状態を保持するように構成されている。

【 0 0 9 6 】

(掘削ツールの交換方法)

図 5 および図 9 ~ 図 1 4 を参照して、掘削ツール T の交換方法について説明する。すなわち、伸縮式のカッタスポーク 4 b から摩耗した掘削ツール T を取り外し、新たな掘削ツール T を取り付けの方法について説明する。以下、交換方法の各工程について順に説明す

50

る。

【 0 0 9 7 】

第 1 工程

まず、図 5 (A) および図 9 に示すように、第 1 工程において、トンネル掘削機 1 0 0 による掘削作業を行う伸縮式のカッタスポーク 4 b を伸ばした状態で、カッタヘッド 4 が回転されて、カッタスポーク 4 b が中心軸線 α の直上に延びる位置に配置される。すなわち、前方から見て、カッタヘッド 4 が作業室 5 と重なる所定の回転位置に配置される。なお、カッタスポーク 4 b の掘削ツール T は、前方を向いている。

【 0 0 9 8 】

第 2 工程

次に、図 5 (B) および図 1 0 に示すように、第 2 工程において、伸縮式のカッタスポーク 4 b を伸ばした状態から、カッタスポーク 4 b が縮められる。すなわち、移動部材 4 4 の係合部 4 4 b が、固定部材 4 3 の伸縮ガイド溝部 4 3 1 a にガイドされて内周側に移動する。その結果、カッタスポーク 4 b は、係合部 4 4 b が伸縮ガイド溝部 4 3 1 a に係合して旋回が規制された状態から、係合部 4 4 b が旋回ガイド溝部 4 3 1 b に係合して旋回が可能となる状態に移行する。

【 0 0 9 9 】

カッタスポーク 4 b が縮んだ状態では、交換対象の外周側の 3 つの掘削ツール T は、上下方向において、作業室 5 の外周壁 5 2 と、作業室 5 の底部当接壁 5 1 との間に配置される。

【 0 1 0 0 】

また、カッタスポーク 4 b が縮んだ状態では、半径方向 (R 方向) において、中心軸線 α から接続面 5 0 1 a までの距離 L 1 が、中心軸線 α から、縮んだ状態におけるカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a までの距離と等しくなる。

【 0 1 0 1 】

また、カッタスポーク 4 b が縮んだ状態では、半径方向において、中心軸線 α から作業室 5 の最外周の内面 5 2 a までの距離 L 3 が、中心軸線 α から「最外周の掘削ツール T の最外周の端部」までの距離 L 2 よりも大きくなる。すなわち、カッタスポーク 4 b が縮んだ状態では、半径方向において、内面 5 2 a が「最外周の掘削ツール T の最外周の端部」よりも外周側に配置される。

【 0 1 0 2 】

第 3 工程

次に、図 5 (C) および図 1 1 に示すように、第 3 工程において、前方を向く掘削ツール T をカッタスポーク 4 b とともに旋回させて、後方の作業室 5 側に向ける。すなわち、移動部材 4 4 の係合部 4 4 b が、固定部材 4 3 の旋回ガイド溝部 4 3 1 b にガイドされて 1 8 0 度旋回する。カッタスポーク 4 b が旋回した状態では、交換対象の外周側の 3 つの掘削ツール T は、左右方向において、作業室 5 の一対の側部当接壁 5 0 の間に配置される。

【 0 1 0 3 】

第 4 工程

次に、図 1 2 に示すように、第 4 工程において、移動機構 7 により作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して前方に移動させることによって、作業室 5 と旋回後のカッタスポーク 4 b の側部とを当接させる。

【 0 1 0 4 】

詳細には、作業室 5 の一対の側部当接壁 5 0 とカッタスポーク 4 b の直線状の一対の凹み部分 4 4 1 a とを当接させるとともに、作業室 5 の底部当接壁 5 1 とカッタスポーク 4 b の円弧状の凹み部分 4 4 1 b とを当接させることにより、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも内周側において、作業室 5 の内側と作業室 5 の外側とを遮断する。なお、作業室 5 を前方に移動させる際、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a および流体バッグ 6 を、最外周の掘削ツール T よりも外周側を通過させる。

【 0 1 0 5 】

10

20

30

40

50

第 5 工程

次に、図 1 3 に示すように、第 5 工程において、ポンプ 6 a により流体バッグ 6 を拡大して、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a にカッタヘッド 4 の半径方向の外周側から流体バッグ 6 を当接させて、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の最外周の内面 5 2 a との間の隙間 C (図 1 2 参照) を遮断する。その結果、作業室 5 は、水密性が確保されるため、チャンバ 2 から内部に土砂が流入することがなくなる。

【 0 1 0 6 】

第 6 工程

次に、図 1 4 に示すように、第 6 工程において、作業者 W により作業室扉 5 a が取り外されることにより、水密性が確保された前方室 5 3 a と後方室 5 3 b とが連通され、掘削ツール T の着脱作業が手作業により行われる。なお、作業室扉 5 a の取り外し作業や、掘削ツール T の着脱作業を、手作業ではなく専用の作業機械を用いて行ってもよい。

10

【 0 1 0 7 】

第 7 工程

次に、図 1 2 に示すように、第 7 工程において、作業室扉 5 a が取り付けられた後、流体バッグ 6 が縮小される。

【 0 1 0 8 】

第 8 工程

次に、図 1 1 に示すように、第 8 工程において、移動機構 7 により作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して後方に移動させる。

20

【 0 1 0 9 】

第 9 工程

次に、図 1 0 に示すように、第 9 工程において、後方を向く掘削ツール T をカッタスポーク 4 b とともに旋回させて、前方に向ける。

【 0 1 1 0 】

第 1 0 工程

次に、図 9 に示すように、第 1 0 工程において、カッタスポーク 4 b を縮めた状態から、カッタスポーク 4 b が伸ばされる。以上により、掘削ツール T の交換が完了する。

【 0 1 1 1 】

(本実施形態の効果)

30

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【 0 1 1 2 】

本実施形態では、上記のように、作業室 5 に配置され、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a にカッタヘッド 4 の半径方向の外周側から当接して、外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の内面 5 2 a との間の隙間 C を遮断するシール部材 (流体バッグ 6) を設ける。これによって、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも外周側に突出する最外周の掘削ツール T と、作業室 5 とが干渉しないように、カッタスポーク 4 b に対して作業室 5 を前後方向に移動させた場合 (カッタスポーク 4 b と作業室 5 とを前後方向に移動させた場合) に、シール部材を、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a にカッタヘッド 4 の半径方向の外周側から当接させて、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の内面 5 2 a との間の隙間 C を遮断して密着させることができる。また、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a が掘削に伴い摩耗した場合においても、シール部材を、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a にカッタヘッド 4 の半径方向の外周側から当接させて、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と作業室 5 の内面 5 2 a との間の隙間 C を遮断して密着させることができる。以上のように、シール部材により隙間 C を遮断して密着させることができるので、作業室 5 の水密性を確実に確保することができる。

40

【 0 1 1 3 】

本実施形態では、上記のように、シール部材は、内部に封入された流体の量を調整することにより拡大縮小が可能な流体バッグ 6 であり、流体バッグ 6 は、外周側の端面 4 4 a と当接するように拡大することにより、隙間 C を遮断するように構成されている。これに

50

よって、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a よりも外周側に突出する最外周の掘削ツール T と干渉することなく作業室 5 を移動させることが可能であり、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a が掘削に伴い摩耗した場合でも、流体バッグ 6 の内部に封入された流体の量を調整することにより、摩耗したカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a の形状に合わせて流体バッグ 6 を拡大させることができるので、より密着性を向上させることができる。その結果、作業室 5 の水密性をより確実に確保することができる。

【 0 1 1 4 】

本実施形態では、上記のように、作業室 5 は、カッタヘッド 4 の半径方向に延びる一对の側部当接壁 5 0 と、一对の側部当接壁 5 0 の内周側の端部を接続する底部当接壁 5 1 とを含み、一对の側部当接壁 5 0 および底部当接壁 5 1 は、カッタスポーク 4 b に当接することにより、外周側の端面 4 4 a よりも内周側において、作業室 5 の内側と作業室 5 の外側とを遮断するように構成され、カッタスポーク 4 b の側部は、一对の側部当接壁 5 0 および底部当接壁 5 1 が面接触により当接する凹部 4 4 1 を含む。これによって、一对の側部当接壁 5 0 および底部当接壁 5 1 を面接触で凹部 4 4 1 に当接させることにより、外周側の端面 4 4 a よりも内周側においても、作業室 5 の内側と作業室 5 の外側とを遮断して、水密性を確実に確保することができる。

10

【 0 1 1 5 】

本実施形態では、上記のように、作業室 5 は、カッタスポーク 4 b の側部と当接した際に、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a に略面一で接続される接続面 5 0 1 a を有し、シール部材（流体バッグ 6）は、外周側の端面 4 4 a および接続面 5 0 1 a と当接するように拡大することにより、隙間 C を遮断するように構成されている。これによって、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a に略面一で接続される接続面 5 0 1 a により、カッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a と作業室 5 との境界に段差が生じることを抑制することができる。その結果、シール部材をカッタスポーク 4 b の外周側の端面 4 4 a に対してより一層沿った状態で配置することができるので、作業室 5 の水密性をより確実に確保することができる。

20

【 0 1 1 6 】

本実施形態では、上記のように、カッタスポーク 4 b は、カッタヘッド 4 の半径方向に伸縮可能に構成されており、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a およびシール部材（流体バッグ 6）は、カッタスポーク 4 b を縮めた状態で移動機構 7 により作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して相対移動させることによって、カッタスポーク 4 b に取り付けられた最外周の掘削ツール T よりも外周側を通過するように構成されている。これによって、作業室 5 をカッタスポーク 4 b に対して相対移動させる際に、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a およびシール部材を、カッタスポーク 4 b に取り付けられた最外周の掘削ツール T よりも外周側を通過させることができる。その結果、作業室 5 の最外周の内面 5 2 a およびシール部材と、最外周の掘削ツール T とが干渉することを確実に回避することができる。

30

【 0 1 1 7 】

本実施形態では、上記のように、カッタスポーク 4 b は、カッタヘッド 4 の本体部 4 0 に固定される固定部材 4 3 と、掘削ツール T が取り付けられ、固定部材 4 3 に対して移動する移動部材 4 4 と、を有し、固定部材 4 3 および移動部材 4 4 の一方には、係合部 4 4 b が設けられ、他方には、係合部 4 4 b が係合して移動部材 4 4 の移動をガイドするガイド溝部 4 3 1 が設けられ、ガイド溝部 4 3 1 は、移動部材 4 4 の移動をガイドしてカッタスポーク 4 b を伸縮させる伸縮ガイド溝部 4 3 1 a と、カッタヘッド 4 の半径方向において、伸縮ガイド溝部 4 3 1 a の内周側に接続され、カッタスポーク 4 b が縮むことにより移動部材 4 4 が内周側に位置する状態で、移動部材 4 4 の移動をガイドしてカッタスポーク 4 b を回転させる回転ガイド溝部 4 3 1 b と、を有する。これによって、移動部材 4 4 の移動をガイドしてカッタスポーク 4 b を伸縮させる伸縮ガイド溝部 4 3 1 a に係合部 4 4 b を係合させることにより、掘削時においてカッタスポーク 4 b が土砂から掘削力および外力を受けることによって、または、伸縮時においてカッタスポーク 4 b が土砂から外力を受けることによって、カッタスポーク 4 b が意図せずに回転してしまうことを防止する

40

50

ことができる。また、移動部材 4 4 の移動をガイドしてカッタスポーク 4 b を旋回させる旋回ガイド溝部 4 3 1 b に係合させることにより、旋回時において、土砂から外力を受けてカッタスポーク 4 b が意図せずに伸縮してしまうことを防止することができる。また、旋回ガイド溝部 4 3 1 b により、カッタスポーク 4 b が縮むことによって移動部材 4 4 が内周側に位置する状態で、カッタスポーク 4 b を旋回させることができる。

【 0 1 1 8 】

(変形例)

なお、今回開示された実施形態および変形例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更 (変形例) が含まれる。

10

【 0 1 1 9 】

たとえば、上記実施形態では、トンネル掘削機が、泥土圧式のシールド掘進機である例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、泥水式のシールド掘進機であってもよい。なお、泥水式のシールド掘進機である場合には、作業室とカッタスポークとが、メタルタッチではなく、止水材を介して当接するように構成されるのが好ましい。

【 0 1 2 0 】

また、上記実施形態では、カッタヘッドが、掘削ツールを交換可能な移動式のカッタスポーク、および、掘削ツールを交換することができない固定式のカッタスポークの 2 種類のカッタスポークを備える例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、カッタヘッドが、移動式のカッタスポークのみを備えていてもよい。

20

【 0 1 2 1 】

また、上記実施形態では、カッタヘッドが、移動式のカッタスポークを 2 つ備える例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、カッタヘッドが、移動式のカッタスポークを 1 つまたは 3 つ以上備えていてもよい。

【 0 1 2 2 】

また、上記実施形態では、トンネル掘削機を、移動式のカッタスポークに取り付けられた外周側の一部の掘削ツールのみを交換可能に構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、トンネル掘削機を、移動式のカッタスポークに取り付けられたすべての掘削ツールを交換可能に構成してもよい。

30

【 0 1 2 3 】

また、上記実施形態では、移動式のカッタスポークを、ロータリーアクチュエータにより旋回させた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、移動式のカッタスポークを、油圧モータにより旋回させてもよい。なお、油圧モータでは、通常、ロータリーアクチュエータのように旋回角度を自在に制御することができない。そこで、油圧モータを用いる場合には、上記実施形態用のように固定部材の旋回ガイド溝部を円環状に形成するのではなく、固定部材の旋回ガイド溝部を円弧状に形成して、円弧状の旋回ガイド溝部の端部に移動部材の係合部を当接させることにより、旋回角度を確定するように構成してもよい。

【 0 1 2 4 】

40

また、上記実施形態では、固定部材にガイド溝部を設け、移動部材に係合部を設けた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、固定部材に係合部を設け、移動部材にガイド溝部を設けてもよい。

【 0 1 2 5 】

また、上記実施形態では、隔壁に作業室を 1 つのみ設けた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、隔壁に作業室を複数設けてもよい。

【 0 1 2 6 】

また、上記実施形態では、移動式のカッタスポークに対して、作業室を前後方向に移動させた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、作業室に対して、移動式のカッタスポークを前後方向に移動させてもよい。なお、作業室および移動式のカッタス

50

ポークの両方を前後方向に移動させてもよい。

【 0 1 2 7 】

また、上記実施形態では、本発明のシール部材を、内部に封入された流体の量を調整することにより拡大縮小が可能な流体バッグにより構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、本発明のシール部材を、ゴムなどにより形成された弾性変形可能な中実部材などにより構成してもよい。この場合、移動式のカッタスポークと作業室とを当接させた後、移動式のカッタスポークを伸ばして、移動式のカッタスポークを内周側から弾性変形可能な中実部材に当接させることにより、移動式のカッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の隙間を遮断してもよい。

【 0 1 2 8 】

また、上記実施形態では、トンネル掘削機を、センター（中央）支持方式により構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、トンネル掘削機を、上記の支持方式以外の外周支持方式などにより構成してもよい。

【 0 1 2 9 】

また、上記実施形態では、作業室を、前後方向に延びる矩形の筒状に形成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、作業室を、前後方向に延びる円形の筒状などに形成してもよい。

【 0 1 3 0 】

また、上記実施形態では、本発明の当接部を、凹部により構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明の当接部を、凸部により構成してもよい。この他、本発明の当接部を、凹部および凸部の両方により構成してもよい。

【 0 1 3 1 】

また、上記実施形態では、係合部を凸状に形成し、ガイド溝部を凹状に形成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、係合部を凹状に形成し、ガイド溝部を凸状に形成してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 2 】

2 チャンバ

3 隔壁

4 カッタヘッド

4 b （移動式の）カッタスポーク

5 作業室

6 流体バッグ（シール部材）

7 移動機構

4 0 本体部

4 3 固定部材

4 4 移動部材

4 4 a （外周側の）端面

4 4 b 係合部

5 0 側部当接壁

5 1 底部当接壁

5 2 a （作業室の最外周の）内面

1 0 0 トンネル掘削機

4 3 1 （固定部材の）ガイド溝部

4 3 1 a 伸縮ガイド溝部

4 3 1 b 旋回ガイド溝部

4 4 1 凹部（当接部）

5 0 1 a （側部当接壁の切り欠きの）接続面

C （カッタスポークの外周側の端面と作業室の内面との間の）隙間

T 掘削ツール

10

20

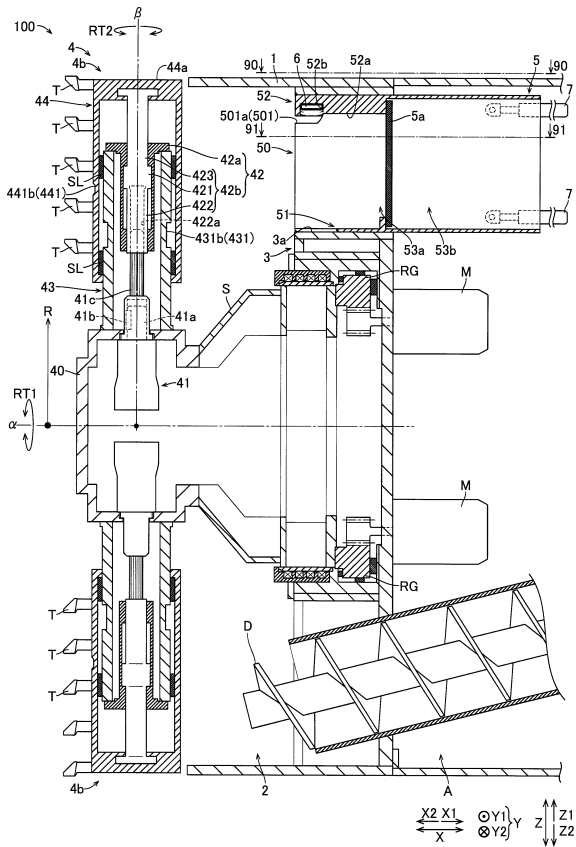
30

40

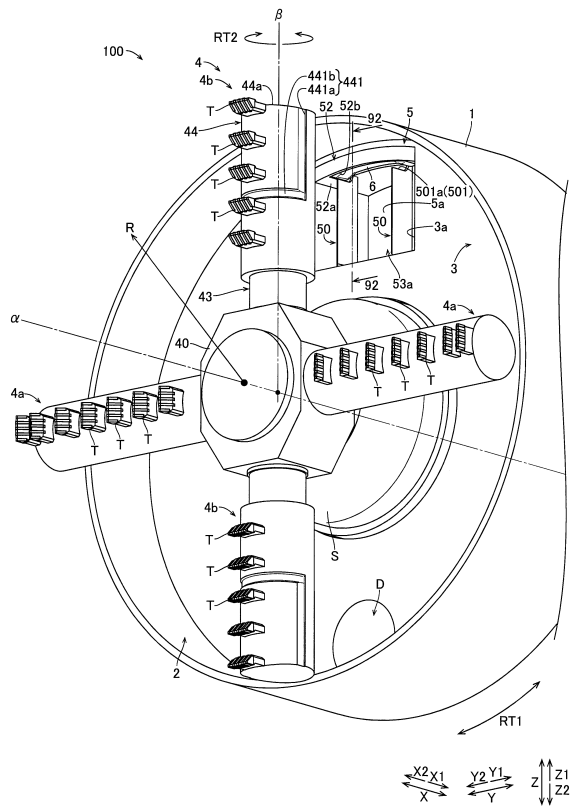
50

【図面】

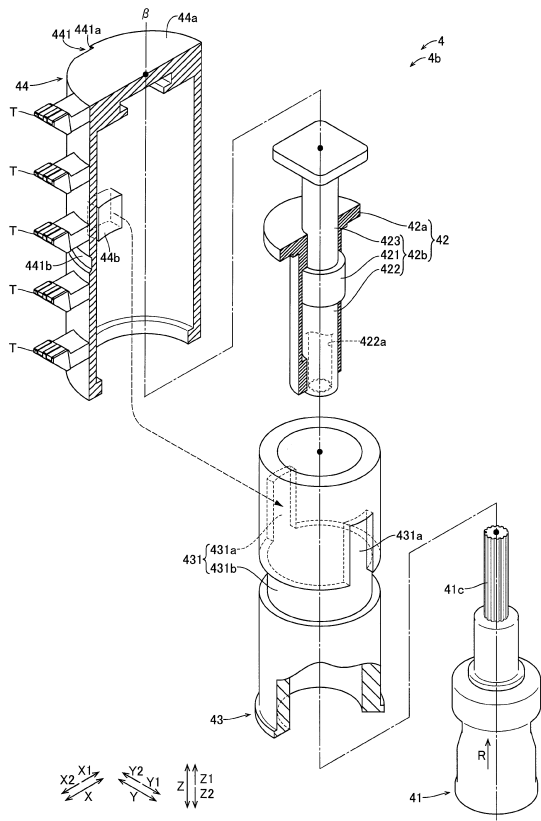
【図 1】



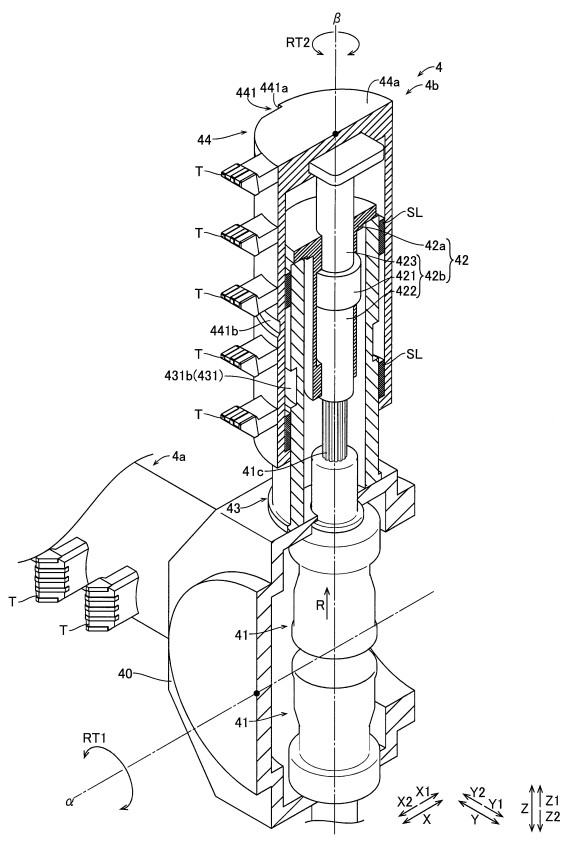
【図 2】



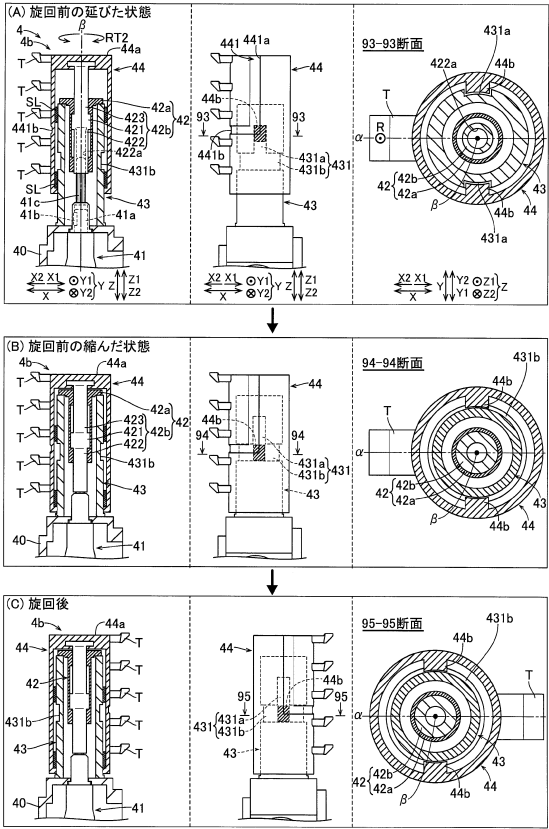
【図 3】



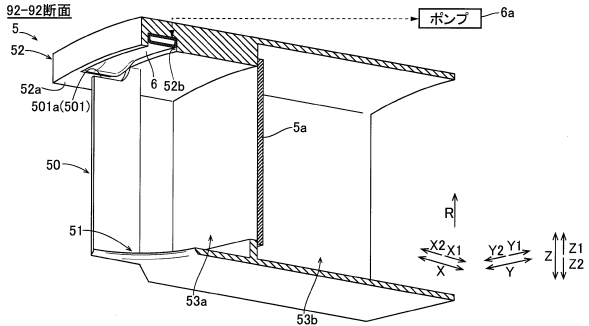
【図 4】



【図 5】



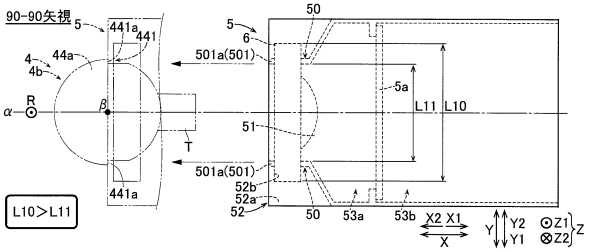
【図 6】



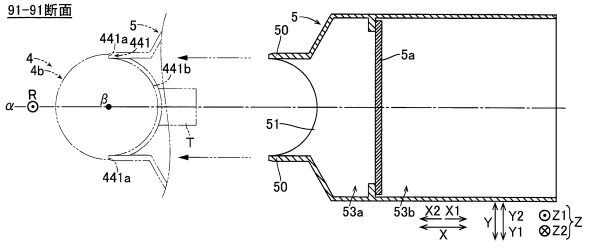
10

20

【図 7】



【図 8】



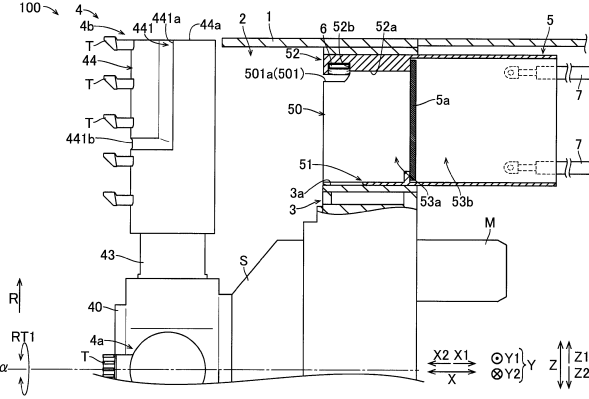
30

40

50

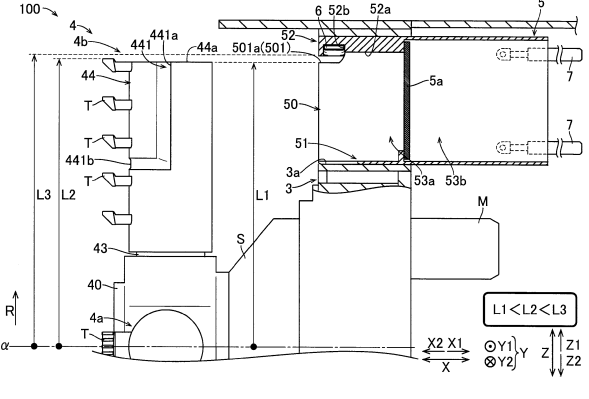
【図 9】

第1(第10)工程



【図 10】

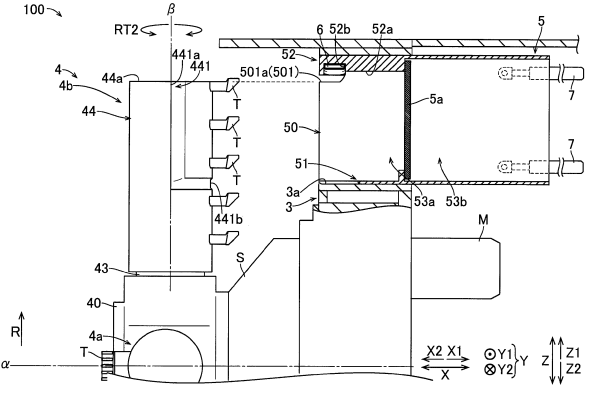
第2(第9)工程



10

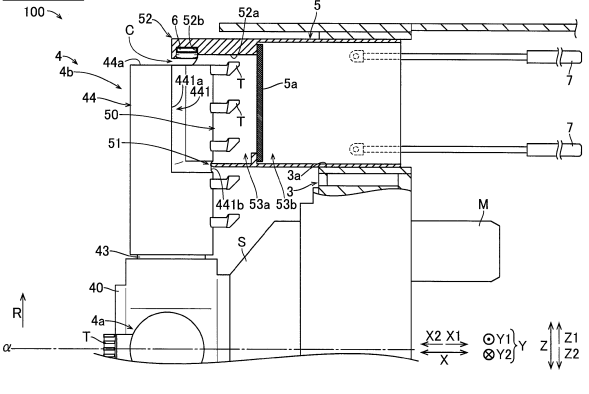
【図 11】

第3(第8)工程



【図 12】

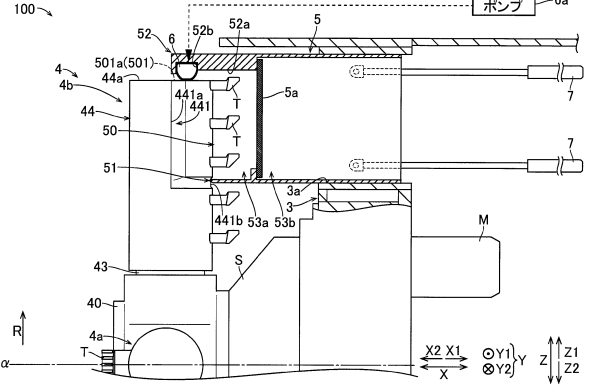
第4(第7)工程



20

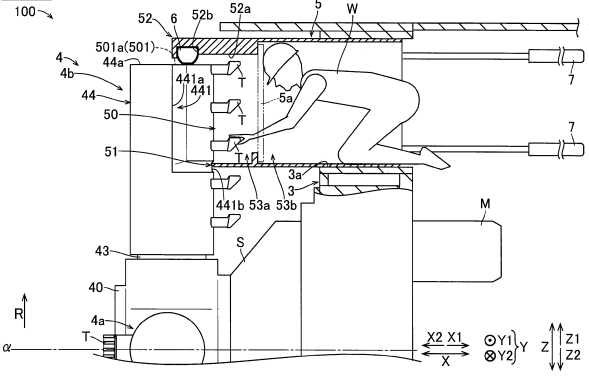
【図 13】

第5工程



【図 14】

第6工程



30

40

50

フロントページの続き

東京都新宿区西新宿 1 - 2 5 - 1 新宿センタービル 大成建設株式会社内
(72)発明者 田村 憲
東京都新宿区西新宿 1 - 2 5 - 1 新宿センタービル 大成建設株式会社内
審査官 湯本 照基
(56)参考文献 特開平 0 3 - 2 0 2 5 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 5 5 8 9 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 5 9 4 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 6 6 5 9 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 3 0 3 0 8 8 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
E 2 1 D 9 / 0 8 7