

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月2日(02.07.2020)



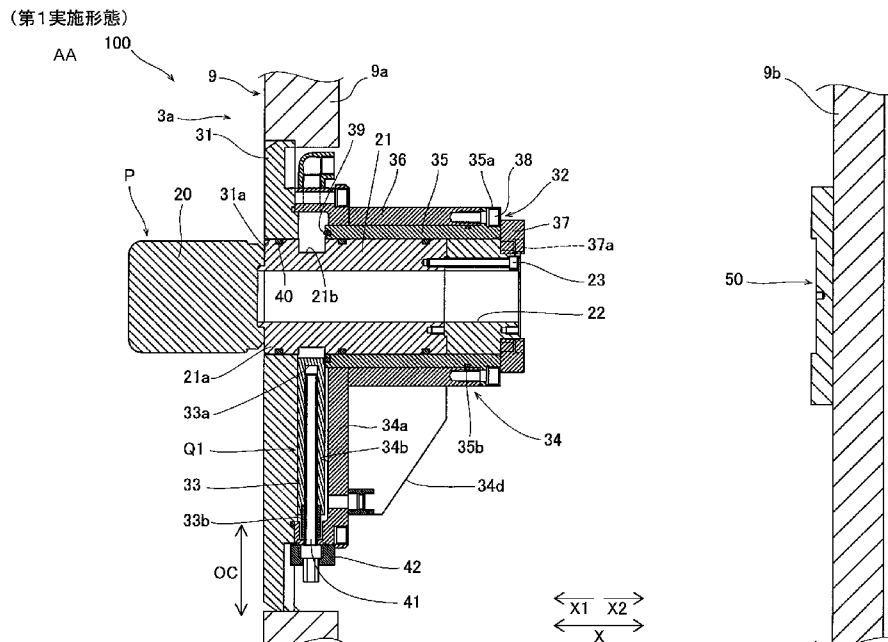
(10) 国際公開番号

WO 2020/136968 A1

- (51) 国際特許分類:
E21D 9/087 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030075
- (22) 国際出願日: 2019年7月31日(31.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-241613 2018年12月25日(25.12.2018) JP
- (71) 出願人: 日立造船株式会社 (**HITACHI ZOSEN CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番8号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 花岡 泰治 (**HANAOKA, Yasuharu**); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番8号 日立造船株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 宮園 博一 (**MIYAZONO, Hirokazu**); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13番9号 新大阪MTビル1号館 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: EXCAVATION TOOL REPLACEMENT DEVICE, AND TUNNEL BORING MACHINE

(54) 発明の名称: 掘削ツール交換装置およびトンネル掘進機



AA (First embodiment)

(57) Abstract: A guide part (32) of this excavation tool replacement device (100) includes an inner guide member (35) that guides the insertion/withdrawal movement of an excavation tool (20), and an outer guide member (36) that supports the inner guide member so as to be capable of moving toward a face or away from the face. A first seal member (39) is provided to the face-side end part of the inner guide member, the first seal member (39) adhering to a gate plate (33) from the side away from the face.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: この掘削ツール交換装置 (100) のガイド部 (32) は、掘削ツール (20) の進退移動をガイドする内側ガイド部材 (35) と、内側ガイド部材を切羽側および反切羽側に移動可能に支持する外側ガイド部材 (36) と、を含む。内側ガイド部材の切羽側端部に、ゲート板 (33) に反切羽側から密着する第1シール部材 (39) が設けられている。

明 細 書

発明の名称：掘削ツール交換装置およびトンネル掘進機

技術分野

[0001] 本発明は、掘削ツール交換装置およびトンネル掘進機に関し、特に、カッタヘッドに着脱可能に設けられる掘削ツールを交換する技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、トンネル掘進機の掘削ツールを交換する掘削ツール交換装置が知られている。このような掘削ツール交換装置は、たとえば、特許第3589653号公報に開示されている。

[0003] 上記特許第3589653号公報には、カッタビットと、カッタビットを反切羽側へスライド可能に支持するガイド部と、カッタビットをカッタ面板から突出させる時に貫通させる貫入穴部、およびカッタビットを反切羽側へスライドさせた状態でカッタビット前面の開口部を塞ぐゲート蓋部を形成したスライドゲートと、スライドゲートを案内する案内部材とを設け、スライドゲートのスライド時に開口部の周囲で案内部材とスライドゲートとの間をシールするシール部材を設けたカッタビット交換装置が開示されている。カッタビットは、ガイドケースとガイド蓋との中に挿入された状態で保持されている。ガイドケースのスライドゲート案内部とガイド蓋の案内部蓋とによって案内部材が形成されている。シール部材は、ガイドケースとガイド蓋とに形成された溝部に設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3589653号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許第3589653号公報では、カッタビットの交換の際にスライドゲートが開口部を開閉すると、案内部材とスライドゲートとの間のシール

部材がスライドゲートと摺動する。シール部材は、スライドゲートとの摺動や、摺動時に侵入する土砂によって損傷することがある。シール部材が損傷すると、シール性が低下するだけでなく、スライドゲートとの摺動時にシール部材が外れて、移動するスライドゲートと案内部材との隙間にシール部材が噛み込まれて動作不良になる可能性がある。そのため、シール部材の損傷が進行する前に、シール部材を交換できるようにすることが好ましい。

[0006] しかしながら、上記特許第3589653号公報では、シール部材の交換について考慮されていない。上記特許第3589653号公報には明記されていないが、シール部材を交換するには、土砂や泥水が流入しないように切羽側の地盤を改質した上で、ガイドケースとガイド蓋とを分解してスライドゲートを取り外す（つまり、カッタビット交換装置全体を分解する）必要があると考えられる。したがって、上記特許第3589653号公報の装置においてシール部材の交換は容易ではない。

[0007] そのため、掘削ツール交換時に土砂や泥水の流入を抑制するためのシール部材を容易に交換できるようにすることが望まれている。

[0008] 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、掘削ツール交換時に土砂や泥水の流入を抑制するためのシール部材を容易に交換することが可能な掘削ツール交換装置およびトンネル掘進機を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、この発明の第1の局面における掘削ツール交換装置は、前面に掘削ツールが配置され、回転するカッタヘッドを備えたトンネル掘進機の掘削ツール交換装置であって、着脱可能な掘削ツールと、カッタヘッドの切羽側に開口して掘削ツールが通過する開口部を有する前面板と、開口部を介して掘削ツールを進退移動可能に支持するガイド部と、前面板とガイド部との間で前面板に沿ってスライド移動可能に構成され、開口部を開閉するゲート板と、を備え、ガイド部は、掘削ツールの進退移動をガイドする内側ガイド部材と、内側ガイド部材を切羽側および反切羽側に移動可

能に支持する外側ガイド部材と、を含み、内側ガイド部材の切羽側端部に、ゲート板に反切羽側から密着する第1シール部材が設けられている。

[0010] なお、本明細書において、「トンネル掘進機」とは、シールド工法に用いられるシールド掘進機、推進工法に用いられる掘進機および山岳トンネル工法に用いられるトンネルボーリングマシンを含む広い概念である。シールド掘進機は、胴体およびカッタヘッドにより地山からの土圧、泥水圧に対抗しつつセグメントの組み立てを行い、組み立てられたセグメントから推進反力を得て掘進する装置である。推進工法は、掘進に伴い、発進部においてトンネル壁(コンクリートや鋼製の管)を追加し、それを押し込むことによって、掘進機を前進させる工法である。トンネルボーリングマシンは、主として岩盤などの比較的硬い地山の掘進に用いられ、土圧、泥水圧に対抗する切羽保持機能を持たず、トンネルを掘進する装置である。「切羽側」とは、カッタヘッドにより掘削される地山がある側であり、掘進方向の前側と言い換えても良い。「反切羽側」とは、切羽側とは反対側(坑口側)であり、掘進方向の後側と言い換えても良い。掘削ツールとは、カッタヘッドの前面に設けられ土砂を掘削する工具であり、カッタビット、ローラビットなどを含む概念である。

[0011] この発明の第1の局面による掘削ツール交換装置では、上記のように構成することによって、内側ガイド部材を外側ガイド部材に沿って反切羽側に移動させることにより、内側ガイド部材の切羽側端部に設けられた第1シール部材を、外側ガイド部材から反切羽側に露出させて、第1シール部材の交換作業を行うことができる。つまり、内外の二重のガイド部材のうち内側ガイド部材を引き抜くことによって、掘削ツール交換装置全体を分解することなく、第1シール部材を交換することができる。これにより、掘削ツール交換時に土砂や泥水の流入を抑制するためのシール部材を容易に交換することができる。

[0012] また、上記特許第3589653号公報のような従来の掘削ツール交換装置において、スライドゲートの開閉時には、上記の通り、シール部材が密着

した状態でスライドゲートが移動するので、ゲート板との摺動によって第1シール部材が損傷する。これに対して、本発明の上記構成によれば、第1シール部材を有する内側ガイド部材を反切羽側に移動させることができるので、内側ガイド部材を反切羽側に移動させた状態で、ゲート板を移動させて開口部を閉じることができる。この場合、内側ガイド部材の反切羽側への移動により、第1シール部材をゲート板から離間させた非接触の状態か、または第1シール部材がシール時よりも弱い押圧力でゲート板に接触する状態で、ゲート板を移動させることができる。この結果、ゲート板の移動時における摺動に起因する第1シール部材の損耗を抑制することができる。なお、ゲート板の移動後、内側ガイド部材を切羽側に移動させて第1シール部材をゲート板に密着させることにより、シール性を確保することができる。このように、本発明によれば、第1シール部材を容易に交換可能とするだけでなく、第1シール部材の損耗を抑制してシール交換回数を低減することができる。

[0013] 上記第1の局面による掘削ツール交換装置において、好ましくは、掘削ツールが開口部を介してカッタヘッドの切羽側の突出位置に配置された状態で、開口部を封止する第2シール部材をさらに備え、内側ガイド部材は、掘削ツールが突出位置に配置されたままで、外側ガイド部材から反切羽側に移動して引き抜き可能に構成されている。このように構成すれば、掘削ツールが突出位置に配置された状態で、第2シール部材によって開口部をシールしたまま、内側ガイド部材を引き抜いて第1シール部材を交換できる。これにより、内側ガイド部材を反切羽側に移動させる際に、開口部のシールを確保するための作業を行うことなく、掘削ツールを突出位置に配置したままで簡単に第1シール部材を交換できる。

[0014] 上記第1の局面による掘削ツール交換装置において、好ましくは、内側ガイド部材を外側ガイド部材に対して固定する固定部材をさらに備え、内側ガイド部材は、固定部材による外側ガイド部材に対する固定状態が緩和されることにより、固定部材を介して外側ガイド部材に連結されたまま、所定距離だけ移動可能となるように構成されている。なお、「固定部材」は、ボルト

(ねじ)、ピンまたはキーなどを含む概念である。上記のように構成すれば、ゲート板の移動時に、内側ガイド部材の固定状態を緩和して、内側ガイド部材を所定距離だけ反切羽側に移動させることができる。内側ガイド部材の反切羽側への移動により、第1シール部材をゲート板から離間させるか、または第1シール部材がシール時よりも弱い押圧力でゲート板に接触する状態で、ゲート板を移動させることができる。この結果、ゲート板の移動時における摺動に起因する第1シール部材の損耗を抑制することができる。なお、ゲート板が閉位置に移動した後、内側ガイド部材を切羽側に移動させて第1シール部材をゲート板に密着させて、内側ガイド部材を固定状態にすることで、第1シール部材によるシール性を確保することができる。

[0015] 上記第1の局面による掘削ツール交換装置において、好ましくは、ゲート板は、開口部を閉じる方向に向かうに従って切羽側に傾斜した傾斜面を有し、ゲート板が開口部を閉じる閉位置において、傾斜面が第1シール部材と密着するように構成されている。すなわち、傾斜面が、開口部を閉じる方向に向かうほど、第1シール部材から離れるように傾斜している。このように構成すれば、傾斜面と、傾斜面に応じて傾斜したシール面（第1シール部材が配置される面）との接触によりシールが確保される構造となる。そのため、ゲート板を閉じる際、ゲート板の移動距離の大半では傾斜面と第1シール部材とが非接触となり、ゲート板が閉位置に配置される直前にゲート板と第1シール部材とが接触し始める。逆に、ゲート板を開く際、ゲート板が閉位置から離れるとすぐに、傾斜面と第1シール部材とが非接触となる。この結果、ゲート板の移動時における摺動に起因する第1シール部材の損耗を抑制することができる。また、内側ガイド部材を反切羽側に移動させる必要がないので、作業者による特段の作業を必要とすることなく第1シール部材の損耗を抑制することができる。

[0016] 上記第1の局面による掘削ツール交換装置において、好ましくは、ゲート板のスライド移動を案内するゲートガイド部をさらに備え、ゲートガイド部は、ゲート板が開口部を閉じる閉位置の手前で、ゲート板を第1シール部材

に押し付ける方向へ案内するように構成されている。このように構成すれば、第1シール部材をゲート板から離間させるか、または第1シール部材がシール時よりも弱い押圧力でゲート板に接触する状態で、ゲート板を閉位置付近まで移動させることができる。そして、ゲート板が閉位置の手前まで移動した段階で、ゲートガイド部がゲート板を第1シール部材側に案内することによって、ゲート板と第1シール部材とが密着し始める。逆に、ゲート板を開く際、ゲート板が閉位置から離れるとすぐに、ゲート板と第1シール部材とが非接触となるか、または第1シール部材に対するゲート板の押圧力を弱めることができる。この結果、ゲート板の開閉時における摺動に起因する第1シール部材の損耗を抑制することができる。

[0017] この発明の第2の局面におけるトンネル掘進機は、前面に掘削ツールが配置されたカッタヘッドと、カッタヘッドを回転させるカッタ駆動部と、掘削ツールを交換可能に支持する掘削ツール交換装置と、を備え、掘削ツール交換装置は、着脱可能な掘削ツールと、カッタヘッドの切羽側に開口して掘削ツールが通過する開口部を有する前面板と、開口部を介して掘削ツールを進退移動可能に支持するガイド部と、前面板とガイド部との間で前面板に沿ってスライド移動可能に構成され、開口部を開閉するゲート板と、を含み、ガイド部は、掘削ツールの進退移動をガイドする内側ガイド部材と、内側ガイド部材を切羽側および反切羽側に移動可能に支持する外側ガイド部材と、を含み、内側ガイド部材の切羽側端部に、ゲート板に反切羽側から密着する第1シール部材が設けられている。

[0018] この発明の第2の局面によるトンネル掘進機では、上記第1の局面と同様に、内側ガイド部材を外側ガイド部材に沿って反切羽側に移動させることにより、内側ガイド部材の切羽側端部に設けられた第1シール部材を、外側ガイド部材から反切羽側に露出させて、第1シール部材の交換作業を行うことができる。これにより、掘削ツール交換時に土砂や泥水の流入を抑制するためのシール部材を容易に交換することができる。

[0019] さらに、上記構成によれば、内側ガイド部材を反切羽側に移動させた状態

で、ゲート板を移動させて開口部を閉じることができるので、ゲート板の移動時における摺動に起因する第1シール部材の損耗を抑制することができる。このように、本発明によれば、第1シール部材を容易に交換可能とするだけでなく、第1シール部材の損耗を抑制してシール交換回数を低減することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、上記のように、掘削ツール交換時に土砂や泥水の流入を抑制するためのシール部材を容易に交換することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]トンネル掘進機の模式的な縦断面図である。

[図2]第1実施形態による掘削ツール交換装置を示した模式的な断面図である。

[図3]掘削ツール交換装置を前面側から見た模式図である。

[図4]掘削ツール交換装置を後方から見た模式図である。

[図5]掘削ツール交換装置の構造を説明するための模式的な斜視断面図である。

[図6]掘削ツール交換装置にツール保持ジャッキを取り付けた状態の模式的な断面図である。

[図7]掘進中の掘削ツール交換装置を模式的な断面図である。

[図8]掘削ツール交換装置へのツール保持ジャッキの取り付けを示した断面図である。

[図9]第1シール部材の交換作業の第1の段階を示した模式的な側面図である。

[図10]第1シール部材の交換作業の第2の段階を示した模式的な側面図である。

[図11]第1シール部材の交換作業の第3の段階を示した模式的な側面図である。

[図12]掘削ツールの交換方法の概略を示したフロー図である。

[図13]掘削ツールの交換方法におけるゲート板の移動の詳細を示したフロー図である。

[図14]掘削ツールの交換作業の第1の段階を示した模式的な断面図である。

[図15]掘削ツールの交換作業の第2の段階を示した模式的な斜視断面図である。

[図16]仮固定ピースと溝部との間のクリアランスを示した模式的な拡大断面図である。

[図17]掘削ツールの交換作業の第3の段階を示した模式的な拡大断面図である。

[図18]掘削ツールの交換作業の第4の段階を示した模式的な断面図である。

[図19]掘削ツールの交換作業の第5の段階を示した模式的な拡大断面図である。

[図20]掘削ツールの交換作業の第6の段階を示した模式的な側面図である。

[図21]掘削ツールの交換作業の第7の段階を示した模式的な側面図である。

[図22]掘削ツールの交換作業の第8の段階を示した模式的な側面図である。

[図23]掘削ツールの交換作業の第9の段階を示した模式的な断面図である。

[図24]掘削ツールの交換作業の第10の段階を示した模式的な側面図である。

[図25]掘削ツールの交換作業の第11の段階を示した模式的な側面図である。

[図26]第2実施形態による掘削ツール交換装置を示した模式的な断面図である。

[図27]ゲート板の傾斜面を説明するための模式的な拡大断面図である。

[図28]ゲート板が閉位置に配置された状態を示した模式的な拡大断面図である。

[図29]第3実施形態による掘削ツール交換装置を示した模式的な断面図である。

[図30]ゲートガイド部を説明するための掘削ツール交換装置の模式的な横断

面図である。

[図31]ゲートガイド部および凸部を示した図（A）、開位置のゲート板を示した図（B）、閉位置のゲート板を示した図（C）である。

[図32]掘削ツール交換装置の変形例を示した模式的な正面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0023] [第1実施形態]

図1～図6を参照して、本発明の第1実施形態によるトンネル掘進機1および掘削ツール交換装置100について説明する。以下では、トンネル掘進機1が、シールド掘進機である例を説明する。

[0024] （トンネル掘進機の全体構成）

図1に示すように、トンネル掘進機1は、筒状の胴体2と、カッタヘッド3と、カッタ駆動部4と、掘削ツール交換装置100と、を備えている。

[0025] 図1では、カッタヘッド3の支持方式として中間支持方式を採用した中～大口径タイプのシールド掘進機を例示している。中間支持方式では、カッタヘッド3は、回転駆動される円環状の支持部材5に対して、カッタコラム6を介して取り付けられている。カッタコラム6は、支持部材5とカッタヘッド3とを接続する脚部である。支持部材5は、後述する前胴部2aの隔壁（バルクヘッド）7に設けられた旋回台軸受8により回転可能に支持されている。

[0026] トンネル掘進機1は、図1中の左方向（X1方向）に掘進する。図1中、カッタヘッド3に対して左側が掘進中のトンネルの切羽側であり、右側がトンネルの反切羽側（坑口側）である。各図において、掘進方向の前後方向をX方向とし、掘進方向の前方（切羽側）をX1方向とし、掘進方向の後方（反切羽側）をX2方向として図示している。以下では、単に前方、前面というとき、掘進方向の前方（X1方向、切羽側）を意味し、後方、後側というとき、掘進方向の後方（X2方向、反切羽側）を意味する。

[0027] トンネル掘進機1の胴体2は、前胴部2aと後胴部2bとを含む。胴体2

は、掘進方向の前側の前胴部 2 a と、後側の後胴部 2 b とに分割されている。前胴部 2 a および後胴部 2 b は、たとえば円筒状に形成されている。前胴部 2 a は、掘進方向の前側が隔壁 7 によって塞がれており、隔壁 7 に設けられた旋回台軸受 8 を介して、カッタヘッド 3 を前胴部 2 a の前端面の位置に保持している。後胴部 2 b は、前胴部 2 a の掘進方向後端部に連結されている。

[0028] カッタヘッド 3 は、中心軸線 A 回りに回転するように構成されている。カッタヘッド 3 は、掘進方向から見て前胴部 2 a の端面形状に対応した形状に形成されている。すなわち、カッタヘッド 3 は、掘進方向から見て円形状に形成されている。

[0029] カッタヘッド 3 は、中心軸線 A から半径方向に延びるスポーク部 9 を含む。スポーク部 9 は、半径方向に直線状に設けられた中空筒状の梁部材である。スポーク部 9 の中心側端部は、中心軸線 A に沿って延びる中空のセンターシャフト 10 に連結している。スポーク部 9 の前面部材 9 a は、カッタヘッド 3 の前面 3 a の一部を構成する。スポーク部 9 の後面部材 9 b に、カッタコラム 6 が接続されている。

[0030] カッタヘッド 3 の前面 3 a には、掘削ツール 20 が配置されている。掘削ツール 20 は、カッタヘッド 3 の前面 3 a から前方（切羽側）に突出するように設けられている。掘削ツール 20 は、カッタヘッド 3 の回転に伴い地山を掘削するための工具である。掘削ツール 20 は、たとえばカッタビットまたはディスクカッタなどにより構成されている。掘削ツール 20 は、掘削ツール交換装置 100 に着脱可能に設けられている。

[0031] 掘削ツール交換装置 100 は、カッタヘッド 3 の前面 3 a に掘削ツール 20 を保持するように、カッタヘッド 3 に設置されている。掘削ツール交換装置 100 は、掘削ツール 20 を交換可能に支持する。掘削ツール交換装置 100 は、中空のスポーク部 9 の内部に設置されている。掘削ツール交換装置 100 は、スポーク部 9 の内側から、スポーク部 9 の前面部材 9 a に対して固定されている。

- [0032] 掘削ツール交換装置 100 は、掘進時に、カッタヘッド 3 の前面 3 a よりも切羽側に突出した突出位置 P に掘削ツール 20 を保持することができる。掘削ツール交換装置 100 は、カッタヘッド 3 の前面 3 a よりも反切羽側のスポーク部 9 の内部まで掘削ツール 20 を後退させて、掘削ツール 20 を取り外すことが可能に構成されている。掘削ツール交換装置 100 により、スポーク部 9 の内部で掘削ツール 20 の交換作業が行える。掘削ツール交換装置 100 の詳細については後述する。
- [0033] カッタコラム 6 は、中空筒状の梁部材（ビーム）である。カッタコラム 6 は、カッタヘッド 3 を支持し、かつ、カッタヘッド 3 と共に回転する。カッタコラム 6 は、一方端部がカッタヘッド 3 に取り付けられ、他方端部が円環状の支持部材 5 に取り付けられている。支持部材 5 が、旋回台軸受 8 によって回転可能に支持されている。これにより、カッタヘッド 3 が、旋回台軸受 8 によって中心軸線 A 回りに回転可能に支持されている。
- [0034] カッタ駆動部 4 は、カッタヘッド 3 を回転させる。カッタ駆動部 4 は、たとえば油圧モータを含む。カッタヘッド 3 は、カッタ駆動部 4 によって旋回台軸受を介し、支持部材 5 に駆動トルクが付与されることにより、中心軸線 A 回りに回転駆動される。
- [0035] 掘削ツール 20 によって削られた掘削土は、カッタヘッド 3 の内部のチャンバ部 11 に進入する。チャンバ部 11 は、カッタヘッド 3、前胴部 2 a の周壁および隔壁 7 によって囲まれた空間である。チャンバ部 11 内の掘削土は、排土装置 12 によって隔壁 7 を通って胴体 2 の内部に搬送された後、トンネルの外部まで排出される。
- [0036] チャンバ部 11 内の掘削土は、排土装置 12 による排出量が制御されることにより、チャンバ部 11 内で泥土圧を発生させる。チャンバ部 11 内の泥土圧は、排土装置 12 によって、地山側からカッタヘッド 3 に作用する力の土圧成分（地山を構成する土による圧力）と概ね平衡状態となるように維持される。
- [0037] トンネル掘進機 1 は、推進ジャッキ 13 を備える。推進ジャッキ 13 は、

セグメント（図示せず）を押圧して胴体 2（前胴部 2 a および後胴部 2 b）を推進させるシールドジャッキ 1 3 a と、後胴部 2 b から前胴部 2 a へ荷重を伝達する中折れジャッキ 1 3 b とを含む。トンネル掘進機 1 は、これらの推進ジャッキ 1 3 の推進力によって掘進方向前方に推進する。

[0038] トンネル掘進機 1 は、図示しないエレクタを備える。エレクタは、セグメント（図示せず）を環状（リング状）に組み立てる装置である。環状に組み立てられたセグメントは、トンネル掘進機 1 が構築するトンネルの壁面を構成する。トンネル掘進機 1 は、所定距離の掘進と、掘進を停止した状態でのセグメントの組み立てとを繰り返すことにより、トンネル壁面を構築しながら掘進する。

[0039] なお、センターシャフト 1 0 は、隔壁 7 を貫通して胴体 2 内に接続している。隔壁 7 よりも後側の胴体 2 内、センターシャフト 1 0 内およびスポーク部 9 内は、大気圧となっている。掘削ツール 2 0 の交換時に、作業者は、センターシャフト 1 0 の内部およびスポーク部 9 の内部を通して、掘削ツール交換装置 1 0 0 に対して作業を行うことができる。

[0040] （掘削ツール交換装置）

次に、図 2 ～図 6 を参照して、掘削ツール交換装置 1 0 0 の構造について説明する。掘削ツール交換装置 1 0 0 は、主として、前面板 3 1 と、ガイド部 3 2 と、ゲート板 3 3 と、を備える。掘削ツール交換装置 1 0 0 は、掘削ツール 2 0 が着脱可能に取り付けられたツールホルダ 2 1 を備える。掘削ツール交換装置 1 0 0 は、前面板 3 1 とともにゲート板 3 3 を収容するハウジング 3 4 を備える。ガイド部 3 2 は、内側ガイド部材 3 5 と外側ガイド部材 3 6 とを備える。

[0041] 前面板 3 1 は、カッタヘッド 3 の前面 3 a に露出するように設けられた平板状の部材である。前面板 3 1 は、スポーク部 9 の前面部材 9 a に形成された開口に嵌合するように設けられている。前面板 3 1 は、カッタヘッド 3 の前面 3 a の一部を構成する。前面板 3 1 は、カッタヘッド 3 の切羽側に開口して掘削ツール 2 0 が通過する開口部 3 1 a を有する。開口部 3 1 a は、前

面板 31 を厚み方向に貫通している。開口部 31 a は、掘削ツール 20 を突出位置 P に配置する際、および、掘削ツール 20 の交換時に掘削ツール 20 を引き込む際に、掘削ツール 20 が内部を通過する。開口部 31 a は、掘削ツール 20 が通過可能なように、掘削ツール 20 の外形形状に応じた開口形状を有する。

[0042] 掘削ツール 20 は、円筒状のツールホルダ 21 の先端部に取り付けられている。ツールホルダ 21 は、切羽側（前方）に掘削ツール 20 を向けて、ガイド部 32（内側ガイド部材 35）内に配置されている。ガイド部 32 は、掘削ツール 20 が設けられたツールホルダ 21 を、前後方向に進退移動可能に支持している。これにより、ガイド部 32 は、開口部 31 a を介して掘削ツール 20 を進退移動可能に支持している。なお、ツールホルダ 21 の後端部には、円筒状の延長ホルダ 22 が延長ボルト 23 により連結されている。延長ホルダ 22 は、それぞれ半円筒状の 2 部材で構成され、半分ずつ分離可能である。

[0043] ハウジング 34 は、前面板 31 の後面（反切羽側面）を覆うように設けられている。ハウジング 34 は、前面板 31 の後面を覆うゲート収容部 34 a を有する。ゲート収容部 34 a は、前面板 31 に沿って延びている。ゲート収容部 34 a の前面板 31 との対向面には、前面板 31 との間にゲート板 33 を配置するための空間を形成する凹部 34 b が設けられている。ゲート収容部 34 a の凹部 34 b は、ゲート板 33 が開位置 Q1（図 3 参照）と閉位置 Q2（図 3 参照）とに移動可能な形状に形成されている。

[0044] 図 3 に示すように、矩形状のゲート板 33 が、開口部 31 a を覆わない開位置 Q1 と、開口部 31 a を覆う閉位置 Q2 との間を、OC 方向に直線移動する。凹部 34 b は、掘進方向から見て、ゲート板 33 の移動距離に応じた長方形に形成されている。凹部 34 b のうち、OC 方向に沿って延びる一対の内側面には、それぞれ、ゲートガイド部 34 c が設けられている。ゲートガイド部 34 c は、ゲート板 33 のスライド移動を案内するように構成されている、ゲートガイド部 34 c は、たとえば、OC 方向に延びる溝部から

なる。ゲート板 3 3 の側端面がゲートガイド部 3 4 c 内に配置されており、ゲート板 3 3 の両端部がゲートガイド部 3 4 c 内で O C 方向にガイドされる。

[0045] 図 2 に示すように、ハウジング 3 4 には、ガイド部 3 2 を構成する外側ガイド部材 3 6 が設けられている。外側ガイド部材 3 6 は、円筒形状のガイド筒であり、切羽側端面がゲート収容部 3 4 a の後面に接続している。ゲート収容部 3 4 a には、掘進方向から見て前面板 3 1 の開口部 3 1 a と同軸上に、開口部 3 1 a よりも一回り大きい貫通孔が形成されている。外側ガイド部材 3 6 は、貫通孔の周縁部を後方（反切羽側）に円筒状に延ばした形状を有する。このように、ハウジング 3 4 は、溶接などにより互いに一体化されたゲート収容部 3 4 a と外側ガイド部材 3 6 とを有している。また、ハウジング 3 4 には、ゲート収容部 3 4 a と外側ガイド部材 3 6 とを相互に固定する補強リブ 3 4 d が設けられている。

[0046] 外側ガイド部材 3 6 は、内側ガイド部材 3 5 を切羽側および反切羽側（前後方向）に移動可能に支持している。すなわち、外側ガイド部材 3 6 の内周部に、内側ガイド部材 3 5 が配置されている。内側ガイド部材 3 5 は、円筒形状のガイド筒である。内側ガイド部材 3 5 は、外側ガイド部材 3 6 の内径に略一致する外径を有する筒状部を有する。内側ガイド部材 3 5 の筒状部が、外側ガイド部材 3 6 の内側に、前後方向へ摺動可能に挿入されている。内側ガイド部材 3 5 は、掘削ツール 2 0 が突出位置 P に配置されたままで、外側ガイド部材 3 6 から反切羽側に移動して引き抜き可能に構成されている。

[0047] 内側ガイド部材 3 5 は、掘削ツール 2 0 の進退移動をガイドするように構成されている。内側ガイド部材 3 5 は、掘削ツール 2 0 が先端に取り付けられたツールホルダ 2 1 を、前後方向に摺動可能に支持している。内側ガイド部材 3 5 の内径は、開口部 3 1 a の内径に略一致する。また、掘削ツール 2 0 の外径が、内側ガイド部材 3 5 および開口部 3 1 a の内径に略一致する。このため、内側ガイド部材 3 5 内でツールホルダ 2 1 を切羽側に摺動させることにより、掘削ツール 2 0 を突出位置 P へ配置することができる。突出位

置Pは、掘削ツール20が開口部31aを介してカッタヘッド3の切羽側（前面板31よりも切羽側）に突出する位置である。また、内側ガイド部材35内でツールホルダ21を反切羽側に摺動させることにより、掘削ツール20を後退させることができる。これにより、掘削ツール20をツールホルダ21とともに内側ガイド部材35から引き抜いて、掘削ツール20を交換することができる。

[0048] 図2に示すように、内側ガイド部材35の後端部（反切羽側端部）には、径方向外側に向けて延びるフランジ部35aが設けられている。フランジ部35aは、外側ガイド部材36の後端部に重なっている。内側ガイド部材35は、フランジ部35aを前後方向に貫通して外側ガイド部材36に取り付けられる固定部材38によって、外側ガイド部材36に対して固定されている。固定部材38は、内側ガイド部材35を外側ガイド部材36に対して固定するボルト（ねじ）である。なお、図4に示すように、固定部材38は、フランジ部35aの周方向に沿って複数設けられている。固定部材38は、実際には図2に示す断面上には現れないが、説明のため、図2にも便宜的に図示している。

[0049] 固定部材38は、フランジ部35aの貫通孔を通して外側ガイド部材36の後端部に形成されたねじ孔に締結されている。内側ガイド部材35は、固定部材38によって外側ガイド部材36に固定されている。固定部材38は、フランジ部35aを、反切羽側から貫通して、外側ガイド部材36に対して切羽側に締め付けている。内側ガイド部材35は、固定部材38による外側ガイド部材36に対する固定状態が緩和されることにより、固定部材38を介して外側ガイド部材36に連結されたまま、所定距離だけ移動可能となるように構成されている。すなわち、ボルトである固定部材38を弛めて固定状態を緩和すると、固定部材38が反切羽側へ動いた分だけ内側ガイド部材35が反切羽側に移動することができる。固定部材38を取り外すと、内側ガイド部材35の固定状態が解除される。固定状態が解除されると、内側ガイド部材35は、外側ガイド部材36に対して反切羽側に移動されて、外

側ガイド部材 36 から引き抜くことが可能である。

[0050] 図 2 に示すように、内側ガイド部材 35 の後端面（反切羽側の端面）には、ボルト 37a（図 5 参照）によって固定フランジ 37 が取り付けられている。固定フランジ 37 は、内側ガイド部材 35 の後端面と、延長ホルダ 22 の後端面とに跨がるように形成されている。固定フランジ 37 は、ボルト 37b によって、延長ホルダ 22 の後端面に連結されている。固定フランジ 37 によって、内側ガイド部材 35 の内部でツールホルダ 21 が前後方向に移動しないように固定される。

[0051] 第 1 実施形態では、図 2 に示すように、内側ガイド部材 35 の切羽側端部に、ゲート板 33 に反切羽側から密着する第 1 シール部材 39 が設けられている。第 1 シール部材 39 は、円筒形状の内側ガイド部材 35 の切羽側の端面に沿って環状に設けられている。第 1 シール部材 39 は、たとえば O リングなどからなる。第 1 シール部材 39 は、閉位置 Q2 のゲート板 33 と前後方向に当接することにより、ゲート板 33 と内側ガイド部材 35 との間をシールするように構成されている。これにより、ゲート板 33 が閉位置 Q2 に配置された状態で、開口部 31a を介した泥水などがゲート板 33 よりも内側（スポーク部 9 内）へ侵入することが抑止される。

[0052] なお、掘削ツール交換装置 100 は、掘削ツール 20 が開口部 31a を介してカッタヘッド 3 の切羽側の突出位置 P に配置された状態で、開口部 31a を封止する第 2 シール部材 40 を備えている。第 2 シール部材 40 は、ツールホルダ 21 の外周面に沿って周状（環状）に設けられている。具体的には、ツールホルダ 21 が、掘削ツール 20 が突出位置 P に配置された状態で、開口部 31a 内に嵌りこむ嵌合部 21a を有している。第 2 シール部材 40 は、嵌合部 21a の外周面に配置されている。このため、掘削ツール 20 が突出位置 P に配置された状態では、ツールホルダ 21（嵌合部 21a）の外周面と開口部 31a の内周面との間が、第 2 シール部材 40 によってシールされる。

[0053] 第 2 シール部材 40 が、開口部 31a の内周面ではなく、ツールホルダ 2

1の外周面に設けられているため、掘削ツール20の交換時にツールホルダ21がガイド部32から引き抜かれた際に、第2シール部材40を交換することができる。

[0054] ゲート板33は、上記のように、前面板31とハウジング34のゲート収容部34aとの間（凹部34bの内側）に配置されている。また、ゲート板33は、前後方向において、前面板31と内側ガイド部材35との間の位置に配置されている。ゲート板33は、前面板31に沿って延びる平板形状を有する。第1実施形態のゲート板33は、掘進方向における厚みが略一定の平板形状を有する。ゲート板33は、掘進方向から見て(図3参照)、矩形形状を有している。ゲート板33の形状は、開口部31aを塞ぐことが可能であればどのような形状でもよい。ゲート板33は、ゲート収容部34a内で、OC方向に直線移動するように構成されている。ゲート板33には、OC方向に延びる穴部33aが設けられている。穴部33a内には、ねじ軸41が配置されている。ねじ軸41は、穴部33aの入口においてゲート板33に固定されたナット部33bと噛み合っている。ねじ軸41を回転させると、ねじ軸41に噛み合ったナット部33bがOC方向に送り出されてゲート板33が移動する。これにより、ゲート板33(図3参照)は、OC方向の一端部である開位置Q1と、OC方向の他端部である閉位置Q2との間で、直線移動する。

[0055] ねじ軸41は、ハウジング34に回転可能に取り付けられている。すなわち、ねじ軸41は、ゲート収容部34aの端部から外部に突出して、カバー42によって保持されている。ゲート板33の開閉の際には、作業者が、カバー42から突出したねじ軸41の端部を回転させることにより、ゲート板33が移動する。

[0056] ゲート板33は、反切羽側表面が、固定状態にある内側ガイド部材35の第1シール部材39と密着するように配置されている。ゲート板33は、切羽側表面が、前面板31の表面（反切羽側表面）と当接している。したがって、閉位置Q2において、ゲート板33は、反切羽側表面において第1シー

ル部材 39 との当接により隙間をシールする。閉位置 Q2 において、ゲート板 33 は、切羽側表面において前面板 31 との当接（メタルタッチ）により隙間をシールする。

[0057] 図 3 および図 4 に示すように、ハウジング 34 のゲート収容部 34a には、ゲート検知部 43 が設けられている。ゲート検知部 43 は、ゲート収容部 34a の OC 方向における両端部にそれぞれ設けられている。ゲート検知部 43 は、ゲート収容部 34a を貫通して凹部 34b 内に突出するように付勢されたロッド 43a を有する。ゲート板 33 が移動すると、ロッド 43a がゲート板 33 に押されてゲート収容部 34a から外部（ハウジング 34 の外部）に突出する。すなわち、OC 方向における開位置 Q1 側のゲート検知部 43 のロッド 43a が突出することによって、ゲート板 33 が開位置 Q1 に到達したことが確認できる。閉位置 Q2 側のゲート検知部 43 のロッド 43a が突出することによって、ゲート板 33 が閉位置 Q2 に到達したことが確認できる。

[0058] なお、掘削ツール 20 の交換時におけるツールホルダ 21 の引き抜きは、図 6 に示すように、ツール保持ジャッキ 51 を用いて行われる。スポーク部 9 の後面部材 9b には、開口部 31a と X 方向に向かい合う位置に、ジャッキ取付部 50 が設けられている。ツール保持ジャッキ 51 は、ジャッキ取付部 50 に後端部を取り付けて、前方に向けて配置され、先端部がツールホルダ 21 の内周面に挿入される。ツールホルダ 21 の後端面、および、延長ホルダ 22 の後端面は、いずれも、ツール保持ジャッキ 51 の接続部材 52 に対してねじ固定可能に構成されている。ツール保持ジャッキ 51 は、軸部 53 に対してねじ部 54 を進退させることができる。ねじ部 54 は、外周面にねじ（雄ねじ）が形成されている。接続部材 52 は、ねじ部 54 に噛み合ったナット部材である。ツール保持ジャッキ 51 を延ばした状態で、接続部材 52 をツールホルダ 21 または延長ホルダ 22 に接続し、ツール保持ジャッキ 51 を縮めることにより、接続部材 52 とともにツールホルダ 21 を反切羽側へ移動させることができる。

[0059] (第1シール部材の交換方法)

次に、第1シール部材39の交換方法について説明する。第1実施形態では、第1シール部材39の交換は、掘削ツール20が突出位置Pに配置されたままで、内側ガイド部材35を外側ガイド部材36から引き抜くことにより行われる。

[0060] 図7に示すように、掘削ツール20が突出位置Pに配置された掘進中の状態から、第1シール部材39の交換方法を説明する。図8に示すように、作業者がツール保持ジャッキ51をジャッキ取付部50に設置する。作業者は、ねじ部54を延長ホルダ22内に挿入して、接続部材52を延長ホルダ22の後端部に接続する。これにより、掘削ツール20、ツールホルダ21および延長ホルダ22のユニットと、ツール保持ジャッキ51とが連結される。

[0061] 図9に示すように、作業者が固定フランジ37のボルト37aおよびボルト37bを取り外し、その後固定フランジ37を取り外す。さらに、作業者が、固定部材38（図2、図4参照）を取り外し、内側ガイド部材35の外側ガイド部材36に対する固定状態を解除する。そして、作業者が、内側ガイド部材35を引き抜く。内側ガイド部材35は、外側ガイド部材36とツールホルダ21および延長ホルダ22との間から、後方（反切羽側）に引き出される。内側ガイド部材35は、外側ガイド部材36から分離するまで引き抜かれる。これにより、内側ガイド部材35の先端部の第1シール部材39が露出する。

[0062] このとき、掘削ツール20、ツールホルダ21および延長ホルダ22のユニットは、ツール保持ジャッキ51によって、掘削ツール20が突出位置Pに配置された状態のまま支持される。ツールホルダ21の嵌合部21aに設けられた第2シール部材40（図2参照）によって、前面板31の外側（切羽側）と内側（反切羽側）とがシールされる。そのため、前面3a側からの土砂または泥水の侵入が第2シール部材40によって抑止される。

[0063] なお、図9に示す内側ガイド部材35を引き抜いた状態では、内側ガイド

部材３５の内側にツール保持ジャッキ５１が配置されているので、そのまま内側ガイド部材３５を取り外すことはできない。ただし、作業者は、環状の第１シール部材３９の一部を切断して内側ガイド部材３５から除去することができる。そして、新しい第１シール部材３９の一部をカットして内側ガイド部材３５の先端面に配置した状態で、カットした部分を接合することができる。接合は、接着、加硫または溶着などにより行える。これにより、内側ガイド部材３５を完全に取り外さなくても第１シール部材３９を交換できる。

[0064] 内側ガイド部材３５を完全に取り外す場合は、図１０に示すように、作業者は、仮止めピース６０を外側ガイド部材３６に取り付ける。仮止めピース６０は、図１０の上側と下側とに分かれた一对（２部材）の固定用治具である。仮止めピース６０が円環状ではなく２部材に分かれているので、ツール保持ジャッキ５１が延長ホルダ２２に接続されたままでも取り付けることができる。仮止めピース６０は、複数のボルト６１によって、外側ガイド部材３６の端面と、延長ホルダ２２とに固定される。これにより、掘削ツール２０、ツールホルダ２１および延長ホルダ２２のユニットが、仮止めピース６０を介して、外側ガイド部材３６に固定される。

[0065] 次に、作業者は、延長ホルダ２２から接続部材５２（図１０参照）を取り外してツール保持ジャッキ５１（図１０参照）を延長ホルダ２２から取り外す。これにより、図１１に示すように、内側ガイド部材３５の内部を通っていたツール保持ジャッキ５１が除去される。作業者は、内側ガイド部材３５を掘削ツール交換装置１００から完全に取り外すことができる。作業者は、取り外された内側ガイド部材３５から第１シール部材３９を取り外し、新しい第１シール部材３９を設置する。内側ガイド部材３５を完全に取り外す場合、第１シール部材３９の一部をカットする必要はなく、環状の第１シール部材３９をそのまま着脱できる。

[0066] 第１シール部材３９を交換した後、作業者は、上記と逆の手順によって、内側ガイド部材３５を外側ガイド部材３６とツールホルダ２１（および延長

ホルダ 22) との間に挿入して、取り付ける。詳細な説明は省略する。以上のようにして、第 1 シール部材 39 の交換が行われる。

[0067] (掘削ツールの交換方法)

次に、第 1 実施形態による、掘削ツール 20 の交換方法について説明する。

[0068] 最初に、掘削ツール 20 の交換方法の概略を説明する。図 12 に示すように、掘削ツール 20 の交換方法は、作業者により、概略で以下の手順で実施される。

ステップ S1 : 掘削ツール 20 をゲート板 33 よりも反切羽側の位置まで後退させる。

ステップ S2 : ゲート板 33 を開位置 Q1 から閉位置 Q2 に移動させる。

ステップ S3 : 掘削ツール 20 をガイド部 32 から引き抜く。

ステップ S4 : 引き抜いた掘削ツール 20 を、新しい掘削ツール 20 と交換する。

ステップ S5 : ステップ S1 ~ S3 を逆の手順で実行し、新しい掘削ツール 20 を突出位置 P に配置する。

[0069] ここで、第 1 実施形態による掘削ツール 20 の交換方法は、上記のゲート板 33 を開位置 Q1 から閉位置 Q2 に移動させるステップ S2 において、図 13 に示すように、下記のステップ S21 ~ S23 を備える。

ステップ S21 : 内側ガイド部材 35 を反切羽側に移動させる。

ステップ S22 : 内側ガイド部材 35 を反切羽側に移動させた状態で、開口部 31a を閉じる閉位置 Q2 にゲート板 33 を配置する。

ステップ S23 : ゲート板 33 が閉位置 Q2 に配置された状態で、内側ガイド部材 35 を切羽側に移動させて第 1 シール部材 39 をゲート板 33 に密着させる。

[0070] 以下、掘削ツール 20 の交換方法の具体的な作業手順について説明する。

図 7 に示したように、掘削ツール 20 が突出位置 P に配置された掘進中の状態から、掘削ツール 20 の交換方法を説明する。図 8 に示したように、作業

者がツール保持ジャッキ 5 1 をジャッキ取付部 5 0 に設置する。作業者は、接続部材 5 2 を延長ホルダ 2 2 の後端部に接続する。これにより、掘削ツール 2 0、ツールホルダ 2 1 および延長ホルダ 2 2 のユニットと、ツール保持ジャッキ 5 1 とが連結される。

[0071] 次に、図 1 4 に示すように、作業者が固定フランジ 3 7 のボルト 3 7 a を取り外し、固定フランジ 3 7 を内側ガイド部材 3 5 から取り外す。そして、作業者が、ツール保持ジャッキ 5 1 を所定ストロークだけ縮める。具体的には、掘削ツール 2 0 の先端がゲート板 3 3 よりも後方（反切羽側）に配置されるまで、ツール保持ジャッキ 5 1 が縮められる。このとき、ツールホルダ 2 1 の外周面に周状に形成された溝部 2 1 b が、内側ガイド部材 3 5 の後端面の位置に達するまで、掘削ツール 2 0、ツールホルダ 2 1 および延長ホルダ 2 2 のユニットが引き出される。以上がステップ S 1 の作業である。

[0072] 次に、ステップ S 2 では、図 1 5 に示すように、作業者が、ボルト 6 5 により、仮固定ピース 6 4 を内側ガイド部材 3 5 に取り付ける。仮固定ピース 6 4 は、図 1 5 の上側と下側とに分かれた一対（2 部材）の固定用治具である。仮固定ピース 6 4 が円環状ではなく 2 部材に分かれているので、ツール保持ジャッキ 5 1 が延長ホルダ 2 2 に接続されたままでも取り付けることができる。仮固定ピース 6 4 は、ボルト 6 5 によって内側ガイド部材 3 5 の端面に固定される。仮固定ピース 6 4 は、ツールホルダ 2 1 の溝部 2 1 b 内に配置される。これにより、掘削ツール 2 0、ツールホルダ 2 1 および延長ホルダ 2 2 のユニットが、仮固定ピース 6 4 を介して、内側ガイド部材 3 5 に係合する。

[0073] ここで、図 1 6 に示すように、前後方向（X 方向）において、ツールホルダ 2 1 の溝部 2 1 b の内面間の長さが、溝部 2 1 b 内に配置された仮固定ピース 6 4 の長さよりも大きい。つまり、溝部 2 1 b 内で、仮固定ピース 6 4 と溝部 2 1 b の内面との間には、前後方向にクリアランス C L がある。このため、仮固定ピース 6 4 が取り付けられた内側ガイド部材 3 5 は、クリアランス C L の分だけ、後方に移動できる。

- [0074] ここで、上記のステップS 2 1が実施される。すなわち、図1 7に示すように、作業者が、内側ガイド部材3 5を外側ガイド部材3 6に対して固定するための固定部材3 8を弛める。ボルトである固定部材3 8を弛めた分だけ、矢印で示したように内側ガイド部材3 5が後方（反切羽側）に移動する。内側ガイド部材3 5の後方への移動に伴って、第1シール部材3 9も後方に移動する。第1実施形態では、内側ガイド部材3 5は、閉位置Q 2へ移動するゲート板3 3に対して第1シール部材3 9が非接触となる所定距離C Lだけ、反切羽側に移動される。すなわち、第1シール部材3 9は、ゲート板3 3の反切羽側端面の配置位置よりも所定距離C Lだけ後方に移動する。
- [0075] クリアランスC Lの大きさは、閉位置Q 2へ移動するゲート板3 3に対して第1シール部材3 9を非接触にすることが可能であればよい。クリアランスC Lは、数mm程度で良く、たとえば5 mmである。これにより、ゲート板3 3を閉位置Q 2に移動する際に、ゲート板3 3と第1シール部材3 9とが非接触となる。
- [0076] なお、ツールホルダ2 1は、ツール保持ジャッキ5 1によって支持されているので、移動しない。内側ガイド部材3 5および仮固定ピース6 4は、ツールホルダ2 1の位置を変えことなく溝部2 1 b内で後方に移動する。また、内側ガイド部材3 5は、固定部材3 8によって外側ガイド部材3 6に連結されたままで、上記の所定距離C Lだけ移動する。作業者は、固定部材3 8を弛めるだけである。固定部材3 8を取り外さなくてよいので、後述するステップS 2 3では、弛めた固定部材3 8を締め直すだけで、内側ガイド部材3 5を切羽側（前方）に戻すことが可能である。
- [0077] 次に、上記のステップS 2 2が実施される。すなわち、図1 8に示すように、作業者が、開位置Q 1にあるゲート板3 3を閉位置Q 2に向けてO C方向に移動させる。作業者は、ねじ軸4 1を回転させてゲート板3 3を閉位置Q 2に向けて送り出す。閉位置Q 2側のゲート検知部4 3のロッド4 3 a（図3参照）が突出することによって、ゲート板3 3が閉位置Q 2に到達したことが確認できる。このとき、内側ガイド部材3 5は、所定距離C Lだけ反

切羽側に移動されたままである。

[0078] 第1実施形態では、ステップS22でゲート板33が移動する際、ゲート板33が第1シール部材39とは非接触のまま閉位置Q2へ移動する。このとき、嵌合部21aの第2シール部材40が、内側ガイド部材35の内周面と接触する。第2シール部材40により、内側ガイド部材35とツールホルダ21との間がシールされる。なお、内側ガイド部材35と外側ガイド部材36との間は、内側ガイド部材35の外周面に設けられた第3シール部材35b（図17参照）によってシールされる。

[0079] 次に、上記のステップS23が実施される。すなわち、図19に示すように、作業者が、内側ガイド部材35を外側ガイド部材36に対して固定するための固定部材38を締める。矢印で示したように、ボルトである固定部材38を締めた分だけ、内側ガイド部材35が前方（切羽側）に移動する。内側ガイド部材35は、ステップS21（図17参照）で後方に移動した所定距離CL分だけ、前方に移動する。この結果、内側ガイド部材35の先端の第1シール部材39が、閉位置Q2に配置されたゲート板33の反切羽側表面と当接（密着）する。第1シール部材39により、内側ガイド部材35とゲート板33との間がシールされる。また、これにより、内側ガイド部材35が固定部材38によって外側ガイド部材36に対して固定された固定状態に戻る。

[0080] 次に、作業者はステップS3（図12参照）の作業に移る。図20に示すように、作業者が、接続部材52を延長ホルダ22から取り外す。また、図21に示すように、作業者が、ボルト37bを取り外し、固定フランジ37を延長ホルダ22から取り外す。そして、図22に示すように、作業者が、延長ボルト23を外して延長ホルダ22をツールホルダ21から取り外す。延長ホルダ22は、2部材で構成されているため、ツール保持ジャッキ51が挿入されたままでも分割して取り外し可能である。

[0081] 次に、図23に示すように、作業者は、ツール保持ジャッキ51を引き延ばして、ねじ部54をツールホルダ21内に挿入する。そして、作業者は、

接続部材 52 をツールホルダ 21 の後端面に取り付ける。次に、作業者は、図 24 に示すように、仮固定ピース 64 を取り外す。これにより、内側ガイド部材 35 とツールホルダ 21 との係合が解除される。次に、作業者は、図 25 に示すように、ツール保持ジャッキ 51 を縮めて、掘削ツール 20 およびツールホルダ 21 を、内側ガイド部材 35 から引き抜く。これにより、掘削ツール 20 が掘削ツール交換装置 100 から取り出される。

[0082] その後、作業者は、取り出した掘削ツール 20 を新しい掘削ツール 20 と交換して、掘削ツール交換装置 100 に取り付け（ステップ S4、図 12 参照）。作業者は、新しい掘削ツール 20 を突出位置 P に配置させる（ステップ S5、図 12 参照）。この作業は、上記と逆の手順により行われるので、詳細な説明は省略する。ゲート板 33 を閉位置 Q2 から開位置 Q1 に移動させる場合も、図 17 に示したように、固定部材 38 が弛められることにより第 1 シール部材 39 が所定距離 CL 分だけ移動されて、ゲート板 33 から非接触とされる。そのため、ゲート板 33 が、第 1 シール部材 39 とは非接触のまま閉位置 Q2 から開位置 Q1 に移動へ移動する。

[0083] 以上により、第 1 実施形態による掘削ツール 20 の交換方法が実施される。

[0084] （第 1 実施形態の効果）

第 1 実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

[0085] 第 1 実施形態における掘削ツール交換装置 100 は、上記のように、ガイド部 32 が、掘削ツール 20 の進退移動をガイドする内側ガイド部材 35 と、内側ガイド部材 35 を切羽側および反切羽側に移動可能に支持する外側ガイド部材 36 と、を含み、内側ガイド部材 35 の切羽側端部に、ゲート板 33 に反切羽側から密着する第 1 シール部材 39 が設けられている。これにより、内側ガイド部材 35 を外側ガイド部材 36 に沿って反切羽側に移動させることにより、内側ガイド部材 35 の切羽側端部に設けられた第 1 シール部材 39 を、外側ガイド部材 36 から反切羽側に露出させて、第 1 シール部材 39 の交換作業を行うことができる。つまり、内外の二重のガイド部 32 の

うち内側ガイド部材 35 を引き抜くことによって、掘削ツール交換装置 100 全体を分解することなく、第 1 シール部材 39 を交換することができる。この結果、第 1 実施形態による掘削ツール交換装置 100 では、掘削ツール 20 の交換時に土砂や泥水の流入を抑制するための第 1 シール部材 39 を容易に交換することができる。

[0086] また、第 1 実施形態では、第 1 シール部材 39 を有する内側ガイド部材 35 を反切羽側に移動させることができるので、図 13 に示した手順により、内側ガイド部材 35 を反切羽側に移動させた状態で、ゲート板 33 を移動させて開口部 31a を閉じることができる。内側ガイド部材 35 の反切羽側への移動により、第 1 シール部材 39 をゲート板 33 から離間させた非接触の状態で、ゲート板 33 を移動させることができる。この結果、ゲート板 33 の移動時における摺動に起因する第 1 シール部材 39 の損耗を抑制することができる。そして、ゲート板 33 の移動後、内側ガイド部材 35 を切羽側に移動させて第 1 シール部材 39 をゲート板 33 に密着させることにより、シール性を確保することができる。このように、第 1 実施形態によれば、第 1 シール部材 39 を容易に交換可能とするだけでなく、第 1 シール部材 39 の損耗を抑制してシール交換回数を低減することができる。

[0087] また、第 1 実施形態では、上記のように、掘削ツール 20 が開口部 31a を介してカッタヘッド 3 の切羽側の突出位置 P に配置された状態で、開口部 31a を封止する第 2 シール部材 40 をさらに備え、内側ガイド部材 35 は、掘削ツール 20 が突出位置 P に配置されたままで、外側ガイド部材 36 から反切羽側に移動して引き抜き可能に構成されている。これにより、掘削ツール 20 が突出位置 P に配置された状態で、第 2 シール部材 40 によって開口部 31a をシールしたまま、内側ガイド部材 35 を引き抜いて第 1 シール部材 39 を交換できる。これにより、内側ガイド部材 35 を反切羽側に移動させる際に、開口部 31a のシールを確保するための作業を行うことなく、掘削ツール 20 を突出位置 P に配置したままで簡単に第 1 シール部材 39 を交換できる。

[0088] また、第1実施形態では、上記のように、内側ガイド部材35を外側ガイド部材36に対して固定する固定部材38をさらに備え、内側ガイド部材35は、固定部材38による外側ガイド部材36に対する固定状態が緩和されることにより、固定部材38を介して外側ガイド部材36に連結されたまま、所定距離C_Lだけ移動可能となるように構成されている。これにより、ゲート板33の移動時に、内側ガイド部材35の固定状態を緩和して、内側ガイド部材35を所定距離C_Lだけ反切羽側に移動させることができる。第1実施形態では、内側ガイド部材35の反切羽側への移動により、第1シール部材39をゲート板33から離間させることができる。この結果、ゲート板33の移動時における摺動に起因する第1シール部材39の損耗を抑制することができる。また、ゲート板33が閉位置Q₂に移動した後、内側ガイド部材35を切羽側に移動させて第1シール部材39をゲート板33に密着させて、内側ガイド部材35を固定状態にすることで、第1シール部材39によるシール性を確保することができる。

[0089] また、第1実施形態によるトンネル掘進機1では、上記のように構成された掘削ツール交換装置100を備えることによって、掘削ツール20の交換時に土砂や泥水の流入を抑制するための第1シール部材39を容易に交換することができる。さらに、内側ガイド部材35を反切羽側に移動させた状態で、ゲート板33を移動させて開口部31aを閉じることができるので、ゲート板33の移動時における摺動に起因する第1シール部材39の損耗を抑制することができる。したがって、第1シール部材39を容易に交換可能とするだけでなく、第1シール部材39の損耗を抑制してシール交換回数を低減することができる。

[0090] [第2実施形態]

次に、図26～図28を参照して、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、ゲート板33が厚み一定の平板形状を有する例を示した上記第1実施形態とは異なり、ゲート板133の反切羽側表面が傾斜面134となっている例について説明する。なお、第2実施形態において、上記第1実

施形態と同様の構成については、同一の符号を用いるとともに説明を省略する。

[0091] 第2実施形態では、図26に示すように、ゲート板33（図2参照）に代えて、ゲート板133が設けられている。ゲート板133は、開口部31aを閉じる方向に向かうに従って（すなわち、閉位置Q2へ向かうに従って）切羽側に傾斜した傾斜面134を有する。そして、ゲート板133が開口部31aを閉じる閉位置Q2において、傾斜面134が第1シール部材39と密着するように構成されている。

[0092] 具体的には、ゲート板133は、前面板31と対向する切羽側の第1面と、反切羽側の第2面とを有する。反切羽側の第2面が、傾斜面134となっている。図27に示すように、傾斜面134は、閉位置Q2側の端部134bが、開位置Q1側の端部134aに対して、切羽側（前方側）にずれた位置に配置されている。これにより、端部134bと端部134aとの間の面が角度 θ だけ前面板31側（切羽側）に傾斜している。

[0093] ゲート板133の第1面は、前面板31（図26参照）に沿って、前面板31と略平行に延びている。このため、ゲート板133は、前後方向の厚み t が、開位置Q1側の端部134aから閉位置Q2側の端部134bへ向かうに従って小さくなっている。ゲート板133は、前面板31に沿って、O方向に直線移動する。

[0094] 第2実施形態では、内側ガイド部材35（図2参照）に代えて、内側ガイド部材135が設けられている。内側ガイド部材135の切羽側端面が、ゲート板133の傾斜面134に応じて、傾斜面136となっている。つまり、内側ガイド部材135は、円筒を、角度 θ だけ傾いた平面で切断したような傾斜した切羽側端面を有する。そして、内側ガイド部材135の切羽側端面に、第1シール部材39が設けられている。このため、第1シール部材39の切羽側表面も、閉位置Q2側の端部39bが、開位置Q1側の端部39aに対して切羽側（前方側）にずれた位置に配置されるように、角度 θ だけ傾斜している。

[0095] これにより、第2実施形態では、ゲート板133を開位置Q1側から閉位置Q2に向けて移動させると、傾斜面134の端部134bは、第1シール部材39の端部39a側の部分とは接触せずに通過する。傾斜面134の端部134bは、ゲート板133が閉位置Q2の近傍まで到達すると、第1シール部材39の端部39b側の部分と接触する。つまり、ゲート板133の傾斜面134は、閉位置Q2の近傍に到達するまでは第1シール部材39と接触せず、閉位置Q2の近傍に到達すると、傾斜した第1シール部材39の表面と接触し始める。図28に示すように、ゲート板133が閉位置Q2に到達すると、傾斜面134と傾斜面136の第1シール部材39とが密着して、ゲート板133と内側ガイド部材135との間がシールされる。

[0096] ゲート板133を閉位置Q2から開位置Q1へ移動させる際も、傾斜面134と第1シール部材39とは、閉位置Q2の近傍で接触するだけで、開位置Q1へ向けて移動するに従って傾斜面134が第1シール部材39から離れる。このため、第2実施形態では、ゲート板133の移動時に、上記第1実施形態のように内側ガイド部材135を反切羽側に移動させることなく、ゲート板133と第1シール部材39との摺動が低減される。

[0097] 第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

[0098] (第2実施形態の効果)

第2実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

[0099] 第2実施形態では、上記第1実施形態と同様に、掘削ツール20の交換時に土砂や泥水の流入を抑制するための第1シール部材39を容易に交換することができる。

[0100] また、第2実施形態では、上記のように、ゲート板133は、開口部31aを閉じる方向に向かうに従って切羽側に傾斜した傾斜面134を有し、ゲート板133が開口部31aを閉じる閉位置Q2において、傾斜面134が第1シール部材39と密着するように構成されている。すなわち、傾斜面134が、ゲート板133の閉位置Q2側の先端に向かうほど、第1シール部材39から離れるように傾斜している。これにより、傾斜面134と、傾斜

面 1 3 4 に応じて傾斜したシール面（第 1 シール部材 3 9 が配置される面）との接触によりシールが確保される構造となる。そのため、ゲート板 1 3 3 を閉じる際、ゲート板 1 3 3 の移動距離の大半では傾斜面 1 3 4 と第 1 シール部材 3 9 とが非接触となり、ゲート板 1 3 3 が閉位置 Q 2 に配置される直前にゲート板 1 3 3 と第 1 シール部材 3 9 とが接触し始める。逆に、ゲート板 1 3 3 を開く際、ゲート板 1 3 3 が閉位置 Q 2 から離れるとすぐに、傾斜面 1 3 4 と第 1 シール部材 3 9 とが非接触となる。この結果、ゲート板 1 3 3 の移動時における摺動に起因する第 1 シール部材 3 9 の損耗を抑制することができる。また、内側ガイド部材 1 3 5 を反切羽側に移動させる必要がないので、作業者による特段の作業を必要とすることなく第 1 シール部材 3 9 の損耗を抑制することができる。

[0101] 第 2 実施形態のその他の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

[0102] [第 3 実施形態]

次に、図 2 9 ～図 3 1 を参照して、第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態では、ゲート板 3 3 が前面板 3 1 に沿って直線移動する例を示した上記第 1 実施形態とは異なり、ゲート板 3 3 が閉位置 Q 2 の近傍で第 1 シール部材 3 9 側（反切羽側）にスライドする例について説明する。なお、第 3 実施形態において、上記第 1 実施形態と同様の構成については、同一の符号を用いるとともに説明を省略する。

[0103] 第 3 実施形態では、図 2 9 に示すように、ゲートガイド部 3 4 c（図 3 参照）に代えて、ゲートガイド部 2 3 4（二点鎖線参照）が設けられている。ゲート板 3 3（図 2 参照）に代えて、ゲート板 2 3 3 が設けられている。ゲートガイド部 2 3 4 が、ゲート板 2 3 3 が開口部 3 1 a を閉じる閉位置 Q 2 の手前で、ゲート板 2 3 3 を、第 1 シール部材 3 9 に押し付ける方向（すなわち、反切羽側）へ案内するように構成されている。

[0104] ゲートガイド部 2 3 4 の形成位置は、上記第 1 実施形態（ゲートガイド部 3 4 c、図 2 参照）と同様である。つまり、図 3 0 に示したように、ゲート収容部 3 4 a のうち、OC 方向に沿って延びる一対の内側面の各々に、ゲー

トガイド部 234 が設けられている。ゲートガイド部 234 は、溝部からなる。ゲート板 233 の OC 方向に沿う一対の側端面の各々には、ゲートガイド部 234 内に配置されてゲートガイド部 234 に沿って移動する凸部 235 が設けられている。

[0105] 図 31 に示すように、第 3 実施形態のゲートガイド部 234 は、上記第 1 実施形態とは異なり、全体として OC 方向に延びるものの、閉位置 Q2 の手前で第 1 シール部材 39 側（反切羽側、内側ガイド部材 35 側）に曲がっている。

[0106] より具体的には、図 31（A）に示すように、溝部からなるゲートガイド部 234 は、溝部の内側面である案内面を有している。そして、ゲートガイド部 234 は、OC 方向に直線状に延びる第 1 案内面 234a と、閉位置 Q2 の手前（閉位置 Q2 に対して開位置 Q1 側にずれた位置）から閉位置 Q2 に向けて第 1 シール部材 39 側に傾斜した第 2 案内面 234b とを含む。

[0107] ゲートガイド部 234 は、開位置 Q1 において、ゲート板 233 の反切羽側表面が第 1 シール部材 39 に対して切羽側（前方）に離れるように、ゲート板 233 を案内する。ゲート板 233 が閉位置 Q2 に向けて OC 方向に移動すると、閉位置 Q2 の手前で第 2 案内面 234b と凸部 235 の切羽側表面 235a とが当接する。凸部 235 が第 2 案内面 234b に沿って移動することにより、ゲート板 233 が第 1 シール部材 39 側に近付くように、第 2 案内面 234b の傾斜方向に沿って反切羽側へ斜めに移動する。第 3 実施形態では、ゲート板 233 が第 1 案内面 234a に沿って移動する間、ゲート板 233 と第 1 シール部材 39 とは非接触となる。ゲート板 233 が第 2 案内面 234b に沿って斜めに移動することにより、ゲート板 233 が第 1 シール部材 39 と接触し始める。

[0108] ゲート板 233 が閉位置 Q2 に到達すると、ゲート板 233 は、凸部 235 の切羽側が第 2 案内面 234b に支持されることにより、ゲート板 233 が第 1 シール部材 39 に対して密着した状態が維持される。

[0109] なお、ゲート板 233 の第 2 案内面 234b に沿った移動の際、ナット部

33bと噛み合うねじ軸41も、第1シール部材39側（反切羽側）へ移動する。すなわち、第3実施形態では、ねじ軸41を保持するカバー42の開口とねじ軸41との間に、切羽側、反切羽側へ移動可能な隙間CL2が設けられている。作業者がねじ軸41を回してゲート板233を閉位置Q2へ移動させる際、ゲート板233の反切羽側への移動に伴って、ねじ軸41がカバー42の開口内で反切羽側へスライドする。

[0110] ゲート板233が閉位置Q2から開位置Q1へ移動する場合、ゲートガイド部234内で、第2案内面234bと向かい合う第3案内面234cと凸部235の反切羽側表面235bとが接触して、凸部235が第3案内面234cに沿って案内される。第3案内面234cは、第2案内面234bと略平行な傾斜面である。そのため、ゲート板233は、第2案内面234bに沿って直ちに第1シール部材39から離れる。このように、第3実施形態では、ゲート板233の移動時に、上記第1実施形態のように内側ガイド部材35を反切羽側に移動させることなく、ゲート板233と第1シール部材39との摺動が低減される。

[0111] 第3実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

[0112] （第3実施形態の効果）

第3実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

[0113] 第3実施形態では、上記第1実施形態と同様に、掘削ツール20の交換時に土砂や泥水の流入を抑制するための第1シール部材39を容易に交換することができる。

[0114] また、第3実施形態では、上記のように、ゲートガイド部234は、ゲート板233が開口部31aを閉じる閉位置Q2の手前で、ゲート板233を、第1シール部材39に押し付ける方向へ案内するように構成されている。これにより、第1シール部材39をゲート板233から離間させた状態で、ゲート板233を閉位置Q2付近まで移動させることができる。そして、ゲート板233が閉位置Q2の手前まで移動した段階で、ゲートガイド部234がゲート板233を第1シール部材39側に案内することによって、ゲー

ト板 2 3 3 と第 1 シール部材 3 9 とが密着し始める。逆に、ゲート板 2 3 3 を開く際、ゲート板 2 3 3 が閉位置 Q 2 から離れるとすぐに、ゲート板 2 3 3 と第 1 シール部材 3 9 とが非接触とすることができる。この結果、ゲート板 2 3 3 の開閉時における摺動に起因する第 1 シール部材 3 9 の損耗を抑制することができる。

[0115] 第 3 実施形態のその他の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

[0116] (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。

[0117] たとえば、上記第 1 ～第 3 実施形態では、トンネル掘進機が中間支持方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。本発明のトンネル掘進機を、上記の支持方式以外のセンターシャフト支持方式、外周支持方式、中央支持方式および偏心多軸支持方式などの各種の支持方式のシールド掘進機に適用してもよい。また、本発明は、シールド掘進機ではなく、推進工法の掘進機や、トンネルボーリングマシンに適用されてもよい。

[0118] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、第 2 シール部材 4 0 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、第 2 シール部材 4 0 を設けなくてもよい。また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、第 2 シール部材 4 0 がツールホルダ 2 1 の嵌合部 2 1 a の外周面に設けられた例を示したが、第 2 シール部材 4 0 は嵌合部 2 1 a の外周面以外の位置に設けられてもよい。たとえば、ツールホルダ 2 1 の外径を開口部 3 1 a の内径よりも大きくし、ツールホルダ 2 1 の先端面が開口部 3 1 a の周縁部に突き当たるようにする。そして、第 2 シール部材 4 0 がツールホルダ 2 1 の先端面で、開口部 3 1 a の周縁部と接触する位置に環状に設けられてもよい。

[0119] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、第 1 シール部材 3 9 の交換時に、掘削ツール 2 0 が突出位置 P に配置されたままで、内側ガイド部材 3 5 を反切

羽側に引き抜き可能にした例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、掘削ツール 20 が突出位置 P 以外の位置に配置された状態で、内側ガイド部材 35 が引き抜かれてもよい。たとえば、第 1 シール部材 39 の交換時に、掘削ツール 20 の交換時と同じように、作業者がゲート板 33 を閉位置 Q2 に配置して掘削ツール 20（ツールホルダ 21）を引き抜く。そして、作業者が専用のジャッキ（図示せず）を用いてゲート板 33 を前面板 31 に対して押圧してゲート板 33 を前面板 31 に密着させる。この状態で、内側ガイド部材 35 が引き抜かれてもよい。

[0120] また、上記第 1～第 3 実施形態では、固定部材 38 を弛めることにより、内側ガイド部材 35 が、固定部材 38 を介して外側ガイド部材 36 に連結されたまま所定距離 C1 だけ移動可能となる例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、固定部材 38 を完全に取り外してもよい。内側ガイド部材 35 は、固定部材 38 が取り外されて（固定状態が解除されて）初めて、切羽側および反切羽側に移動可能となるように構成されてもよい。

[0121] なお、内側ガイド部材 35 を外側ガイド部材 36 に固定する固定部材 38 は、ボルト以外であってもよい。固定部材 38 は、たとえばピンまたはキーであってもよい。その場合、固定部材 38 は、たとえば外側ガイド部材 36 を貫通して内側ガイド部材 35 の係合孔に挿入されることにより、内側ガイド部材 35 を外側ガイド部材 36 に固定する。

[0122] また、上記第 1～第 3 実施形態では、ゲート板の移動時に、少なくとも閉位置 Q2 の手前まではゲート板と第 1 シール部材 39 とが非接触となる例を示した。すなわち、上記第 1 実施形態では、内側ガイド部材 35 が反切羽側に移動してゲート板 33 と第 1 シール部材 39 とが非接触となる。上記第 2 実施形態では、ゲート板 133 が傾斜面 134 を有することによって、ゲート板 133 と第 1 シール部材 39 とが非接触となる。上記第 3 実施形態では、ゲートガイド部 234 がゲート板 233 を案内することによって、ゲート板 233 と第 1 シール部材 39 とが非接触となる。本発明は、これらの例に限られない。ゲート板の移動時に、ゲート板と第 1 シール部材 39 とが接触

してもよい。ゲート板と第1シール部材39とが接触する場合でも、上記第1～第3実施形態の各構成によれば、ゲート板が閉位置Q2に配置された状態におけるゲート板から第1シール部材39への押圧力よりも、ゲート板の移動時におけるゲート板から第1シール部材39への押圧力が小さくなる。そのため、摩擦抵抗が低減されるので、ゲート板との摺動による第1シール部材39の損耗を低減することが可能である。

[0123] なお、上記第1実施形態において、ゲート板33の移動時に、内側ガイド部材35を反切羽側に移動させてゲート板33と第1シール部材39とが非接触とする例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、内側ガイド部材35を移動させずに、ゲート板33と第1シール部材39とが密着したままゲート板33を移動させてもよい。その場合、第1シール部材39が摺動により損耗しやすくなるが、上記の通り内側ガイド部材35を引き抜いて第1シール部材39を容易に交換できる。

[0124] また、上記第1～第3実施形態では、ゲート板がねじ軸41によって、O方向に移動する例を示したが、本発明はこれに限られない。ゲート板は、前面板31に沿って開位置Q1と閉位置Q2とに移動可能であれば、どのような移動経路で移動してもよい。たとえば、ゲート板が、前後方向に延びる回転軸周りに回転することにより、前面板31に沿って開位置Q1と閉位置Q2とに移動してもよい。

[0125] また、上記第1～第3実施形態では、掘削ツール交換装置100が Cutterヘッド3のスポーク部9に設けられた例を示したが、本発明はこれに限られない。掘削ツール交換装置100は、Cutterヘッド3の前面3aを構成する部材であれば、スポーク部以外の部材に設けられていてもよい。

[0126] また、上記第1～第3実施形態では、ツールホルダ21に延長ホルダ22を取り付けた構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、延長ホルダ22を設けなくてもよい。すなわち、上記第1実施形態では、図14でツール保持ジャッキ51によりツールホルダ21および延長ホルダ22を所定位置まで引き抜いた後、図22で延長ホルダ22を取り外し、図

23でツールホルダ21にツール保持ジャッキ51を取り付けて、図25でツール保持ジャッキ51によりツールホルダ21を引き抜くという、2段階の引き抜き作業を行っている。延長ホルダ22を設けない場合、図14でツール保持ジャッキ51によりツールホルダ21を所定位置まで引き抜き（第1段階引き抜き）、ゲート板33を閉じた後（図18参照）、図20～図22を省略して、図23～図25で掘削ツール20を引き抜く（第2段階引き抜き）、という手順で作業を行うことができる。

[0127] また、上記第1～第3実施形態では、掘削ツール交換装置100が1つの掘削ツール20を交換可能に保持する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、1つの掘削ツール交換装置100が、複数の掘削ツール20を交換可能に保持してもよい。たとえば図32では、1つの前面板331に対して、2つの開口部31aが設けられ、2つの掘削ツール20を個別に交換可能に保持する掘削ツール交換装置200の例を示している。掘削ツール交換装置200は、2つの開口部31aの形成位置に、それぞれ1つずつ、ゲート板33と、内側ガイド部材35および外側ガイド部材36とを含むガイド部32（図32では図示省略）とを備えている。つまり、図2に示した構造が、1つの前面板331に対して並列的に2つ設けられている。

符号の説明

- [0128]
- 1 トンネル掘進機
 - 3 カッタヘッド
 - 3a 前面
 - 4 カッタ駆動部
 - 20 掘削ツール
 - 31 前面板
 - 31a 開口部
 - 32 ガイド部
 - 33、133、233 ゲート板
 - 35、135 内側ガイド部材

- 3 6 外側ガイド部材
- 3 8 固定部材
- 3 9 第 1 シール部材
- 4 0 第 2 シール部材
- 1 0 0、2 0 0 掘削ツール交換装置
- 1 3 4 傾斜面
- 2 3 4 ゲートガイド部
- 3 3 1 前面板
- C L 所定距離
- P 突出位置
- Q 1 開位置
- Q 2 閉位置
- X 1 切羽側
- X 2 反切羽側

請求の範囲

- [請求項1] 前面に掘削ツール（20）が配置され、回転するカッタヘッド（3）を備えたトンネル掘進機（1）の掘削ツール交換装置であって、
着脱可能な前記掘削ツールと、
前記カッタヘッドの切羽側に開口して前記掘削ツールが通過する開口部（31a）を有する前面板（31）と、
前記開口部を介して前記掘削ツールを進退移動可能に支持するガイド部（32）と、
前記前面板と前記ガイド部との間で前記前面板に沿ってスライド移動可能に構成され、前記開口部を開閉するゲート板（33、133、233）と、を備え、
前記ガイド部は、前記掘削ツールの進退移動をガイドする内側ガイド部材（35、135）と、前記内側ガイド部材を切羽側および反切羽側に移動可能に支持する外側ガイド部材（36）と、を含み、
前記内側ガイド部材の切羽側端部に、前記ゲート板に反切羽側から密着する第1シール部材（39）が設けられている、掘削ツール交換装置。
- [請求項2] 前記掘削ツールが前記開口部を介して前記カッタヘッドの切羽側の突出位置に配置された状態で、前記開口部を封止する第2シール部材（40）をさらに備え、
前記内側ガイド部材は、前記掘削ツールが前記突出位置に配置されたままで、前記外側ガイド部材から反切羽側に移動して引き抜き可能に構成されている、請求項1に記載の掘削ツール交換装置。
- [請求項3] 前記内側ガイド部材を前記外側ガイド部材に対して固定する固定部材（38）をさらに備え、
前記内側ガイド部材は、前記固定部材による前記外側ガイド部材に対する固定状態が緩和されることにより、前記固定部材を介して前記外側ガイド部材に連結されたまま、所定距離だけ移動可能となるよう

に構成されている、請求項 1 に記載の掘削ツール交換装置。

[請求項4] 前記ゲート板は、前記開口部を閉じる方向に向かうに従って切羽側に傾斜した傾斜面（134）を有し、

前記ゲート板が前記開口部を閉じる閉位置において、前記傾斜面が前記第 1 シール部材と密着するように構成されている、請求項 1 に記載の掘削ツール交換装置。

[請求項5] 前記ゲート板のスライド移動を案内するゲートガイド部（234）をさらに備え、

前記ゲートガイド部は、前記ゲート板が前記開口部を閉じる閉位置の手前で、前記ゲート板を前記第 1 シール部材に押し付ける方向へ案内するように構成されている、請求項 1 に記載の掘削ツール交換装置。

[請求項6] 前面に掘削ツールが配置されたカッタヘッド（3）と、
前記カッタヘッドを回転させるカッタ駆動部（4）と、
前記掘削ツールを交換可能に支持する掘削ツール交換装置（100、200）と、を備え、
前記掘削ツール交換装置は、

着脱可能な前記掘削ツール（20）と、

前記カッタヘッドの切羽側に開口して前記掘削ツールが通過する開口部（31a）を有する前面板（31）と、

前記開口部を介して前記掘削ツールを進退移動可能に支持するガイド部（32）と、

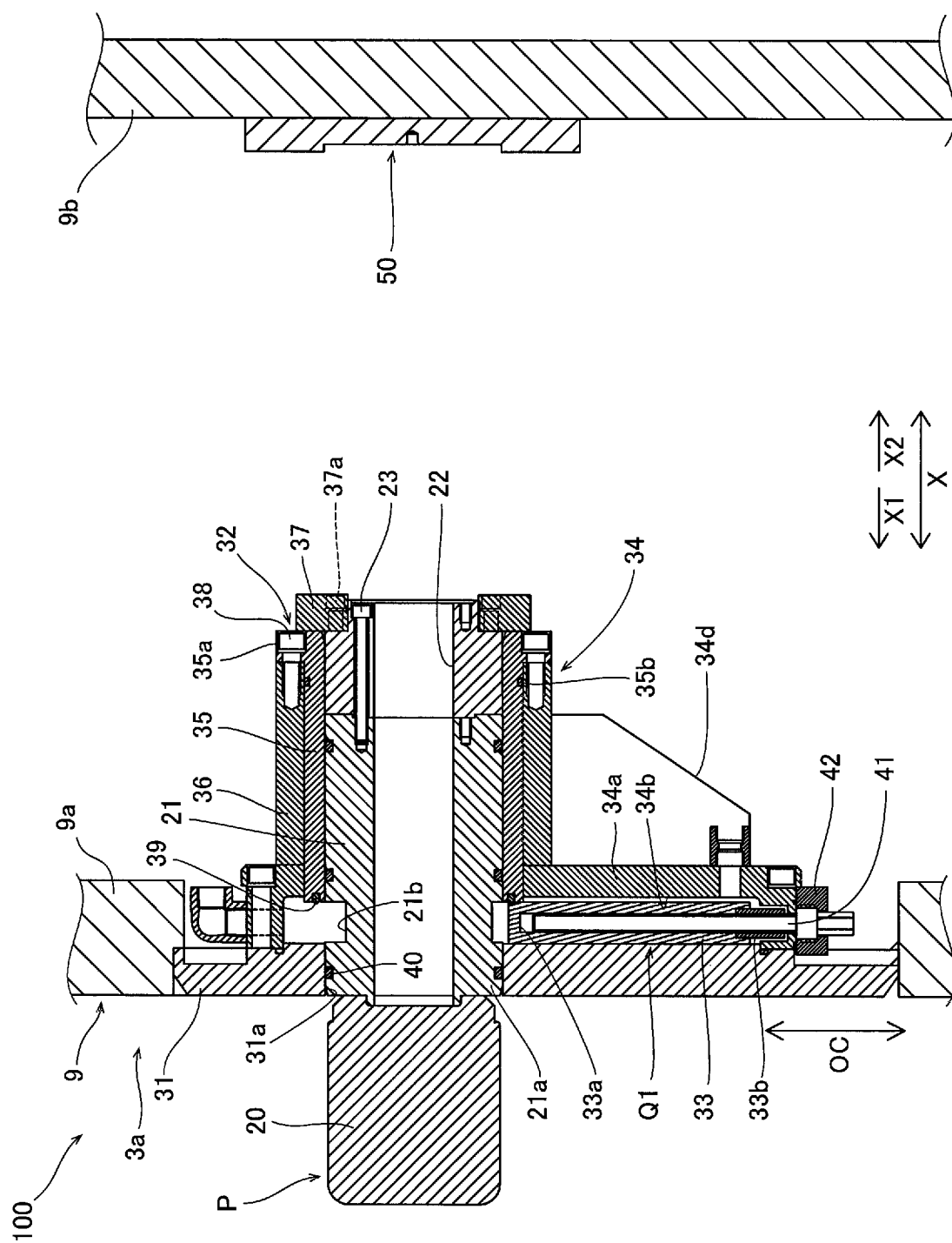
前記前面板と前記ガイド部との間で前記前面板に沿ってスライド移動可能に構成され、前記開口部を開閉するゲート板（33、133、233）と、を含み、

前記ガイド部は、前記掘削ツールの進退移動をガイドする内側ガイド部材（35、135）と、前記内側ガイド部材を切羽側および反切羽側に移動可能に支持する外側ガイド部材（36）と、を含み、

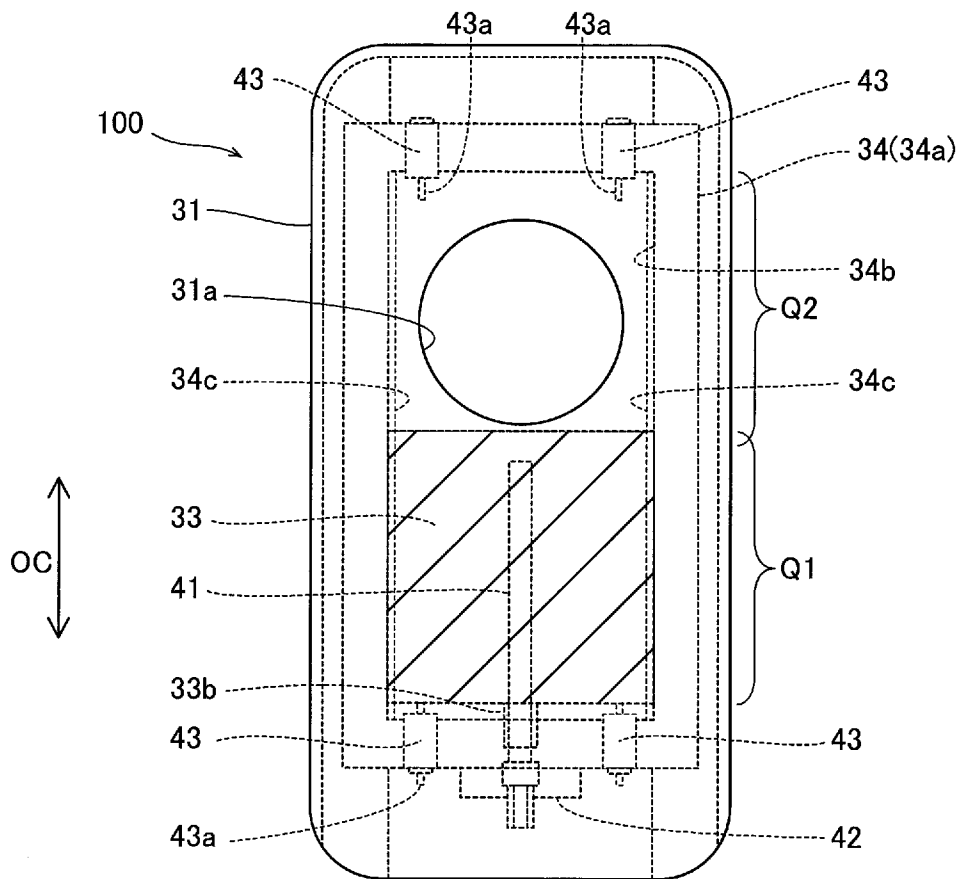
前記内側ガイド部材の切羽側端部に、前記ゲート板に反切羽側から密着する第1シール部材（39）が設けられている、トンネル掘進機

。

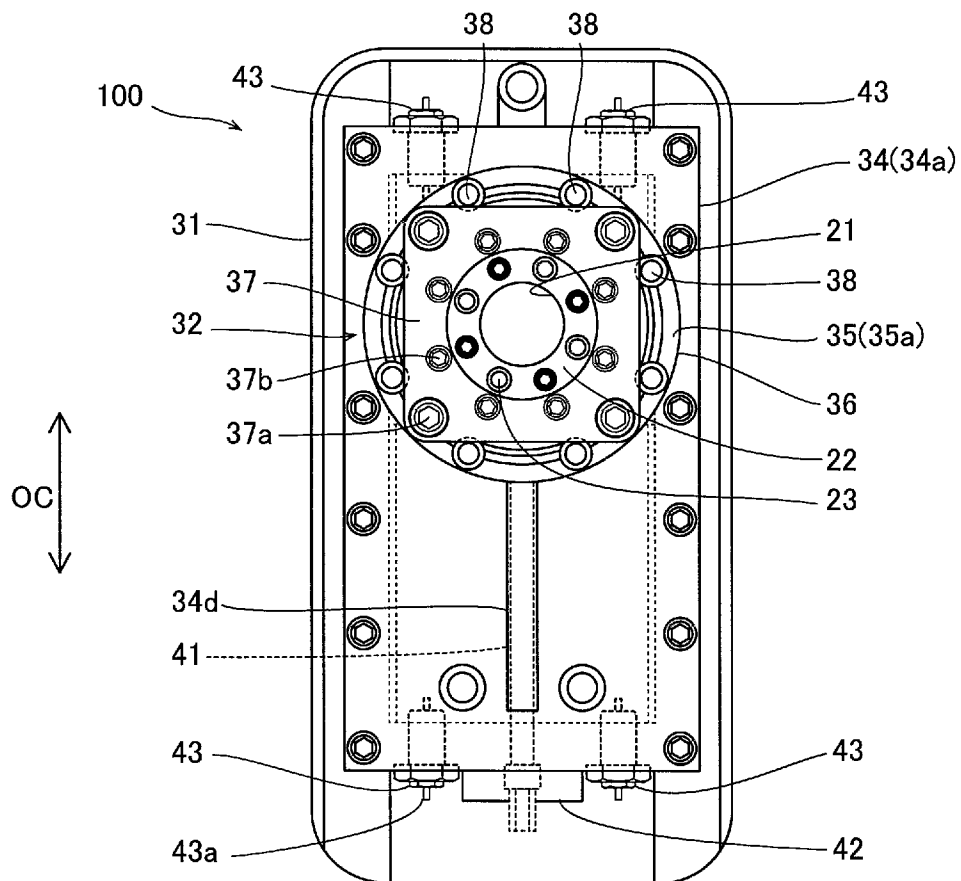
(第1実施形態)



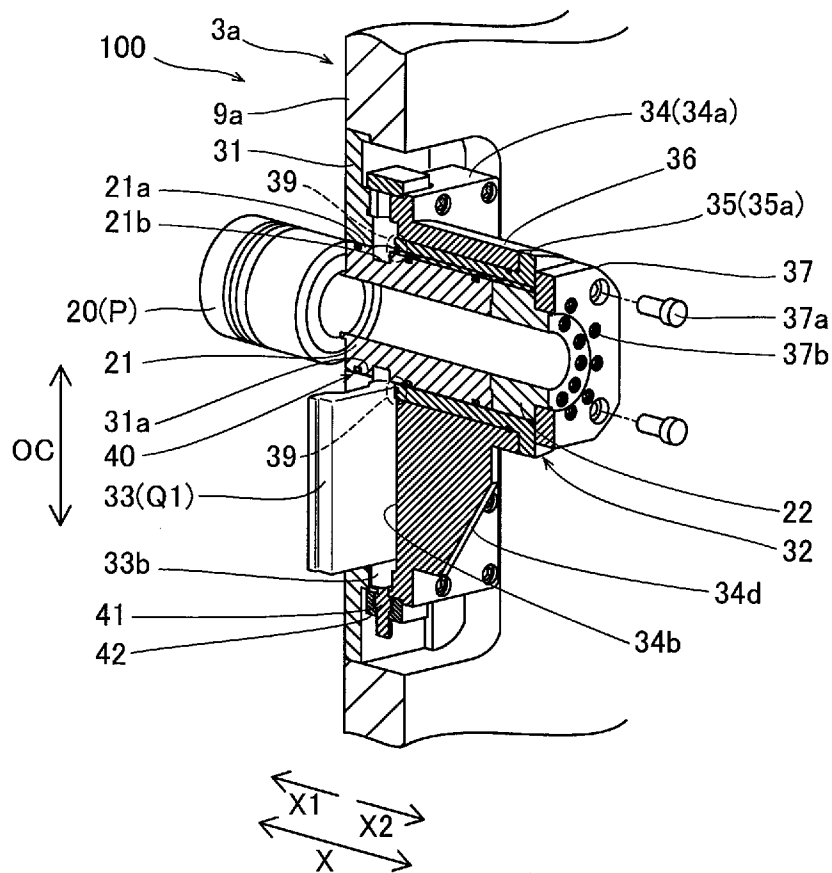
[図3]



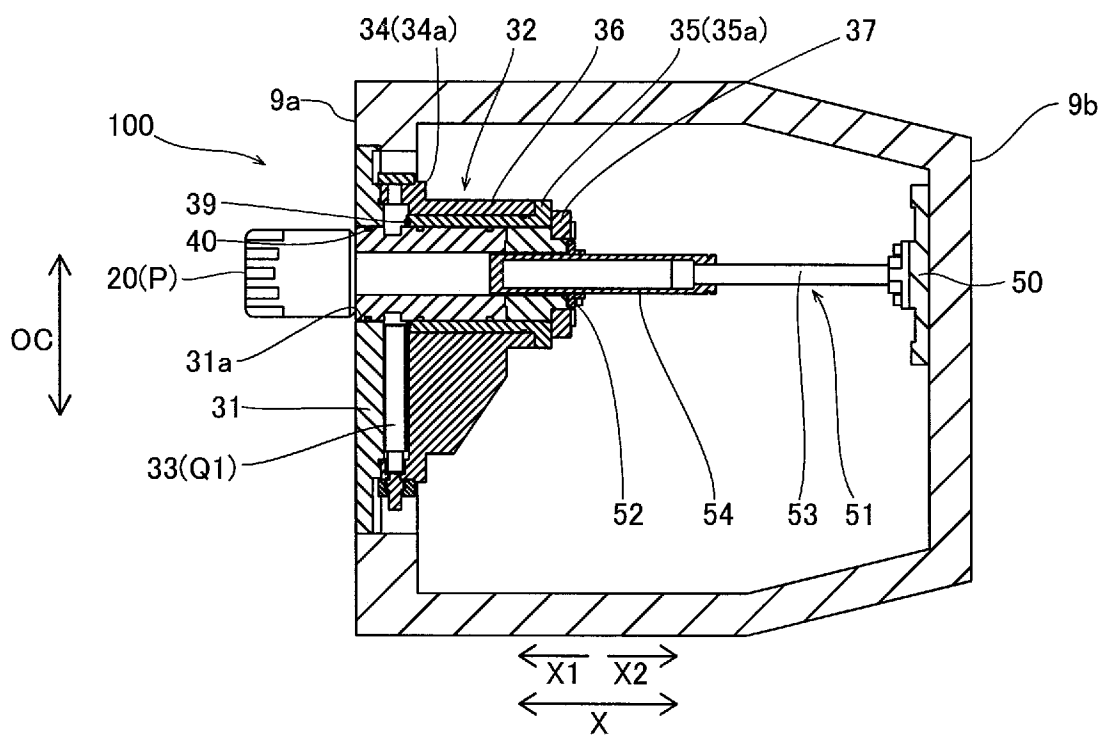
[図4]



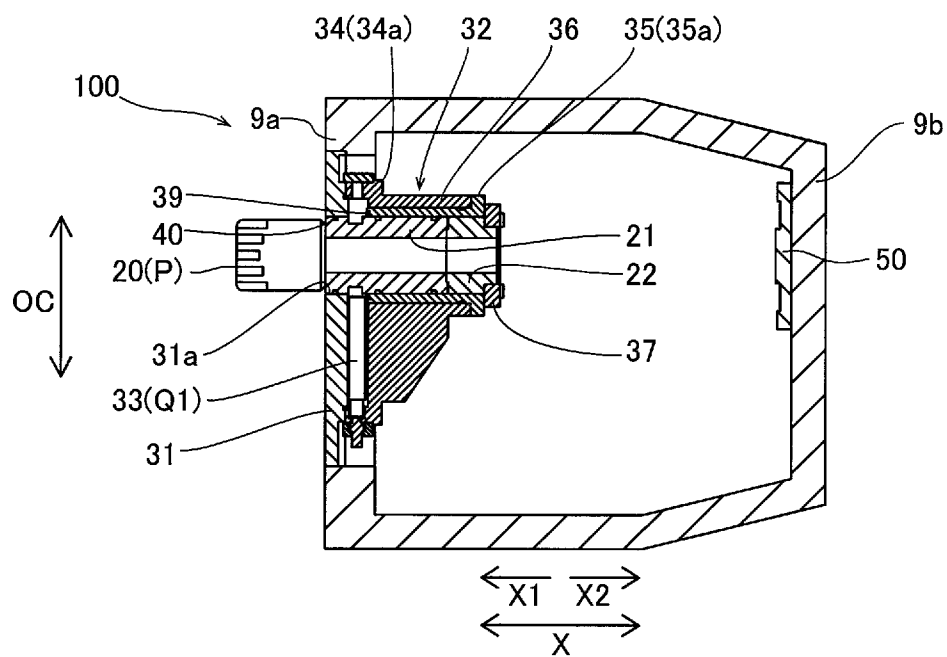
[図5]



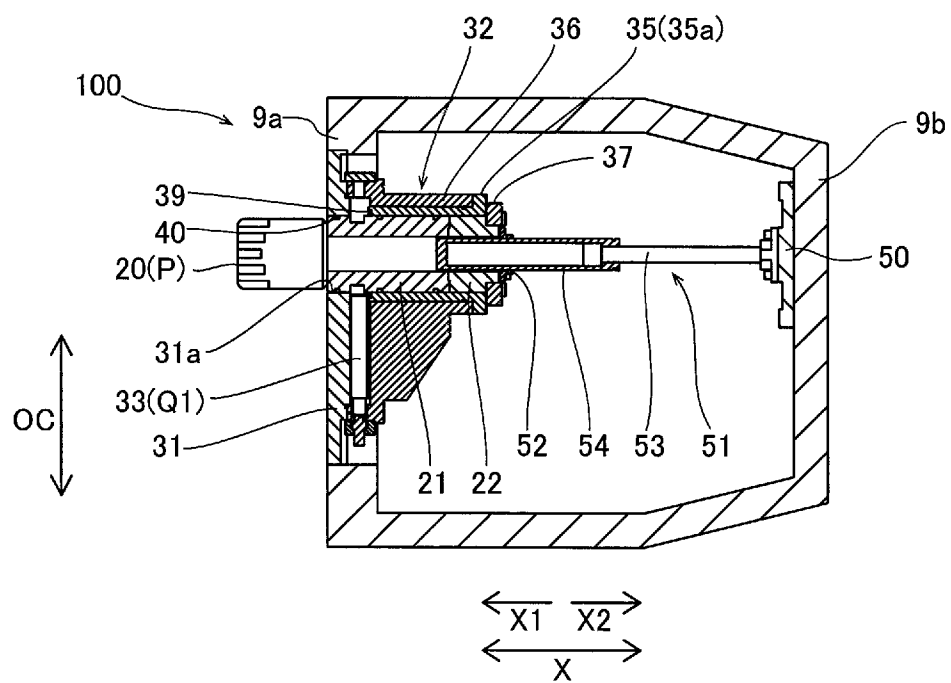
[図6]



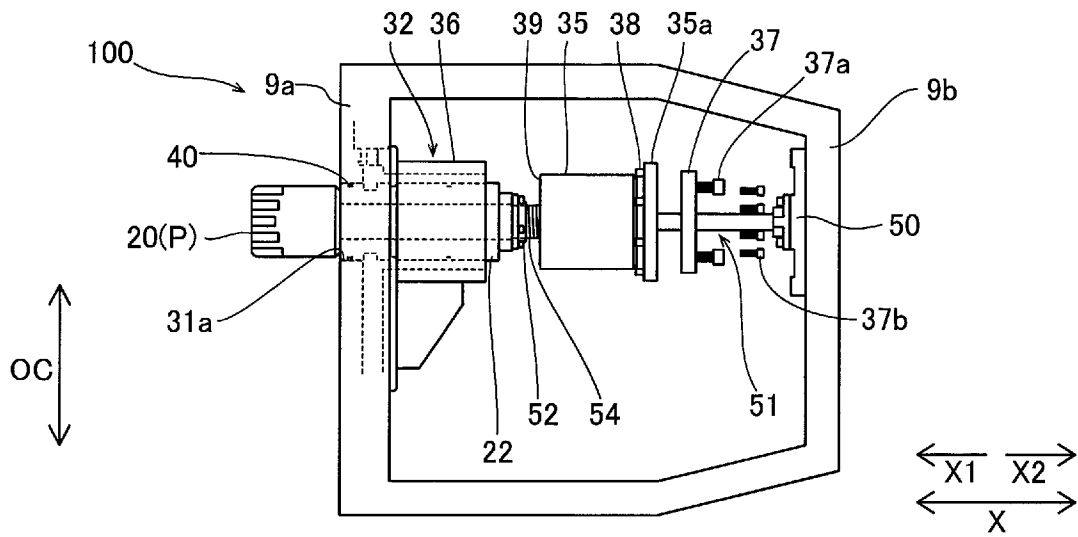
[図7]



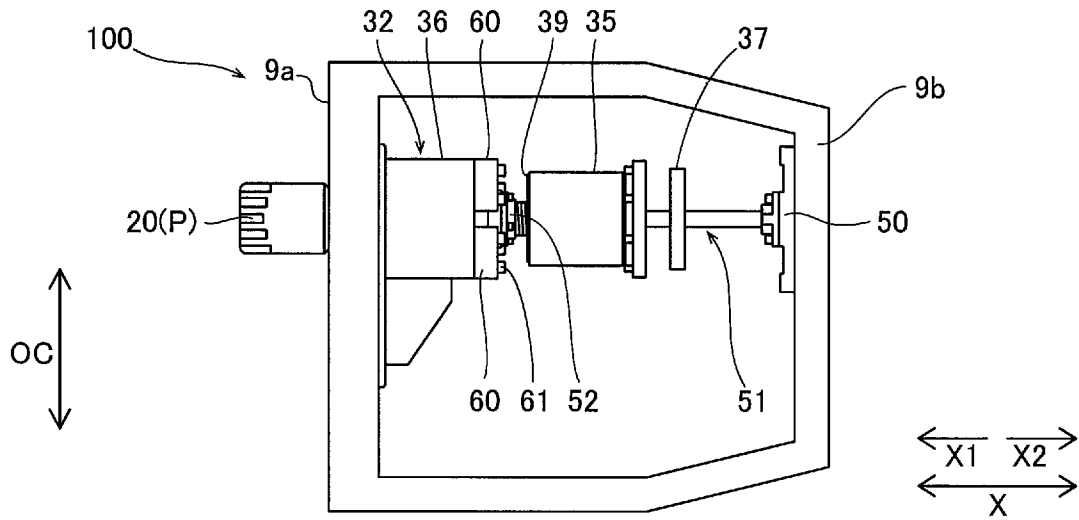
[図8]



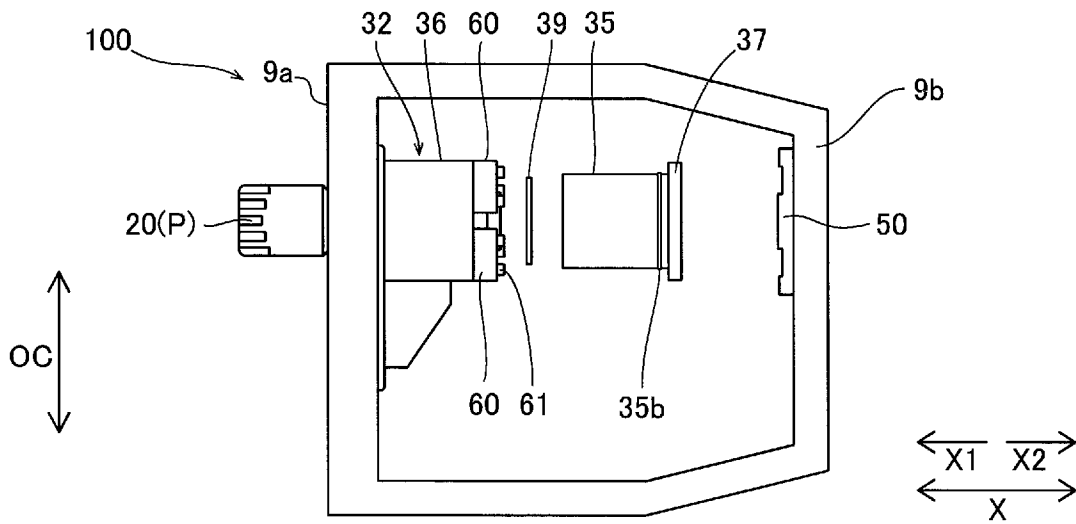
[図9]



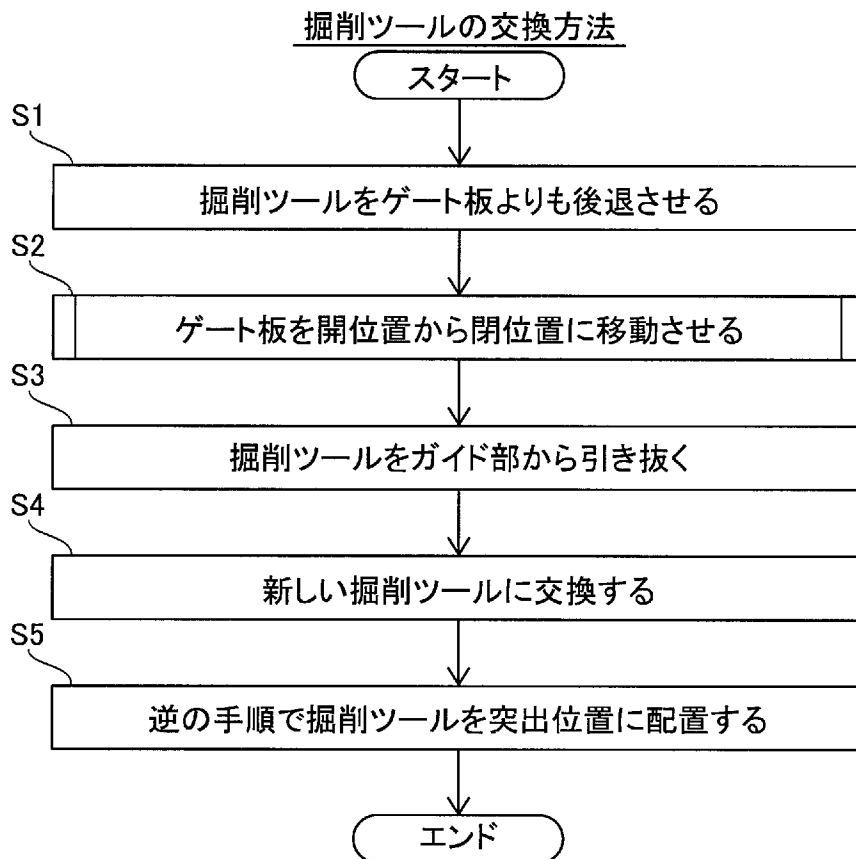
[図10]



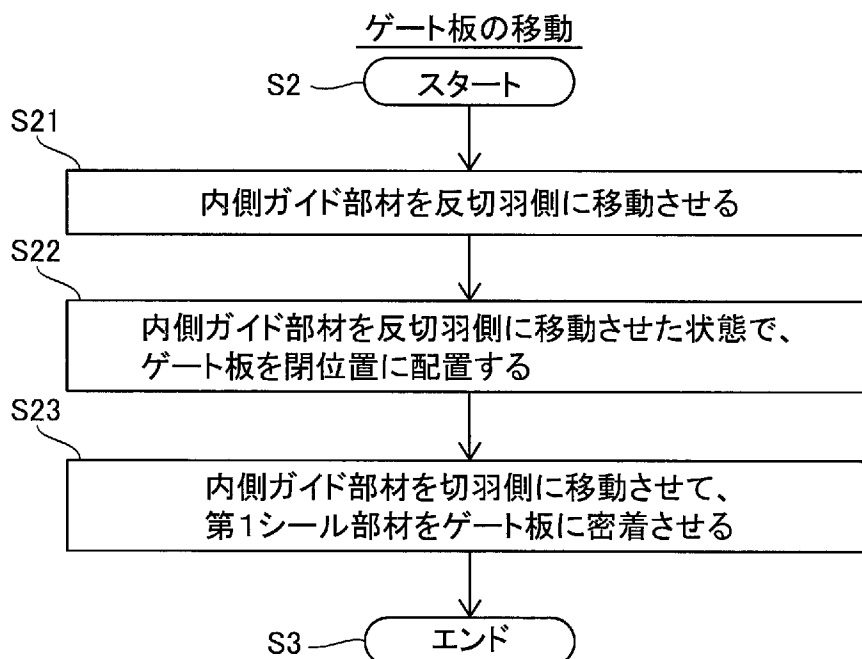
[図11]



[図12]

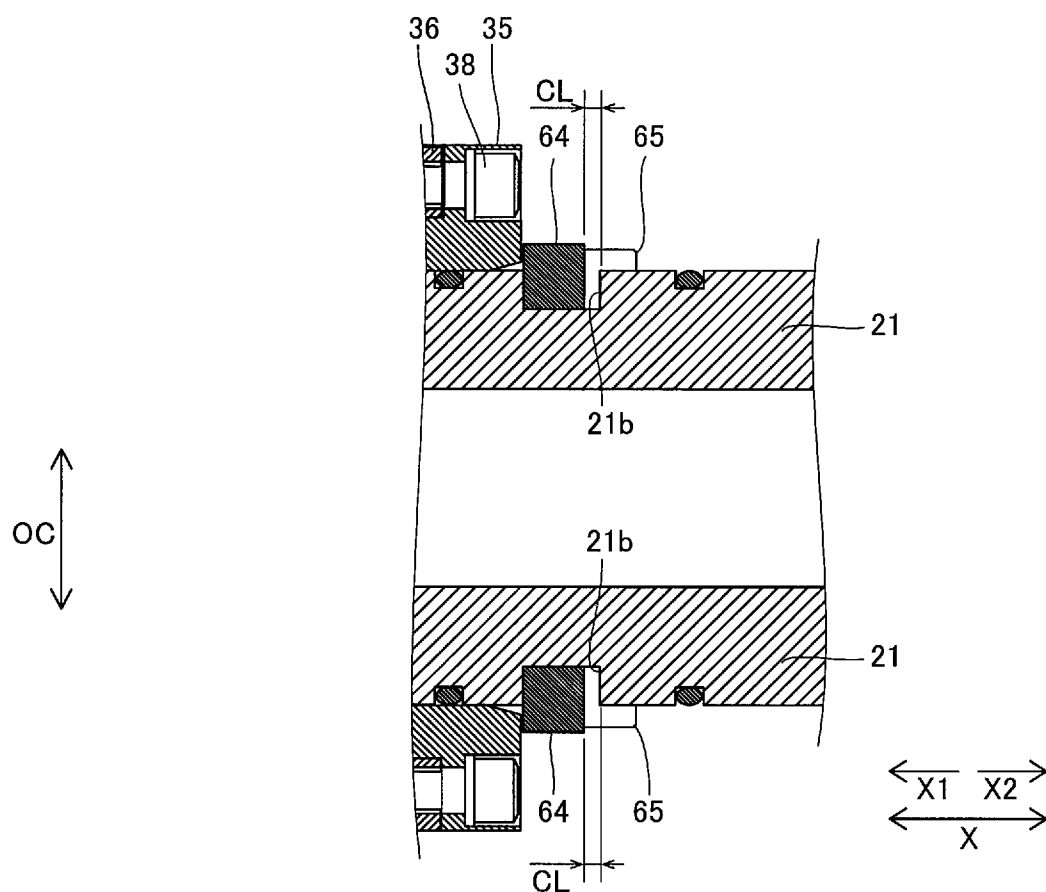


[図13]

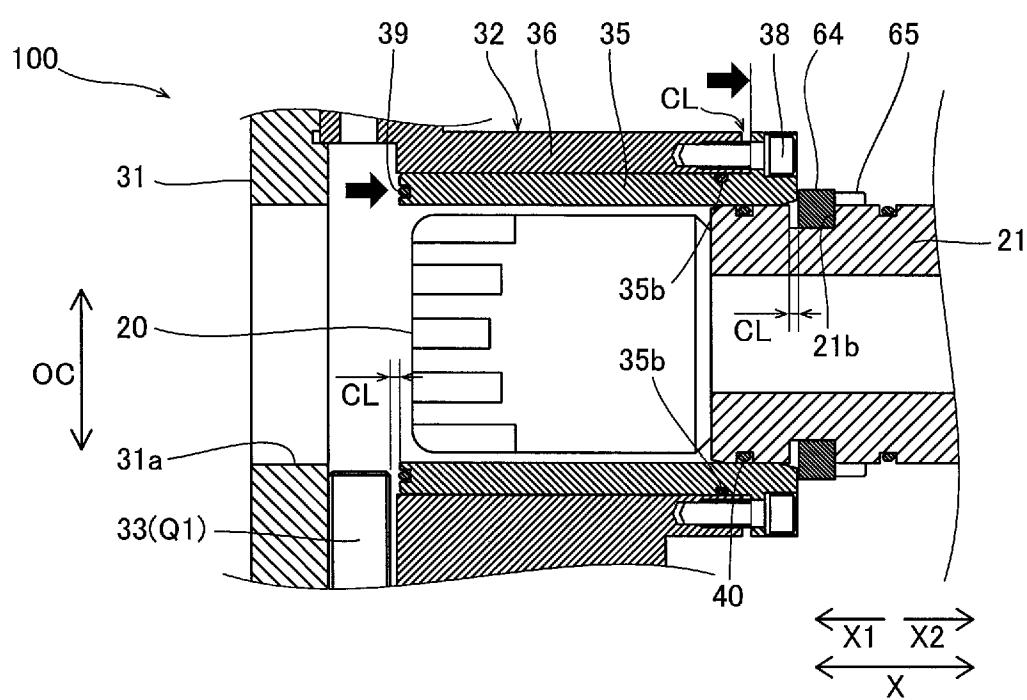


[illegible]

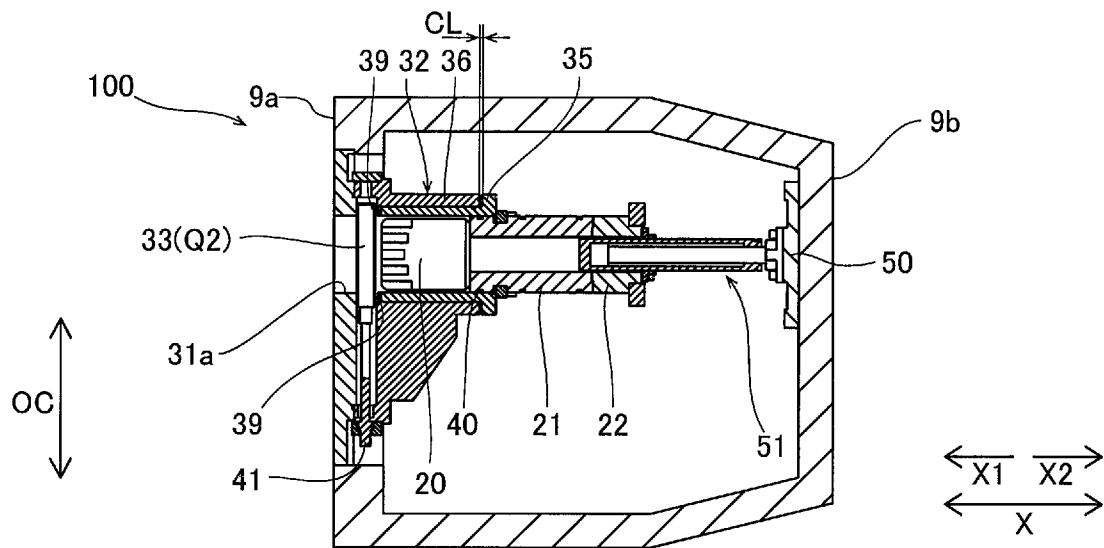
[図16]



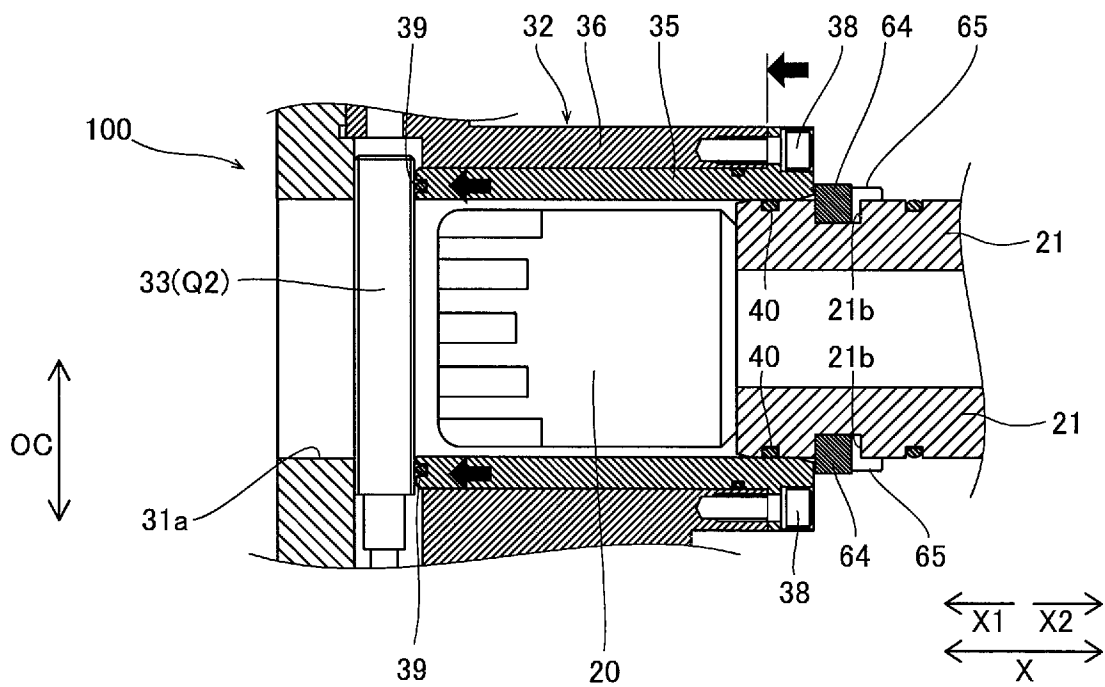
[図17]



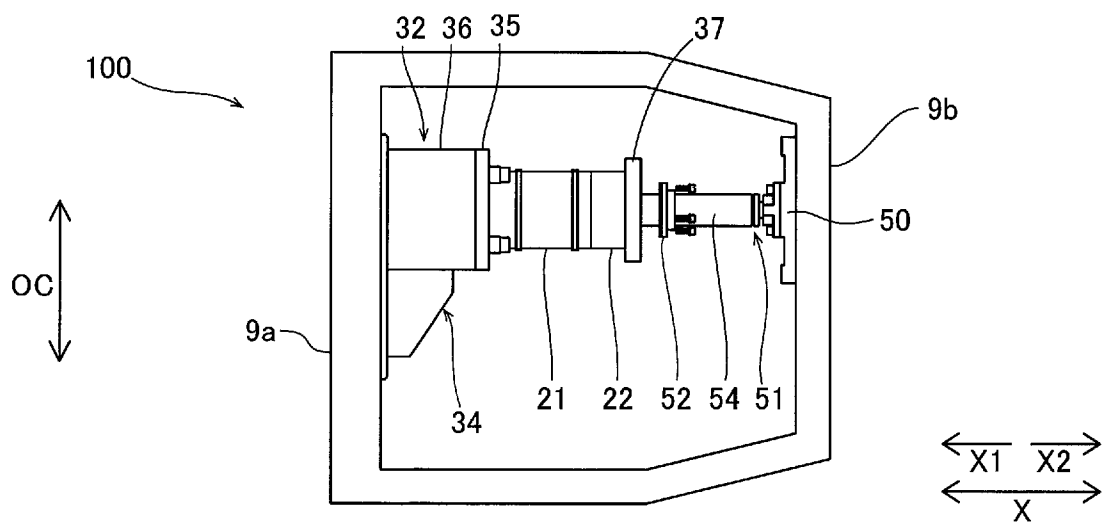
[図18]



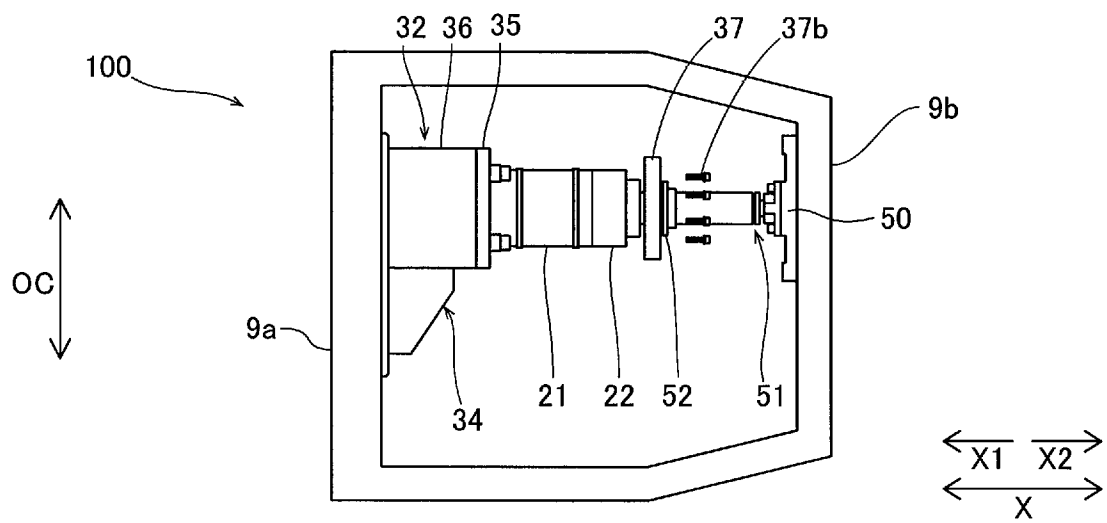
[図19]



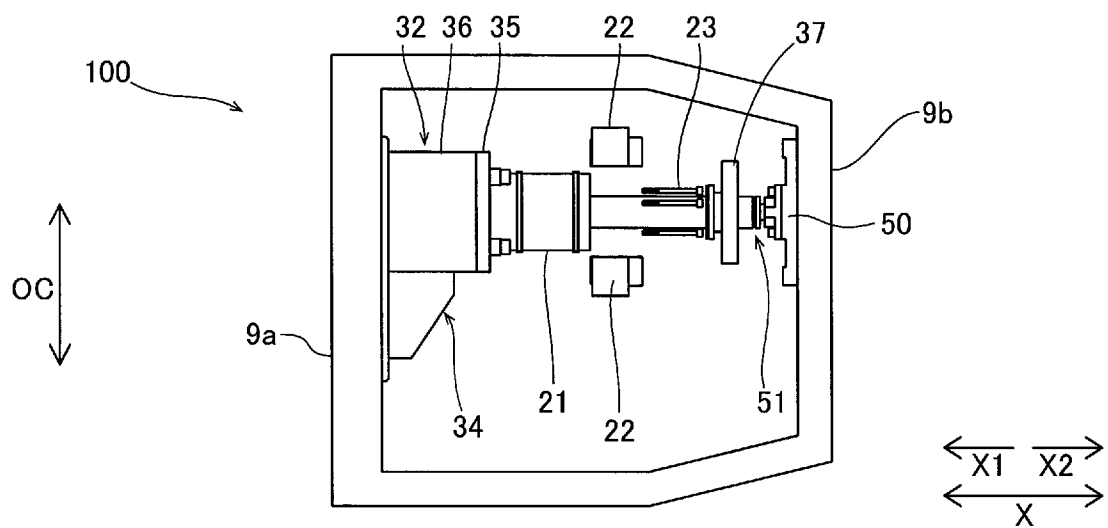
[図20]



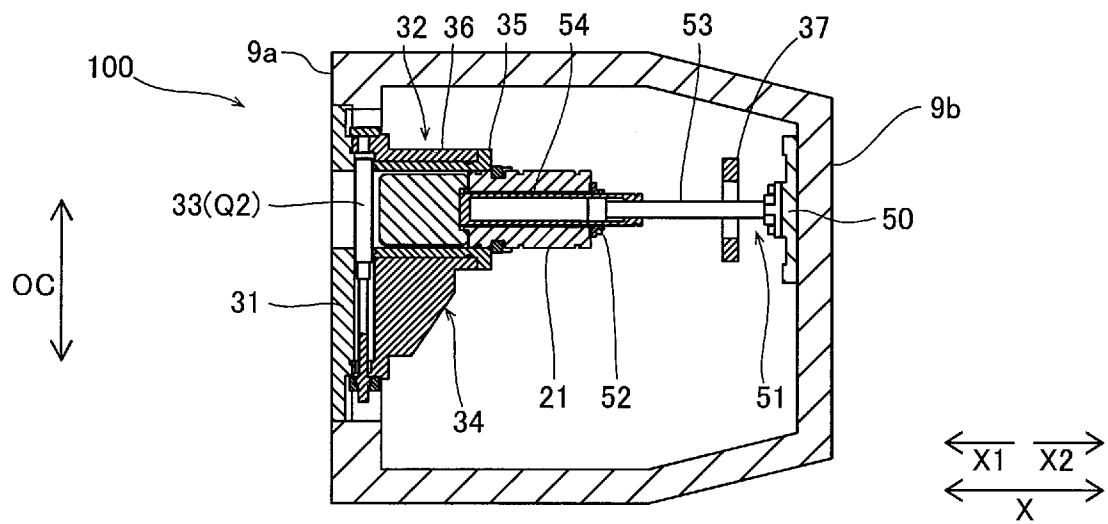
[図21]



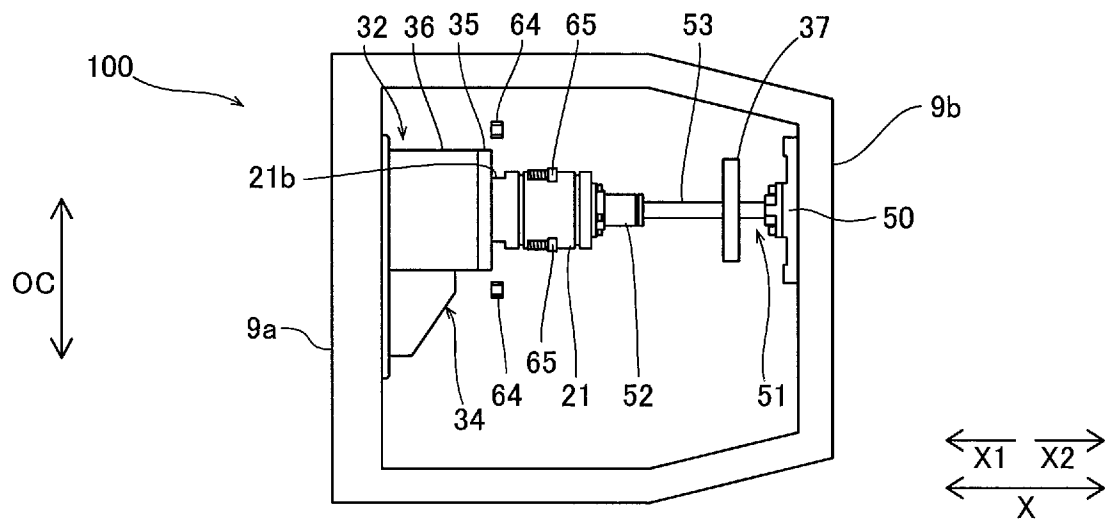
[図22]



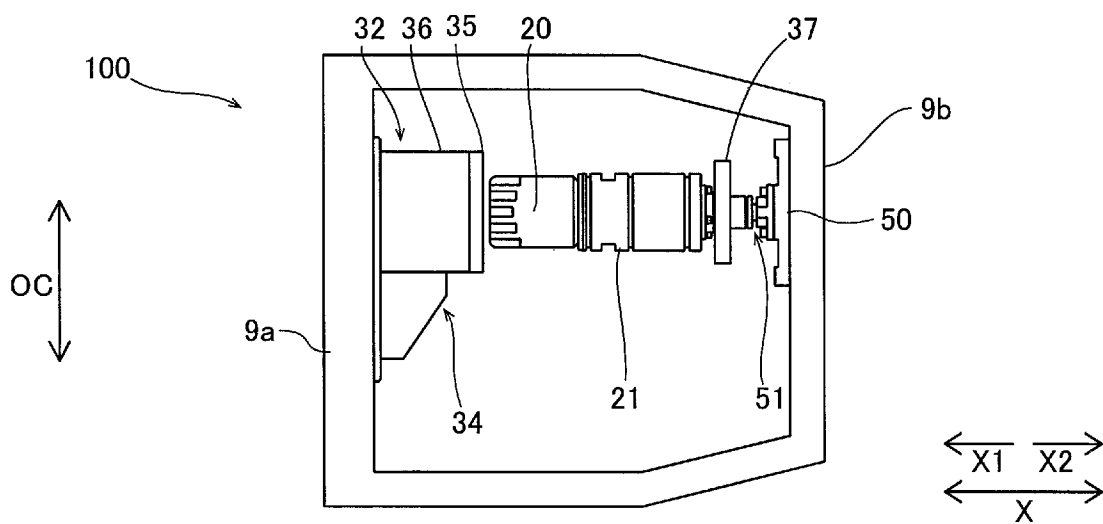
[図23]



[図24]

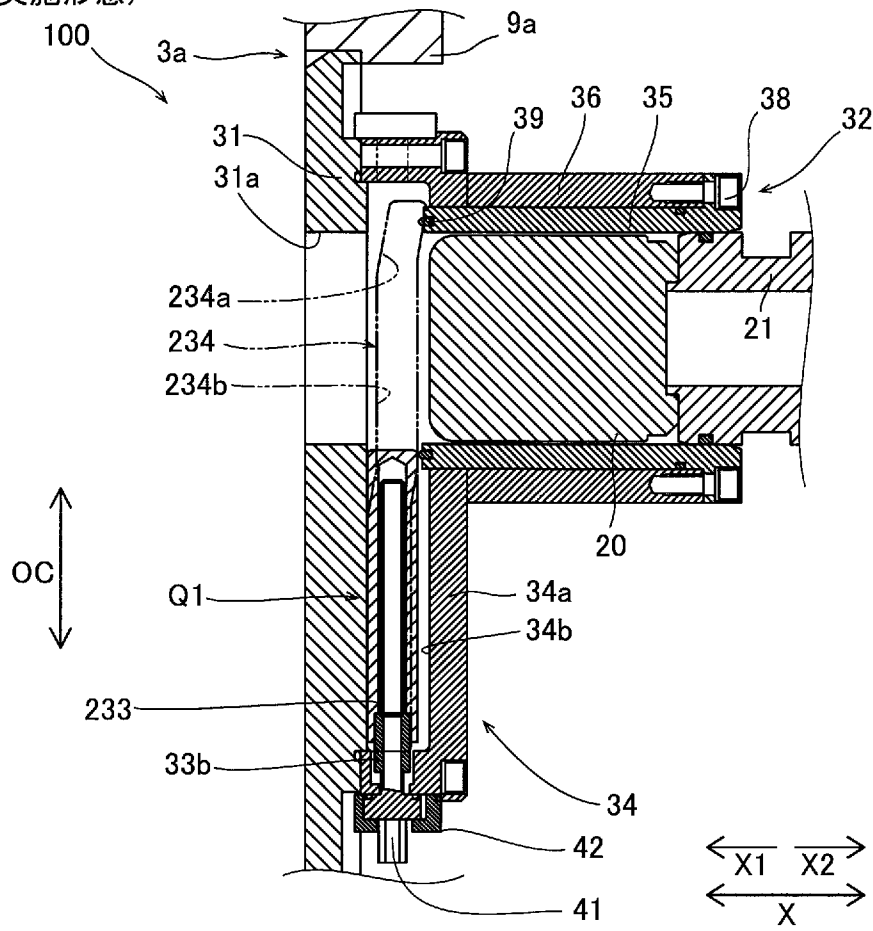


[図25]

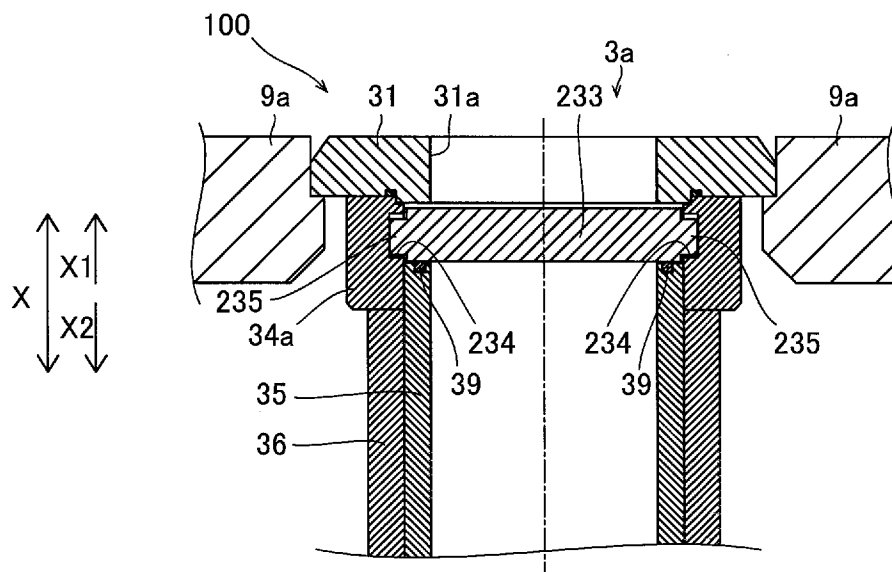


[図29]

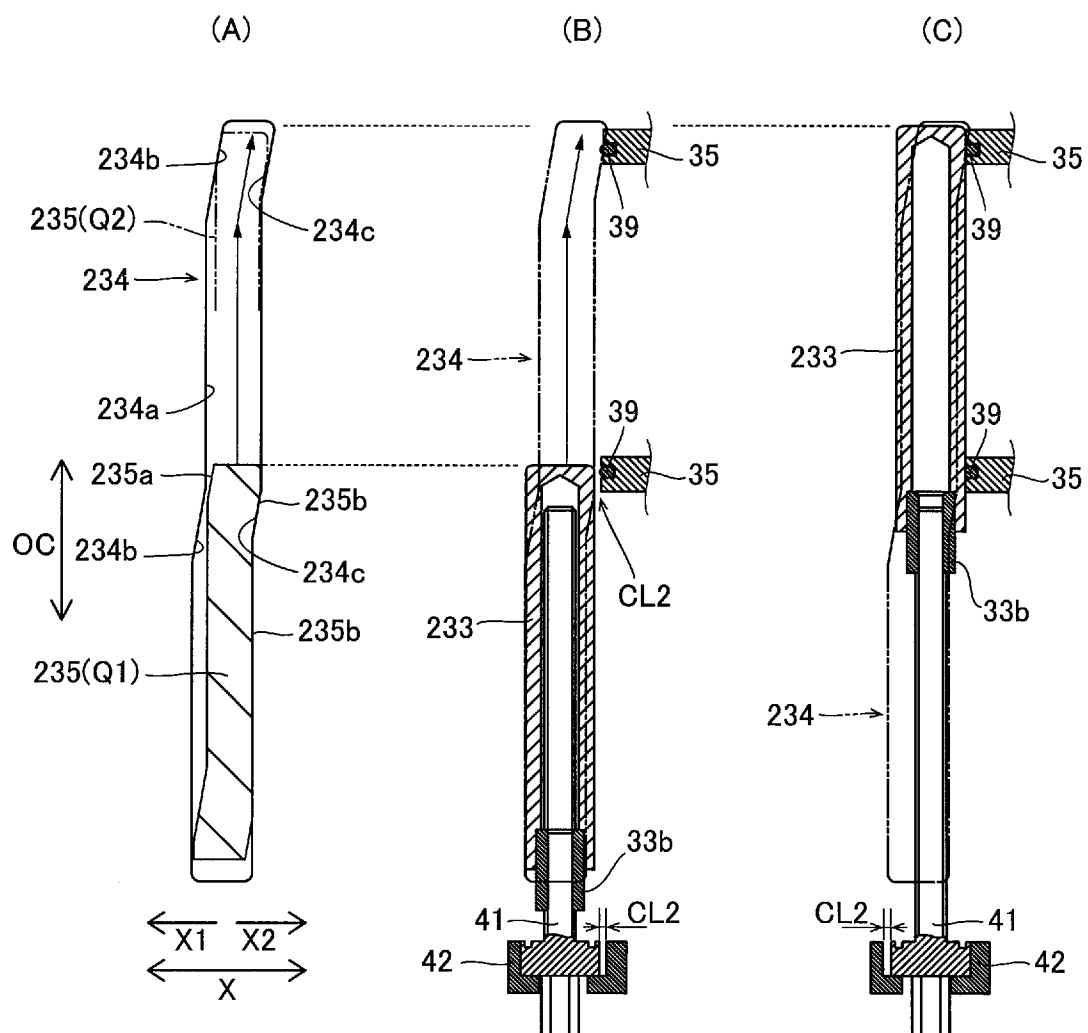
(第3実施形態)



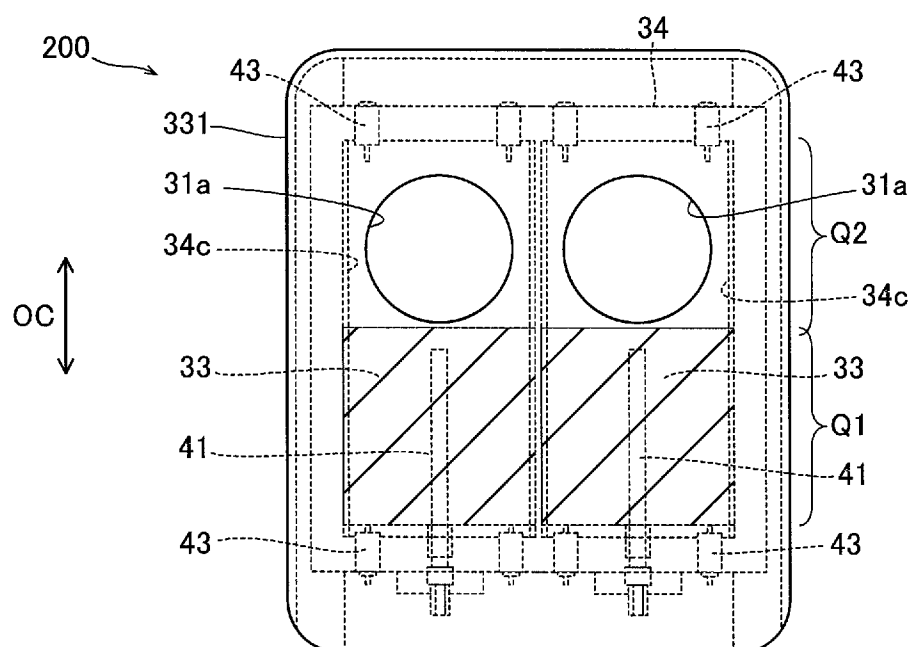
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. E21D9/087 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. E21D9/087

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-151787 A (HITACHI Zosen CORPORATION) 08 August 2013, entire text, all drawings & US 2014/0357461 A1 & WO 2013/111359 A1 & CN 103987921 A & KR 10-2014-0085592 A & KR 10-2016-0008242 A (Family: none)	1-6
A	JP 2018-003314 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD., KAJIMA CORPORATION) 11 January 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2012-041781 A (HITACHI Zosen CORPORATION) 01 March 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
18.09.2019

Date of mailing of the international search report
01.10.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030075

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/0101868 A1 (HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT) 13 April 2017, entire text, all drawings & JP 2017-522470 A & WO 2016/012156 A1 & DE 102014110310 A1 & CA 2946680 A1 & CN 106687660 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. E21D9/087 (2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. E21D9/087			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2013-151784 A (日立造船株式会社) 2013.08.08, 全文、全図 & US 2014/0357461 A1 & WO 2013/111359 A1 & CN 103987921 A & KR 10-2014-0085592 A & KR 10-2016-0008242 A	1-6	
A	JP 2018-003314 A (川崎重工業株式会社、鹿島建設株式会社) 2018.01.11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6	
A	JP 2012-041781 A (日立造船株式会社) 2012.03.01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 18.09.2019		国際調査報告の発送日 01.10.2019	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 神尾 寧	2B 3407
		電話番号 03-3581-1101 内線 3237	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2017/0101868 A1 (HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT) 2017.04.13, 全文、全図 & JP 2017-522470 A & WO 2016/012156 A1 & DE 102014110310 A1 & CA 2946680 A1 & CN 106687660 A	1-6