

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 675**

51 Int. Cl.:

E21D 9/087 (2006.01)

E21D 9/08 (2006.01)

E21D 9/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2007** **E 07707476 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2119868**

54 Título: **Máquina para la perforación de túneles**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2015

73 Titular/es:

KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)
1-1, Higashikawasaki-cho 3-chome Chuo-ku
Kobe-shi
Hyogo 650-8670, JP

72 Inventor/es:

KONDO, YASUNORI;
IWATA HIROYOSHI;
SAKAI, YASUYUKI;
ODA MAKOTO;
NIIHARA TOORU;
MAKIUCHI ISAO;
NAGAMORI KUNIHIRO;
INOMATA KATSUMI y
ANAI HIDEKAZU

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 549 675 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Máquina para la perforación de túneles.

5 Sector técnico

La presente invención se refiere a una máquina para la perforación de túneles que comprende un dispositivo excavador capaz de excavar secciones transversales de diferentes formas.

10 Antecedentes técnicos

Una máquina para la perforación de túneles comprende un cuerpo principal de la máquina que tiene un cuerpo, una serie de conjuntos de cilindro y pistón para la máquina configurados para provocar que el cuerpo principal de la máquina se desplace hacia delante, y un dispositivo excavador dispuesto en el lado frontal del cuerpo principal de la máquina para excavar el terreno natural. En una máquina de tipo general para la perforación de túneles, el cuerpo principal de la máquina está constituido de manera que tenga forma cilíndrica, y el dispositivo excavador comprende una serie de dientes de corte dispuestos en la superficie frontal de un cabezal de corte que tiene el mismo diámetro que el cuerpo. El cabezal de corte está soportado por una parte frontal extrema del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles, que es capaz de girar alrededor de un eje central del cuerpo principal de la máquina, y que es obligado a girar por una máquina de impulsión, tal como una serie de motores hidráulicos. La máquina para la perforación de túneles excava un túnel de sección circular al hacer que el cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles se desplace hacia delante (perforación frontal) mientras gira el cabezal de corte.

En estos últimos años, se han desarrollado máquinas para la perforación de túneles capaces de excavar túneles con secciones transversales de diferentes formas, tales como sección transversal rectangular y sección transversal oval además de la sección transversal circular. Se describen ejemplos de dichas máquinas para la perforación de túneles en los Documentos de Patentes 1 a 3.

En la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 1, un dispositivo de corte en forma de disco está soportado con capacidad de rotación alrededor de un eje central del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles, y un dispositivo de corte planetario está soportado con capacidad de rotación por un cuerpo principal de disco del dispositivo de corte de disco. De acuerdo con esa máquina para la perforación de túneles, cuando el cuerpo principal de disco es obligado a girar, el dispositivo de corte planetario gira de manera integral con el cuerpo principal de disco, y gira en sincronismo con la rotación del cuerpo principal de disco por acción de un mecanismo de ruedas dentadas planetarias. De este modo, la máquina para la perforación de túneles puede excavar un túnel de una forma predeterminada en sección transversal mediante el cuerpo principal de disco y el dispositivo de corte planetario.

En la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 2, cuatro rayos se extienden radialmente desde un dispositivo de corte principal de pequeño diámetro dispuesto para excavar el centro de un túnel y están dotados de brazos extensibles, respectivamente, y cada uno de los brazos extensibles está dotado de un dispositivo de corte de esquina y un motor hidráulico configurado para provocar el giro del dispositivo de corte de esquina. Los brazos extensibles están configurados de manera que son extensibles y retractiles en dirección radial por medio de conjuntos hidráulicos de cilindro y pistón. Una parte periférica de una única sección transversal es excavada haciendo que los dispositivos de corte de esquina giren mientras se provoca la extensión y retracción de los brazos extensibles, y la parte central de la sección transversal es excavada por el dispositivo de corte principal.

En la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 3, se dispone un eje fijo en el eje central del cuerpo principal de la máquina, y se dispone un primer cuerpo envolvente de manera que tenga capacidad de rotación alrededor del eje fijo. Un segundo cuerpo envolvente está dispuesto para que sobresalga hacia delante desde la parte extrema de la punta del primer cuerpo envolvente. En el primer cuerpo envolvente, están soportados con capacidad de rotación un engranaje fijo dispuesto sobre el eje fijo, un engranaje planetario que se acopla con el engranaje fijo, y una primera rueda dentada que se acopla con la rueda dentada planetaria. Además, en el segundo cuerpo envolvente, se dispone de manera fija una segunda rueda dentada que se acopla con la primera rueda dentada, así como una tercera rueda dentada que se acopla con la segunda rueda dentada. Un dispositivo de corte de excavación está dispuesto de manera fija sobre la tercera rueda dentada. Mediante un motor de impulsión del cuerpo envolvente y un motor de impulsión del dispositivo de corte dispuestos en el cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles, se hacen girar alrededor del eje fijo el primer y el segundo cuerpos envolventes. A continuación, en sincronismo con esta rotación, el dispositivo de corte es obligado a girar alrededor de un elemento de eje, y el dispositivo de corte es obligado a girar haciéndolo girar independientemente. De este modo, se excava una sección transversal predeterminada.

Documento de Patente 1: Patente japonesa Nº 2898968

Documento de Patente 2: Publicación de la solicitud de Patente japonesa a inspección pública 2001-55890

Documento de Patente 3: Publicación de la solicitud de Patente japonesa a inspección pública Hei 9-119288

Otro ejemplo se puede observar en el Documento EP 0 384 065, que se considera el documento más próximo del estado de la técnica.

Materia de la invención

5

Problemas a solucionar por la invención

No obstante, la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 1, para excavar un túnel que tenga una sección transversal de una forma predeterminada, se debe disponer la forma del contorno del dispositivo de corte planetario con una proporción del número rotaciones del dispositivo de corte planetario con respecto al número de revoluciones del dispositivo de corte planetario. Por lo tanto, en el caso de excavar un túnel que tenga una sección transversal diferente de la forma de la sección transversal prevista, los ajustes anteriores tienen que ser cambiados. Para cambiar los ajustes, se tiene que cambiar la forma del contorno del dispositivo de corte planetario, el número de dientes del dispositivo de corte planetario y similares. Dado que estos cambios requieren costes y tiempo, la versatilidad de la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 1 es reducida.

Además, la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 2 efectúa la excavación de un túnel mediante los dispositivos de corte dispuestos en los extremos de punta de los brazos extensibles dispuestos en cuatro radios que se prolongan o se extienden radialmente mientras se extienden y retraen los brazos extensibles por acción de los conjuntos hidráulicos de cilindro y pistón. Por lo tanto, es difícil mantener el comportamiento de la estanqueidad y la fiabilidad de la resistencia de los brazos extensibles soportando al mismo tiempo la fuerza de reacción de la excavación por los brazos extensibles que se extienden y retraen con grandes cargas aplicadas al cabezal de corte. Por ejemplo, en el caso de utilizar este tipo de máquina para la excavación de un terreno natural incluyendo condiciones de terreno, tales como rocas muy duras, es improbable que resista la utilización práctica.

25

Además, en la máquina para la perforación de túneles del Documento de Patente 3, el dispositivo de corte es obligado a girar alrededor del eje fijo, y en sincronismo con ello, el dispositivo de corte es obligado a girar alrededor del elemento de eje. Además, el dispositivo de corte es obligado a girar independientemente por el motor de impulsión del dispositivo de corte dispuesto en el lado del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles. Por lo tanto, la configuración de la rueda dentada para provocar que el dispositivo de corte gire utilizando el primer y el segundo cuerpos envolventes se hace extremadamente compleja, y la fabricación de dicha configuración manteniendo la fiabilidad requiere costes extremadamente elevados y mucho tiempo. Además, en el caso de esta máquina para la perforación de túneles, se transmiten a través del primer y segundo cuerpos envolventes fuerzas extremadamente grandes para hacer que el dispositivo de corte gire alrededor del eje fijo y para provocar que el dispositivo de corte gire alrededor del elemento de eje. Por lo tanto, se pueden presentar problemas con respecto a la resistencia y duración. Además, en el caso de esta configuración, la proporción del número de dientes de la rueda dentada fija con respecto al número de dientes de la primera rueda dentada debe ser dispuesta para realizar la excavación de un túnel con una forma predeterminada en sección transversal.

MEDIOS PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS

Un objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer una máquina para la perforación de túneles que incluye un dispositivo de excavación capaz de excavar túneles de manera estable mientras efectúa fácilmente el cambio de una sección transversal de excavación de la máquina de acuerdo con diferentes formas de sección transversal de diferentes túneles a excavar.

En este caso, la máquina para la perforación de túneles según la presente invención comprende: un cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles que comprende un cuerpo; una serie de conjuntos de cilindro y pistón configurados para hacer que el cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles se desplace hacia delante; y un dispositivo de excavación configurado para excavar un terreno natural en el extremo frontal del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles, y dicha máquina comprende además: un primer elemento de rotación soportado en la parte del extremo frontal del cuerpo principal de la máquina de manera que pueda girar alrededor de un primer eje central paralelo al eje central del cuerpo principal de la máquina; un primer dispositivo de rotación configurado para provocar el giro del primer elemento de rotación; un elemento de basculación soportado por el primer elemento de rotación de manera que pueda bascular alrededor de un segundo eje central paralelo al primer eje central y separado con respecto a dicho primer eje central; un dispositivo de basculación configurado para provocar que el elemento de basculación bascule con respecto al primer elemento de rotación con independencia del primer dispositivo rotativo; un cabezal de corte rotativo que está soportado por el elemento de basculación de manera que pueda girar alrededor de un tercer eje paralelo al segundo eje central y separado con respecto al segundo eje central y comprende una serie de dispositivos de corte sobre la superficie de excavación de la misma; un tercer dispositivo de rotación configurado para provocar el giro del cabezal del corte rotativo con respecto al elemento basculante independientemente del primer dispositivo de rotación y del dispositivo de basculación, y un controlador configurado para controlar el primer dispositivo de rotación, el dispositivo basculante y el tercer dispositivo rotativo. El término "dispositivo de corte" en la DESCRIPCIÓN y REIVINDICACIONES indica cualquier tipo de "dispositivos de corte de excavación" incluyendo "dientes de corte" y "dispositivos de corte de rodillo". De esta manera, el primer elemento rotativo es obligado a girar alrededor del primer eje central, el elemento basculante

65

bascula alrededor del segundo eje central con respecto al primer elemento rotativo en giro, y el cabezal de corte rotativo es obligado a girar alrededor del tercer eje central con respecto al elemento basculante. Además, el primer elemento rotativo, el elemento basculante, y el cabezal de corte rotativo son impulsados independientemente por el primer dispositivo rotativo, el dispositivo basculante, y el tercer dispositivo rotativo, respectivamente.

5 Por lo tanto, controlando el primer dispositivo rotativo y el dispositivo basculante por medio del controlador, se logra que el cabezal de corte rotativo se desplace libremente en un área de excavación que se extiende desde el primer eje central a la superficie interna del túnel. De este modo, la máquina para la perforación de túneles puede excavar túneles con diferentes secciones transversales. De modo específico, en el caso de excavar el túnel con una
10 determinada forma de sección transversal, el primer dispositivo rotativo y el dispositivo basculante son controlados al controlar el ángulo de basculación del elemento basculante, cuyo ángulo está asociado con el ángulo de fase de rotación del primer elemento de rotación con respecto al ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma de la sección transversal. De este modo, la máquina para la perforación de túneles puede excavar túneles con diferentes formas de la sección transversal. Tal como se ha indicado anteriormente, la forma en sección transversal del túnel a
15 excavar se puede cambiar fácilmente cambiando el control del primer dispositivo rotativo y el dispositivo basculante sin cambiar la estructura mecánica. Por lo tanto, la versatilidad es extremadamente elevada.

Además, el cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles puede comprender una cámara configurada para recuperar tierras excavadas y un tabique divisor que define el extremo posterior de la cámara, y el
20 primer elemento rotativo puede ser constituido por un tambor rotativo que forma parte de una superficie de pared del tabique divisor. De esta manera dado que la máquina para la perforación de túneles excava mientras gira una parte de la pared divisora que define el extremo posterior de la cámara configurada para recoger las tierras excavadas, las tierras excavadas pueden ser agitadas simultáneamente con la excavación de manera que la tierra excavada es descargada fácilmente.

Además, el primer dispositivo rotativo, el dispositivo basculante y el tercer dispositivo rotativo pueden estar constituidos respectivamente por activadores diferentes uno de otro. De este modo, estos dispositivos pueden ser impulsados independientemente por correspondientes accionadores de control, y la máquina para la perforación de túneles puede llevar a cabo fácilmente la excavación de un amplio rango de secciones transversales excavadas.
25 Además, dado que no es necesario enlazar el primer dispositivo rotativo, el dispositivo basculante, y el tercer dispositivo rotativo, la configuración de la máquina para la perforación de túneles se puede simplificar.

Además, el elemento basculante puede ser constituido por un armazón de soporte del dispositivo de corte soportado con capacidad de rotación por una parte periférica externa del primer elemento rotativo, y el cabezal de corte rotativo
35 soportado por el armazón de soporte del dispositivo de corte puede estar configurado de manera que sea capaz de desplazarse hacia un área que se encuentre por fuera de la periferia externa del primer elemento rotativo cuando se observa desde la parte frontal. De esta manera, dado que el cabezal de corte rotativo puede excavar el área situada por fuera de la parte externa del primer elemento rotativo, la máquina para la perforación de túneles puede excavar de manera segura túneles con diferentes formas de sección transversal que tienen una forma exterior más grande que el primer elemento rotativo.

Además, el controlador puede estar configurado para controlar el primer dispositivo rotativo y dispositivo basculante de manera que el ángulo de rotación del elemento basculante es controlado de manera que quede asociado con un
45 ángulo de fase de rotación del primer elemento rotativo desde un ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma de la sección transversal del túnel a excavar. De esta manera, la posición del cabezal de corte rotativo se puede controlar con rapidez por el control del ángulo de rotación por la combinación del primer dispositivo de rotación y el dispositivo basculante. De esta manera, la máquina para la perforación de túneles puede excavar de manera segura el túnel con una forma de sección transversal predeterminada, y puede cambiar fácilmente la forma de la sección transversal del túnel a excavar.

Además, el eje del cabezal de corte rotativo puede desplazarse de manera continua con una velocidad uniforme. De esta manera, dado que la velocidad de desplazamiento es uniforme, la magnitud de la excavación es constante, y la máquina para la perforación de túneles puede efectuar la excavación de manera suave.

Además, la superficie frontal del cabezal de corte rotativo puede estar conformada de manera que se curva desde una parte central de la superficie frontal a una parte periférica externa hacia el cuerpo principal de la máquina, y la superficie de excavación puede estar constituida disponiendo la pluralidad de dispositivos de corte sobre la superficie frontal. De esta manera, cuando el cabezal de corte rotativo se desplaza en dirección horizontal cortando la dirección de excavación, la máquina puede excavar de manera estable el terreno natural por los dispositivos de
55 corte dispuestos en la superficie frontal curvada del cabezal de corte. En este caso, el cabezal de corte rotativo está formado de manera que posee, por ejemplo, la superficie de excavación que comprende: una superficie frontal circular; una superficie anular inclinada que se extiende oblicuamente desde la superficie frontal al lado del cuerpo principal de la máquina que se debe conectar a la periferia externa, y una superficie periférica externa cilíndrica conectada al extremo posterior de la superficie anular inclinada. Se dispone una serie de dispositivos de corte sobre la superficie de excavación. Además, la superficie anular inclinada puede estar constituida en forma de superficie de
60 arco de círculo.

Además, la pluralidad de dispositivos de corte puede estar dispuesta de forma espiral desde una parte central de la superficie frontal a una periferia externa de la superficie frontal en una dirección opuesta a la dirección de rotación del cabezal de corte rotativo. De esta manera, las tierras excavadas pueden ser descargadas a lo largo de los dispositivos de corte dispuestos de forma espiral hacia la parte periférica externa.

Además, el cabezal de corte rotativo puede estar dotado de una parte de soporte central que tiene una placa de superficie, y una pluralidad de rayos que se extienden radialmente desde la parte de soporte central, y la pluralidad de dispositivos de corte pueden estar dispuestos en las superficies frontales de los rayos. De esta manera, al hacer que gire el cabezal de corte rotativo, el terreno natural puede ser excavado por la superficie de excavación circular formada sobre la superficie frontal del cabezal de corte rotativo. Además, las tierras excavadas pueden ser descargadas con rapidez a través de un amplio espacio entre los rayos hacia una dirección posterior. En el caso de esta configuración, la máquina para la perforación de túneles puede excavar de manera estable el terreno natural aunque el terreno natural sea pegajoso (tal como arcilla).

Además, se puede disponer una entrada para la añadidura de un material de lodos en una posición situada en una dirección que corta la dirección axial del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles y situada en una dirección opuesta a la dirección de rotación de los rayos. De esta manera, el material de lodos añadido puede ser suministrado para fluidizar las tierras excavadas sin provocar el taponamiento de la entrada de adición de material de lodos. De este modo la máquina para la perforación de túneles puede excavar de manera estable.

Además, se puede disponer una pluralidad de primeros elementos rotativos en la parte extrema frontal del cuerpo principal de la máquina, pudiendo estar dispuestos los cabezales de corte rotativos en los primeros elementos rotativos, respectivamente, para configurar una pluralidad de dispositivos de excavación, y los primeros elementos rotativos pueden ser obligados a girar en direcciones opuestas entre sí. De esta manera, se configura la máquina para la perforación de túneles incluyendo una pluralidad de cabezales de corte rotativos. Por lo tanto, es posible anular la fuerza de reacción en una dirección opuesta a la dirección de rotación generada cuando los cabezales de corte rotativos giran en la excavación de la máquina para la perforación de túneles. Por lo tanto, la máquina para la perforación de túneles puede excavar túneles con diferentes secciones transversales de manera estable.

Además, el cabezal de corte rotativo dispuesto en cada uno de los primeros elementos rotativos que giran respectivamente en direcciones opuestas entre sí, puede ser obligado a girar en una dirección que es igual que la dirección de rotación del primer elemento rotativo dotado del cabezal de corte rotativo. De esta manera, es posible también anular la fuerza de reacción de excavación del cabezal de corte rotativo que actúa en una dirección opuesta a la dirección de rotación. Por lo tanto, la máquina para la perforación de túneles puede excavar túneles de diferentes secciones transversales excavadas de manera estable.

Además, el armazón de soporte del dispositivo de corte puede estar dotado de una pluralidad de terceros ejes centrales, y la máquina para la perforación de túneles comprende además: una pluralidad de cabezales de corte rotativos soportados con capacidad de rotación alrededor de la pluralidad de terceros ejes centrales, respectivamente; y una pluralidad de terceros dispositivos rotativos configurados para provocar respectivamente el giro de la pluralidad de cabezales de corte rotativos. De esta manera, se puede excavar una amplia área de terreno natural por los cabezales de corte rotativos que giran alrededor de una serie de terceros ejes centrales, respectivamente. Por lo tanto, la capacidad de excavación puede ser mejorada.

Además, el primer elemento rotativo puede ser dotado de una pluralidad de segundos ejes centrales, y la máquina para la perforación de túneles puede comprender: una pluralidad de armazones de soporte del dispositivo de corte soportados con capacidad de rotación alrededor de la pluralidad de segundos ejes centrales, respectivamente; y una pluralidad de dispositivos de basculación configurados para provocar respectivamente el giro de la pluralidad de armazones de soporte de dispositivos de corte. De esta manera, se puede excavar una amplia área de terreno natural por los cabezales de corte rotativos dispuestos en una pluralidad de armazones de soporte de dispositivos de corte que giran conjuntamente con el primer elemento rotativo. De esta manera, la capacidad de excavación puede ser mejorada adicionalmente.

Además, el primer elemento rotativo puede incluir un cabezal de corte auxiliar rotativo configurado para girar alrededor de un cuarto eje central paralelo al primer eje central y separado de dicho primer eje central y el segundo eje central, y el cabezal de corte auxiliar rotativo puede comprender una pluralidad de dispositivos de corte dispuestos sobre la superficie de excavación del mismo, y un cuarto dispositivo rotativo configurado para provocar el giro del cabezal de corte auxiliar rotativo. De esta manera, la máquina para la perforación de túneles puede excavar el área de excavación del cabezal de corte auxiliar rotativo además del área de excavación del cabezal de corte rotativo al mismo tiempo. Al disponer de manera apropiada el área de excavación del cabezal de corte rotativo y el área de excavación del cabezal de corte auxiliar rotativo, la máquina puede excavar el túnel más rápidamente, y se puede mejorar la capacidad de excavación. En este caso, es preferible que el segundo eje central del elemento basculante y el cuarto eje central de cabezal de corte auxiliar rotativo estén situados en posiciones opuestas uno de otro con respecto al primer eje central del primer elemento rotativo, dado que la máquina para la perforación de túneles puede excavar simultáneamente el túnel en dos posiciones opuestas entre sí con respecto al primer eje

central.

Además, la cámara puede incluir en su interior: una pala de agitación soportada con capacidad de rotación por el primer elemento rotativo, y un dispositivo para el giro de la pala de agitación configurado para provocar el giro de la pala de agitación. De esta manera, dado que la pala de agitación rotativa gira conjuntamente con el giro del primer elemento rotativo, el comportamiento de agitación en la cámara se mejora significativamente. De este modo, las tierras excavadas pueden ser agitadas de manera más eficiente, y se pueden suministrar fácilmente desde la cámara al exterior.

Además, es preferible que el cabezal de corte rotativo comprenda un armazón del dispositivo de corte al que está acoplado el dispositivo de corte, y un espacio operativo al que pueda acudir un operador desde el lado de la pared divisora para sustituir el dispositivo de corte constituido dentro del armazón de corte. De esta manera, el dispositivo de corte dispuesto en el cabezal de corte rotativo puede ser sustituido por el lado interno del dispositivo. Además, es preferible que la máquina para la perforación de túneles incluya un suministrador de material de lodos adicional configurado para suministrar el material de adición de lodos al cabezal de corte rotativo y para descargar dicho material de lodos añadido a la parte frontal del cabezal de corte rotativo o un suministrador de material adicional de lodos configurado para suministrar material de lodos añadido a la pala de agitación y para descargar el material de lodos añadido a la parte frontal de la pala de agitación. De esta manera, al hacer que actúe la presión de los lodos sobre la superficie de excavación, según necesidades, la máquina para la perforación de túneles puede excavar de forma estable.

Efectos de la invención

La presente invención puede dar a conocer una máquina para la perforación de túneles capaz de cambiar la sección transversal de excavación de la máquina al controlar el movimiento del cabezal de corte rotativo por medio de los componentes anteriormente explicados, de acuerdo con varias formas de la sección transversal de los túneles a excavar, siendo capaz de trabajar fácilmente con diferentes formas de la sección transversal excavada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección longitudinal de una máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención.

La figura 2 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

La mitad de la izquierda de la figura 3 es una vista en sección según la línea de corte la-la de la figura 1, y la mitad de la derecha de la figura 3 es una vista en sección según la línea de corte lb-lb de la figura 1.

La figura 4 es la mitad de la sección transversal mostrando componentes principales que comprenden un armazón de soporte del dispositivo de corte y un cabezal de corte rotativo de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

La figura 5 es un diagrama de bloque que muestra un sistema de control de la impulsión de la máquina mostrada en la figura 1.

La figura 6 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles que se ha mostrado en la figura 1 es de ± 0 grados.

La figura 7 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación ha sido girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de la rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 6.

La figura 8 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 7.

La figura 9 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 8.

La figura 10 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 9.

La figura 11 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 10.

ES 2 549 675 T3

La figura 12 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 11.

5 La figura 13 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 12.

10 La figura 14 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 13.

15 La figura 15 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 14.

20 La figura 16 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 15.

La figura 17 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 16.

25 La figura 18 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 17.

30 La figura 19 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 18.

35 La figura 20 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 19.

40 La figura 21 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 20.

La figura 22 es un diagrama que muestra un área en la que excava un cabezal de corte N° -1- incluido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

45 La figura 23 es un diagrama que muestra un área en la que excava un cabezal de corte N° -2- incluido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

La figura 24 es un diagrama que muestra un área en la que excava un cabezal de corte N° -3- incluido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

50 La figura 25 es un diagrama que muestra un área en la que excavan unos cabezales de corte N° -1- a -3- incluidos en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1.

55 La figura 26 es una vista en sección longitudinal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención.

La figura 27 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26.

60 La mitad de la izquierda de la figura 28 tiene una vista en sección según la línea de corte IIa-IIa de la figura 26, y la mitad de la derecha de la figura 28 es una vista en sección según la línea de corte IIb-IIb de la figura 26.

La figura 29 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de la rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26 es ± 0 grados.

65 La figura 30 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 29.

- 5 La figura 31 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 30.
- La figura 32 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 31.
- 10 La figura 33 es un diagrama que muestra un área en la que excava el cabezal cortador N° -1- comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26.
- La figura 34 es un diagrama que muestra un área en la que excavan los cabezales cortadores N° -1- a -3- comprendidos en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26.
- 15 La figura 35 es una sección longitudinal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con Realización 3 de la presente invención.
- La figura 36 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 35.
- 20 La mitad de la izquierda de la figura 37 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIIa-IIIa de la figura 35, y la mitad de la derecha de la figura 37 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIIb-IIIb de la figura 35.
- 25 La figura 38 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 35 es ± 0 grados.
- La figura 39 es una vista frontal mostrando la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 38.
- 30 La figura 40 es una vista frontal mostrando la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 39.
- La figura 41 es un diagrama que muestra el área en la que excava el cabezal de corte N° -1- comprendido en la máquina para la perforación de túneles de la figura 36.
- 35 La figura 42 es una vista en sección longitudinal de la máquina para la perforación de túneles según la Realización 4 de la presente invención.
- 40 La figura 43 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 42.
- La mitad de la izquierda de la figura 44 es una vista en sección transversal según la línea de corte IVa-IVa de la figura 42, y la mitad de la derecha de la figura 44 es una vista en sección transversal según la línea de corte IVb-IVb de la figura 42.
- 45 La figura 45 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrado en la figura 42 es ± 0 grados.
- 50 La figura 46 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 45.
- La figura 47 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 46.
- 55 La figura 48 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación ha girado en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 47.
- 60 La figura 49 es un diagrama que muestra un área en la que excava el cabezal de corte N° 1 comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 43.
- 65 La figura 50 es un diagrama que muestra un área en la que excavan los cabezales de corte N° 1 y 2 comprendidos en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 43.

La figura 51 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles según la Realización 5 de la presente invención.

5 La figura 52 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrado en la figura 51 se encuentra en la parte media de la excavación.

La figura 53 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrado en la figura 51 se encuentra en la parte media de la excavación, y es diferente de la figura 52.

10 La figura 54 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 6 de la presente invención.

15 La figura 55 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles de la figura 54 se encuentra en la parte media de la excavación.

La figura 56 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles de la figura 54 se encuentra en la parte media de la excavación, y es diferente de la figura 52.

20 La figura 57 es una vista frontal de la máquina para perforación de túneles según la Realización 7 de la presente invención.

25 La figura 58 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 57 se encuentra en la parte media de la excavación.

La figura 59 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 57 se encuentra en la parte media de la excavación, y es diferente de la figura 52.

30 La figura 60 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles según la Realización 8 de la presente invención.

35 La figura 61 es una vista frontal mostrando una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 60 se encuentra en la parte media de la excavación.

La figura 62 es una vista frontal mostrando una situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 60 se encuentra en la parte media de la excavación, y es diferente de la figura 52.

40 **Explicación de los números de referencia.**

- 1-, -1B- a -1H- máquina para la perforación de túneles
- 2-, -2B- a -2D- cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles
- 45 -3- conjunto de cilindro y pistón de la máquina
- 5-, -5B- a -5D- dispositivo de excavación
- 10-, -10B- a -10D- cuerpo
- 16-, -16B- a -16D- pared divisora
- 19-, -19B- a -19D- cámara
- 50 -40-, -40B- a -40D- tambor rotativo
- 45- primer mecanismo rotativo
- 46- primer motor hidráulico
- 50-, -50B- a -50D-, -50F- a -50H- armazón de soporte del dispositivo de corte
- 55- mecanismo de accionamiento de la basculación
- 55 -56- segundo motor hidráulico
- 60-, -60B- a -60D-, -60F- a -60H- cabezal de corte rotativo
- 65- tercer mecanismo de rotación
- 66- tercer motor hidráulico
- 70-, -70B- cabezal de corte auxiliar rotativo
- 60 -75- cuarto mecanismo rotativo
- 80- pala de agitación
- 85- quinto mecanismo rotativo
- 90- unidad de control de impulsión

Mejor forma de llevar a cabo la invención

A continuación, se explicarán realizaciones de la presente invención basadas en los dibujos. Las siguientes realizaciones explicarán ejemplos en los que se utiliza un diente de corte como dispositivo de excavación.

5

Realización 1

10

La figura 1 es una vista en sección longitudinal de una máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención. La figura 2 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1. La mitad de la izquierda de la figura 3 es una vista en sección transversal según la línea de corte la-la de la figura 1, y la mitad de la derecha de la figura 3 es una vista en sección según la línea de corte lb-lb de la figura 1. La figura 4 es la mitad de la sección transversal mostrando componentes principales incluyendo un armazón de soporte del dispositivo de corte y un cabezal de corte rotativo de la máquina mostrada en la figura 1. La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra el sistema de control de impulsión de la máquina mostrada en la figura 1.

15

20

25

30

35

Tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 3, la máquina -1- para la perforación de túneles comprende un cuerpo principal -2- de la máquina que tiene un cuerpo -10-, y una pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón -3- configurados para provocar que el cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles se desplace hacia delante. El cuerpo -10- está constituido por el cuerpo frontal -11- y el cuerpo posterior -12-, y una parte intermedia curvada -13- queda dispuesta entre la parte extrema posterior del cuerpo frontal -11- y la parte extrema frontal del cuerpo posterior -12-. El cuerpo frontal -11- y el cuerpo posterior -12- están acoplados entre sí por la parte intermedia curvada -13- de manera que el cuerpo -10- puede ser curvado. Una pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4- que provocan que el cuerpo -1- se curve están dispuestos entre el cuerpo frontal -11- y el cuerpo posterior -12- en la parte curvada intermedia -13-. Cada uno del cuerpo frontal -11- y cuerpo posterior -12- está formado de manera que tiene una forma tubular cuadrada con una sección transversal rectangular horizontalmente alargada en la que la proporción de la longitud vertical con respecto a la longitud horizontal es de 1 a 2. Partes de esquina formadas por paredes superior, inferior, de la izquierda y de la derecha del cuerpo frontal -11- y del cuerpo posterior -12- son curvadas. Además, un dispositivo -5- configurado para excavar terreno natural está dispuesto en la cara frontal extrema del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. Dentro del cuerpo principal -2- de la máquina, está comprendido un descargador de tierras descargadas -6- que tiene un par de transportadores de husillo de la izquierda y de la derecha -6a- configurados para descargar las tierras excavadas por el dispositivo de excavación -5-. Además, en una parte posterior del cuerpo principal -2- del dispositivo excavador, están comprendidos un par de dispositivos de erección de la izquierda y de la derecha -7- configurados para acoplar segmentos -S- a una superficie interna de un túnel -T- excavado por el dispositivo de excavación -5-, un par de dispositivos -8- de soporte del segmento de la izquierda y de la derecha configurados para soportar los segmentos acoplados -S-, un dispositivo -9- para inyectar relleno configurado para inyectar mortero entre la superficie interna del túnel -T- y el segmento acoplado -S-, y otros.

40

45

50

Tal como se ha mostrado en la figura 1, en la parte intermedia curvada -13- dispuesta entre el cuerpo frontal -11- y el cuerpo posterior -12-, un asiento parcialmente esférico -14- que tiene forma circular está formado en la parte extrema frontal del cuerpo posterior -12-, la parte extrema posterior del cuerpo frontal -11- está acoplada exteriormente al asiento parcialmente esférico -14-, y un elemento de estanqueidad -15- está fijado entre las partes de acoplamiento del cuerpo frontal -11- y el cuerpo posterior -12-. Además, una pared divisora vertical -16- está dispuesta en una posición dentro del cuerpo frontal -11- cuya posición está situada aproximadamente a 1/3 de la longitud del cuerpo frontal -11- en una dirección desde el extremo frontal del cuerpo frontal -11- al extremo posterior de dicho cuerpo frontal -11-. La pared divisora -16- está constituida por una pared divisora fija -17- y una pared divisora móvil -18-. Una parte periférica externa de la pared divisora fija -17- está fijada a la superficie interna del cuerpo frontal -11-. La pared divisora móvil -18- tiene forma de placa circular y está montada internamente con capacidad de rotación en la pared divisora fija -17-. Una cámara -19- configurada para recuperar las tierras excavadas por el dispositivo de excavación -5- está formada por delante de la pared divisora -16- en el cuerpo frontal -11-. La pared divisora -16- sirve como pared que define el extremo posterior de la cámara -19-.

55

60

65

Detrás de la pared divisora fija -17-, un elemento circular -20- que tiene una parte cilíndrica -21- está fijado al cuerpo frontal -11-. Un tambor rotativo -40- que se describe más adelante, del dispositivo excavador -5- está soportado con capacidad de rotación por la parte cilíndrica -21-. Una superficie de pared de la pared divisora móvil -18- está formada por un elemento de placa -41- dispuesto sobre la superficie frontal del tambor rotativo -40-. Además, un par de dispositivos -22a- de búsqueda de terreno natural de la izquierda y de la derecha están dispuestos en una parte superior extrema en las proximidades del extremo superior de la pared divisora fija -17-. El dispositivo -22a- de búsqueda de terreno natural está configurado de manera que sea extensible y retráctil en dirección radial desde el cuerpo frontal -11-. Además, un par de patines móviles de la izquierda y de la derecha -22b- están dispuestos en la parte del extremo inferior del cuerpo frontal -11-. El patín móvil -22b- está configurado de manera que sea extensible y retráctil en dirección radial. El patín móvil -22b- está configurado para impedir que el cuerpo -10- pueda rodar y para mantener una posición predeterminada del cuerpo -10-.

Tal como se ha mostrado en la figura 2, la pared divisora fija -17- está dotada de un par de cierres ("manlocks") -23-

de la izquierda y de la derecha, un par de agujeros de hombre -24- de la izquierda y de la derecha y un par de aberturas -25- de la izquierda y de la derecha para la descarga de tierras. Además, la pared divisora fija -17- está dotada de seis medidores de presión de la tierra -26- y seis entradas -27- para la añadidura de lodos. Un espacio interno del cierre -23- está separado con respecto al espacio interno del cuerpo principal -2- de la máquina, y el cierre -23- puede incrementar la presión del espacio interno hasta aproximadamente la presión de dentro de la cámara -19-. La pared divisora móvil -18- está dotada de un par de orificios de hombre -28- y cuatro entradas -29- para añadidura de material de lodos.

Tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 3, un elemento laminar anular -30- está fijado a la parte frontal extrema de una superficie interna del cuerpo posterior -12-, y un cierre estanco posterior -31- está dispuesto en la parte extrema posterior de la superficie interna del cuerpo posterior -12-. La pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina están dispuestos en la parte frontal extrema del cuerpo posterior -12-, y están dispuestos a lo largo de la superficie interna del cuerpo posterior -12- en dirección circunferencial a intervalos predeterminados (a intervalos sustancialmente regulares) a efectos de quedar dirigidos hacia atrás. La parte posterior del cuerpo principal de un conjunto de cilindro y pistón de cada uno de los conjuntos de cilindro y pistón -3- está fijado al elemento laminar anular -30- a efectos de penetrar en dicho elemento laminar anular -30-. La máquina para la perforación de túneles -1- consigue potencia para su desplazamiento hacia delante por la fuerza de reacción generada cuando la pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón -3- presionan hacia atrás el segmento -S- acoplado con los dispositivos de erección -7-.

La pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4- están dispuestos a lo largo de la superficie interna del cuerpo frontal -11- y la superficie interna del cuerpo posterior -12- en la dirección circunferencial a intervalos predeterminados (sustancialmente a intervalos regulares). Los conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4- están dispuestos para quedar dirigidos hacia delante a efectos de no interferir con la pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón de desplazamiento -3- (figura 3). Una parte frontal extrema de cada uno de los conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4- está acoplada con capacidad de rotación a un soporte -32- fijado al cuerpo frontal -11-, y una parte extrema posterior de cada uno de los conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4- está acoplada con capacidad de rotación a un soporte -33- fijado al cuerpo posterior -12-.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 1, el tambor rotativo -40- comprende el elemento de placa -41- dispuesto en la superficie frontal del tambor rotativo -40- a efectos de formar la superficie de pared del tabique divisor móvil -18-, tal como se ha descrito anteriormente, y una serie de nervios dispuestos entre la superficie posterior del elemento de placa -41- y un tubo externo -42-. Esto aumenta la resistencia y rigidez del tambor rotativo -40- con respecto a la dirección de rotación, de manera que el tambor rotativo -40- es excelente en cuanto a resistencia y duración. El tambor rotativo -40- está soportado con capacidad de rotación de manera que el tubo externo -42- está acoplado interiormente en la parte cilíndrica -21- del elemento circular -20-. Además, un elemento de estanqueidad circular -43- está acoplado entre la parte cilíndrica -21- y el tubo externo -42-. Además, una rueda dentada anular -44- está dispuesta de manera fija en el extremo posterior del tubo externo -42-. La rueda dentada anular -44- está configurada con capacidad de rotación mediante un cojinete.

Un primer mecanismo rotativo -45- configurado para hacer que el tambor rotativo -40- pueda girar comprende una pluralidad (por ejemplo, ocho) de primeros motores hidráulicos -46- que están acoplados al cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles y que corresponden a primeros accionadores. La pluralidad de primeros motores hidráulicos -46- están acoplados respectivamente a zonas de fijación -47- del motor de forma anular dispuestas en la parte posterior extrema del elemento circular -20-. Los primeros motores hidráulicos -46- están dispuestos en la dirección circunferencial a intervalos predeterminados dirigidos hacia delante. Un engranaje de salida del primer motor hidráulico -46- se acopla con el engranaje anular -44-.

A continuación, se explicará de manera detallada el dispositivo de excavación -5-. Tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 2, el dispositivo de excavación 5 está dispuesto en la parte frontal extrema del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. El cuerpo principal -2- de dicha máquina está dotado de un tambor rotativo -40- que corresponde a un primer elemento rotativo soportado con capacidad de rotación alrededor de un primer eje de giro -A1- paralelo al eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. El tambor rotativo -40- está dotado de un segundo eje de giro -A2- separado con respecto al primer eje de giro -A1-. En el segundo eje de giro -A2-, se ha dispuesto un armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, que corresponde a un elemento basculante soportado con capacidad de basculación alrededor del segundo eje de giro -A2-.

Tal como se ha mostrado en las figuras 2 y 4, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte comprende un cuerpo principal -51- del armazón dispuesto en la cámara -19- situada por delante del tambor rotativo -40-, y una parte tubular -52- acoplada a una parte central en dirección longitudinal de la parte extrema posterior del cuerpo principal -51- del armazón sobresaliendo hacia atrás. Un centro de la parte tubular -52- está situado en el segundo eje de giro -A2-. El cuerpo principal -51- del armazón está formado en forma de caja de manera que su longitud es aproximadamente 4/5 del diámetro del tambor rotativo -40-, y su longitud de delante a atrás es ligeramente más reducida que la longitud de delante a atrás de la cámara -19-. Un par de los cabezales rotativos de corte -60- que se describe más adelante están acoplados respectivamente a ambas partes extremas en dirección longitudinal del cuerpo principal -51- del armazón.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 1, el armazón -50- del soporte del dispositivo de corte está soportado con capacidad de rotación de manera que la parte tubular -52- dotada en el lado del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles está acoplada interiormente en la parte cilíndrica receptora -40a- dispuesta en una parte periférica adyacente del tambor rotativo -40-. Un elemento de estanqueidad circular -53- está acoplado entre la parte receptora cilíndrica -40a- y la parte tubular -52-. Un engranaje anular -54- está dispuesto de manera fija en la parte extrema posterior de la parte tubular -52-. El engranaje anular -54- está configurado con capacidad de rotación mediante un cojinete. Un mecanismo -55- de impulsión de la basculación comprende una pluralidad (por ejemplo, ocho) de segundos motores hidráulicos -56- que están acoplados al tambor rotativo -40- y corresponden a segundos accionadores. La pluralidad de segundos motores hidráulicos -56- están dotados respectivamente en partes de acoplamiento del tambor rotativo -40-. Los segundos motores hidráulicos -56- están dispuestos en la dirección circunferencial a intervalos predeterminados para quedar dirigidos hacia delante. Un engranaje de salida del segundo motor hidráulico -56- se acopla con el engranaje anular -54-.

Además, tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 2, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte es obligado a bascular por el mecanismo -55- de impulsión de basculación configurado para hacer que el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascule con respecto al tambor rotativo -40-. El armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está dotado de un par de terceros ejes de giro -A3- distintos uno de otro. Un par de cabezales rotativos de corte -60- está dispuesto en los terceros ejes de giros -A3-, respectivamente.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 2, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está soportado con capacidad de rotación en las proximidades de una parte periférica externa del tambor rotativo -40-. El par de cabezales rotativos de corte -60- soportados con capacidad de rotación por el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte se pueden desplazar a un área situada por fuera de la periferia externa del tambor rotativo -40- cuando se observa desde la parte frontal provocando la basculación del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte. Tal como se ha indicado anteriormente, dado que los cabezales rotativos de corte -60- se pueden desplazar al área situada por fuera de la periferia externa del tambor rotativo -40- cuando se observan desde la parte frontal, la máquina -1- para la perforación de túneles puede excavar el túnel -T- con una forma en sección transversal que tiene un diámetro mayor que el tambor rotativo -40-.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 1 y 4, cada uno del par de cabezales rotativos de corte -60- de la presente realización comprenden un armazón -62- del dispositivo de corte que tiene una superficie frontal circular -62a-, una superficie anular inclinada -62b- que se expande hacia fuera desde la superficie frontal -62a- hacia el lado del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles para su conexión a la periferia externa de la superficie frontal -62a-, y una superficie periférica externa cilíndrica -62c- conectada al extremo posterior de la superficie inclinada anular -62b-. Estas superficies forman una superficie de excavación P. En la presente realización, una superficie que se expansiona hacia atrás hacia el cuerpo principal -2- de la máquina es la superficie anular inclinada -62b-. Una pluralidad de puntas de corte -61- están dispuestas en cada una de las superficies frontales -62a-, superficie anular inclinada -62b-, y la superficie periférica externa cilíndrica -62c-. Tal como se ha indicado anteriormente, dado que la superficie anular inclinada -62b- y la superficie periférica externa cilíndrica -62c- están formadas en el cabezal rotativo de corte -60-, y los dientes de corte -61- están dispuestos en estas superficies, los dientes de corte -61- pueden excavar de manera eficiente el terreno natural mientras basculan en una dirección que se corta con el eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. Además, la superficie anular inclinada -62b- reduce la resistencia a la excavación que actúa sobre el cabezal rotativo de corte -60- en el momento de la basculación. La magnitud de expansión hacia atrás de la superficie anular inclinada -62b-, la longitud axial de la superficie periférica cilíndrica -62c-, y otros se determinan de acuerdo con, por ejemplo, la longitud de excavación en un ciclo que se describe más adelante.

El par de cabezales rotativos de corte -60- están soportados respectivamente por un par de zonas -51a- de fijación del dispositivo de corte dispuestas en el cuerpo principal -51- del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y están soportados con capacidad de rotación alrededor de los terceros ejes de giro -A3-, respectivamente. El cabezal rotativo de corte -60- está soportado con capacidad de rotación de manera que una parte posterior extrema del armazón -62- del dispositivo de corte del cabezal rotativo de corte -60- está acoplado internamente en la parte -51a- de acoplamiento del dispositivo de corte desde un lado frontal. El centro del armazón -62- del dispositivo de corte es el tercer eje de giro -A3-. Además, el par de cabezales rotativos de corte -60- gira independientemente por la acción de terceros mecanismos de rotación -65-, configurado cada uno de ellos para hacer que el cabezal rotativo de corte -60- gire con respecto al armazón -50- de soporte del dispositivo de corte. Además, un elemento de estanqueidad circular -63- está acoplado entre la parte -51a- de acoplamiento del dispositivo de corte y el armazón -62- del dispositivo de corte. Un engranaje anular -64- está dispuesto de manera fija en la parte posterior extrema del armazón -62- del dispositivo de corte. El engranaje anular -64- está configurado con capacidad rotativa mediante un cojinete. Además, el armazón -62- del dispositivo de corte está dotado de una pala de agitación -62d- que sobresale hacia atrás.

El tercer mecanismo rotativo -65- comprende una pluralidad (por ejemplo, un par) de terceros motores hidráulicos -66- que están acoplados respectivamente al par de partes -51a- de acoplamiento del dispositivo de corte y corresponden a terceros accionadores. La pluralidad de terceros motores hidráulicos -66- están dispuestos en la

parte -51a- de acoplamiento del dispositivo de corte para su direccionada hacia atrás. Un engranaje de salida del tercer motor hidráulico -66- acopla el engranaje anular -64- del cabezal rotativo de corte -60-.

5 Además, en la presente realización, se dispone una tapa practicable -52a- en una parte extrema posterior de la parte tubular -52- situada en una lado interno del dispositivo del tabique separador -16-. Un operario puede entrar en el interior del armazón -62- del dispositivo de corte desde la tapa practicable -52a- a través del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte. De esta manera, el operario puede acoplar y desacoplar los dientes de corte -61- del interior del armazón de corte -62-.

10 Además, la presente realización no requiere una configuración compleja en la que: un primer dispositivo rotativo es los primeros motores hidráulicos -46- que son una pluralidad de primeros accionadores dispuestos sobre el cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles; un dispositivo de basculación está formado por los segundos motores hidráulicos -56- que son una pluralidad de segundos accionadores dispuestos sobre el tambor rotativo -40-; un tercer dispositivo rotativo está formado por los terceros motores hidráulicos -66- que son una pluralidad de terceros accionadores dispuestos sobre el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte; y por accionamiento independiente estos motores para obligar a la rotación de manera independiente del motor rotativo -40-, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y el cabezal rotativo de corte -60-, el tambor rotativo -40-, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y el cabezal rotativo de corte -60- enlazados entre sí. De esta manera, el primer y tercer mecanismos rotativos -45- y -65- y el mecanismo de accionamiento de basculación -55- están simplificados en su configuración, y se puede conseguir un control rápido y fácil. Además, se pueden reducir también los costes de fabricación del tambor rotativo -40-, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y del cabezal rotativo de corte -60-. Se pueden utilizar motores eléctricos como primeros y terceros motores hidráulicos -46- y -66- que son los primeros y terceros accionadores. Además, se puede utilizar un conjunto de cilindro y pistón hidráulico como segundo motor hidráulico -56-.

25 Además, tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 2, el tambor rotativo -40- está dotado de un cuarto eje de giro -A4- paralelo al primer eje de giro -A1- y separado con respecto a dicho primer eje de giro -A1- y al segundo eje de giro -A2-. Un cabezal rotativo auxiliar de corte -70- está dispuesto en el cuarto eje de giro -A4-. El cabezal rotativo auxiliar de corte -70- es el mismo en cuanto a configuración que el cabezal rotativo de corte -60-, y comprende un armazón -72- del dispositivo de corte con una superficie frontal circular -72a-, una superficie anular inclinada -72b- conectada a una periferia externa de la superficie frontal -72a-, y una superficie periférica externa cilíndrica -72c- conectada al extremo posterior de la superficie anular inclinada -72b-. Estas superficies forman la superficie de excavación P. En el cabezal rotativo auxiliar de corte -70-, una superficie de expansión hacia atrás hacia el cuerpo principal -2- de la máquina es la superficie inclinada anular -72b-. Una pluralidad de dientes de corte -71- están dispuestos en cada uno de la superficie frontal -72a-, la superficie anular inclinada -72b-, y la superficie periférica externa cilíndrica -72c-. Tal como se ha indicado anteriormente, dado que la superficie inclinada anular -72b- y la superficie periférica externa cilíndrica -72c- están formadas sobre el cabezal rotativo auxiliar de corte -70-, y los dientes de corte -71- están dispuestos sobre estas superficies, los dientes de corte -71- pueden excavar de manera eficiente el terreno natural mientras basculan en una dirección que se corta con el eje de giro del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. También, en este caso en el cabezal rotativo auxiliar de corte -70-, la magnitud de la expansión hacia atrás de la superficie anular inclinada -72b-, la longitud axial de la superficie periférica externa cilíndrica -72c-, y otros se determinan de acuerdo con, por ejemplo, la longitud de excavación de un ciclo que se describe más adelante.

45 El cabezal rotativo auxiliar de corte -70- está soportado con capacidad de rotación, de manera que la parte extrema posterior del armazón -72- del dispositivo de corte está montada internamente, desde la parte frontal, en una parte -50a- tubular de acoplamiento del dispositivo de corte dispuesto para sobresalir desde el tambor rotativo -40- hacia dentro de la cámara -19-. Un elemento de estanqueidad circular -73- está acoplado entre la parte -50a- de fijación del dispositivo de corte y el armazón -72- del dispositivo de corte. Un engranaje anular -74- está dispuesto de forma fija en la parte extrema posterior del armazón de corte -72-. El engranaje anular -74- está configurado de manera que tenga capacidad de giro mediante un cojinete. Un cuarto mecanismo rotativo -75-, configurado para hacer que el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- pueda girar, comprende una pluralidad (por ejemplo, un par) de cuartos motores hidráulicos -76- fijados a la parte -50a- de fijación del dispositivo de corte. La pluralidad de cuartos motores hidráulicos -76- están dispuestos en la parte -50a- de fijación del dispositivo de corte a efectos de quedar dirigidos hacia delante. Un engranaje de salida del cuarto motor hidráulico -76- se acopla con la rueda dentada anular -74-. Además, en la presente realización, el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- está configurado también de manera que el operador puede entrar en el interior del armazón -72- del dispositivo de corte desde el lado de la pared separadora -16- a través del interior de la parte -50a- de fijación del dispositivo de corte. Dado que el operario puede entrar en el interior del armazón -72- del dispositivo de corte, puede sustituir los dientes de corte -71- del interior del armazón -72- del dispositivo de corte. El armazón -72- del dispositivo de corte está dotado también de una pala de agitación -72d- que se prolonga hacia atrás. Dada la existencia del cabezal rotativo auxiliar de corte -70-, se puede mejorar la capacidad de excavación de la máquina -1- para la perforación de túneles, y dicha máquina -1- puede excavar mediante el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- un área en la que no puede excavar el cabezal rotativo de corte -60-.

65 Además, el tambor rotativo -40- está dotado de un par de quintos ejes de giro -A5-. Un par de palas de agitación -80-

soportadas para que puedan girar alrededor de los quintos ejes de giro -A5-, respectivamente, está dispuesto, respectivamente, en los quintos ejes de giro -A5-. El par de palas de agitación -80- es obligado a girar respectivamente por quintos mecanismos de rotación -85- que corresponden a un par de dispositivos de giro de la pala de agitación, configurados para provocar que las palas de agitación -80- giren con respecto al tambor rotativo -40-. El quinto mecanismo de rotación -85- comprende una pluralidad (por ejemplo, tres) de quintos motores hidráulicos -86- fijados al tambor rotativo -40B- por detrás del tabique divisor -16-.

Tal como se ha mostrado en las figuras 1 y 2, en la presente realización, las posiciones de los ejes de giro son las que se indican a continuación. El primer eje de giro -A1- coincide (es paralelo con él mismo) con el eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. El segundo eje de giro -A2- es paralelo al primer eje de giro -A1- y está separado con respecto a dicho primer eje de giro -A1-. El tercer eje de giro -A3- es paralelo al segundo eje de giro -A2- y está separado con respecto a dicho segundo eje de giro -A2-. El cuarto eje de giro -A4- es paralelo al primer eje de giro -A1- y está separado con respecto a dichos primer y segundo ejes de giro -A1- y -A2-. El quinto eje de giro -A5- es paralelo al primer eje de giro -A1- y está separado con respecto a dichos primer, segundo y cuarto ejes de giro -A1-, -A2- y -A4-.

En la presente realización, a título de ejemplo, el segundo eje de giro -A2- está separado con respecto al primer eje de giro -A1- en una distancia que es aproximadamente 3/4 del radio del tambor rotativo -40-. Además, el par de terceros ejes de giro -A3- está situado de forma simétrica alrededor del segundo eje de giro -A2-, y cada uno de los terceros ejes de giro -A3- está separado con respecto al segundo eje de giro -A2- en una distancia que es de aproximadamente 1/2 del radio del tambor rotativo -40-. Además, el cuarto eje de giro -A4- y el segundo eje de giro -A2- están situados de forma simétrica alrededor del primer eje de giro -A1-, y el cuarto eje de giro -A4- está separado con respecto al primer eje de giro -A1- en una distancia que es aproximadamente 3/4 del radio del tambor rotativo -40-. Además, el par de quintos ejes de giro -A5- están respectivamente situados en posiciones en las que el cuarto eje de giro -A4- está desplazado en ambas direcciones circunferenciales alrededor del primer eje de giro -A1- en unos 45 grados. Las posiciones de estos ejes son determinadas de acuerdo con la forma en sección transversal excavada, el estado del terreno a excavar y otros.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 1, una unión rotativa -91- está dispuesta en una parte central del tambor rotativo -40-. Se facilita aceite de impulsión a través de la unión rotativa -91- a los tercero a quinto motores hidráulicos -66-, -76- y -86- de los tercero a quinto mecanismos rotativos -65-, -75- y -85-. El armazón -50- de soporte del dispositivo de corte no bascula 180 grados o más desde una posición de ángulo de fase de referencia predeterminada con respecto al tambor rotativo -40-. Por lo tanto, el aceite de impulsión es suministrado desde la unión rotativa -91- mediante una manguera para aceite hidráulico. Además, se puede disponer una unión rotativa en el segundo eje de giro -A2-, que es el centro de basculación del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y el aceite de impulsión puede ser suministrado al segundo motor hidráulico -56- a través de esta unión rotativa.

Además, se dispone una unidad de suministro de material de lodos añadido (no mostrado) detrás del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. El material de lodos de adición es suministrado desde la unidad de suministro de material de lodos de adición a la unión rotativa -91-. Cada uno del par de cabezales rotativos de corte -60- tiene una entrada -60a- para la adición de material de lodos, y el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- tiene también una entrada -70a- para el material de lodos de adición. El material de lodos de adición es suministrado desde la unión rotativa -91- a las entradas -60a- y -70a- de material de lodos de adición a través de una manguera de material de lodos de adición, y a continuación, es suministrado a la superficie de excavación -P-. Además, cada una del par de palas de agitación -80- tiene una entrada -80a- para el material de lodos de adición. Una unión rotativa -92- está dispuesta en una parte central de la pala de agitación -80-. El material de lodos de adición es suministrado también desde la unidad de suministro del material de lodos de adición a la unión rotativa -92-. El material de lodos de adición es suministrado desde la unión rotativa -92- a través de la entrada -80a- para el material de adición de lodos al interior de la cámara -19-. La presión de las tierras en el momento de la excavación se mantiene por el material de adición de lodos suministrado a la superficie de excavación -P- y al interior de la cámara -19-. Además, por la acción del material de adición de lodo, el dispositivo de corte no puede ser atacado por abrasión y se mantiene la capacidad de flujo de las tierras excavadas.

El descargador -6- de tierras de excavadas, el par de dispositivos de erección -7-, el par de dispositivos -8- de soporte del segmento y el dispositivo de retroinyección -9- son dispositivos ya existentes, de manera que se prescindirá de una explicación detallada de los mismos. Además, un pilar central -Sa- para soportar los segmentos -S- fijado a la parte superior de la superficie interna del túnel -T- está dispuesto en un parte central según la anchura del túnel -T-. El pilar central -Sa- es proporcionado por uno del par de dispositivos de erección -7-.

Además, tal como se ha mostrado en la figura 5, la máquina -1- para la perforación de túneles está dotada de una unidad -90- de control de la impulsión que comprende el circuito hidráulico para la impulsión del primero, tercero, cuarto y quinto mecanismos rotativos -45-, -65-, -75- y -85-, y el mecanismo de impulsión de basculación -55-. La unidad de control de impulsos -90- comprende también un panel de control -95- para el accionamiento de los primero, tercero, cuarto y quinto mecanismos rotativos -45-, -65-, -75- y -85-, y el mecanismo -55- de impulsión de la basculación. Éstos están dispuestos detrás de la máquina -1- para la perforación de túneles que se ha mostrado en la figura 1, y no se han mostrado en la figura 1. Tal como se ha mostrado en la figura 5, en la presente realización, la

pluralidad de primeros motores hidráulicos -46- que es el primer dispositivo rotativo del primer mecanismo rotativo -45- dispuesto en el cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles, la pluralidad de segundos motores hidráulicos -56-, es decir, el dispositivo de basculación del mecanismo -55- de accionamiento en basculación dispuesto en el tambor rotativo -40- y la pluralidad de terceros motores hidráulicos -66- que es el tercer dispositivo rotativo del tercer mecanismo rotativo -65- dispuesto en el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, son accionados independientemente y el tambor rotativo -40-, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte y el cabezal rotativo de corte -60- son obligados a girar independientemente por medio de estos motores. De esta manera, se puede llevar a cabo un control fácil y rápido. Además, los cuarto y quinto mecanismos rotativos -75- y -85- de la presente realización están configurados para girar independientemente el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- y las palas de agitación -80-, respectivamente.

Tal como se ha mostrado en la figura 2, de acuerdo con el dispositivo de excavación -5C-, configurado, tal como se ha indicado anteriormente, el tambor rotativo -40- está soportado por la parte extrema frontal del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles, de manera que pueda girar alrededor del primer eje de giro -A1-, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está soportado por el tambor rotativo -40- a efectos de que puedan bascular alrededor del segundo eje de giro -A2-, y los cabezales rotativos de corte -60- están soportados por el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte a efectos de que puedan girar alrededor de los terceros ejes de giro -A3-, respectivamente.

Por lo tanto, en el caso en el que la distancia entre el primer eje de giro -A1- y el segundo eje de giro -A2- es -R-, la distancia entre el segundo eje de giro -A2- y el tercer eje de giro -A3- es -r-, y el radio de excavación del cabezal rotativo de corte -60- centrado sobre el tercer eje de giro -A3- es -e- cuando se observa desde la parte frontal, la trayectoria de movimiento del segundo eje de giro -A2- es la circunferencia de un círculo centrado sobre el primer eje de giro -A1- y que tiene un radio -R-, y la trayectoria de movimiento del tercer eje de giro -A3- es la circunferencia de un círculo que está centrado sobre el segundo eje de giro -A2- y tiene un radio -r-. Por esta causa, el área en la que el cabezal rotativo de corte -60- puede excavar es un círculo centrado sobre el primer eje de giro -A1- y que tiene un radio que es un total de -R-, -r- y -e-.

De este modo, el tambor rotativo -40-, el cabezal rotativo de corte -60- y el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte son impulsados independientemente por el primer y tercer mecanismos rotativos -45- y -65-, y el mecanismo de impulsión en basculación -55-, respectivamente, para controlar posiciones relativas del primer y tercer dispositivos rotativos y el mecanismo -55- de impulsión en basculación. De este modo, los cabezales rotativos de corte -60- y -70- se desplazan libremente dentro del área de excavación antes mencionada, de manera que se pueden excavar túneles -T- con diferentes formas en sección transversal. Además, dentro del área en la que la distancia desde el primer eje de giro -A1- con respecto a la superficie interna del túnel es el total de -R-, -r- y -e- como máximo, las distancias de movimiento de los cabezales rotativos de corte -60- y -70- se cambian libremente, y por lo tanto, se pueden excavar diferentes formas de sección transversal.

Además, en el momento de la excavación, el cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles que comprende el cuerpo -10-, se desplaza hacia delante por la acción de la pluralidad de conjuntos de trino y pistón -3- de la máquina. A continuación, los cabezales rotativos de corte -60- y el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- del dispositivo de excavación -5- dispuestos en la parte extrema frontal del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles, giran girando además conjuntamente con el tambor rotativo -40-. De este modo, los cabezales rotativos de corte -60- y el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- pueden excavar el terreno natural de la parte extrema frontal del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles, y pueden formar el túnel -T- que tiene la misma sección transversal que el cuerpo principal -2- de la máquina. En esta situación, el terreno natural es excavado de manera eficiente en una dirección que se corta con una dirección de excavación por los dientes de corte -61- dispuestos sobre la superficie anular inclinada -62b- y la superficie periférica externa -62c- del cabezal rotativo de corte -60- y los dientes de corte -71- dispuestos sobre la superficie anular inclinada -72b- y la superficie periférica externa cilíndrica -72c- del cabezal rotativo de corte -70-.

Tal como se ha indicado anteriormente, de acuerdo con la máquina para la perforación de túneles -1-, el terreno natural en el extremo frontal del cuerpo principal -2- de la máquina es excavado por el dispositivo de excavación -5-, y el cuerpo principal -2- de la máquina se desplaza hacia delante por la acción de la pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. En este momento, en el dispositivo de excavación -5-, el tambor de rotación -40- es obligado a girar alrededor del primer eje de giro -A1- por el primer mecanismo de rotación -45-, y el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, un par de cabezales rotativos de corte -60-, y el cabezal auxiliar rotativo de corte -70- giran también de forma integral alrededor del primer eje de giro -A1-. De modo adicional, el armazón de soporte -50- del dispositivo de corte bascula alrededor del segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor giratorio -40- por el mecanismo -55- de impulso de basculación, y el par de cabezales rotativos de corte -60- giran también de forma integral alrededor del segundo eje de giro -A2-. A continuación, el par de cabezales rotativos de corte -60- giran alrededor del par de terceros ejes de giro -A3-, respectivamente, con respecto al armazón -50- de soporte del dispositivo de corte por el par de terceros mecanismos de rotación -65-, respectivamente. Además, el cabezal rotativo auxiliar de corte -70- es obligado a girar alrededor del cuarto eje de giro -A4- con respecto al tambor rotativo -40- por el cuarto mecanismo de rotación -75-, y el par de palas de agitación -80- son obligadas a girar con respecto al tambor rotativo -40- por el par de quintos mecanismos de rotación -85-.

A continuación, las tierras excavadas son recuperadas por la cámara -19- y se descargan hacia atrás por el descargador de tierras excavadas -6-. De este modo, el túnel -T- que tiene una forma predeterminada en sección transversal es excavado, y una pluralidad de segmentos -S- con acoplados secuencialmente en forma de anillo por el par de dispositivos de erección -7-. Con los segmentos -S- soportados por el par de dispositivos -8- de soporte de segmentos, el pilar central -Sa- es acoplado por uno de los dispositivos de erección -7-.

Tal como se ha indicado anteriormente, los túneles de diferentes formas en sección transversal pueden ser excavados por el par de cabezales rotativos de corte -60- configurados para girar alrededor del par de terceros ejes de giro -A3-, respectivamente, dispuestos en el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte, y el par de terceros mecanismos de rotación -65- configurados para provocar respectivamente el giro del par de cabezales rotativos de corte -60-.

A continuación, se explicará basándose en las figuras 6 a 21 el flujo específico de excavación del dispositivo de excavación -5- de la máquina -1- para la perforación de túneles. La figura 6 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles que se ha mostrado en la figura 1 es ± 0 grados. Las figuras 7 a 21 muestran secuencialmente una parte de una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación es obligado a girar en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 6.

Tal como se ha descrito anteriormente, la máquina -1- para la excavación de túneles excava el túnel -T- con sección transversal rectangular que tiene la misma forma que la superficie frontal del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles al impulsar independientemente el tambor rotativo -40-, el cabezal rotativo de corte -60-, el cabezal rotativo auxiliar de corte -70-, la pala de agitación -80- y el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte por parte de los primeros, terceros, cuartos y quintos mecanismos de rotación -45-, -65-, -75- y -85-, y el mecanismo de impulsión de basculación -55- que son controlados por la unidad de control de impulsión -90-. No obstante, a continuación se explicará el control del primer mecanismo rotativo -45- y el mecanismo de impulsión de basculación -55- y no se explicarán los mecanismos de rotación tercero a quinto -85- que giran en todo momento.

Además, en la presente realización se utilizan para comodidad de explicación una dirección vertical y una dirección transversal observada desde la parte frontal. Entre el par de cabezales rotativos de corte -60- el cabezal rotativo de corte -60- situado en el lado derecho de la figura 6 se designa como cabezal de corte -60- N° 1, y el cabezal rotativo de corte -60- de la izquierda de la figura 6 se designa como cabezal de corte -60- N° 2. El cabezal rotativo auxiliar de corte -70- es designado como cabezal de corte -70- N° 3.

Además, en la situación del dispositivo de excavación -5- mostrado en la figura 6, una línea perpendicular -Ld- que se extiende hacia abajo centrada sobre el primer eje de giro -A1- con respecto al cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles está situada en una posición en la que el ángulo θ de rotación del tambor (ángulo θ de fase de rotación) del tambor rotativo -40- es un ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observan desde la parte frontal, un lado situado en dirección de las agujas del reloj del tambor rotativo -40- desde el ángulo de fase de referencia del ángulo θ de rotación del tambor es designado como lado +. Además, una línea -Lu- perpendicular que se extiende hacia arriba centrada sobre el primer eje de giro -A1- está situada en una posición en la que el ángulo α de basculación del armazón (ángulo α de fase de rotación) del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte centrado sobre el segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor rotativo -40- es el ángulo de fase de referencia de ± 0 grados. Cuando se observa desde la parte frontal, el lado situado en la dirección de las agujas del reloj del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte desde el ángulo de fase de referencia del ángulo α de basculación del armazón es designado como lado +.

En la presente realización, la forma del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles, las formas de los cabezales de corte -60- y -70-, y las posiciones iniciales de los ejes -A1- a -A4- son predeterminadas. Una parte de los ángulos θ de rotación del tambor y de los ángulos α de basculación del armazón que cambian continuamente desde sus posiciones iniciales se explicarán como ejemplos. Estos ángulos son solamente ejemplos, y están determinados en ángulos apropiados dependiendo de las diferentes condiciones.

La figura 6 muestra la situación de una posición de referencia. En esta situación, el segundo eje de giro -A2- está situado en una posición límite superior, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está dispuesto horizontalmente, las posiciones verticales del par de terceros ejes de giro -A3- coinciden entre sí, y las posiciones verticales de las partes superiores extremas de los cabezales de corte -60- N° 1 y N° 2 y la parte superior extrema del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles coinciden entre sí. Además, el cuarto eje de giro -A4- está situado en una posición límite inferior, y las posiciones verticales de la parte inferior extrema del cabezal de corte -70- N° 3 y la parte extrema inferior del cuerpo principal -2- de la máquina coinciden entre sí.

A continuación, en el momento de la excavación, el tambor rotativo -40- es obligado a girar por el primer mecanismo de rotación -45- en dirección de las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal, y los cabezales de

5 corte -60- N° 1 y N° 2, el cabezal de corte -70- N° 3, y la pala de agitación -80- son obligados a girar en todo momento por el tercer, cuarto y quinto mecanismos rotativos -65-, -75- y -85- en la dirección de las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal. Además, las posiciones de excavación de los cabezales de corte -60- N° 1 y N° 2 son controladas para su cambio cambiando el ángulo de basculación α del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte por el mecanismo -55- de impulsión de la basculación en dirección de las agujas del reloj o en dirección contraria a las agujas del reloj, estando asociado dicho ángulo α con el ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40- desde el ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma de la sección transversal del túnel -T- a excavar. Este control es un control de tipo continuo. Por ejemplo, por servo control se provoca que los ejes de los cabezales de corte -60- N° 1 y N° 2 se desplacen continuamente a velocidad uniforme, siendo controlados el ángulo θ de rotación del tambor y el ángulo α de basculación del armazón para su cambio suave y de forma relativa.

15 Un ejemplo de este control es el indicado a continuación. En primer lugar, tal como se ha mostrado en las figuras 7 a 9, para hacer que el cabezal de corte -60- N° 1 excave una parte aproximadamente $\frac{1}{4}$ derecha superior de la superficie interna de la parte periférica del túnel -T- a partir de la situación de la figura 6, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo θ de rotación del tambor cambia de 0 grados pasando a 30 grados y de 60 grados a 74 grados, y durante este tiempo, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo de basculación α del armazón cambia de ± 0 grados pasando por -36 grados y -74 grados a -53 grados. De este modo, el cabezal de corte -60- N° 1 es desplazado desde la situación de la figura 6 y es situado en una parte verticalmente central en una superficie del lado derecha del túnel -T- en la situación de la figura 9.

25 A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 9 a 11, para hacer que el cabezal de corte -60- N° 2 se desplace a la derecha después de que el cabezal de corte -60- N° 1 está situado en la parte central verticalmente en la superficie del lado derecho del túnel -T-, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo de rotación θ del tambor cambia de 74 grados pasando a 90 grados y a 106 grados, y durante este tiempo, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambia de -53 grados pasando a ± 0 grados hasta +53 grados.

30 A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 11 a 14, para provocar que el cabezal de corte -60- N° 2 excave aproximadamente una parte de $\frac{1}{4}$ de la zona inferior derecha de la superficie interna de la parte periférica del túnel -T-, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo θ de rotación del tambor cambia de 106 grados a 120 grados y de 150 grados a 180 grados, y durante este tiempo, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambia de +53 grados pasando por +74 grados y +36 grados a ± 0 grados. En la situación de la figura 14, el segundo eje de giro -A2- está situado en la posición límite inferior, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está dispuesto horizontalmente, y las posiciones verticales del par de terceros ejes de giro -A3- coinciden entre sí. Además, las posiciones verticales de las partes del extremo inferior de los cabezales de corte 60 N° 1 y N° 2 y la parte inferior extrema del cuerpo principal -2- de la máquina coinciden entre sí. Además, el cuarto eje de giro -A4- está situado en la posición límite superior, y las posiciones verticales de la parte superior extrema del cabezal de corte -70- N° 3 y la parte extrema superior del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles coinciden entre sí.

45 A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 14 a 17, para hacer que el cabezal de corte -60- N° 1 excave aproximadamente una parte inferior izquierda de $\frac{1}{4}$ de la superficie interna de la parte periférica del túnel -T-, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo de rotación θ cambia de 180 grados pasando a 210 grados y 240 grados a 254 grados, y durante este tiempo, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambia de ± 0 grados pasando a -36 grados y de -74 grados a -53 grados. En la situación de la figura 17, el cabezal de corte -60- N° 1 está situado en la parte central verticalmente en una superficie del lado izquierdo del túnel -T-.

50 A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 17 a 19, para provocar que el cabezal de corte -60- N° 2 quede situado en posición central verticalmente en la superficie del lado izquierdo del túnel -T-, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo θ de rotación del tambor cambia de 254 grados pasando a 270 grados hasta 286 grados y durante este tiempo el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambia de -53 grados pasando por ± 0 grados hasta +53 grados.

60 A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 19 a 21, y en la figura 6, para hacer que el cabezal de corte -60- N° 2 excave una parte superior izquierda de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la superficie interna de la parte periférica del túnel -T-, el tambor rotativo -40- es obligado a girar de manera que el ángulo de rotación θ del tambor cambia de 286 grados a 300 grados y 330 grados a 360 grados (0 grados), y durante este tiempo, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo de basculación del armazón α cambia de +53 grados a +74 grados y +36 grados a ± 0 grados. A continuación, la máquina para la perforación de túneles -1- vuelve a la situación de la figura 6.

65 Tal como se ha indicado anteriormente, la rotación del tambor rotativo -40- es controlada por el primer mecanismo

rotativo -45-, y la basculación del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte es controlada por el mecanismo de impulsión de basculación -55-. De este modo, la sección transversal de excavación cambia de la figura 6 a la figura 21 y vuelve al estado de la figura 6, y dicho control es llevado a cabo de manera continuada.

5 La figura 22 es un diagrama que muestra un área en la que efectúa excavación el cabezal de corte N° 1 comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1. La figura 23 es un diagrama que muestra un área en la que efectúa excavación el cabezal de corte N° 2 comprendido en la máquina mostrada en la figura 1. La figura 24 es un diagrama que muestra un área en la que efectúa excavación el cabezal de corte N° 3 incluido en la máquina de perforación de túneles mostrada en la figura 1. La figura 25 es un diagrama que muestra un área en la que efectúan excavación los cabezales de corte N° 1 a N° 3 comprendidos en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 1. Cada uno de estos dibujos muestra una parte de la sección transversal de excavación.

15 Tal como se ha descrito en lo anterior, en el caso en el que el primer motor hidráulico -46- y el segundo motor hidráulico -56- son controlados para hacer que el tambor rotativo -40- gire entre 360 grados haciendo que el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascule, el área en la que efectúa excavación el cabezal de corte -60- N° 1 es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 22. El área en la que efectúa excavación el cabezal de corte -60- N° 2 es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 23. El área en la que el cabezal de corte -70- N° 3 efectúa excavación es un área por líneas diagonales en la figura 24. El total de estas áreas es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 25 obtenida por solape de las figuras 22 a 24, y el área total del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles es el área a excavar. Igual que en lo indicado anteriormente, los cabezales de corte -60- N° 1 y N° 2 y el cabezal de corte -70- N° 3 pueden excavar el terreno natural por delante del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles haciendo simultáneamente que el tambor rotativo -40- gire y que bascule el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte.

25 Además, tal como se ha descrito anteriormente, la excavación por los cabezales de corte -60- y -70- del dispositivo de excavación -5- es llevada a cabo simultáneamente con el movimiento hacia delante del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles por la acción de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. Si bien el tambor rotativo -40- gira una vez, es decir, la situación del tambor rotativo -40- cambia de la figura 6 a la figura 21 pasando nuevamente a la figura 6, el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte bascula según un ángulo predeterminado, los cabezales de corte -60- N° 1 y N° 2 efectúan excavación, y el cabezal de corte -70- N° 3 efectúa excavación. De este modo, el terreno natural situado por delante de la superficie frontal completa del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles es excavado, y se lleva a cabo el movimiento hacia delante en una distancia predeterminada.

35 La relación entre la excavación por los cabezales de corte -60- y -70- y el movimiento hacia delante por medio de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina, se indica más adelante. Considerando que un ciclo es un ciclo de la figura 6 a la figura 21 pasando nuevamente a la figura 6, se llevan a cabo múltiples ciclos por los cabezales de corte -60- y -70- mientras que el movimiento hacia delante correspondiente a un segmento es llevado a cabo por los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. De forma específica, se lleva a cabo excavación de tipo espiral en la dirección de excavación. Como ejemplo específico, en el caso en el que la distancia del movimiento de avance en un minuto es de 2 cm, y un ciclo requiere cuatro minutos, el movimiento hacia delante de 8 cm ($2 \text{ cm} \times 4 = 8 \text{ cm}$) puede ser llevado a cabo en un ciclo. A continuación, en el caso en el que la longitud de un segmento es de 80 cm, el movimiento hacia delante de un segmento puede ser llevado a cabo por 10 ciclos ($80 \text{ cm} / 8 \text{ cm} = 10$). En este caso, el movimiento hacia delante de un segmento requiere 40 minutos ($4 \text{ minutos} \times 10 = 40 \text{ minutos}$). Como trayectoria de excavación en el momento de este desplazamiento hacia delante, se lleva a cabo la excavación espiral de 10 ciclos. Esto es solamente un ejemplo, y estas condiciones son determinadas de acuerdo con las características del suelo, la forma de la sección transversal excavada, y otros.

50 Tal como se explica más adelante, de acuerdo con la máquina -1- para la perforación de túneles, en el caso de excavación de un túnel que tenga una forma predeterminada en sección transversal (por ejemplo, el túnel -T- que tiene sección transversal rectangular), el primer mecanismo rotativo -45- y el mecanismo de impulsión en basculación -55- son impulsados de manera que el ángulo de basculación (ángulo α de basculación del armazón) del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte es controlado para que quede asociado con el ángulo de fase de rotación (ángulo θ de rotación del tambor) del tambor rotativo -40- desde el ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma en sección transversal. De este modo, la máquina -1- para la perforación de túneles puede excavar túneles con diferentes formas de la sección transversal.

60 Además, incluso en el caso en el que la rotura del terreno natural debe ser llevada a cabo para expansionar ligeramente el túnel, tal como el caso en el que se excava una parte curvada del túnel, dicha rotura puede ser llevada a cabo por el cabezal rotativo de corte -60- ajustando el ángulo de basculación del armazón -50- de soporte del dispositivo de corte para cambiar la magnitud de la proyección del cabezal rotativo de corte -60-. Por lo tanto, no existe necesidad especial de un dispositivo de corte de copiado.

65 Además, la forma en sección transversal del túnel a excavar se puede cambiar fácilmente al cambiar el control del primer mecanismo rotativo -45- y del mecanismo -55- de impulsión de la basculación sin cambiar la estructura

mecánica. Por lo tanto, la versatilidad es extremadamente elevada. Por ejemplo, el dispositivo de excavación -5- que comprende un gran número de piezas de máquina y requiere tiempo de fabricación y costes se puede aplicar a un cuerpo principal de una máquina para la perforación de túneles que tiene una forma distinta de la sección transversal de excavación. En este caso, la excavación puede ser llevada a cabo solamente cambiando el control sin cambiar la estructura mecánica. Además, en el caso en el que el cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles está configurado para que pueda cambiar la forma de la sección transversal del túnel, por ejemplo una máquina para la perforación de túneles de tipo patrón-esclavo capaz de cambiar de un diámetro grande a un diámetro pequeño a mitad de la excavación subterránea, la forma de la sección transversal del túnel se puede cambiar en medio de la excavación por un dispositivo de excavación -5-.

Realización 2

La figura 26 es una vista en sección longitudinal de una máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención. La figura 27 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26. La mitad de la izquierda de la figura 28 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIa-IIa de la figura 26, y la mitad de la derecha de la figura 28 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIb-IIb de la figura 26. En la presente realización, la forma de la sección transversal excavada y la configuración del dispositivo de excavación -5- son diferentes de las de la Realización 1, y los componentes (figura 28), tales como el conjunto de cilindro y pistón -3- de la máquina, el conjunto de cilindro y pistón -4- de curvado y el dispositivo de erección -7-, dispuestos dentro del cuerpo principal -2- de la máquina son iguales que en la Realización 1. Por lo tanto, se utilizan los mismos numerales de referencia para los mismos componentes, y se omiten las explicaciones detalladas de los mismos. Se debe observar que una letra "B" se añade a cada uno de los numerales de referencia de los componente correspondientes. Además, la configuración del cabezal rotativo de corte -60B- dispuesto en un dispositivo de excavación -5B- podrá ser explicada fundamentalmente, y se omitirán, las explicaciones de componentes, tales como la pala de agitación -80- y la entrada -29- para el material de adición de lodos.

Tal como se ha mostrado en la figura 27, la presente realización muestra un ejemplo de la excavación de un túnel en el que la sección transversal excavada tiene una forma rectangular alargada verticalmente y un radio de curvatura de la parte de la esquina de la forma rectangular es reducido. Tal como se ha mostrado en las figuras 26 y 27, en la presente realización, un eje de giro del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles es el primer eje de giro -A1-, y se dispone un tambor rotativo -40B- que corresponde al primer elemento rotativo soportado con capacidad de rotación alrededor del primer eje de giro -A1-. El tambor rotativo -40B- es obligado a girar por el primer mecanismo rotativo -45-.

El tambor rotativo -40B- está dotado de un armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte que corresponde al elemento basculante soportado con capacidad de rotación alrededor del segundo eje de giro -A2- separado con respecto al primer eje de giro -A1-. El armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte de la presente realización está soportado con capacidad de rotación por el tambor rotativo -40B- por entremedio de un cojinete de forma anular -54B-. El armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte bascula por la acción del mecanismo de impulsión de basculación -55- que provoca que el armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte bascule con respecto al tambor rotativo -40B-. Tal como se ha mostrado en las figuras 26 y 28, el mecanismo -55- de impulsión en basculación comprende en la presente realización una pluralidad (por ejemplo, dos) de conjuntos de cilindro y pistón hidráulicos -56B- que están acoplados al tambor rotativo -40B- y que corresponden a los segundos accionadores. Un extremo del conjunto de cilindro y pistón hidráulico -56B- está soportado con capacidad de rotación por el tambor rotativo -40-, y su otro extremo está soportado con capacidad de rotación por un brazo -52b- dispuesto sobre la cara interna de la parte tubular -52- del dispositivo. Al extender y retraer el conjunto de cilindro y pistón hidráulico -56B-, el brazo -52b- bascula provocando que el armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte bascule con respecto al tambor rotativo -40B-.

Tal como se ha mostrado en las figuras 26 y 27, el armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte está dotado de un tercer eje de giro -A3- separado con respecto al segundo eje de giro -A2-, y el cabezal de corte rotativo -60B- está dispuesto en el tercer eje de giro -A3-. El cabezal de corte rotativo -60B- está formado de manera que tenga un diámetro capaz de excavar la parte de la esquina cuyo radio de curvatura es reducido. Además, el cabezal de corte rotativo -60B- está soportado de manera que tenga capacidad de rotación alrededor del tercer eje de giro -A3-, y una pluralidad de dientes de corte -61- están dispuestos sobre una superficie del cabezal de corte rotativo -60B-.

En la presente realización, para permitir que las tierras excavadas por los dientes de corte -61- sean descargadas en el lado periférico externo, los dientes de corte -61- están dispuestos espiralmente desde la parte central a la parte periférica exterior de acuerdo con la dirección de rotación del cabezal de corte rotativo -60B-. En este ejemplo, los dientes de corte -61- están dispuestos de manera espiral en una dirección opuesta a la dirección de rotación del cabezal de corte auxiliar rotativo 60B. El cabezal de corte rotativo -60B- es obligado a girar por la acción del tercer mecanismo rotativo -65- configurado para provocar que el cabezal de corte rotativo -60B- gire con respecto al armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte. El tercer mecanismo rotativo -65- de la presente realización comprende el tercer motor hidráulico -66- que corresponde a un tercer accionador. Además, una superficie de excavación -PB- del cabezal de corte rotativo -60B- se forma como superficie curvada cuya cara periférica externa

se curva hacia fuera hacia el lado del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles. Al formar dicha superficie de excavación -PB-, los dientes de excavación -61- de la superficie de excavación -PB- pueden excavar de manera eficiente el terreno natural al mismo tiempo que basculan en una dirección que se corta con el eje central -Ac- de dicho cuerpo principal -2B- de la máquina.

5 Además, el tambor rotativo -40B- está dotado con el cuarto eje de giro -A4- separado del primer eje de giro -A1- y del segundo eje de giro -A2-, y el cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- está dispuesto en el cuarto eje de giro -A4-. El cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- está soportado para su giro alrededor del cuarto eje de giro -A4-, y se dispone de una serie de dientes de corte -71- sobre una superficie del cabezal de corte auxiliar rotativo -70B-.

10 También en este caso, para permitir que las tierras excavadas por los dientes de corte -71- sean descargadas a la cara periférica externa, los dientes de corte -71- están dispuestos de forma espiral desde la parte central a la parte periférica, de acuerdo con la dirección de rotación del cabezal de corte auxiliar rotativo -70B-. En este ejemplo, los dientes de corte -71- están dispuestos espiralmente en una dirección opuesta a la dirección de rotación del cabezal de corte auxiliar rotativo -70B-. La superficie de excavación -PB- del cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- está formada como superficie curvada cuya cara periférica externa se curva hacia atrás hacia el lado del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles. Al formar esta superficie de excavación -PB-, los dientes de corte -61- de la superficie de excavación -PB- pueden excavar de modo eficiente el terreno natural, mientras basculan en una dirección que se corta con el eje central -Ac- del cuerpo principal -2B- de la máquina. Además, dado que la superficie de excavación -PB- está formada como superficie curvada y está dotada de los dientes de corte -61-, dichos dientes de corte -61- pueden excavar de manera eficiente mientras basculan, y la resistencia a la excavación se puede reducir por la superficie curvada -PB-.

25 El cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- es obligado a girar por el cuarto mecanismo rotativo -75- configurado para provocar que el cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- gire con respecto al tambor rotativo -40B-. El cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- está formado de manera que tiene un diámetro capaz de excavar el terreno natural por delante del eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina para perforación de túneles y para excavar un área que se solapa ligeramente con un área en la que excava el cabezal de corte rotativo -60B- en la parte de la esquina del cuerpo principal -2B- de la máquina. El cuarto eje de giro -A4- del cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- y el tercer eje de giro -A3- del cabezal de giro rotativo -60B- están situados respectivamente en posiciones opuestas entre sí a efectos de abrazar el primer eje de giro -A1- que es el eje de tambor rotativo -40B-. Tal como se ha descrito anteriormente, dado que los componentes, tales como la pala agitadora -80- y el medidor de presión de las tierras, dispuestos en el tambor rotativo -40B- son iguales que los de la Realización 1, se prescindirá de la explicación detallada de los mismos.

35 A continuación, se explicará el flujo específico de excavación por una máquina -1B- para la perforación de túneles según la Realización 2 configurada, tal como se ha explicado anteriormente. La figura 29 es una vista frontal que muestra una situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles que se ha marcado en la figura 26 es de ± 0 grados. Las figuras 30 a 32 muestran secuencialmente una parte de una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo de excavación se ha girado en un ángulo predeterminado con respecto al ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 29.

45 En la presente realización, se utilizan para facilidad de la explicación una dirección vertical y una dirección transversal cuando se observa desde la parte frontal. El cabezal de corte rotativo -60B- está indicado como cabezal de corte -60B- N° 1, y el cabezal de corte auxiliar rotativo -70B- está designado como cabezal de corte -70B- N° 3. Además, en la situación del dispositivo de excavación -5B- mostrado en la figura 29, una línea perpendicular que se extiende hacia arriba -Lu- centrada sobre el primer eje de giro -A1- con respecto al cuerpo principal -2B- de la máquina está situado en una posición en la que el ángulo de rotación θ del tambor (ángulo de fase de rotación θ) del tambor rotativo -40- es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa desde la parte frontal, el lado situado en la dirección de las agujas del reloj del tambor rotativo -40B- con respecto al ángulo de fase de referencia θ de rotación del tambor se indica como lado +. Además, la línea perpendicular -Lu- está situada en una posición en la que el ángulo α de basculación del armazón (ángulo α de fase de rotación) del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte centrado sobre el segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor rotativo -40B- es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa de la parte frontal, el lado situado en dirección de las agujas del reloj del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte con respecto al ángulo de fase de referencia del ángulo α de basculación del armazón se designa como lado +.

60 También en este caso, igual que en la explicación anterior, la forma del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles, las formas de los cabezales de corte -60B- y -70B-, y las posiciones iniciales de los ejes de giro -A1- a -A4- son predeterminados. Una parte de los ángulos θ de rotación del tambor y de los ángulos α de basculación del armazón que cambian continuamente desde sus posiciones iniciales se explicará como ejemplo. Esos ángulos son solamente ejemplos, y están dispuestos en ángulos apropiados dependiendo de diferentes condiciones.

65 La figura 29 muestra la situación de la posición de referencia. En esta situación, el segundo eje de giro -A2- está

situado en la posición límite superior, el ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40B- es de 0 grados, el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte es de +59 grados, y el cabezal de corte -60B- N° 1 del tercer eje de giro -A3- está situado en la zona de la esquina superior derecha del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. Además, el cuarto eje de giro -A4- está situado en la posición límite inferior, y el cabezal de corte -70B- N° 3 está situado justamente por debajo del primer eje de giro -A1-.

A continuación, en el momento de la excavación, el tambor rotativo -40- es girado por el primer mecanismo de rotación -45- en dirección contraria a las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal, y el cabezal de corte -60B- N° 1 y el cabezal de corte -70B- N° 3 son obligados a girar en todo momento por el tercer y cuarto mecanismos de rotación -65- y -75- en dirección contraria a las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal. Además, la posición de excavación del cabezal de corte -60B- N° 1 es controlada para su cambio al cambiar el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte por el mecanismo de impulsión de basculación -55- en dirección de las agujas del reloj o en dirección contraria de las agujas del reloj cuyo ángulo α está asociado con el ángulo θ de rotación del tambor, del tambor rotativo -40B-, desde el ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma en sección transversal del túnel -TB- a excavar. Este control es un control continuo, y el ángulo θ de rotación del tambor y el ángulo α de basculación del armazón son controlados para su cambio relativo suave.

Tal como se ha mostrado en las figuras 30 a 32, para hacer que el cabezal de corte -60B- N° 1 en la situación de la figura 29 excave a lo largo del extremo superior del túnel -TB- en dirección horizontal desde la parte de la esquina superior derecha del túnel -TB- al lado izquierdo, se hace girar al tambor rotativo -40B- de manera que el ángulo θ de rotación del tambor cambie de 0 grados a -75 grados y -81 grados hasta -181 grados, y durante este tiempo, el armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambie de +59 grados pasando a +103 grados y +59 grados a +121 grados. En la situación de la figura 31, el cabezal de corte -60B- N° 1 está situado en una parte de la esquina superior izquierda del túnel -TB-. En la situación de la figura 32, el cabezal de corte 60B- N° 1 está situado en el lado horizontal izquierdo de la parte central del túnel -TB-.

Después de ello, tal como se ha descrito anteriormente para la Realización 1, al controlar el ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40B- y el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte, el cabezal -60B- N° 1 se desplaza a lo largo de la periferia externa del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles para excavar la periferia del túnel, y el cabezal de corte -70B- N° 3 excava el terreno natural por delante de la parte central del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles cuyos terrenos no pueden ser excavados por el cabezal de corte -60B- N° 1.

La figura 33 es un diagrama que muestra el área en la que excava el cabezal de corte -60B- N° 1 comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26. La figura 34 es un diagrama que muestra un área en la que excavan los cabezales de corte -60B- y -70B- N° 1 y N° 3 comprendidos en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 26. Cada uno de dichos dibujos muestra una parte de la sección transversal de la excavación.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el caso en el que el primer motor hidráulico -46- y el segundo motor hidráulico -56- son controlados para provocar que el tambor rotativo -40B- gire en 360 grados provocando la basculación del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte, el área en la que excava el cabezal de corte -60B- N° 1 es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 33. Además, un área obtenida por solape del área en la que excava el cabezal de corte -60B- N° 1 y el área en la que excava el cabezal de corte -70B- N° 3 es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 34. De este modo, el área completa del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles es el área a excavar.

Tal como se ha indicado anteriormente, el cabezal de corte -60B- N° 1 y el cabezal de corte -70B- N° 3 pueden excavar el terreno natural situado por delante del cuerpo principal -2B- de la máquina provocando al mismo tiempo que el tambor rotativo -40B- gire y la basculación del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte. Además, la fracturación del terreno natural se puede llevar a cabo fácilmente al ajustar el ángulo de basculación del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte para cambiar la magnitud del saliente del cabezal de corte rotativo -60B-.

También en este caso, la excavación por medio de los cabezales de corte -60B- y -70B- del dispositivo de excavación -5B- es llevada a cabo simultáneamente con el movimiento hacia delante del cuerpo principal -2B- de la máquina para la perforación de túneles por la acción de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. Los terrenos naturales situados por delante de la superficie frontal del cuerpo principal -2B- de la máquina son excavados por el cabezal de corte -60B- N° 1 y el cabezal de corte -70B- N° 3, y al mismo tiempo, el movimiento hacia delante en una distancia predeterminada es llevado a cabo por el conjunto de cilindro y pistón -3- de la máquina. La relación entre la excavación por los cabezales de corte -60B- y -70B- y el movimiento hacia delante por la acción de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina es el mismo que en la Realización 1, de manera que se prescindirá de la explicación detallada de la misma.

Tal como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con la máquina -1B- para la perforación de túneles, en el caso de excavar el túnel -TB- con una forma predeterminada en sección transversal, el primer mecanismo de rotación -45- y el mecanismo -55- de impulso de basculación son activados de manera que el ángulo de basculación (ángulo α de basculación del armazón) del armazón -50B- de soporte del dispositivo de corte, es controlado para su asociación con el ángulo de fase de rotación (ángulo θ de rotación del tambor) del tambor rotativo -40B- con respecto al ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma en sección transversal. De este modo, la máquina -1B- para la perforación de túneles puede excavar túneles con diferentes formas en sección transversal.

Además, la forma en sección transversal del túnel a excavar se puede variar fácilmente al cambiar el control del primer mecanismo de rotación -45- y del mecanismo de impulso de basculación -55- sin cambiar la estructura mecánica. Por lo tanto, la versatilidad es extremadamente elevada.

Realización 3

La figura 35 es una vista en sección longitudinal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención. La figura 36 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 35. La mitad izquierda de la figura 37 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIIa-IIIa de la figura 35, y la mitad de la derecha de la figura 37 es una vista en sección transversal según la línea de corte IIIb-IIIb de la figura 35. También, en la presente realización, la forma de la sección transversal excavada y la configuración del dispositivo de excavación -5- son diferentes con respecto a los de la Realización 1, y los componentes (figura 37), tal como los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina, los conjuntos de cilindro y pistón -4- de curvatura y el dispositivo de erección -7-, dispuestos en el interior del cuerpo principal -2- de la máquina son iguales que los de la Realización 1. Por lo tanto, se utilizan los mismos numerales de referencia para los mismos componentes, y se omitirán las explicaciones detalladas de los mismos. Se hace observar que se ha añadido una letra "C" a cada uno de los numerales de referencia de los componentes correspondientes. Además, se explicará básicamente la configuración del cabezal de corte rotativo -60C- dispuesto en el dispositivo de excavación -5C- y se prescindirá de explicaciones detalladas de componentes, tales como la pala de agitación -80-. La presente realización muestra un ejemplo adecuado para el caso en el que las tierras excavadas deben ser recuperadas con rapidez en la cámara situada por detrás del cabezal de corte, por ejemplo en el caso en el que se excava un suelo rico en arcillas.

Tal como se ha mostrado en la figura 36, la presente realización muestra un ejemplo de excavación de un túnel rectangular que tiene una sección transversal excavada cuyas longitudes vertical y horizontal son sustancialmente iguales entre sí. Tal como se ha mostrado en las figuras 35 y 36, en la presente realización, un eje central del cuerpo principal -2C- de la máquina para la perforación de túneles es el primer eje de giro -A1-, y se dispone el tambor rotativo -40C- que corresponde al primer elemento rotativo soportado de forma rotativa alrededor del primer eje de giro -A1-. El tambor rotativo -40C- es obligado a girar por el primer mecanismo de rotación -45-.

El tambor rotativo -40C- está dotado de un armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte que corresponde al elemento de basculación soportado de manera que es rotativo alrededor del segundo eje de giro -A2- separado con respecto al primer eje de giro -A1-. El armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte de la presente realización está soportado con capacidad de rotación por el tambor rotativo -40C- mediante un cojinete anular -54C-. El armazón de soporte -50C- del dispositivo de corte bascula por la acción del mecanismo de basculación -55C- que provoca que el armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte bascule con respecto al tambor rotativo -40C-. Tal como se ha mostrado en las figuras 35 y 37, el mecanismo -55- de accionamiento en basculación de la presente realización comprende una pluralidad (por ejemplo, dos) conjuntos de cilindro y pistón hidráulico -56C- que están acoplados al tambor rotativo -40C- y corresponden a los segundos accionadores. Un extremo del conjunto de cilindro y pistón hidráulico -56C- está soportado con capacidad de rotación por el tambor rotativo -40C-, y el otro extremo del mismo está soportado con capacidad de rotación por el brazo -52b- dispuesto en el lado interno del dispositivo de la parte tubular -52-. Por extensión y retracción del conjunto de cilindro y pistón hidráulico -56C-, el brazo -52b- bascula provocando que el armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte bascule con respecto al tambor rotativo -40C-.

Tal como se ha mostrado en la figura 36, el armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte está dotado de un tercer eje de giro -A3-, y el cabezal de corte rotativo -60C- está dispuesto en el tercer eje de giro -A3-. El cabezal de corte rotativo -60C- está formado de manera que tiene un diámetro tal que el área en la que excava el cabezal de corte rotativo -60C- comprende el eje de giro -Ac- cuando el cabezal de corte rotativo -60C- está situado en las posiciones superior, interior, de la derecha y de la izquierda del cuerpo principal -2C- de la máquina para la perforación de túneles. El cabezal de corte rotativo -60C- está soportado con capacidad de rotación alrededor del tercer eje de giro -A3-, y una pluralidad de dientes de corte -61- están dispuestos sobre una superficie del cabezal del corte rotativo -60C-.

Por lo tanto, el cabezal de corte rotativo -60C- de la presente realización comprende: la pequeña superficie frontal circular -62a- en su parte central; ocho radios -62e- que se extienden radialmente desde la superficie frontal -62a-; y una pluralidad de dientes de corte -61- dispuestos en la superficie de excavación -PC- (superficie frontal) de cada

radio -62e-. Tal como en el caso anterior, el cabezal de corte rotativo -60C- está configurado de manera que la superficie de excavación -PC- está formada haciendo que giren los radios -62e- que tienen las puntas de corte -61-. De esta manera, porciones entre los radios -62e- y por fuera de los radios -62e- pueden estar abiertas en posiciones de porciones extremas externas de los radios -62e-. De esta manera, las tierras excavadas por los dientes de corte -61- se pueden descargar rápidamente desde entre los radios -62e- hasta detrás del cabezal de corte rotativo -60C- para su recuperación en la cámara -19-. Además, la entrada -29- para el material de lodos de adición está dispuesta en una posición que está situada en dirección opuesta a la dirección de rotación de los radios -62e- y situada en una dirección que se corta con una dirección axial del cuerpo principal -2C- del dispositivo de excavación. La capacidad de flujo de las tierras excavadas se mantiene suministrando material de adición de lodos desde la entrada -29- de material de adición de lodos. Por lo tanto, las tierras excavadas pueden ser recuperadas rápidamente en la cámara -19-, y se puede impedir que permanezcan en la superficie de excavación -PC- del cabezal de corte rotativo -60C-. Por esta razón, incluso en el caso de excavación de tierras, tales como tierras ricas en arcilla se puede mantener una capacidad de excavación estable. Además, la superficie de excavación -PC- del cabezal de corte rotativo -60C- está formada como superficie curvada cuya superficie periférica externa se curva hacia atrás al lado del cuerpo principal -2C- de la máquina. Al formar dicha superficie de excavación -PC-, las puntas de corte -61- de la superficie de excavación -PC- pueden excavar de manera eficiente el suelo natural basculando simultáneamente en una dirección que se corta con el eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2C- de la máquina. Además, dado que la superficie de excavación -PC- es formada en la superficie curvada y está dotada de los dientes de corte -61-, dichos dientes de corte -61- pueden excavar con eficacia mientras efectúan la basculación, y la resistencia a la excavación se puede reducir por la superficie curvada -PC-.

El cabezal de corte rotativo -60C- es obligado a girar por el tercer mecanismo rotativo -65- que provoca que el cabezal de corte rotativo -60C- gire con respecto al armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte. El tercer mecanismo de rotación -65- de la presente realización comprende una pluralidad de terceros motores hidráulicos -66- que se corresponden con terceros accionadores. Tal como se ha descrito anteriormente, dado que los componentes, tales como la pala de agitación -80- y el medidor de presión de las tierras, dispuestos en el tambor rotativo -40C- son iguales que en la Realización 1, se prescindirá de la explicación detallada de los mismos.

A continuación, se explicará un flujo específico de excavación por una máquina -1C- para la perforación de túneles según la Realización 3 configurada, tal como se ha indicado anteriormente. La figura 38 es una vista frontal que muestra una situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 35 es de ± 0 grados. Las figuras 39 y 40 muestran de manera secuencial una parte de una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación es obligado a girar en un ángulo predeterminado desde el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 38.

En la presente realización, se han utilizado a efectos de mayor facilidad de la explicación una dirección vertical y una dirección transversal cuando se efectúa la observación desde la parte frontal. El cabezal de corte rotativo -60C- está designado como cabezal de corte -60C- N° 1. Además, en la situación del dispositivo de excavación -5C- mostrado en la figura 38, una línea perpendicular que se extiende hacia abajo -Ld- centrada sobre el primer eje de giro -A1- con respecto al cuerpo principal -2C- de la máquina para la perforación de túneles está situada en una posición en la que el ángulo de rotación θ del tambor (ángulo de fase de rotación θ) del tambor rotativo -40C- es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa desde la parte frontal, un lado situado en la dirección de las agujas del reloj del tambor rotativo -40C- con respecto al ángulo de fase de referencia del ángulo θ de rotación del tambor se refiere como lado +. Además, la línea perpendicular -Ld- está situada en una posición en la que el ángulo α de basculación del bastidor (ángulo de fase de rotación α) del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte centrado sobre el segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor rotativo -40C- es el ángulo de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se aprecia desde la parte frontal, un lado situado en la dirección de las agujas del reloj del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte desde el ángulo de fase de referencia del ángulo α de basculación del armazón se indica como lado +.

También, en la explicación siguiente, la forma del cuerpo principal -2C- de la máquina, la forma del cabezal de corte -60C-, y las posiciones iniciales de los ejes -A1- a -A3- están predeterminados. Una parte de los ángulos θ de rotación del tambor y ángulos α de basculación del armazón que cambian continuamente desde sus posiciones iniciales se explicarán en forma de ejemplos. Estos ángulos son solamente ejemplos, y están dispuestos en ángulos apropiados dependiendo de condiciones distintas.

La figura 38 muestra la situación de la posición de referencia. En esta situación, el segundo eje de giro -A2- está situado en la posición límite inferior. El ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40C- es de 0 grados, y el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte es de -120 grados. El cabezal de corte -60C- N° 1 del tercer eje de giro -A3- está situado en el lado horizontal derecho del eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles.

A continuación, en el momento de la excavación, el tambor rotativo -40C- es obligado a girar por el primer mecanismo de rotación -45- en dirección contraria a las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal, y

5 el cabezal de corte -60C- N° 1 es obligado a girar en todo momento por el tercer mecanismo rotativo -65- en dirección contraria a las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal. Además, la posición de excavación del cabezal de corte -60C- N° 1 es controlada para ser cambio por el cambio del ángulo α de basculación del armazón del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte por el mecanismo de impulsión de la basculación -55- en una dirección en sentido de las agujas del reloj o en dirección contraria a las agujas del reloj cuyo ángulo α está asociado al ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40C- desde el ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma en sección transversal del túnel -TC- a excavar. Este control es un control continuo, y el ángulo θ de rotación del tambor y el ángulo α de basculación del armazón son controlados para su cambio relativo suave.

10 Tal como se muestra en las figuras 39 y 40, para provocar que el cabezal de corte -60C- N° 1 se desplace desde la parte del lado derecho del túnel -TC- en la situación de la figura 38 a una parte de esquina superior derecha del túnel -TC- y posteriormente se desplace al lado izquierdo en dirección horizontal a lo largo del extremo superior, el tambor rotativo -40C- es obligado a girar de manera tal que el ángulo θ de rotación del tambor cambia de ± 0 grados a -88 grados y a -105 grados, y durante ese tiempo, el armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón cambia de -120 grados a -66 grados y a -104 grados. En la situación de la figura 40, el cabezal de corte -60C- N° 1 se ha situado en una parte extrema superior central del túnel -TC-.

20 Después de ello, tal como se ha descrito anteriormente en la Realización 1, controlando el ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40C- y el ángulo α de basculación del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte, el cabezal de corte -60C- N° 1 se desplaza a lo largo de la periferia externa del cuerpo principal -2C- de la máquina para perforación de túneles, para excavar el terreno natural.

25 La figura 41 es un diagrama que muestra un área en la que excava el cabezal cortador N° 1 de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 36. Ese dibujo muestra una parte de la sección transversal excavada. Tal como se ha descrito anteriormente, en el caso en el que el primer motor hidráulico -46- y el segundo motor hidráulico -56- son controlados para provocar el giro del tambor rotativo -40C- en 360 grados provocando la basculación del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte, el área en la que el cabezal de corte -60C- N° 1 efectúa la excavación es un área mostrada por líneas diagonales en la figura 41. De esta manera se puede excavar el terreno natural situado por delante de la superficie frontal del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles. De manera adicional, se puede llevar a cabo fácilmente la fragmentación del terreno natural ajustando el ángulo de basculación del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte para cambiar la magnitud de la proyección del cabezal de corte rotativo -60C-.

35 También en este caso, la excavación por el cabezal de corte -60C- del dispositivo de excavación -5C- es llevada a cabo simultáneamente con el movimiento hacia delante del cuerpo principal -2C- de la máquina para la perforación de túneles por la acción de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. El terreno natural situado por delante de la superficie frontal del cuerpo principal -2C- de la máquina es excavado por el cabezal de corte -60C- N° 1, y al mismo tiempo se lleva a cabo el movimiento hacia adelante en una distancia predeterminada por parte de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. La relación entre la excavación por el cabezal de corte -60C- y el movimiento hacia delante de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina es el mismo que en la Realización 1, de manera que se omite una explicación detallada de la misma.

45 Tal como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con la máquina para la perforación de túneles -1C-, en el caso de la excavación de un túnel -TC- que tenga una forma transversal predeterminada, el primer mecanismo de rotación -45- y el mecanismo de impulsión en basculación -55- son impulsados, de manera que el ángulo de basculación (ángulo α de basculación del armazón) del armazón -50C- de soporte del dispositivo de corte es controlado para su asociación con el ángulo de fase de rotación (ángulo θ de rotación del tambor) del tambor rotativo -40C- desde el ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma de la sección transversal. De este modo, la máquina para la perforación de túneles -1C- puede excavar túneles de diferentes formas en sección transversal.

55 Además, en la presente realización, las tierras excavadas por el cabezal de corte rotativo -60C- pueden ser recuperadas rápidamente en la cámara -19- desde la zona entre los rayos -62e-. Por lo tanto, el terreno natural, tal como un terreno rico en arcillas, puede ser excavado de manera estable.

60 Además, la forma de la sección transversal del túnel a excavar se puede cambiar fácilmente al cambiar el control del primer mecanismo rotativo -45- y del mecanismo de impulsión en basculación -55- sin cambiar la estructura mecánica. Por lo tanto, la versatilidad es extremadamente elevada.

Realización 4

65 La figura 42 es una vista en sección longitudinal de la máquina para perforación de túneles, de acuerdo con la Realización 4, de la presente invención. La figura 43 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 42. La mitad de la izquierda de la figura 44 es una vista en sección transversal tomada

según la línea de corte IVa-IVa de la figura 42, y la mitad de la derecha de la figura 44 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea de corte IVb-IVb de la figura 42. También en este caso, en la presente realización, la forma de la sección transversal excavada y la configuración del dispositivo de excavación -5- son diferentes con respecto a los de la Realización 1, y los componentes (figura 44), tal como los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina, los conjuntos de cilindro y pistón de curvado -4-, y el dispositivo de erección -7-, dispuestos en el interior del cuerpo principal -2- de la máquina son iguales que en la Realización 1. Por lo tanto, se utilizarán los mismos numerales de referencia para los mismos componentes y se omitirá la explicación detallada en los mismos. Se debe observar que se ha añadido una letra "D" a cada uno de los numerales de referencia de los componentes correspondientes. Además, se explicará básicamente la configuración de un cabezal de corte rotativo -60D- previsto en un dispositivo de excavación -5D-, y se omitirán las explicaciones detalladas de componentes, tales como la pala agitadora -80-.

Asimismo, de manera adicional, la presente realización muestra un ejemplo adecuado para un caso en el que las tierras excavadas deben ser recuperadas con rapidez en la cámara situada por debajo del cabezal de corte, por ejemplo, el caso en el que se ha excavado un terreno rico en arcilla. En la presente realización, según observación desde la parte frontal de figura 42, el cabezal de corte rotativo -60D- dispuesto en el lado de la derecha, se ha indicado como cabezal de corte -60D- N° 1, y el cabezal de corte rotativo -60D- dispuesto en el lado de la izquierda se ha designado como cabezal de corte -60D- N° 2. Además, un tambor rotativo -40D- dispuesto en el lado derecho se ha referenciado como tambor rotativo -40D- N° 1, y el tambor rotativo -40D- dispuesto en el lado izquierdo se ha designado como tambor rotativo -40D- N° 2.

Tal como se ha mostrado en la figura 43, la presente realización muestra un ejemplo de excavación de un túnel doble que tiene una sección transversal excavada, en la que dos secciones sustancialmente circulares están acopladas entre sí en dirección horizontal. Estas dos secciones transversales están formadas de manera bilateralmente simétrica alrededor del eje central -Ac- del cuerpo principal -2D- de una máquina para la perforación de túneles. Tal como se ha mostrado en las figuras 42 y 43, en la presente realización, los primeros ejes de giro -A1- están dispuestos en las posiciones de la izquierda y de la derecha, respectivamente, separados con respecto al eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles, según una distancia predeterminada, y se han dispuesto los tambores rotativos -40D- cada uno de los cuales corresponde al primer elemento rotativo soportado con capacidad de rotación alrededor del primer eje de giro -A1-. Estos tambores rotativos -40D- se hacen girar independientemente por los primeros mecanismos rotativos -45-, respectivamente.

En cada uno de los tambores rotativos -40D-, se ha dispuesto un armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte, que corresponde al elemento de basculación soportado con capacidad de rotación alrededor del segundo eje de giro -A2- separado con respecto al primer eje de giro -A1-. El armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte bascula por acción del mecanismo de accionamiento de basculación -55- que provoca la basculación del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte con respecto al tambor rotativo -40D-. El mecanismo -55- de impulsión de la basculación de la presente realización comprende una pluralidad de conjuntos de pistón hidráulicos -56B- que están fijados a los tambores rotativos -40D- y corresponden a los segundos accionadores. Además, el cuerpo principal -51- del armazón correspondiente al armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte de la presente realización, está dotado de palas de agitación -51b-. Las palas de agitación -51b- del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte que giran conjuntamente con el tambor rotativo -40D- agitan las tierras excavadas recuperadas en la cámara -19-.

Los armazones -50D- de soporte del dispositivo de corte están dotados de terceros ejes de giro -A3-, respectivamente, y los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 están dispuestos en los terceros ejes de giro -A3-, respectivamente. El cabezal de corte -60D- N° 1, dispuesto en el lado derecho y el cabezal de corte -60D- N° 2 situado en el lado izquierdo tienen la misma configuración. El cabezal de corte -60D- N° 1 situado en el lado derecho excava el terreno natural situado por delante de la mitad de la derecha de la superficie frontal del cuerpo principal -2D- de la máquina y el cabezal de corte -60D- N° 2 situado en el lado izquierdo excava el terreno natural situado por delante de la mitad de la izquierda de la superficie frontal del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles. En la presente realización, las áreas en las que excavan los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 son los que se indican a continuación. Cada uno de los cabezales de corte -60D- tiene un diámetro tal que cuando el cabezal de corte -60D- se desplaza en dirección vertical a lo largo de la parte periférica del cuerpo principal -2D- de la máquina para excavar los terrenos naturales, excava en el terreno natural situado por delante del primer eje de giro -A1- y una posición externa del cuerpo principal -2D- de la máquina. Además, cada uno de los cabezales de corte -60D- está dispuesto de manera tal que cuando el cabezal de corte -60D- se desplaza entre el primer eje de giro -A1- en dirección vertical para excavar el terreno natural, puede excavar dicho terreno natural situado por delante del primer eje de giro -A1- y el eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2D- de la máquina. Cada uno de los cabezales de corte rotativos -60D- está soportado con capacidad de rotación alrededor del tercer eje de giro -A3- y una pluralidad de dientes de corte -61- están dispuestos en una superficie del cabezal de corte rotativo -60D-.

Por lo tanto, cada uno de los cabezales de corte rotativo -60D- de la presente realización comprende: la superficie frontal circular pequeña -62a- en su parte central; doce rayos -62e- que se extienden radialmente desde la superficie frontal -62a- y una pluralidad de dientes de corte -61- dispuestos sobre una superficie de excavación -PD- (superficie frontal) de cada rayo -62e-. Igual que en el caso anterior, cada uno de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 está

configurado de manera que la superficie de excavación -PD- está formada haciendo que los rayos -62e- tengan los dientes de corte -61- para su rotación. De este modo, las partes entre los rayos -62D- y por fuera de los rayos -62e- se pueden abrir en posiciones de las partes extremas externas de los rayos -62e-. De esta manera, las tierras excavadas por los dientes de corte -61- pueden ser descargadas rápidamente entre los rayos -62e- hacia la parte posterior de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 para su recuperación en la cámara -19-. Además, la entrada -29- de material para la añadidura de lodos, está dispuesta también en una posición que está situada directamente en oposición a la dirección de rotación de los rayos -62e- y situada en una dirección que corta la dirección axial del cuerpo principal -2C- del dispositivo excavador. La capacidad de flujo de las tierras excavadas se mantiene al suministrar el material añadido de lodos, procedente de la entrada de material añadido de lodos -29-. Por lo tanto, las tierras excavadas pueden ser recuperadas con rapidez en la cámara -19-, y se puede impedir que permanezcan sobre las superficies de excavación -PD- de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2. Por esta razón incluso en el caso de excavación de un suelo, tal como un suelo rico en arcillas, se puede mantener estable la capacidad de excavación. Además, la superficie de excavación -PD- de cada uno de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 de la presente realización está formada también en forma de superficie curvada cuyo lado periférico externo se curva hacia atrás hacia el lado del cuerpo principal -2D- de la máquina. Al formar esta superficie de excavación PD, los dientes de corte -61- de la superficie de excavación -PD- de manera eficiente el terreno natural basculando en una dirección que se corta con el eje tejido central -Ac- del cuerpo principal -2D- de la máquina. Además, dado que la superficie de excavación -PD- es formada como superficie curvada y está dotada de los dientes de corte -61-, dichos dientes de corte -61- pueden excavar de manera eficiente, mientras efectúan su basculación y se puede reducir la resistencia a la excavación por la superficie curvada PD.

Los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 son obligados respectivamente a girar por el tercer mecanismo de rotación -65- configurado para provocar respectivamente que giren los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 con respecto al armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte. El tercer mecanismo rotativo -65- de la presente realización comprende una pluralidad de terceros motores hidráulicos -66- que corresponden a terceros dispositivos de accionamiento. Además, en la presente realización, el cabezal de corte -60D- N° 1 situado en el lado derecho y el cabezal de corte -60D- N° 2 situado en el lado izquierdo son obligados a girar en direcciones opuestas uno de otro, de manera que la fuerza de reacción de la excavación aplicada al cabezal de corte -60D- N° 1 y la fuerza de reacción de excavación aplicada al cabezal de corte -60D- N° 2 en el momento de la excavación se anulan una a otra. De este modo, se evita que una fuerza de excavación básicamente desequilibrada actúe sobre el cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles. Tal como se ha descrito en lo anterior, dado que los componentes, tales como la pala agitadora -80- y el medidor de presión de la tierra dispuestos en los tambores rotativos -40D- N° 1 y N° 2 son los mismos que en la Realización 1, se omiten las explicaciones detalladas de los mismos.

A continuación, se explicará el flujo específico de excavación en una máquina -1D- para la perforación de túneles, según la Realización 4 configurada, tal como se ha explicado anteriormente. La figura 45 es una vista frontal que muestra la situación en la que el ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación de la máquina mostrada en la figura 42 es de ± 0 grados. Las figuras 46 a 48 muestran secuencialmente una parte de una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación es obligado a girar en un ángulo predeterminado con respecto al ángulo de rotación del tambor del dispositivo de excavación mostrado en la figura 45.

En la presente realización, se utilizan a efectos de comodidad de la explicación una dirección vertical y una dirección transversal cuando se observa desde la parte frontal. Además, en la situación del dispositivo de excavación -5D- mostrado en la figura -45- en el cabezal de corte -60D- N° 1 situado en el lado derecho, una línea perpendicular -Ld- dirigida hacia abajo, que se extiende desde el primer eje de giro -A1- del tambor -40D- N° 1 está situada en una posición en la que el ángulo de rotación θ del tambor (ángulo θ de fase rotación) del tambor de rotación -40D- N° 1 es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa desde la parte frontal, el lado situado en la dirección de las agujas del reloj del tambor rotativo -40D- N° 1 desde el ángulo de referencia de fase del ángulo θ de rotación del tambor se indica como lado +. Además, la línea perpendicular -Ld- está situada en una posición en la que el ángulo α de basculación del armazón (ángulo de fase de rotación α) del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte centrado sobre el segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor rotativo -40D- N° 1 es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa desde la parte frontal, un lado situado en la dirección de las agujas del reloj del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte desde el ángulo de fase de referencia del ángulo α de basculación del armazón se indica como lado +. En el cabezal de corte -60D- N° 2 situado en el lado izquierdo, una línea perpendicular Lu dirigida hacia arriba que se extiende desde el primer eje de giro -A1- del tambor rotativo -40D- N° 2 está situado en la posición en la que el ángulo θ de rotación del tambor (ángulo θ de fase de rotación) del tambor de rotación -40D- N° 2 es el ángulo de fase de referencia que es de ± 0 grados. Cuando se observa de la parte frontal, el lado situado en la dirección de las agujas del reloj del tambor rotativo -40D- N° 2 con respecto al ángulo de fase de referencia del ángulo θ de rotación del tambor se indica acumulado +. Además, la línea perpendicular Lu está situada en una posición en la que el ángulo α de basculación del armazón (ángulo α de fase de rotación) del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte centrado sobre el segundo eje de giro -A2- con respecto al tambor rotativo -40D- N° 2 es el ángulo de fase de referencia que es ± 0 grados. Cuando se aprecia desde la parte frontal, el lado situado en la dirección de las agujas del reloj del armazón -50D- del soporte del

dispositivo de corte con respecto al ángulo de fase de referencia del ángulo α de basculación del armazón se indica como lado +.

También en este caso, en la siguiente explicación, la forma del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles, las formas de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 y las posiciones iniciales de los ejes -A1- a -A3- están predeterminadas. Una parte de los ángulos θ de rotación del tambor y los ángulos α de basculación del armazón, que cambian de manera continua desde sus posiciones iniciales, se explicarán como ejemplos. Estos ángulos son solamente ejemplos, y están dispuestos según ángulos apropiados dependiendo de diferentes condiciones.

La figura 45 muestra la situación de la posición de referencia. En esta situación, el segundo eje de giro -A2- del lado derecho está situado en la posición de límite inferior. El ángulo θ de rotación del tambor del tambor rotativo -40D- N° 1 es ± 0 grados, y el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte es de -114 grados. El cabezal de corte -60D- N° 1 del tercer eje de giro -A3- está situado sobre el lado horizontalmente derecho del eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2D- de la máquina. El segundo eje de giro -A2- del lado izquierdo está situado en la posición límite superior. El ángulo de rotación θ del tambor del tambor rotativo -40D- N° 2 es de ± 0 grados y el ángulo α de basculación del armazón del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte es de -114-. El cabezal de corte -60D- N° 2 del tercer eje -A3- está situado sobre el lado derecho horizontalmente del eje de giro -Ac- del cuerpo principal -2- de la máquina.

Entonces, en el momento de la excavación, el tambor rotativo -40D- N° 1 es obligado a girar por el primer mecanismo de rotación -45- en dirección contraria a las agujas del reloj, cuando se observa desde la parte frontal, y el tambor rotativo -40D- N° 2 es obligado a girar por el primer mecanismo de rotación -45- en la dirección de las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal. De forma específica, el tambor rotativo -40D- N° 1 y el tambor rotativo -40D- N° 2 son obligados a girar en direcciones opuestas entre sí. Además, el cabezal de corte -60D- N° 1 es obligado a girar en todo momento por el tercer mecanismo de rotación -65- en dirección contraria a las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal y el cabezal de corte -60D- N° 2 es obligado a girar en todo momento por el tercer mecanismo de rotación -65- en la dirección de las agujas del reloj cuando se observa desde la parte frontal. De manera específica, el dispositivo de corte -60D- N° 1 al lado derecho y el dispositivo de corte -60D- N° 2 del lado izquierdo son obligados a girar en direcciones opuestas entre sí. Además, las posiciones de excavación α de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 son controladas para su cambio al cambiar el ángulo de basculación α del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte por el mecanismo de accionamiento en basculación -55- en la dirección de las agujas del reloj o en dirección contraria a las agujas del reloj, cuyo ángulo α está asociada con el ángulo θ de rotación del tambor de los tambores de rotación -40D- N° 1 y N° 2 con respecto al ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma de la sección transversal del túnel -TD- a excavar. Este control es un control continuo y el ángulo θ de rotación del tambor y el ángulo α de basculación del armazón son controlados para su cambio relativo suave.

Tal como se ha mostrado en las figuras 46 a 48, para hacer que el cabezal de corte -60D- N° 1 se desplace hacia arriba desde la parte del lado derecho del túnel -TD- mostrado en la figura 45 a una posición de la esquina superior derecha y desplazarse a continuación al lado izquierdo en dirección horizontal a lo largo del extremo superior y desplazarse después hacia el eje central -Ac-, el tambor rotativo -40D- N° 1 es obligado a girar de manera que el ángulo de rotación θ del tambor varía de 0 grados pasando por -103 grados y -146 grados a -169 grados y durante este tiempo el armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte bascula de manera que el ángulo α de basculación del armazón varía de -140 grados pasando a -49 grados y -47 grados a -93 grados. Además, para hacer que el cabezal de corte -60D- N° 2 se desplace desde la parte central del túnel -TD- mostrado en la figura 45 a una parte superior central y luego se desplace al lado izquierdo en dirección horizontal a lo largo del extremo superior hacia una parte de esquina superior izquierda y que después se desplace hacia abajo a una parte del lado izquierdo, el tambor rotativo -40D- N° 2 es obligado a girar, de manera que el ángulo θ de rotación del tambor varía de 0 grados a +124 grados y +146 grados a +169 grados y durante este tiempo el armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte bascula, de manera que el ángulo α de basculación del armazón varía de +114 grados pasando por +20 grados y +47 grados a +93 grados.

Después de ello, tal como se ha descrito en la anterior Realización 1, los ángulos de rotación θ del tambor de los tambores rotativos -40D- N° 1 y N° 2 y los ángulos α de basculación del armazón de los armazones -50D- de soporte del dispositivo de corte son controlados de manera que las posiciones extremas exteriores de excavación de los cabezales de corte -60D- N° 1 y N° 2 se desplazan a lo largo de la forma externa del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles. En este momento, el cabezal de corte -60D- N° 1 es obligado a girar en dirección contraria a las agujas del reloj y el cabezal de corte -60D- N° 2 es obligado a girar en la dirección de las agujas del reloj. De esta manera, se excava el terreno natural situado por delante de la superficie frontal completa del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles.

La figura 49 es un diagrama que muestra un área en la que excava el cabezal de corte N° 1 comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrado en la figura 43. La figura 50 es un diagrama que muestra el área en la que excavan los cabezales de corte N° 1 y N° 2 de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la

figura 43.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el caso en el que el primer motor hidráulico -46- y el segundo motor hidráulico -56- son controlados para provocar que los tambores rotativos -40D- Nº 1 y Nº 2 giren en 360 grados provocando simultáneamente la basculación de los armazones -50D- de soporte del dispositivo de corte, el área en la que excava el cabezal de corte -60D- Nº 1 es, tal como se ha mostrado por las líneas diagonales de la figura 49, un área de la mitad derecha del cuerpo principal -2D- de la máquina y un área que se expansiona ligeramente sobre el eje de giro -Ac- cuando se observa desde la parte frontal. Además, el área en la que excava el cabezal de corte -60D- Nº 2 es, tal como se ha mostrado por las líneas diagonales del lado izquierdo de la figura 50, un área de la mitad de la izquierda del cuerpo principal -2D- de la máquina para la perforación de túneles y un área que se expansiona ligeramente sobre el eje de giro -Ac- cuando se observa desde la parte frontal. Por lo tanto, en el caso en el que los cabezales de corte -60D- Nº 1 y Nº 2 son obligados a girar en 360 grados, el área en la que los cabezales de corte -60D- Nº 1 y Nº 2 efectúan la excavación es el área de la superficie frontal del cuerpo principal -2D- de la máquina. Por lo tanto, el terreno natural situado por delante de la totalidad de la superficie del cuerpo principal -2D- de la máquina puede ser excavado. Además, la fragmentación del terreno natural se puede llevar a cabo fácilmente ajustando el ángulo de basculación del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte para cambiar la magnitud de la proyección del cabezal de corte rotativo -60D-.

También en este caso, la excavación por el cabezal de corte -60D- del dispositivo de excavación -5D- es llevada a cabo simultáneamente con el movimiento hacia delante del cuerpo principal -2D- de la máquina por parte de los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. El terreno natural situado por delante de la superficie frontal del cuerpo principal -2D- de la máquina es excavado por los cabezales de corte -60D- Nº 1 y Nº 2, y al mismo tiempo, el movimiento hacia delante en una distancia predeterminada es llevado a cabo por los conjuntos de cilindro y pistón -3- de la máquina. La relación entre la excavación por los cabezales de corte -60D- y el movimiento hacia adelante por los conjuntos de cilindro y pistón -3- es la misma que en la Realización 1, de manera que se omitirá su explicación detallada.

Tal como se ha explicado en lo anterior, de acuerdo con la máquina -1D- para la perforación de túneles, en el caso de excavación de un túnel -TD- que tiene una forma predeterminada en sección transversal, el primer mecanismo de rotación -45- y el mecanismo y accionamiento en basculación -55- son impulsados de manera que el ángulo de basculación (ángulo α de basculación del armazón) del armazón -50D- de soporte del dispositivo de corte es controlado para que quede asociado con los ángulos de fase de rotación (ángulos θ de rotación del tambor) de los tambores de corte rotativos -40D- Nº 1 y Nº 2 con respecto a los ángulos de fase de acuerdo con la forma en sección transversal. De este modo, la máquina -1D- para la perforación de túneles puede excavar túneles de diferentes formas de sección transversal.

Además, en la presente realización, las tierras excavadas por el cabezal de corte -60D- pueden ser recuperadas rápidamente en la cámara -19- entre los rayos -62e-. Por lo tanto, el terreno natural, tal como un terreno rico en arcilla puede ser excavado de manera estable.

Además, la forma en sección transversal del túnel a excavar se puede variar fácilmente al cambiar el control del primer mecanismo de rotación -45- y del mecanismo de accionamiento de basculación -55- sin cambiar la estructura mecánica. Por lo tanto, la versatilidad es extremadamente elevada.

A continuación, se explicarán resúmenes de realizaciones distintas a las anteriormente explicadas utilizando los numerales de referencia de la Realización 1 anteriormente descrita. Las siguientes realizaciones explicarán solamente las configuraciones del tambor rotativo -40- que corresponde al primer elemento rotativo, correspondiendo el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte al elemento basculante, el cabezal de corte rotativo -60-, y el cabezal de corte auxiliar rotativo -70- de la Realización 1. Las configuraciones del cuerpo principal -2- de la máquina para la perforación de túneles y del dispositivo de excavación -5- son iguales que la máquina -1- de la Realización 1, de manera que se omitirán las explicaciones detalladas de las mismas.

Realización 5

La figura 51 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 5 de la presente invención. La figura 52 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 51 se encuentra en el proceso de excavación. La figura 53 es una vista frontal que muestra una situación en la que el dispositivo excavador de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 51 se encuentra en el proceso de excavación, y es distinta de la figura 52. Tal como se ha mostrado en la figura 51, la Realización 5 muestra un ejemplo de excavación de un túnel -TE- que tiene una sección transversal excavada en forma de herradura con la misma configuración que la máquina para la perforación de túneles -1- de la Realización 1. Se debe observar que una letra "E" se ha añadido a cada uno de los numerales de referencia de los componentes correspondientes.

Tal como se ha mostrado en la figura 51, en el caso de excavación de una superficie inferior plana del túnel -TE-, el ángulo de rotación del primer mecanismo -45- de rotación y el ángulo de basculación del mecanismo de impulsión

de basculación -55- están controladas igual que en el caso de formación de la superficie inferior plana del túnel -T- que tiene sección rectangular de la Realización 1. Por lo tanto, la sección transversal excavada por el cabezal de corte rotativo -60- se extiende en dirección horizontal.

5 Además, tal como se ha mostrado en las figuras 52 y 53, en el caso de excavación de una superficie en forma de arco de círculo del túnel -TE-, un cabezal de un par de cabezales de corte rotativo -60- sobresale al exterior de la periferia externa del tambor rotativo -40- cuando se observa desde la parte frontal, y el armazón -50- de soporte del dispositivo de corte está fijado al tambor rotativo -40-. De manera específica, la distancia desde el primer eje de giro -A1- a un cabezal del par de cabezales de corte rotativo -60- es fija, y el tambor rotativo -40- es obligado a girar. De
10 esta manera, se lleva a cabo la excavación.

De acuerdo con una máquina -1E- para la perforación de túneles de la Realización 5, el túnel -TE- que tiene sección transversal en forma de herradura puede ser excavado de manera directa. En el caso de excavación de un túnel que tiene sección transversal circular y formando una pista que tiene una anchura predeterminada sobre la que pueden
15 discurrir vehículos así como una vía para la circulación de peatones, la parte inferior del túnel circular debe ser rellenada de tierras, y la pista necesita ser construida sobre tierras cuya superficie está situada en una posición separada verticalmente de la parte extrema inferior del túnel circular. No obstante, de acuerdo con la máquina -1E- para la perforación de túneles según la Realización 5, sin efectuar el llenado de la parte inferior del túnel con tierras, la pista y la vía para peatones cada una de las cuales tiene una anchura predeterminada se pueden formar
20 fácilmente sobre la superficie inferior del túnel que tiene sección transversal en forma de herradura.

Realización 6

La figura 54 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles según la Realización 6 de la presente invención. La figura 55 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación de la máquina mostrada en la figura 54 se encuentra en el proceso de excavación. La figura 56 es una vista frontal en la que el dispositivo de excavación de la máquina mostrada en la figura 54 se encuentra en el proceso de excavación, y es diferente de la figura 52. En la Realización 6, se ha omitido el cabezal de corte auxiliar rotativo -70- de la máquina para la perforación de túneles -1- de la Realización 1 anteriormente descrita. Los otros componentes son
25 iguales que los de la máquina -1- de la Realización 1. Se debe observar que se ha añadido una letra "F" a los numerales de referencia de los componentes correspondientes.

Tal como se ha mostrado en las figuras 54 a 56, una máquina -1F- para la perforación de túneles comprende: un armazón -50F- para el soporte del dispositivo de corte que está soportado por el tambor rotativo -40- con capacidad de rotación alrededor del segundo eje de giro -A2- y que tiene forma triangular cuando se aprecia desde la parte
35 frontal; tres cabezales de corte rotativo -60F- soportados por el armazón -50F- de soporte del dispositivo de corte con capacidad de rotación alrededor de tres terceros ejes de giro -A3-, respectivamente; y tres mecanismos de rotación (no mostrados) configurados para provocar respectivamente el giro de estos tres cabezales de corte rotativo -60F-. En la presente realización, el cabezal de corte auxiliar rotativo -70- de la Realización 1 que se ha descrito anteriormente se ha omitido. Los otros componentes son iguales que los de la máquina -1- para la perforación de
40 túneles de la Realización 1.

La máquina -1F- de la presente realización puede excavar tanto un túnel -TFa- que tiene sección transversal circular, tal como se ha mostrado en la figura 54, como un túnel -TFb- que tiene sección transversal ovalada, tal como se ha
45 mostrado en las figuras 55 y 56.

Realización 7

La figura 57 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 7 de la presente invención. La figura 58 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación comprendido en la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 57 se encuentra en el proceso de
50 excavación. La figura 59 es una vista frontal mostrando una situación en la que el dispositivo de excavación de la máquina para la perforación de túneles mostrado en la figura 57 se encuentra en proceso de excavación, y es distinta de la figura 52. También en este caso, en la Realización 7, se ha omitido el cabezal de corte auxiliar rotativo -70- de la máquina -1- de la Realización 1 anteriormente descrita. Los otros componentes son iguales que los de la máquina -1- de la Realización 1. Se debe observar que se ha añadido una letra "G" a cada uno de los numerales de
55 referencia de los componentes correspondientes.

Tal como se ha mostrado en las figuras 57 a 59, la máquina -1G- para la perforación de túneles de la Realización 7 comprende un armazón -50G- de soporte del dispositivo de corte, soportado por el tambor rotativo -40- con capacidad de rotación alrededor del segundo eje de giro -A2-. El armazón -50G- de soporte del dispositivo de corte de la presente realización está formado de manera que tenga forma rómbica cuando se observa desde la parte
60 frontal. El armazón -50G- de soporte del dispositivo de corte está dotado de cuatro terceros ejes de giro -A3-. Cuatro cabezales de corte rotativo -60G- están soportados en dichos terceros ejes de giro -A3-, respectivamente, con capacidad de rotación alrededor de los terceros ejes de giro -A3-, respectivamente. Estos cuatro cabezales de corte
65

rotativo -60G- incluyen respectivamente cuatro terceros mecanismos de rotación (no mostrados) configurados para provocar respectivamente el giro de los cabezales de corte rotativo -60G-.

5 La máquina -1G- para la perforación de túneles de la presente realización puede excavar tanto un túnel -TGA- que tiene la sección transversal circular mostrada en la figura 57 como un túnel -TGB- con una parte lateral ensanchada, tal como se ha mostrado en las figuras 58 y 59.

Realización 8

10 La figura 60 es una vista frontal de la máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la Realización 8 de la presente invención. La figura 61 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación de la máquina para la perforación de túneles mostrada en la figura 60 se encuentra en el proceso de excavación. La figura 62 es una vista frontal que muestra la situación en la que el dispositivo de excavación de la máquina para la perforación de túneles de la figura 60 se encuentra en el proceso de excavación, y es distinto de la figura 52.
15 También en este caso, en la Realización 8, se ha omitido el cabezal de corte auxiliar rotativo -70- de la máquina -1- para la perforación de túneles de la Realización 1. Los otros componentes de esta realización son iguales que los de la máquina -1- para la perforación de túneles de la Realización 1. Se debe observar que se ha añadido una letra "H" a cada uno de los numerales de referencia de los componentes correspondientes.

20 Tal como se ha mostrado en las figuras 60 a 62, la máquina -1H- para la perforación de túneles comprende: un par de armazones -50H- para el soporte del dispositivo de corte soportados con capacidad de rotación alrededor de un par de segundos ejes de giro -A2-, respectivamente, que están situados simétricamente alrededor del primer eje de giro -A1- del tambor rotativo -40-; y un par de mecanismos de accionamiento de basculación (no mostrados) configurados para provocar respectivamente la rotación del par de armazones -50H- de soporte de dispositivos de corte. Además, un par de cabezales de corte rotativo -60H- soportados con capacidad de giro alrededor de un par de
25 terceros ejes de giro -A3-, respectivamente, están dispuestos en los armazones -50H- para soporte de dispositivos de corte (en total, se han dispuesto cuatro cabezales de corte rotativo -60H-), y cuatro terceros mecanismos de rotación (no mostrados) configurados para provocar respectivamente el giro de dichos cuatro cabezales de corte rotativo -60H- están incluidos en la máquina -1H- para la perforación de túneles.

30 La máquina -1H- para la perforación de túneles de la presente realización puede excavar tanto un túnel -THa- que tiene sección transversal circular, tal como se ha mostrado en la figura 60 como un túnel -THb- que tiene sección transversal ovalada, tal como se ha mostrado en las figuras 61 y 62.

35 Las realizaciones anteriores se pueden combinar entre sí. Las realizaciones anteriores pueden ser combinadas de manera adecuada dependiendo del tipo de terreno natural, la forma en sección transversal del túnel, y otros. Por lo tanto, es posible solucionar fácilmente casos de excavación en cualquier tipo de terrenos naturales. Además, al determinar la trayectoria del cabezal de corte rotativo de manera que el terreno natural pueda ser excavado de manera eficiente, se puede mejorar de forma significativa la capacidad de excavación.

40 Además, las secciones transversales excavadas de las realizaciones anteriormente descritas son solamente ejemplos. En el caso de excavación de un terreno natural cuya sección transversal excavada no se encuentra dentro del área que puede excavar la máquina para la perforación de túneles de cada una de las realizaciones, el primer elemento rotativo, el elemento basculante, el cabezal de corte rotativo, y las posiciones de los ejes de giro de estos
45 componentes se disponen en correspondencia con la sección transversal excavada del terreno natural a excavar. De esta manera, la máquina para la perforación de túneles puede trabajar fácilmente con esta sección transversal excavada, y la presente invención no está limitada a las realizaciones anteriores.

50 Además, las realizaciones anteriores son solamente ejemplos, y se pueden llevar a cabo diferentes modificaciones dentro del espíritu de la presente invención. La presente invención es aplicable a diferentes máquinas -1- para la perforación de túneles. Por ejemplo, en el caso en el que la presente invención es aplicada a una máquina para la perforación de túneles que excava un terreno natural que contiene rocas muy duras y similares, se puede acoplar una serie de dispositivos de corte de rodillos en vez de una pluralidad de dientes de corte en el cabezal de corte rotativo -60- y el cabezal de corte auxiliar rotativo -70-. De esta manera, la máquina para la perforación de túneles
55 puede excavar terreno natural que contiene rocas muy duras y similares. Además, el dispositivo de excavación de la presente invención es aplicable a máquinas para la perforación de túneles que no incorporan los segmentos -S-, y la presente invención no está limitada a las realizaciones anteriores.

Aplicabilidad industrial

60 La máquina para la perforación de túneles de acuerdo con la presente invención puede ser utilizada como máquina para la perforación de túneles que excava secciones transversales no solamente circulares sino diferentes secciones transversales.

REIVINDICACIONES

1. Máquina (1) para la perforación de túneles, que comprende: un cuerpo principal (2) de la máquina que incluye un cuerpo (10); una pluralidad de conjuntos de cilindro y pistón (3) de la máquina, configurados para provocar que el cuerpo principal de la máquina se desplace hacia delante; y un dispositivo de excavación (5) configurado para excavar terreno natural de la parte frontal del cuerpo principal de la máquina,
- comprendiendo además la máquina (1) para la perforación de túneles:
 un primer elemento rotativo (40) soportado en la parte frontal extrema del cuerpo principal (2) de la máquina con capacidad de rotación alrededor de un primer eje de giro (A1) paralelo al eje central del cuerpo principal de la máquina para la perforación de túneles;
 un primer dispositivo rotativo configurado para provocar la rotación del primer elemento rotativo (40);
 un elemento basculante (50) soportado por el primer elemento rotativo de manera que pueda bascular alrededor de un segundo eje de giro (A2) paralelo al primer eje de giro y separado con respecto a este último;
 un dispositivo de basculación (55) configurado para provocar que el elemento basculante bascule con respecto al primer elemento rotativo independientemente del primer dispositivo de rotación;
 un cabezal de corte rotativo (60) soportado por el elemento de basculación de manera que es rotativo alrededor de un tercer eje de giro (A3) paralelo al segundo eje de giro y separado con respecto al segundo eje de giro, y comprendiendo una pluralidad de dientes de corte (61) sobre su superficie de excavación;
 un tercer dispositivo rotativo (65) configurado para provocar que el cabezal de corte rotativo gire con respecto al elemento basculante independientemente con respecto al primer dispositivo rotativo y el dispositivo de basculación;
 y
 un controlador (90) configurado para controlar el primer dispositivo rotativo, el dispositivo de basculación, y el tercer dispositivo rotativo, caracterizado porque:
 el tercer dispositivo rotativo es un accionador que comprende un motor hidráulico o un motor eléctrico incorporado en el elemento basculante; y
 el cabezal de corte rotativo está configurado con capacidad de excavar el terreno natural situado por delante de un eje de giro del cuerpo principal de la máquina mientras bascula en una dirección que se corta con el eje de giro de dicho cuerpo central de la máquina.
2. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que:
 el cuerpo principal de la máquina comprende una cámara (19) configurada para recuperar tierras excavadas, y un tabique divisor (16) que define el extremo posterior de la cámara; y
 el primer elemento rotativo (40) está constituido por un tambor rotativo que forma parte de una superficie de pared del tabique divisor
3. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que el primer dispositivo rotativo, el dispositivo basculante, y el tercer dispositivo rotativo están constituidos respectivamente por accionadores diferentes entre sí.
4. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que:
 el elemento basculante (50) está constituido por un armazón de soporte de un dispositivo de corte soportado con capacidad de rotación por una parte periférica externa del primer elemento rotativo; y
 el cabezal de corte rotativo soportado por el armazón de soporte del dispositivo de corte está configurado de manera que sea capaz de desplazarse a un área por fuera de la periferia externa del primer elemento rotativo cuando se observa desde la parte frontal.
5. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que el controlador está configurado para controlar el primer dispositivo rotativo y el dispositivo de basculación de manera que el ángulo de rotación del elemento basculante está controlado para su asociación con un ángulo de fase de rotación del primer elemento rotativo desde un ángulo de fase de referencia de acuerdo con la forma en sección transversal del túnel a excavar.
6. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 5, en la que el eje del cabezal de corte rotativo se desplaza continuamente a una velocidad uniforme.
7. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que:
 la superficie frontal del cabezal de corte rotativo está formada para su curvado desde una parte central de la superficie frontal a un lado periférico externo hacia el cuerpo principal de la máquina; y
 la superficie de excavación está formada al disponer la pluralidad de dispositivos de corte en la superficie frontal.
8. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 7, en la que la pluralidad de dispositivos de corte están dispuestos de forma espiral desde una parte central de la superficie frontal hasta la periferia externa de la superficie frontal en dirección opuesta a la dirección de rotación del cabezal de corte rotativo.
9. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que:

el cabezal de corte rotativo está dotado de una parte central de soporte (62a) que tiene una superficie plana, y una pluralidad de rayos (62e) que se extienden radialmente desde la parte de soporte central; y la pluralidad de dispositivos de corte están dispuestos en superficies frontales de los rayos.

- 5 10. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 9, en la que está dispuesta una entrada (29) para material de adición de lodos en una posición situada en una dirección que se corta con una dirección axial del cuerpo principal de los rayos de la máquina y situada en una dirección opuesta a la dirección de rotación de los rayos.
- 10 11. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 9, en la que:
una pluralidad de primeros elementos rotativos (40D) están dispuestos en la parte del lado extremo frontal del cuerpo principal de la máquina;
los primeros elementos rotativos (60D), están dispuestos respectivamente con los cabezales de corte rotativos para configurar una pluralidad de elementos de excavación (5D); y
15 los primeros elementos rotativos son obligados a girar en direcciones opuestas entre sí.
12. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 11, en la que el cabezal de corte rotativo dispuesto en cada uno de los primeros elementos rotativos que giran respectivamente en direcciones opuestas entre sí es obligado a girar en una dirección que es la misma que la dirección de rotación del primer elemento rotativo
20 dotado de cabezal de corte rotativo.
13. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 4, en la que el armazón de soporte del dispositivo de corte está dotado de una pluralidad de terceros ejes de giro, comprendiendo además la máquina para la perforación de túneles:
25 una pluralidad de cabezales de corte rotativo soportados con capacidad de rotación alrededor de la pluralidad de terceros ejes de giro, respectivamente; y
una pluralidad de terceros dispositivos rotativos configurados para provocar respectivamente el giro de la pluralidad de cabezales de corte rotativo.
- 30 14. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 4, en la que el primer elemento rotativo está dotado de una pluralidad de segundos ejes de giro, comprendiendo la máquina:
una pluralidad de armazones de soporte de dispositivos de corte soportados con capacidad de basculación alrededor de la pluralidad de segundos ejes de giro, respectivamente; y
35 una pluralidad de dispositivos de basculación configurados para provocar respectivamente el giro de la pluralidad de armazones de soporte de dispositivos de corte.
15. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 1, en la que:
40 el primer elemento rotativo comprende un cabezal de corte auxiliar rotativo (70) configurado para girar alrededor de un cuarto eje de giro (A4) paralelo al primer eje de giro y separado con respecto a dicho primer eje de giro y al segundo eje de giro; y
el cabezal de corte auxiliar rotativo comprende una pluralidad de dispositivos de corte (71) dispuestos en una superficie de excavación del mismo, y un cuarto dispositivo rotativo (75) configurado para provocar la rotación del
45 cabezal de corte auxiliar rotativo.
16. Máquina para la perforación de túneles, según la reivindicación 2, en la que la cámara comprende en su interior:
una pala de agitación (80) soportada con capacidad de giro por el primer elemento rotativo; y un dispositivo (85) para el giro de la pala de agitación configurado para provocar la rotación de la pala de agitación.
50

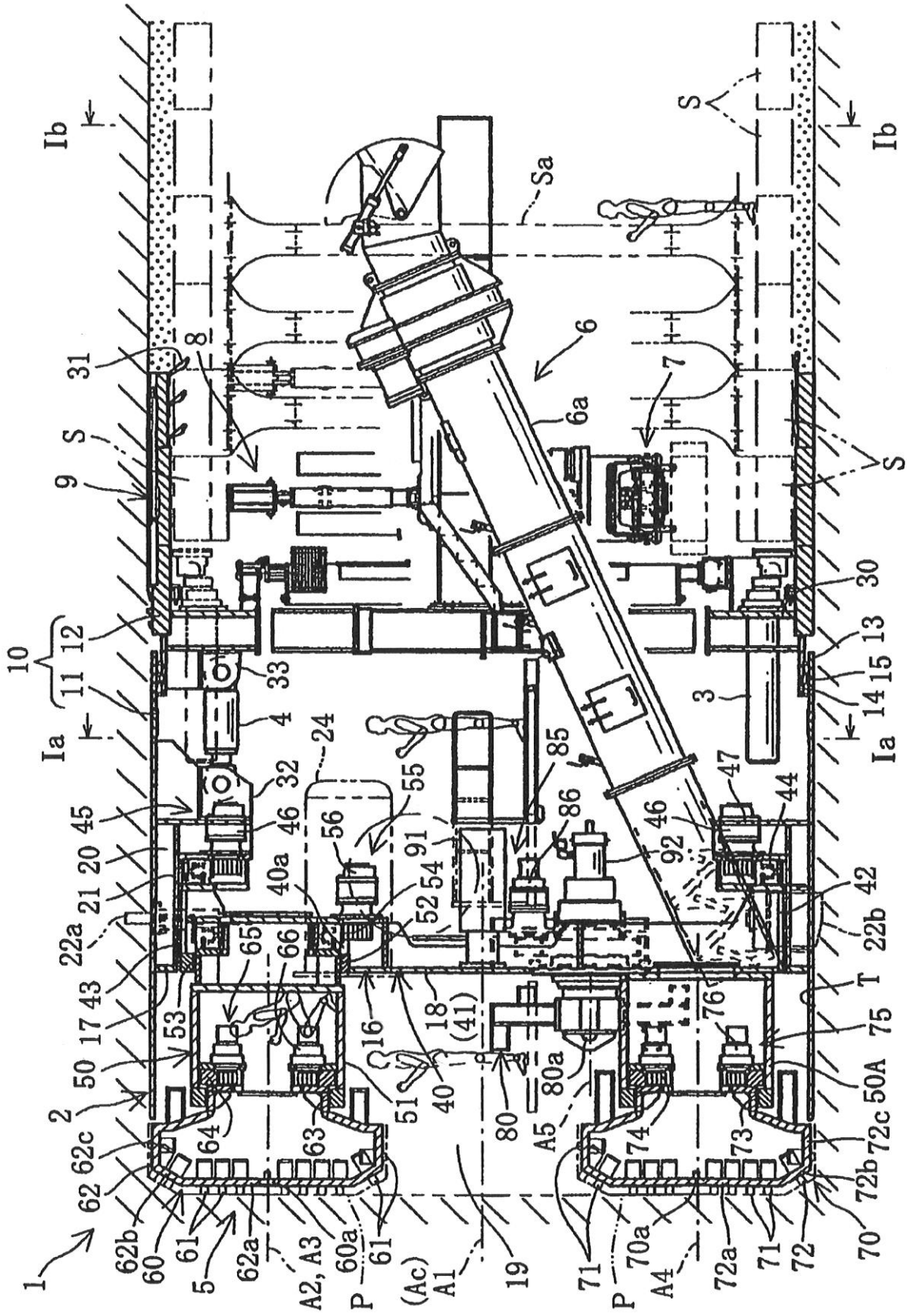


Fig. 1

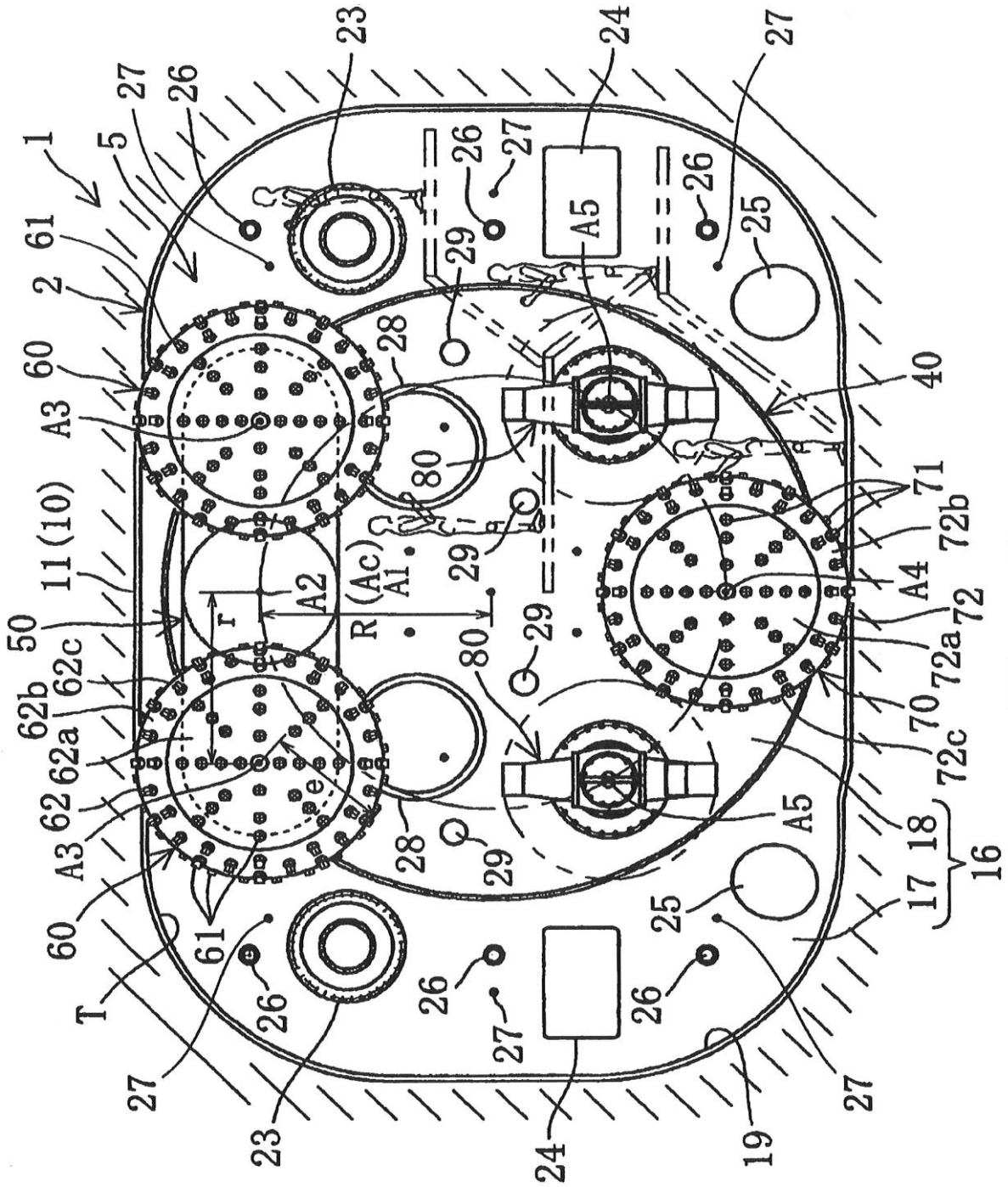


Fig. 2

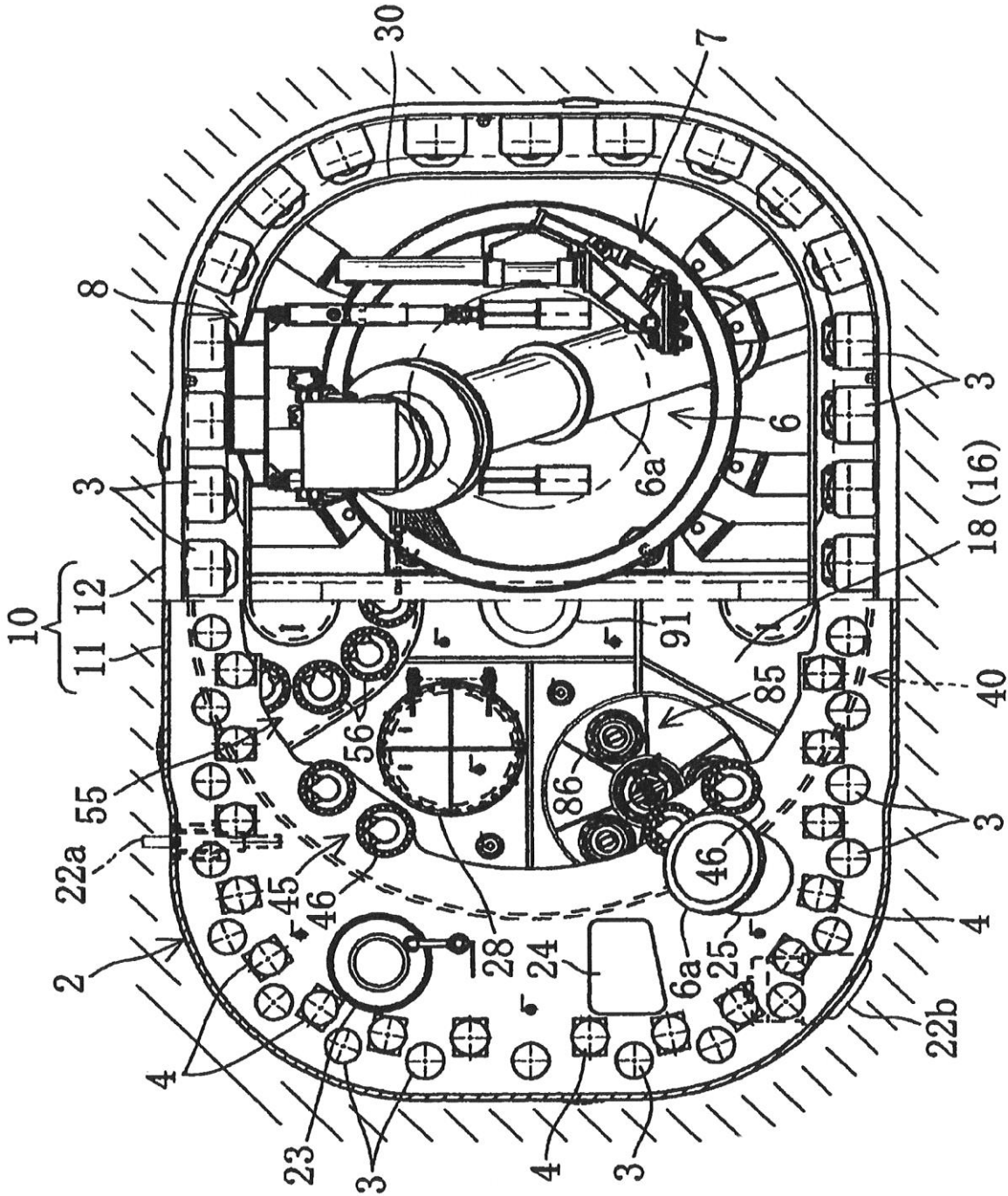


Fig. 3

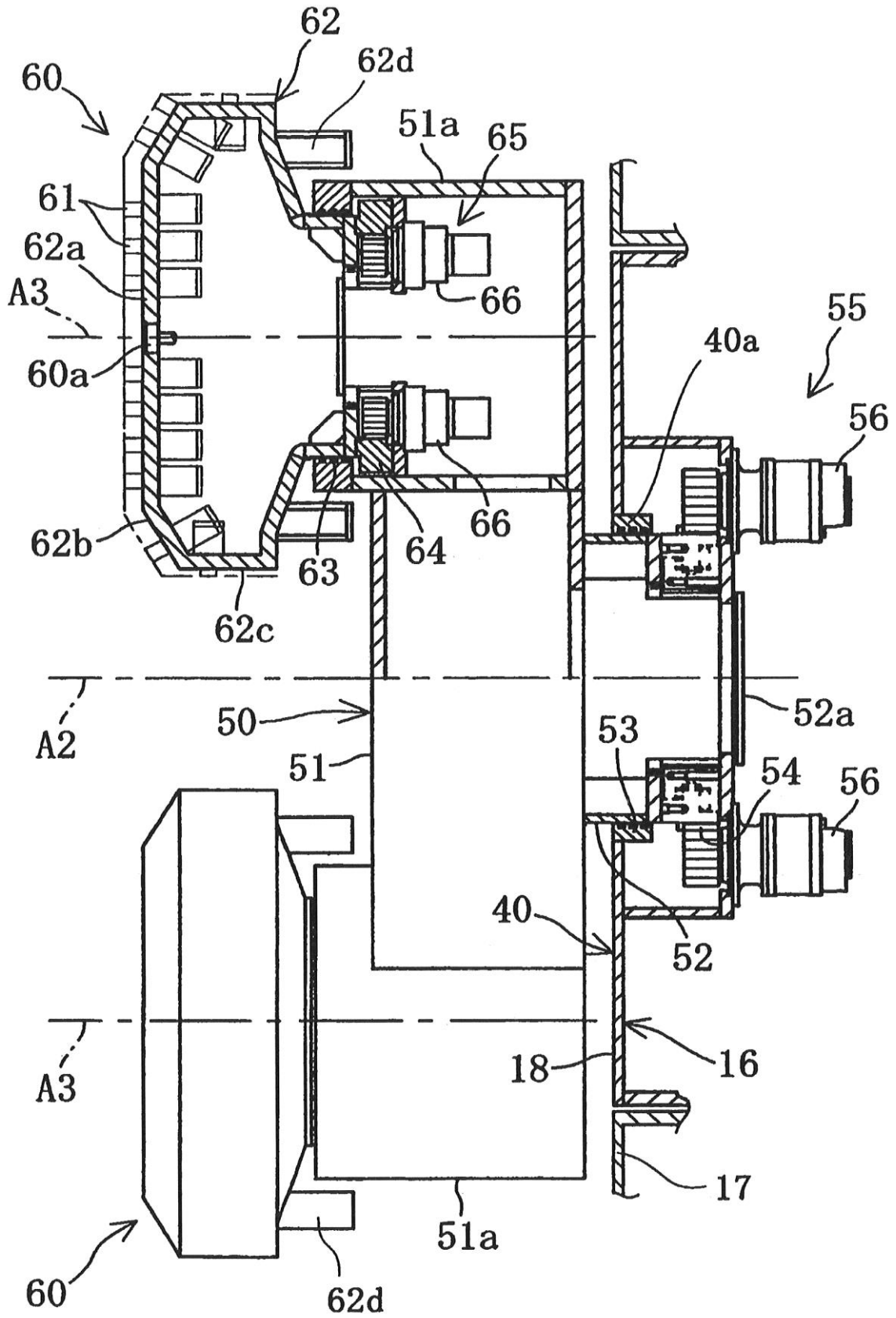


Fig. 4

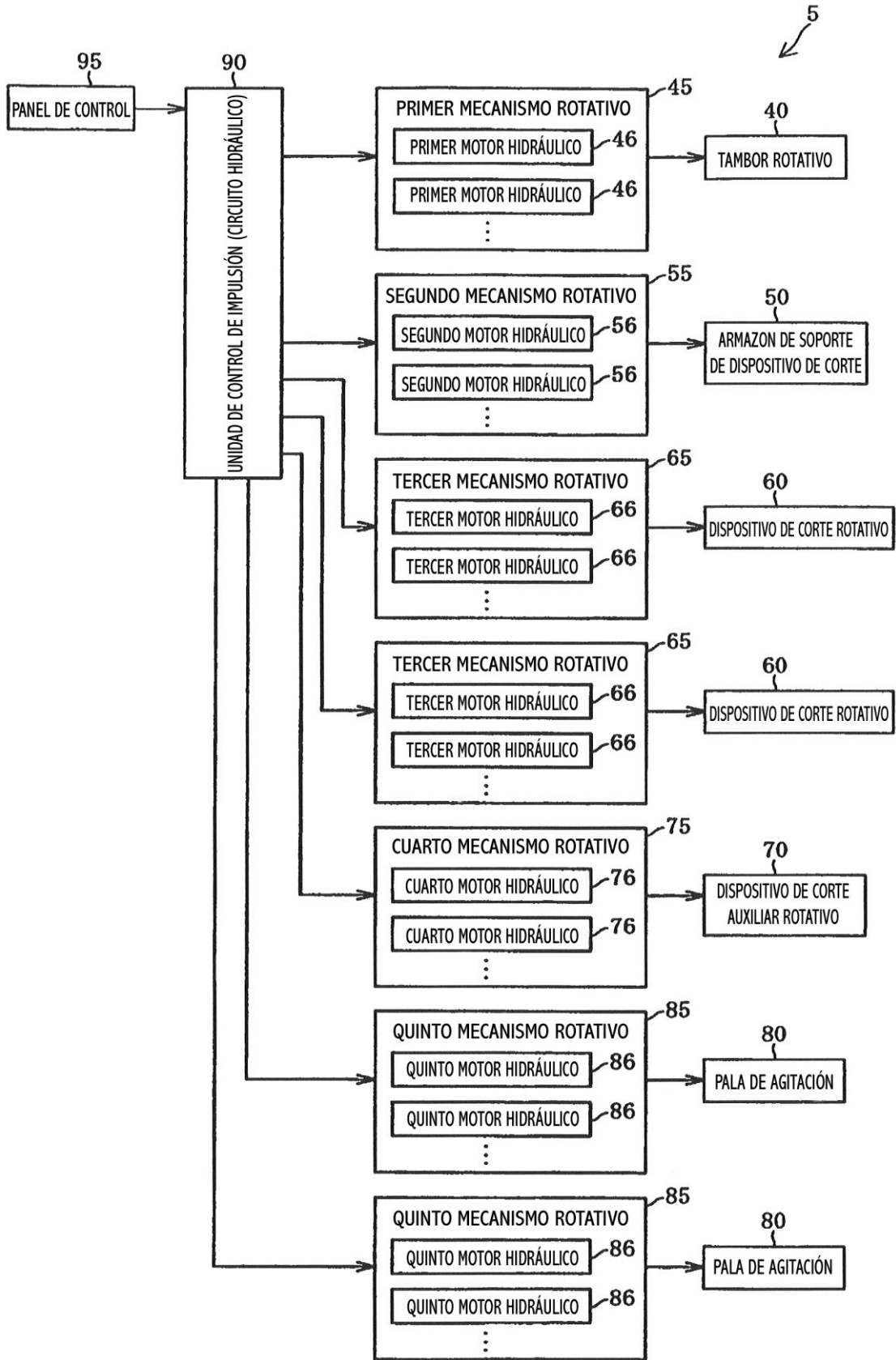


Fig. 5

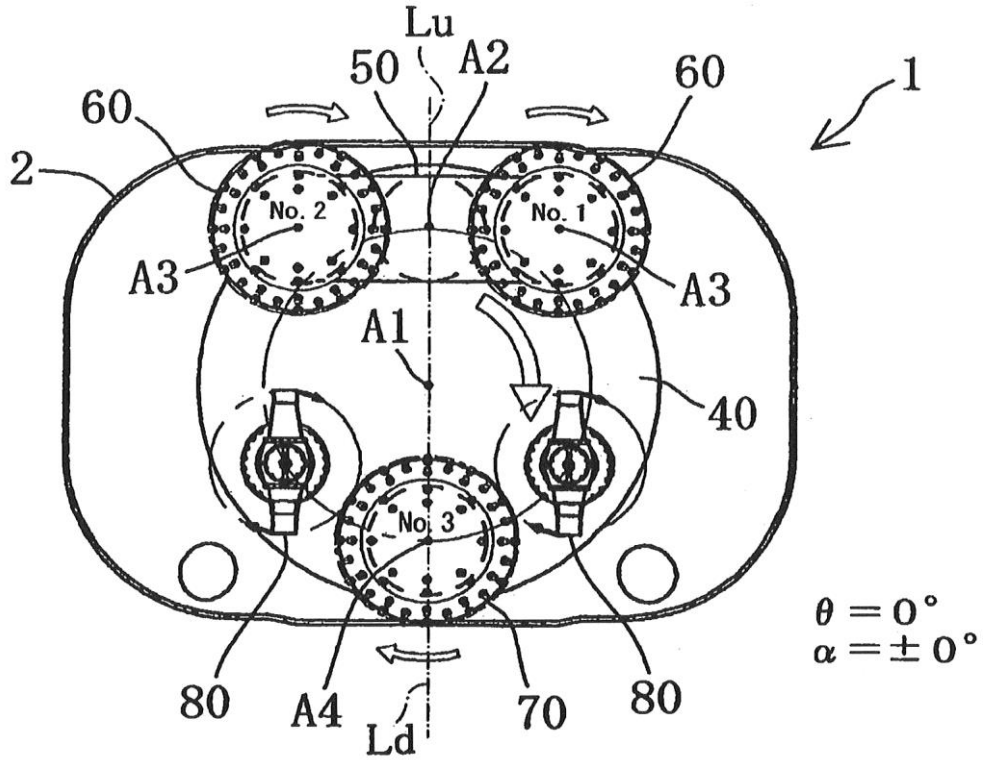


Fig. 6

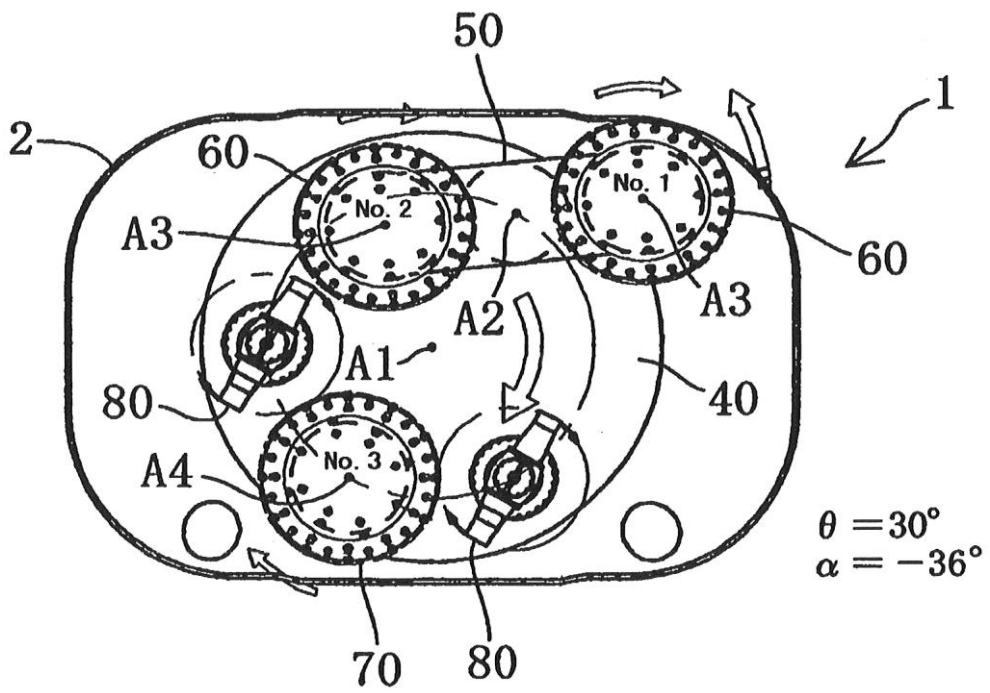


Fig. 7

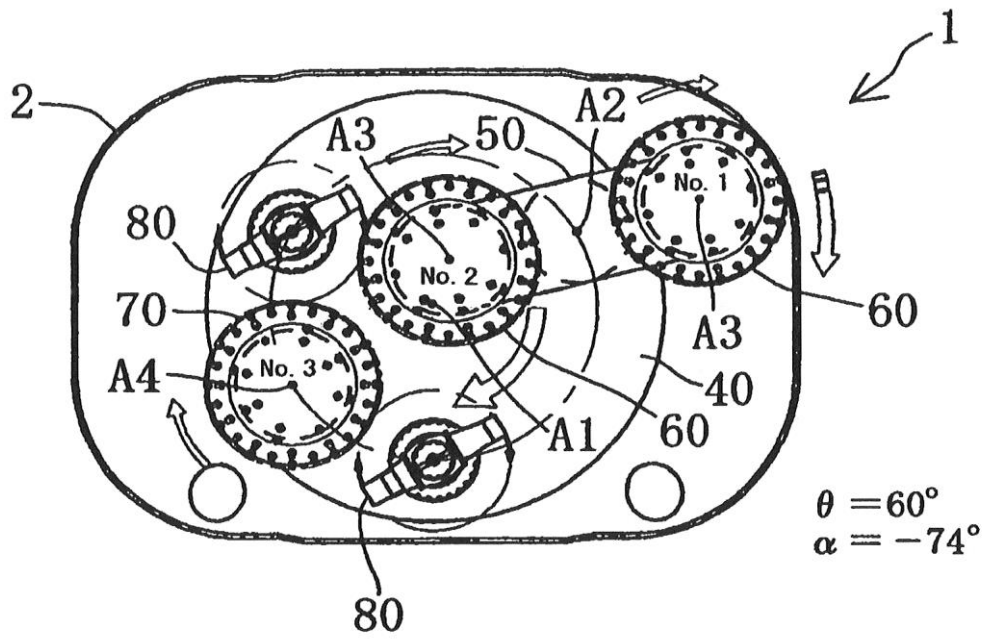


Fig. 8

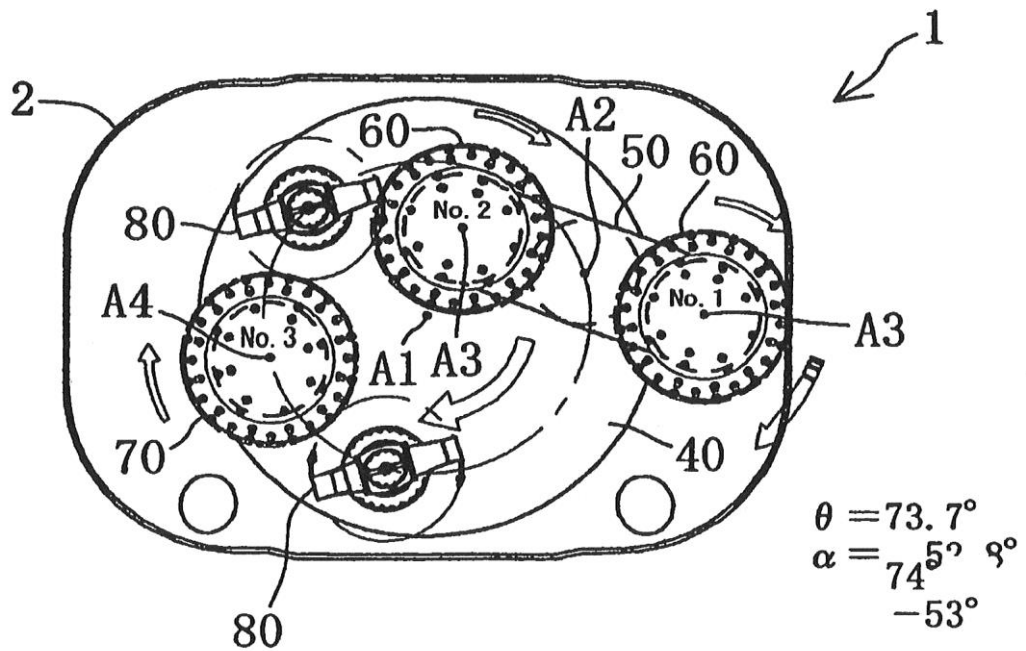


Fig. 9

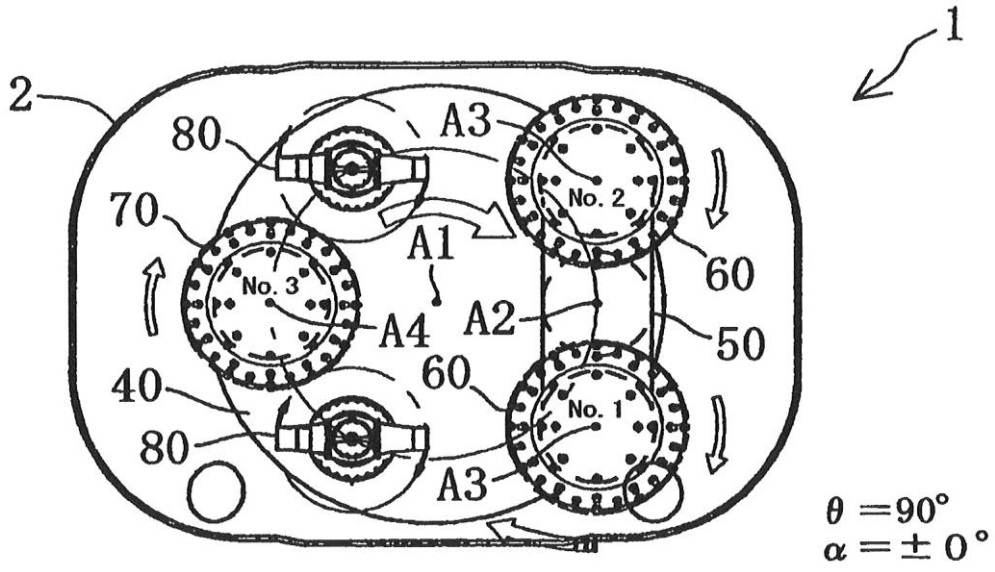


Fig. 10

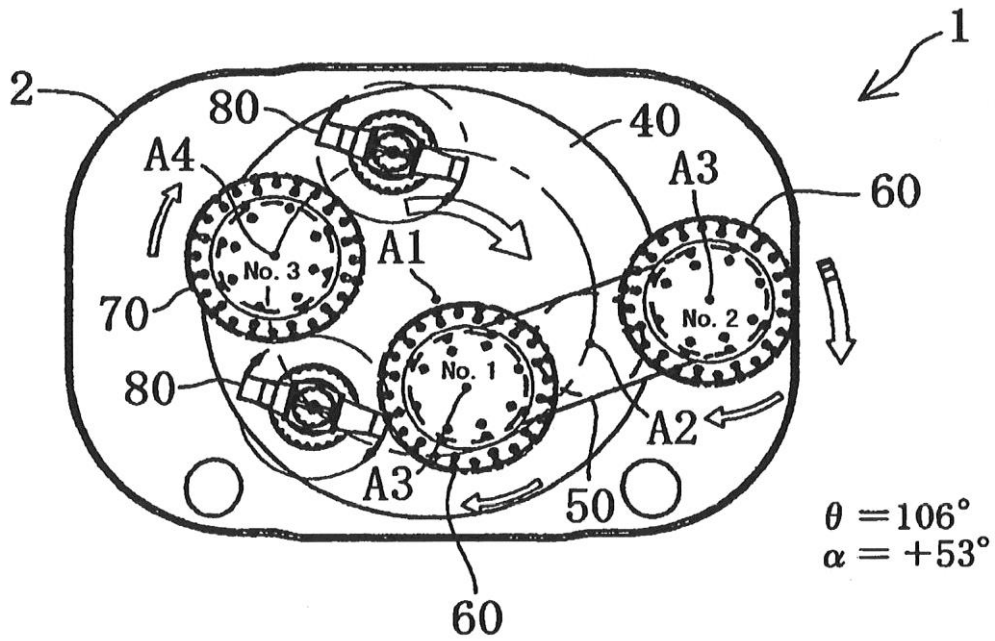


Fig. 11

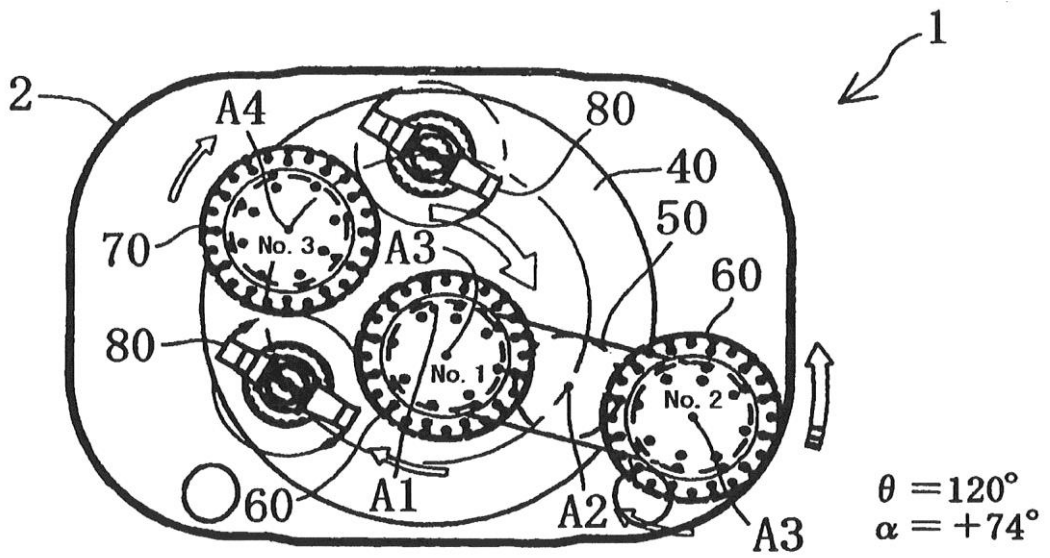


Fig. 12

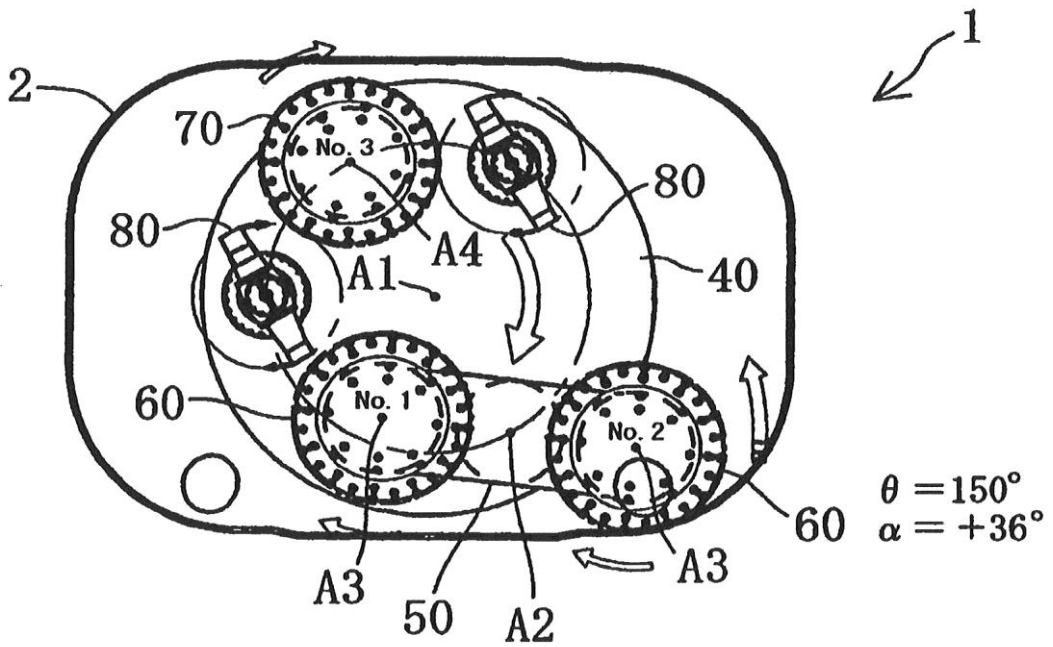


Fig. 13

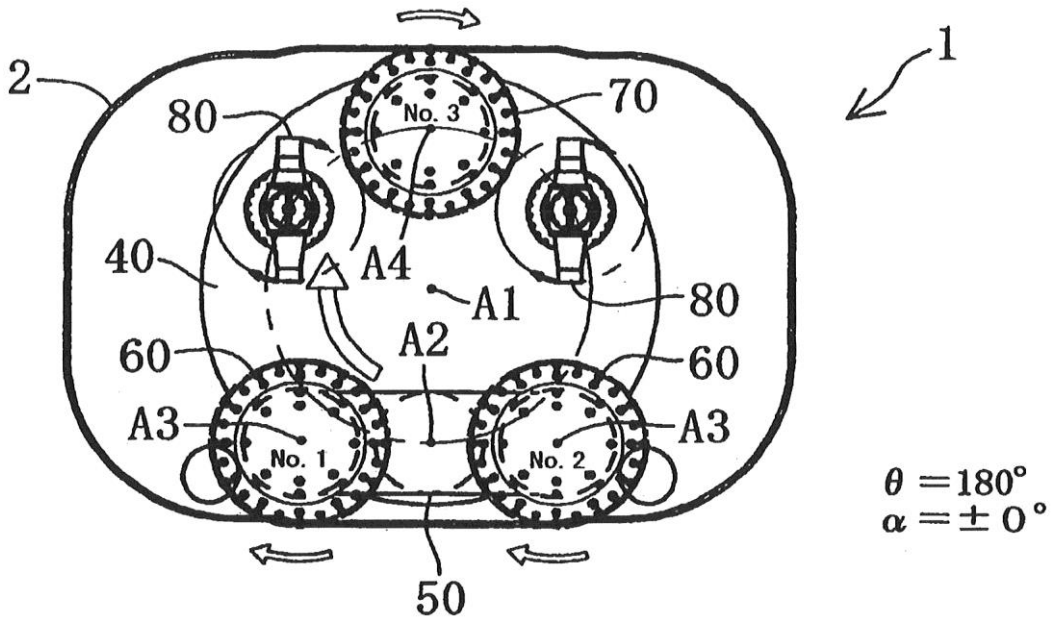


Fig. 14

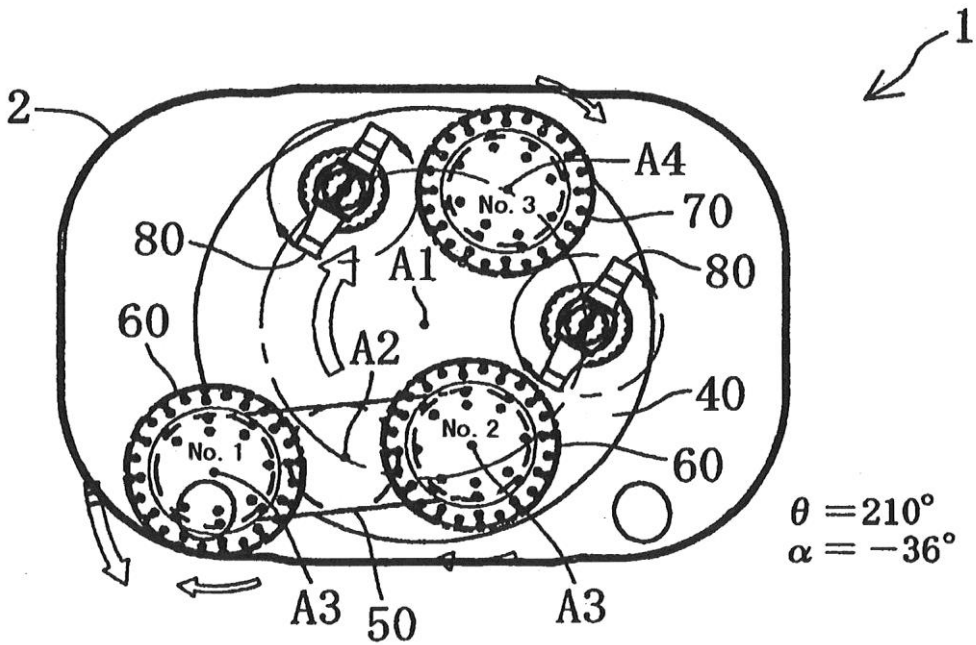


Fig. 15

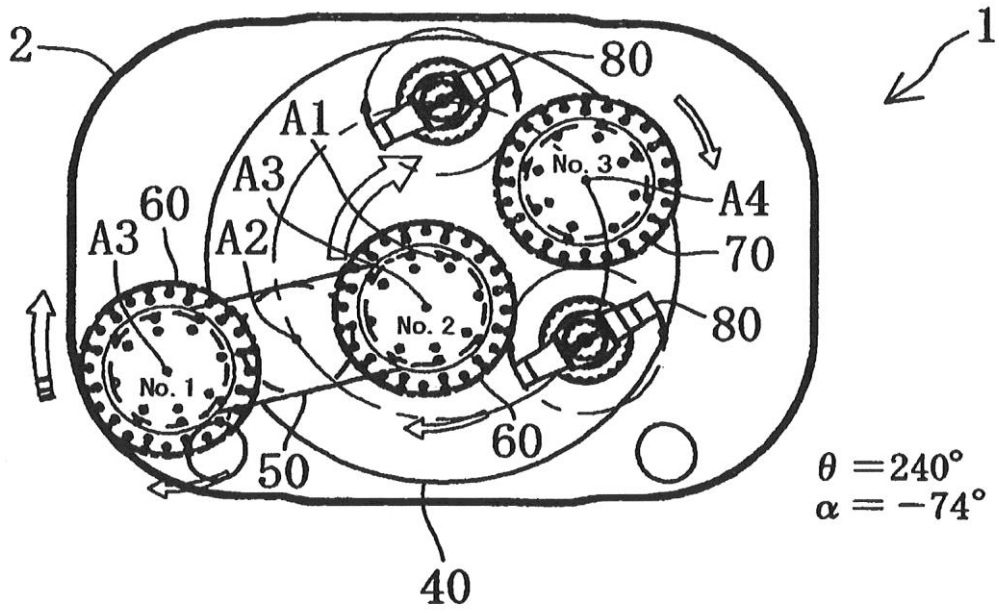


Fig. 16

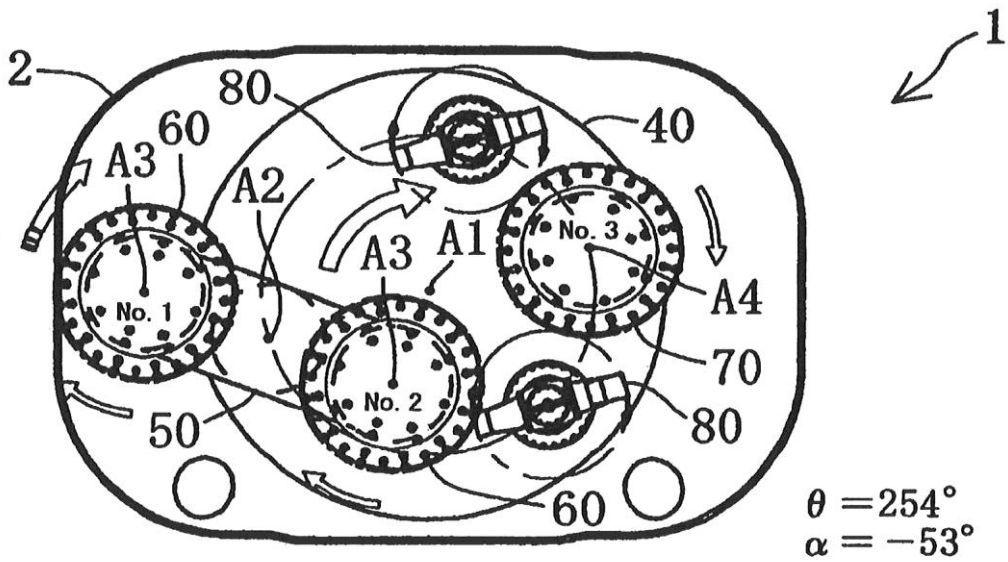


Fig. 17

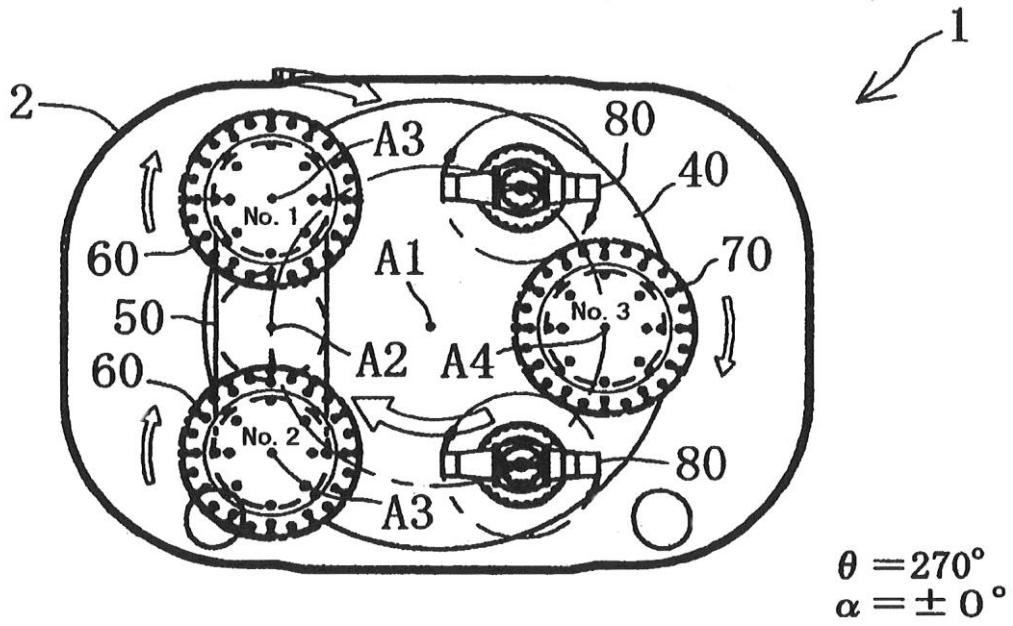


Fig. 18

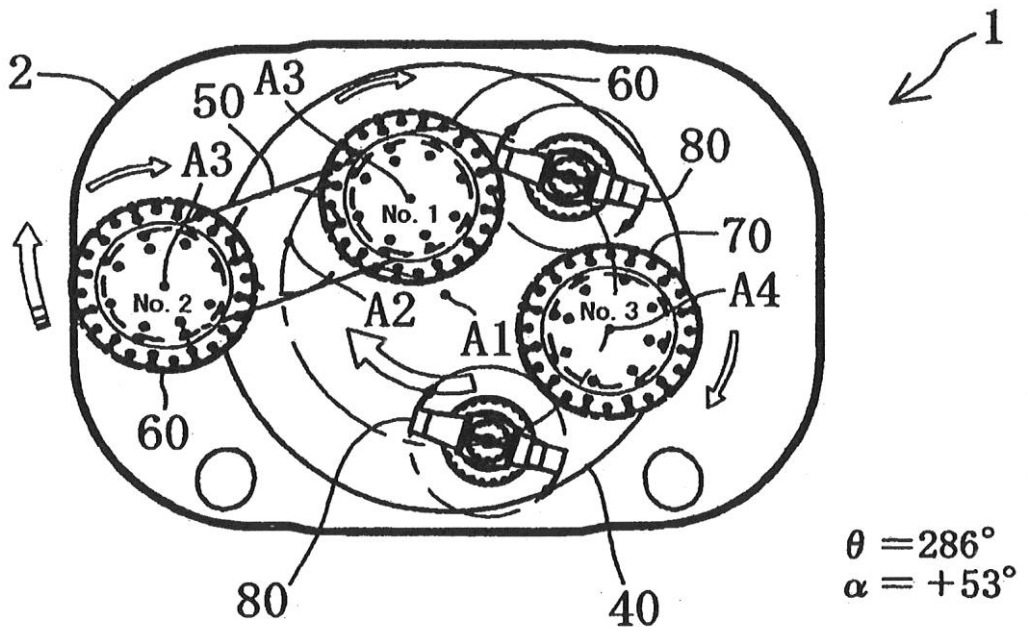


Fig. 19

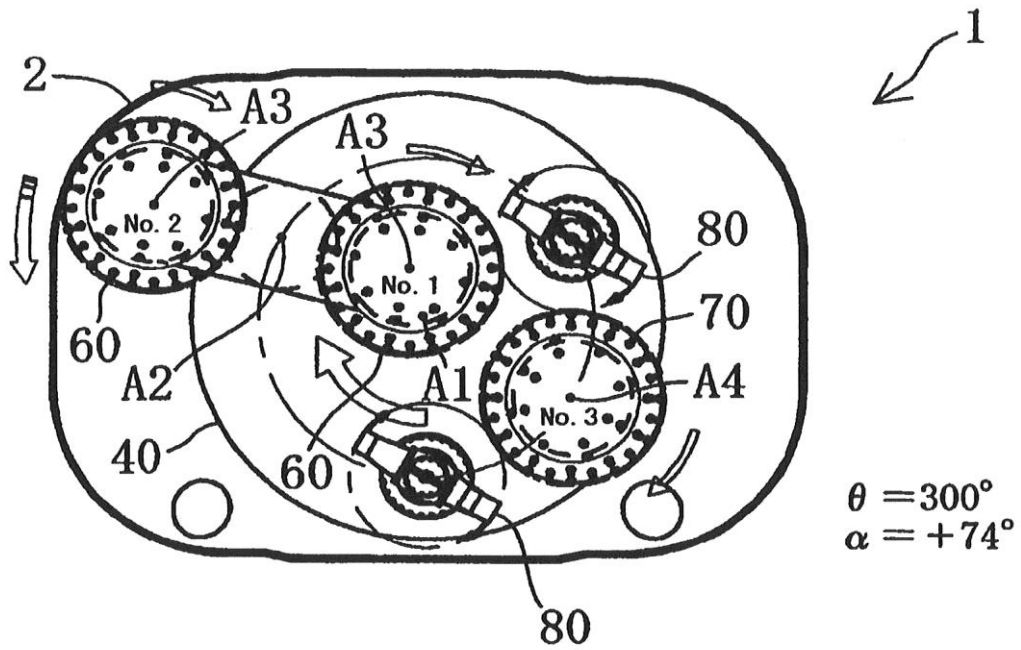


Fig. 20

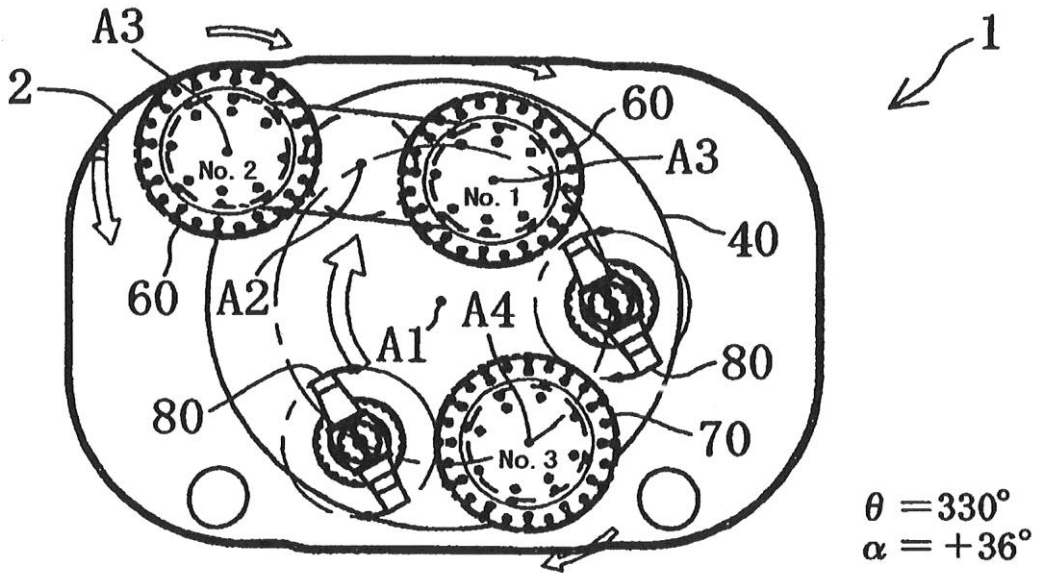


Fig. 21

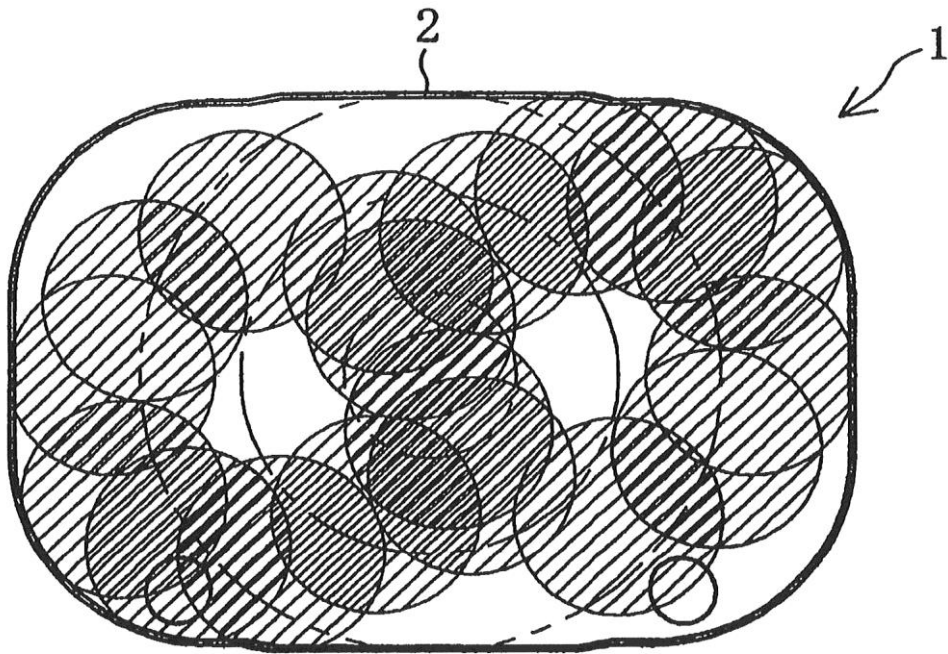


Fig. 22

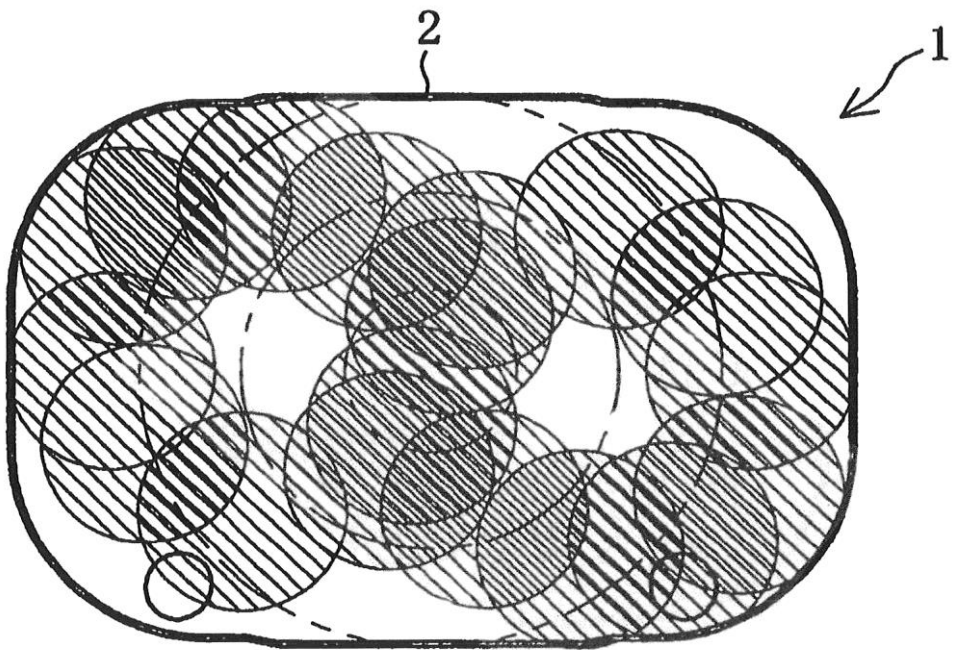


Fig. 23

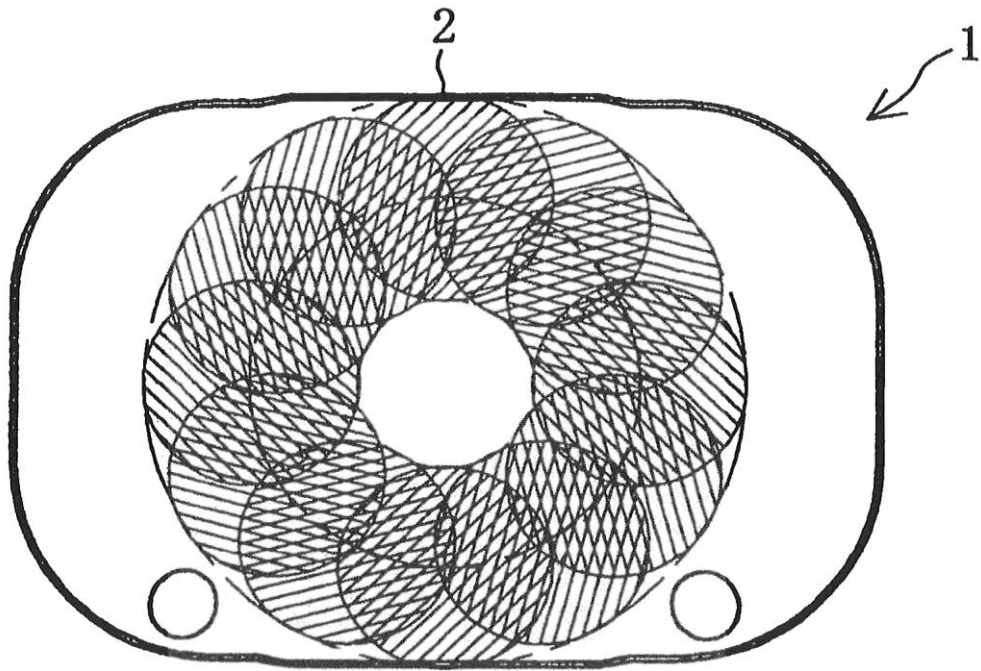


Fig. 24

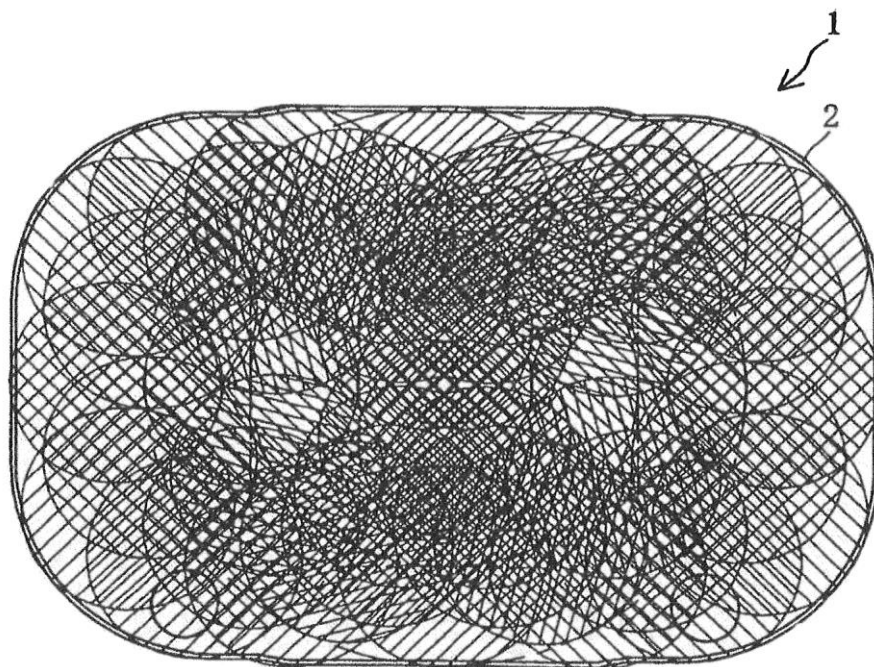


Fig. 25

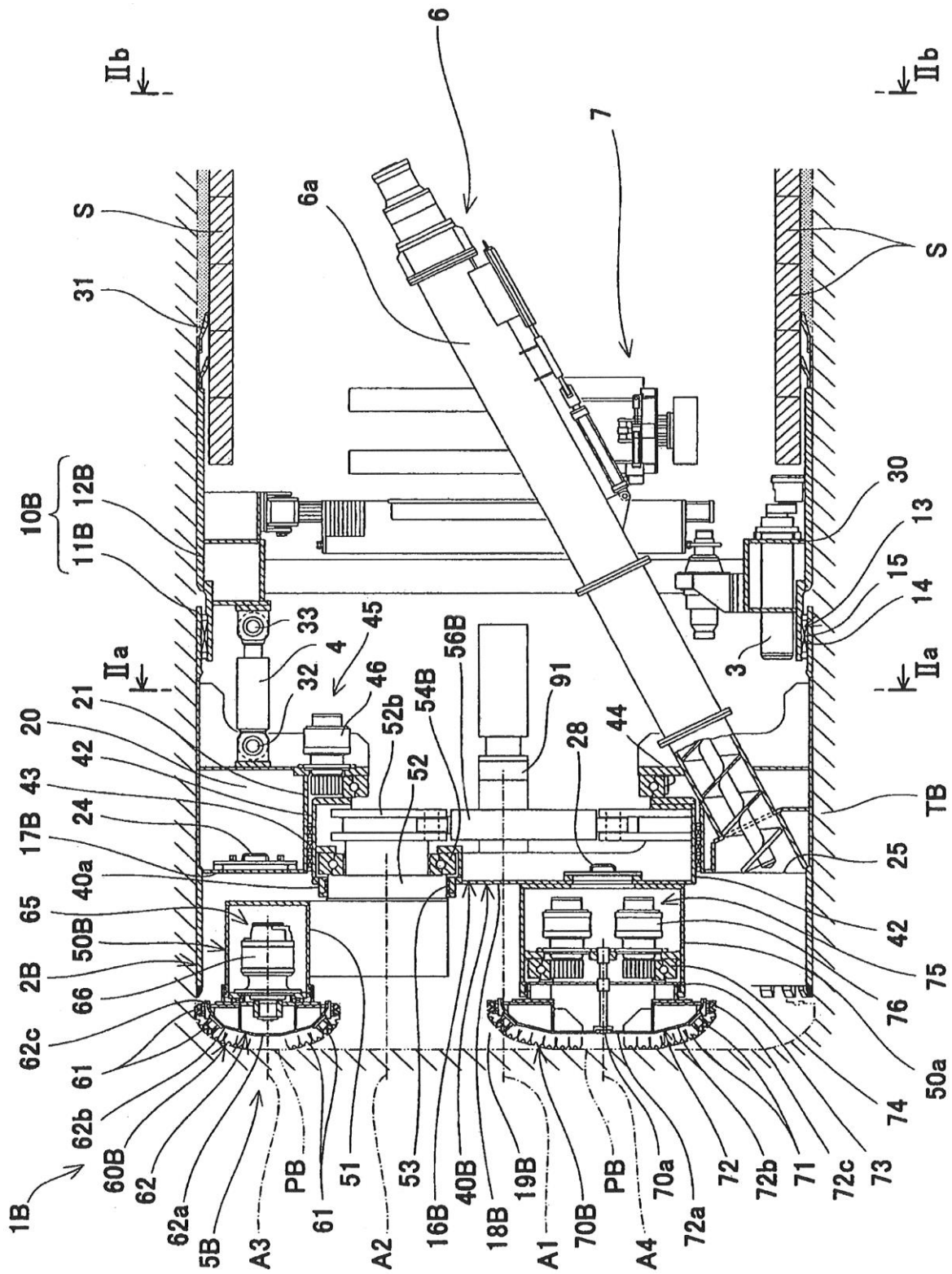


Fig. 26

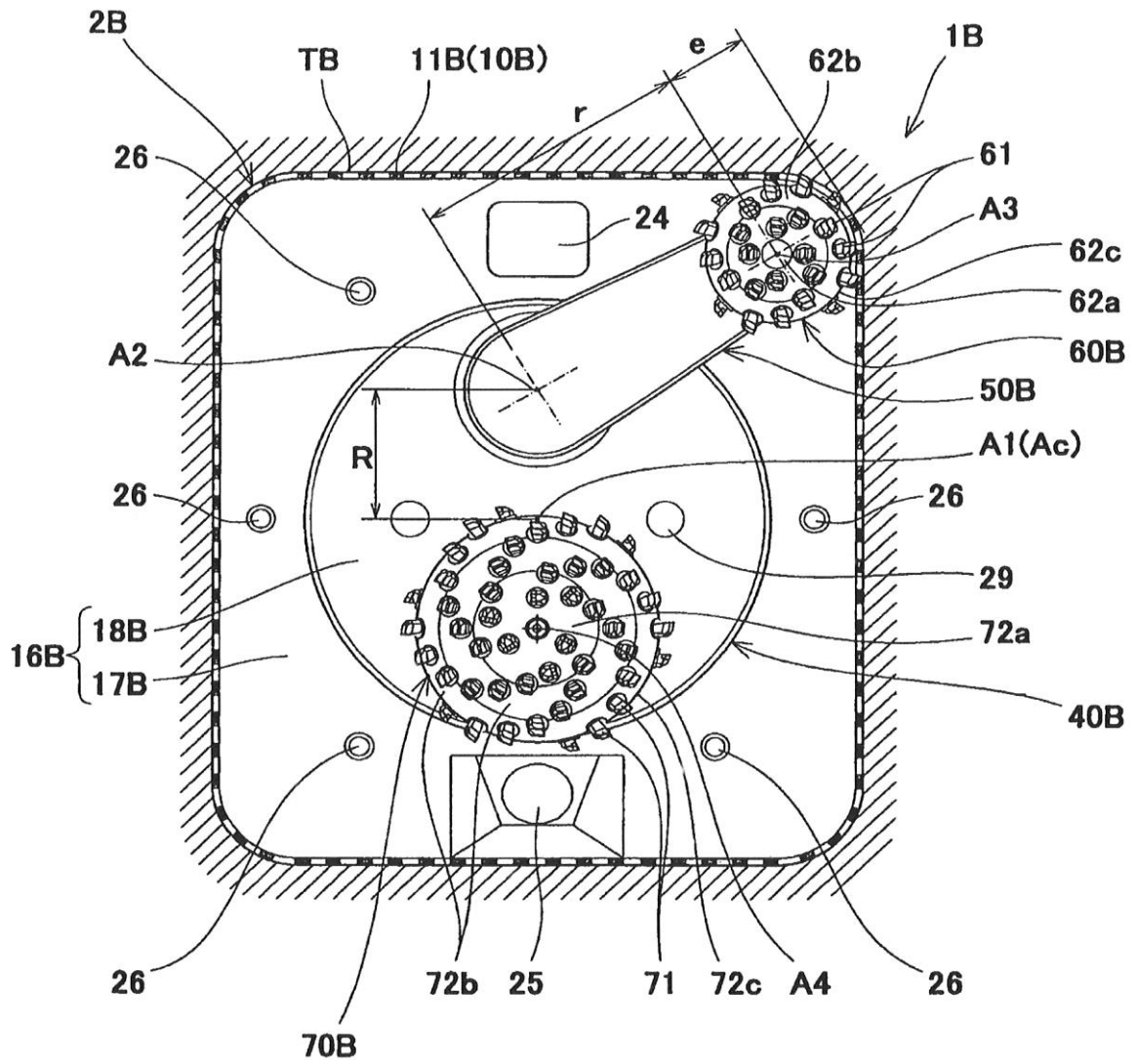


Fig. 27

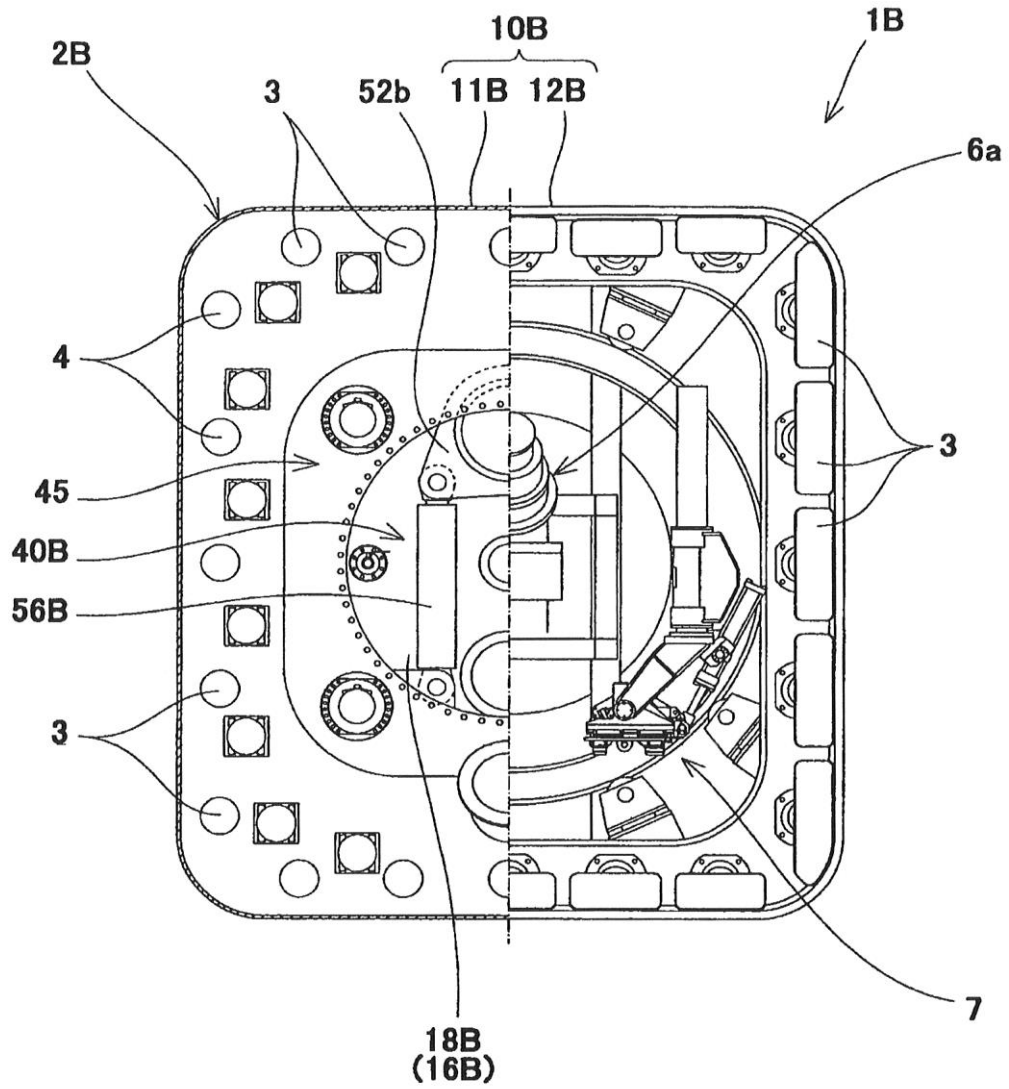
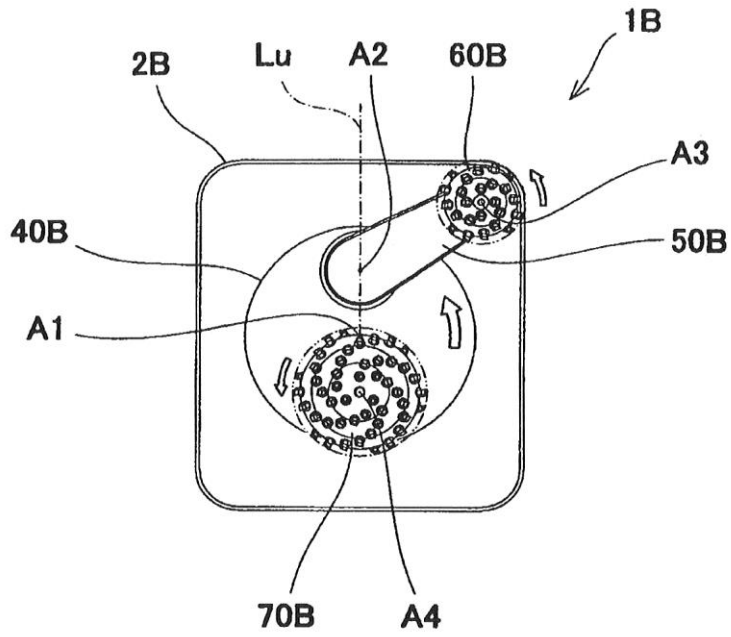
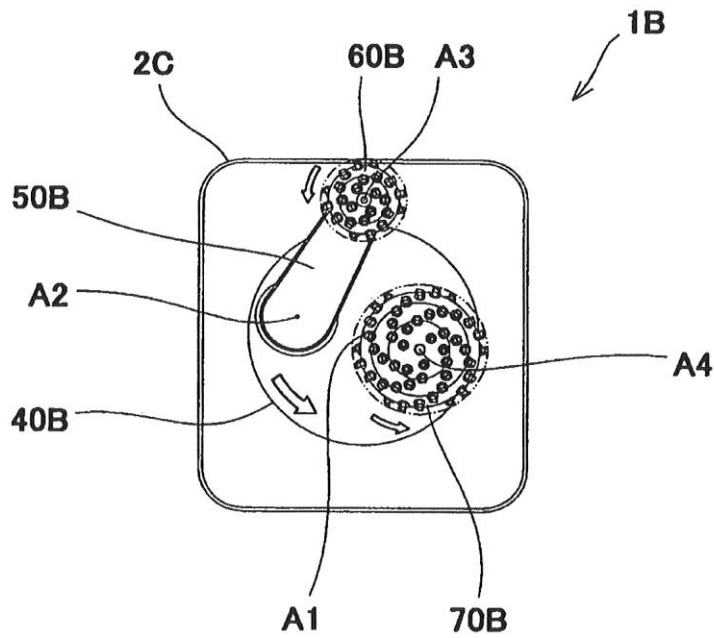


Fig. 28



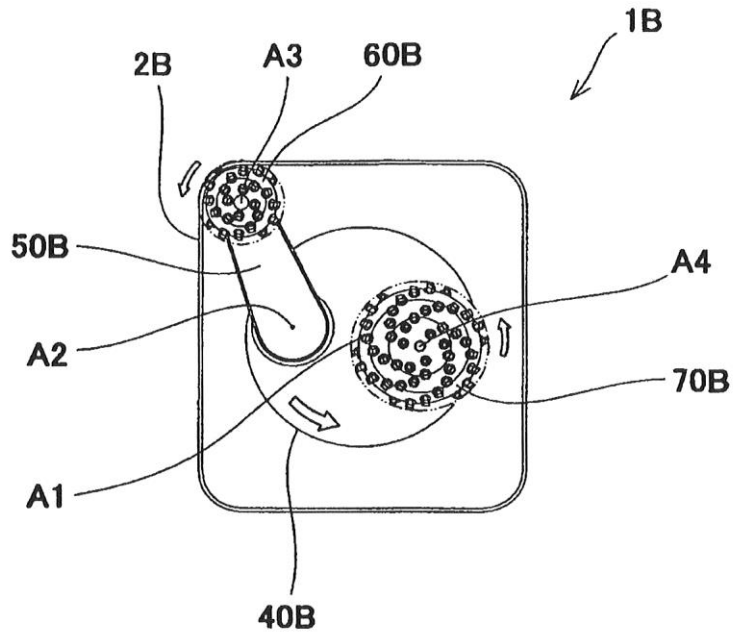
$\theta = 0^\circ$
 $\alpha = +59^\circ$

Fig. 29



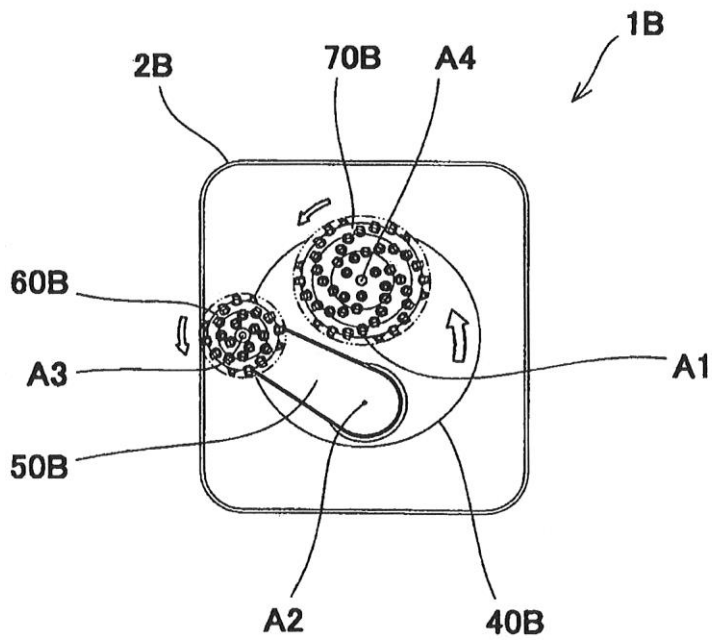
$\theta = -75^\circ$
 $\alpha = +103^\circ$

Fig. 30



$\theta = -81^\circ$
 $\alpha = +59^\circ$

Fig. 31



$\theta = -181^\circ$
 $\alpha = +121^\circ$

Fig. 32

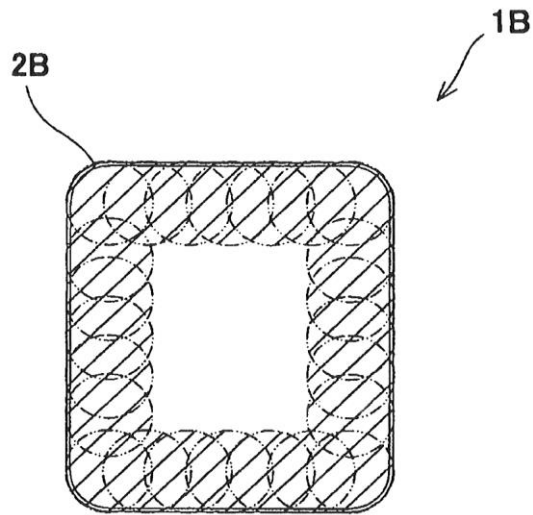


Fig. 33

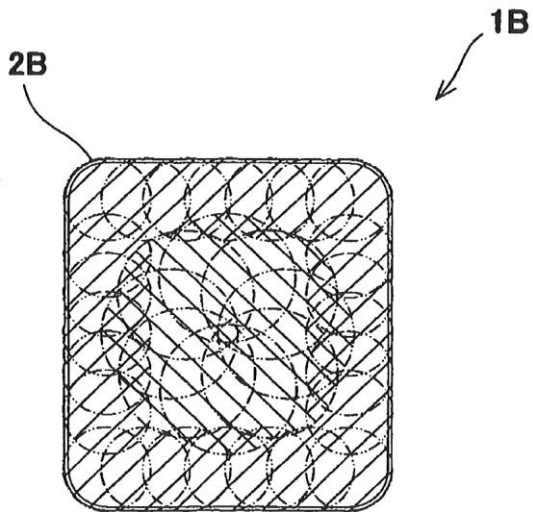


Fig. 34

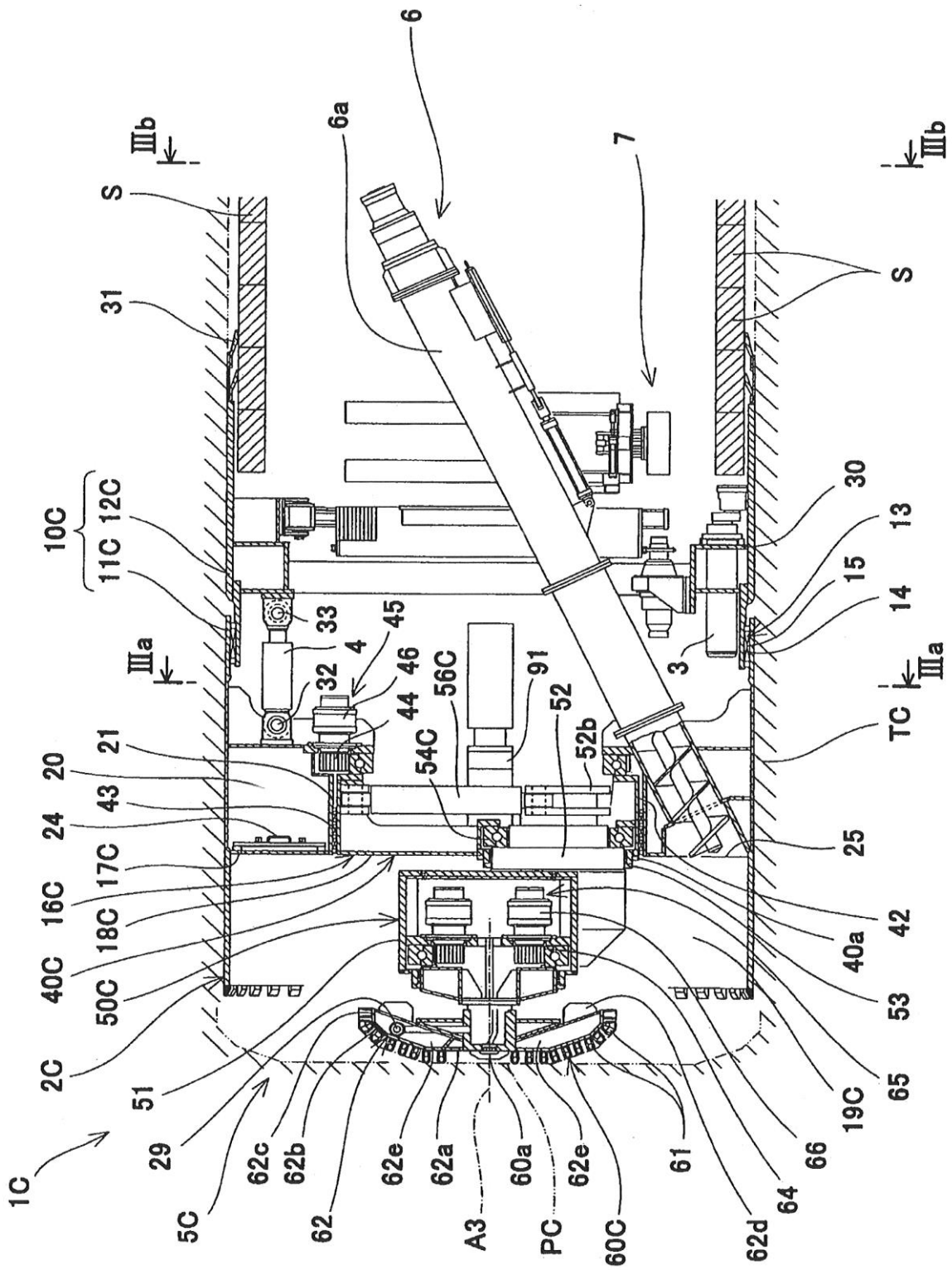


Fig. 35

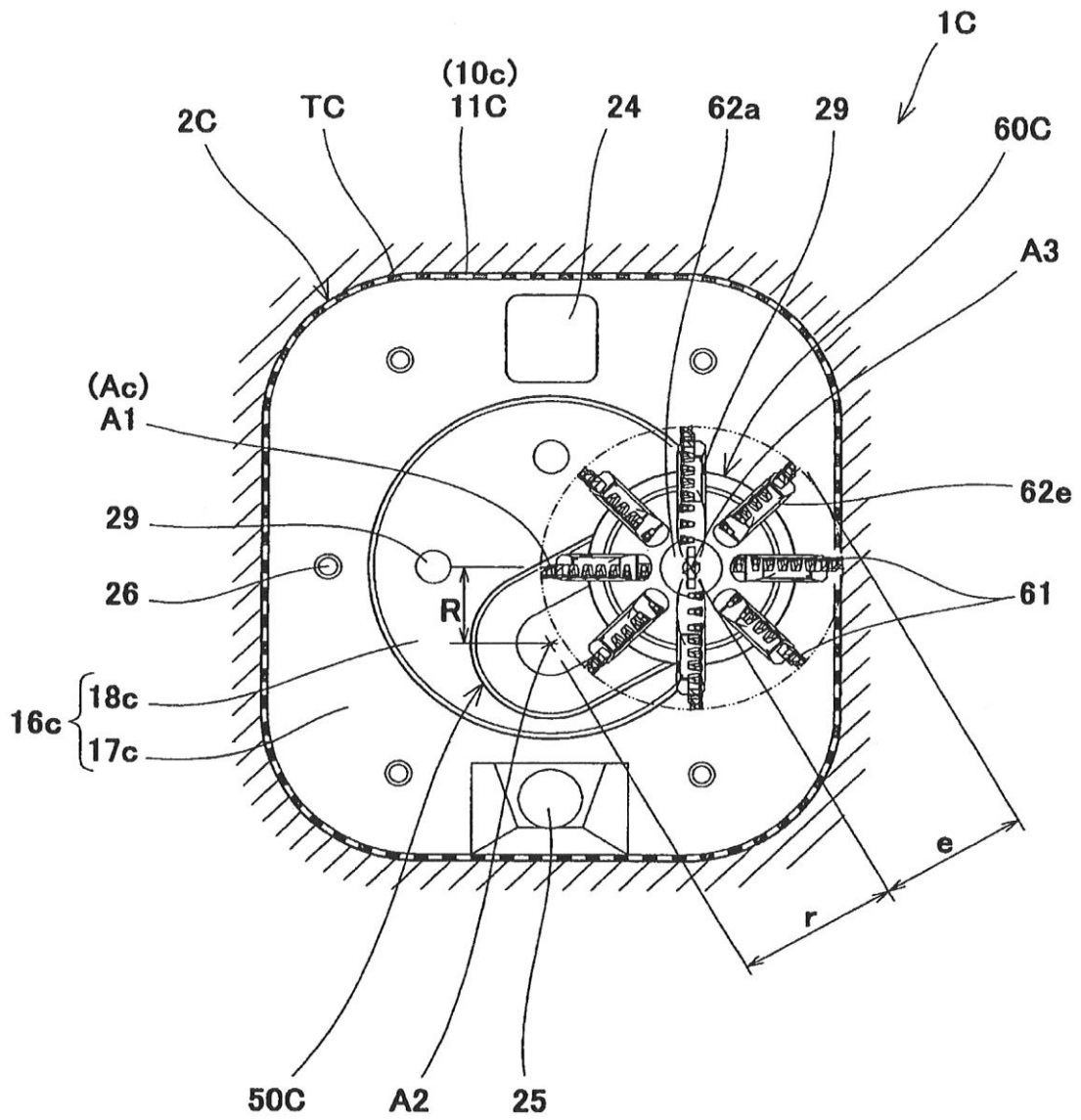


Fig. 36

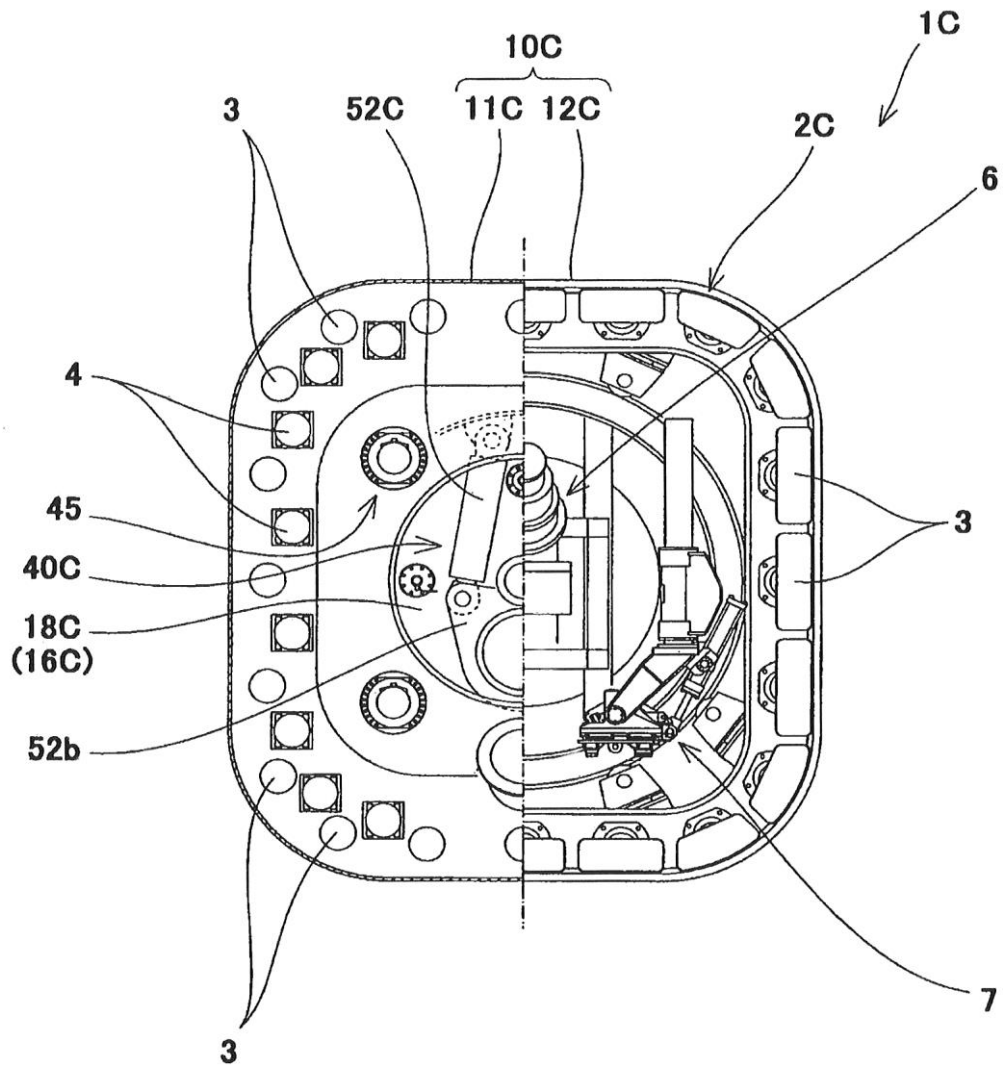
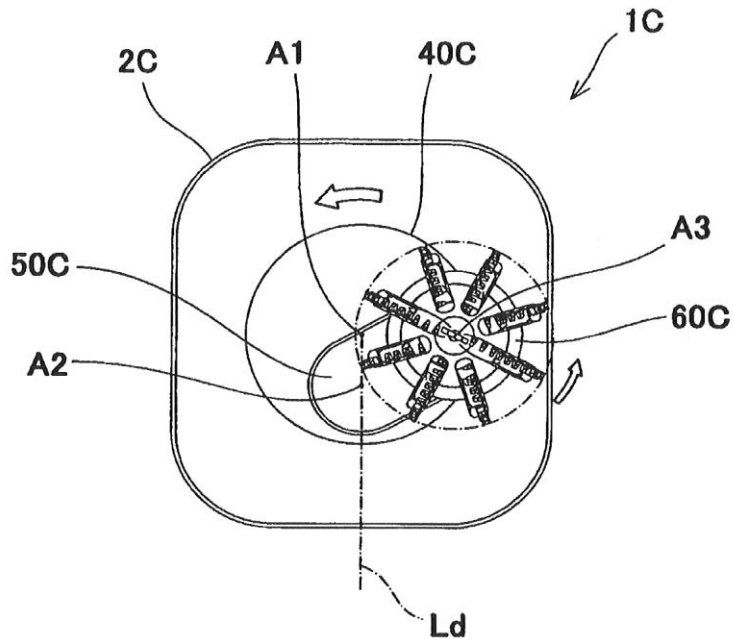


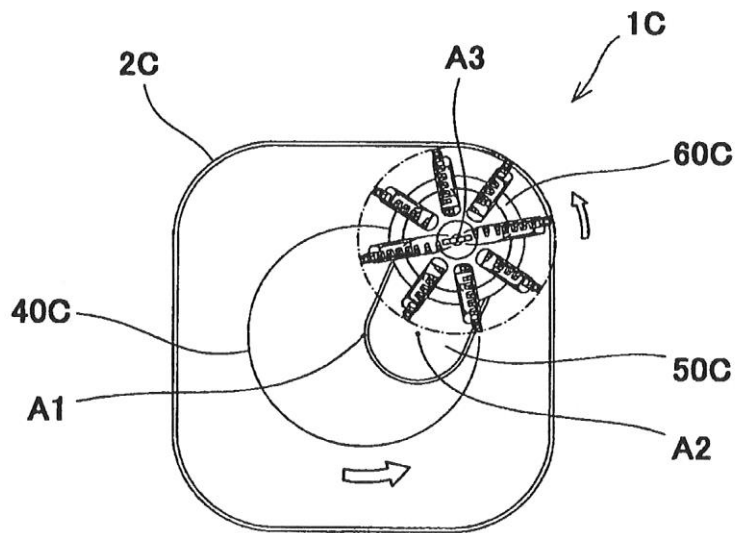
Fig. 37



$$\theta = \pm 0^\circ$$

$$\alpha = -120^\circ$$

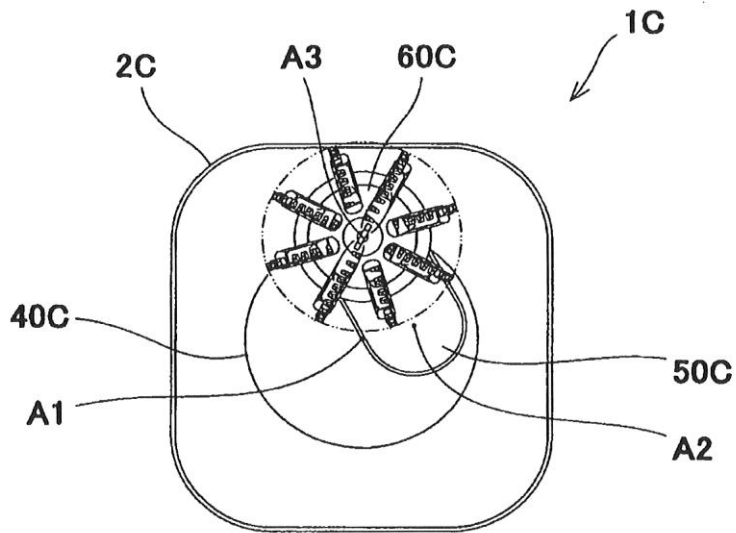
Fig. 38



$$\theta = -88^\circ$$

$$\alpha = -66^\circ$$

Fig. 39



$\theta = -105^\circ$
 $\alpha = -104^\circ$

Fig. 40

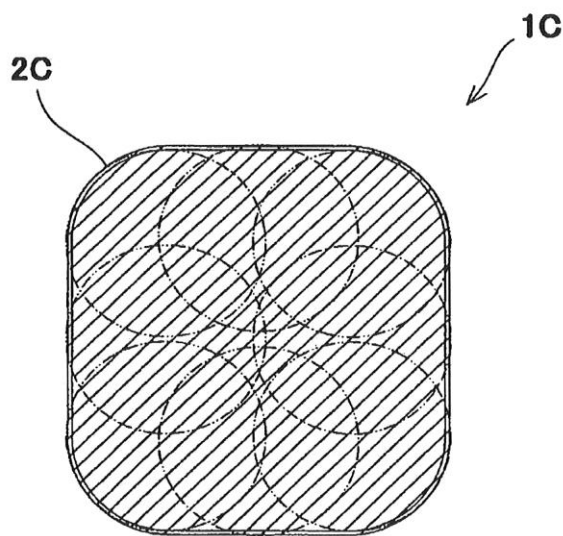


Fig. 41

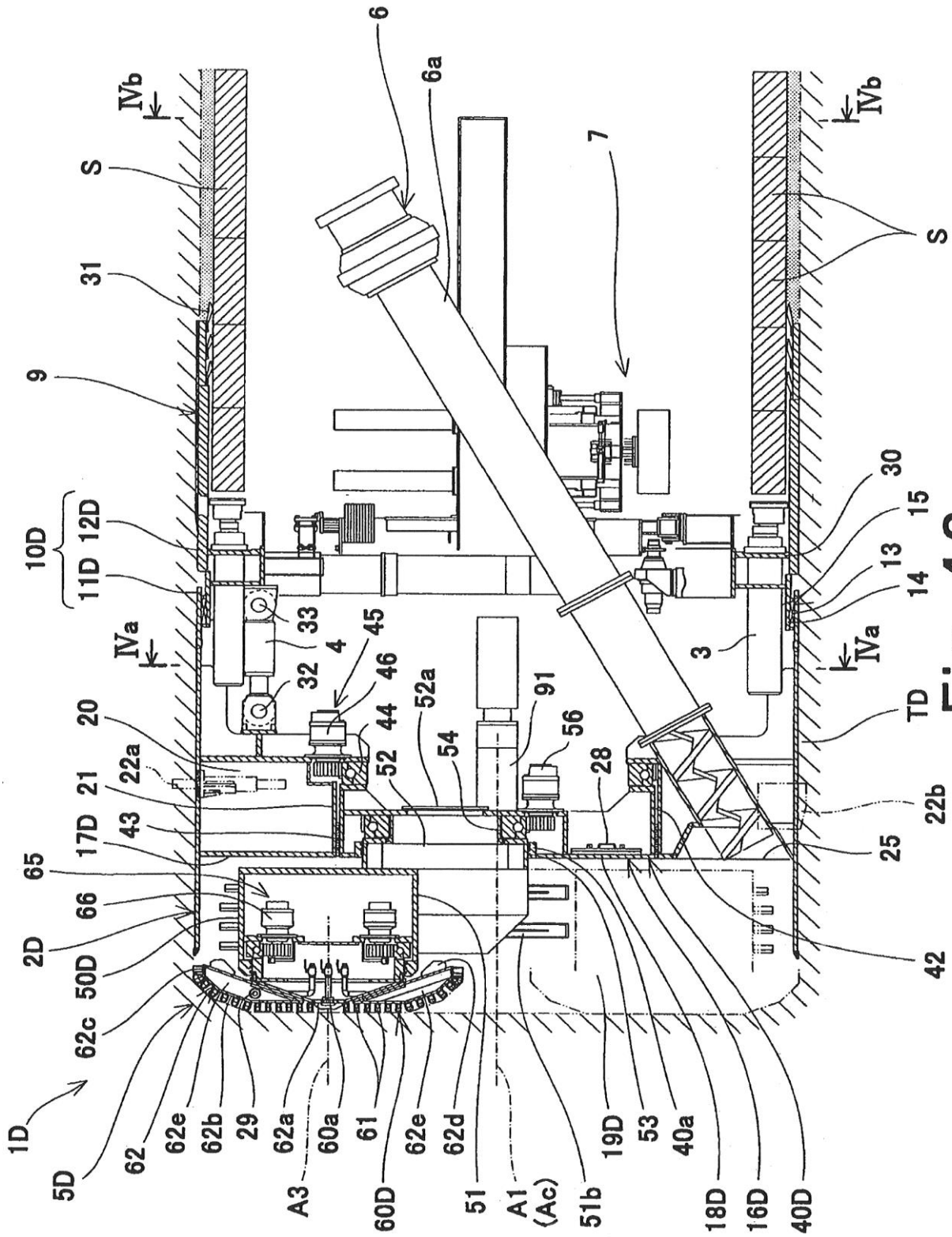


Fig. 42

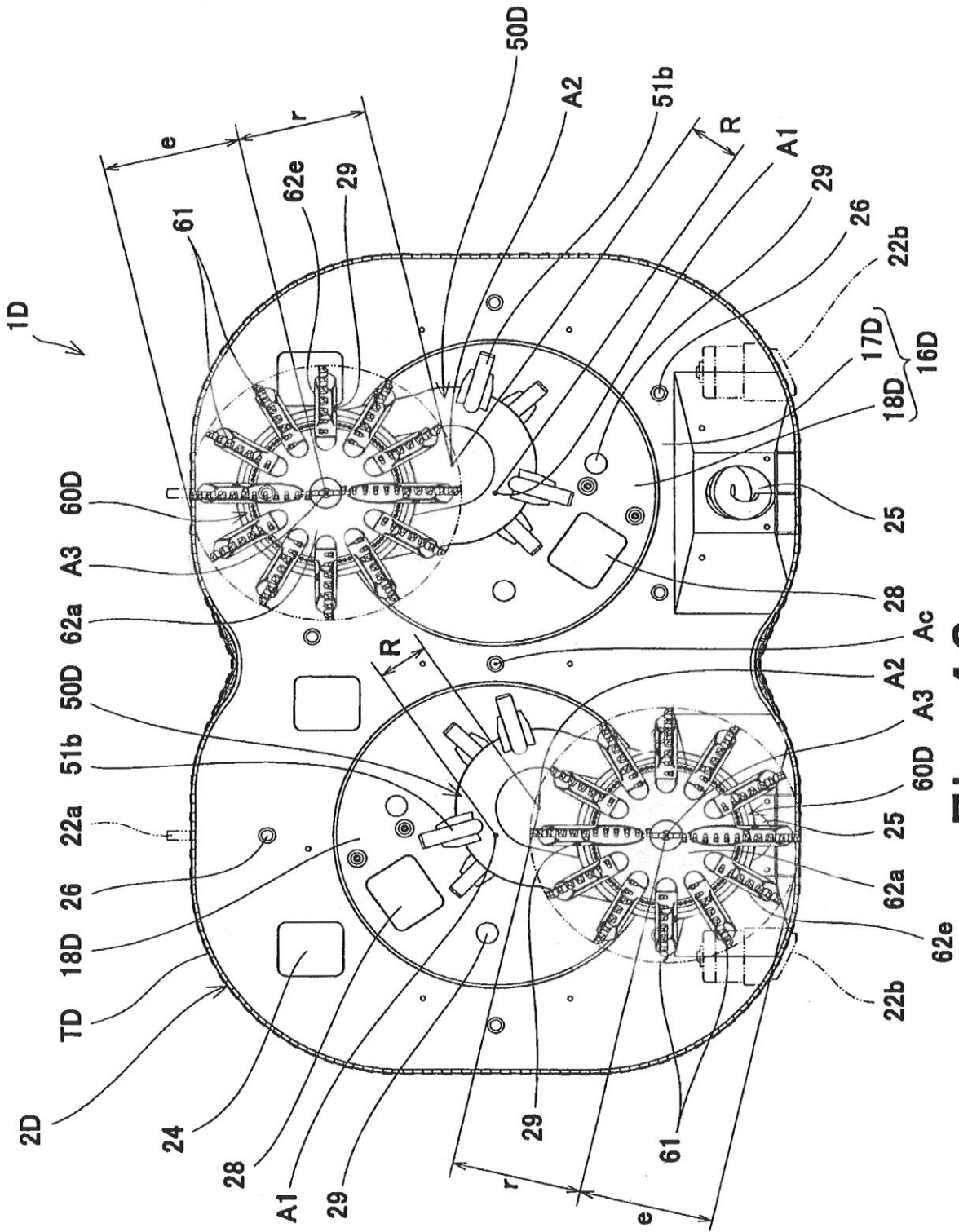


Fig. 43

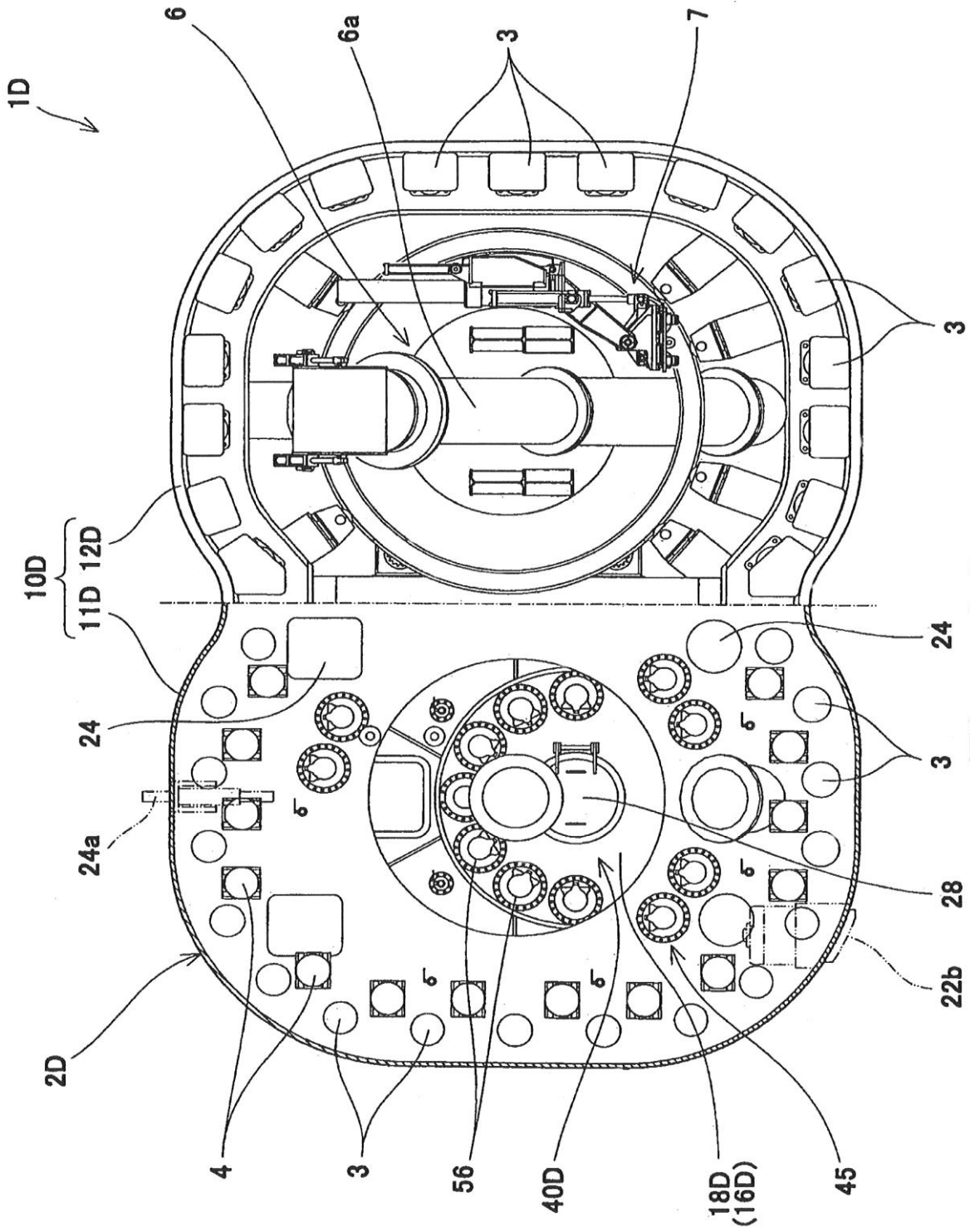


Fig. 44

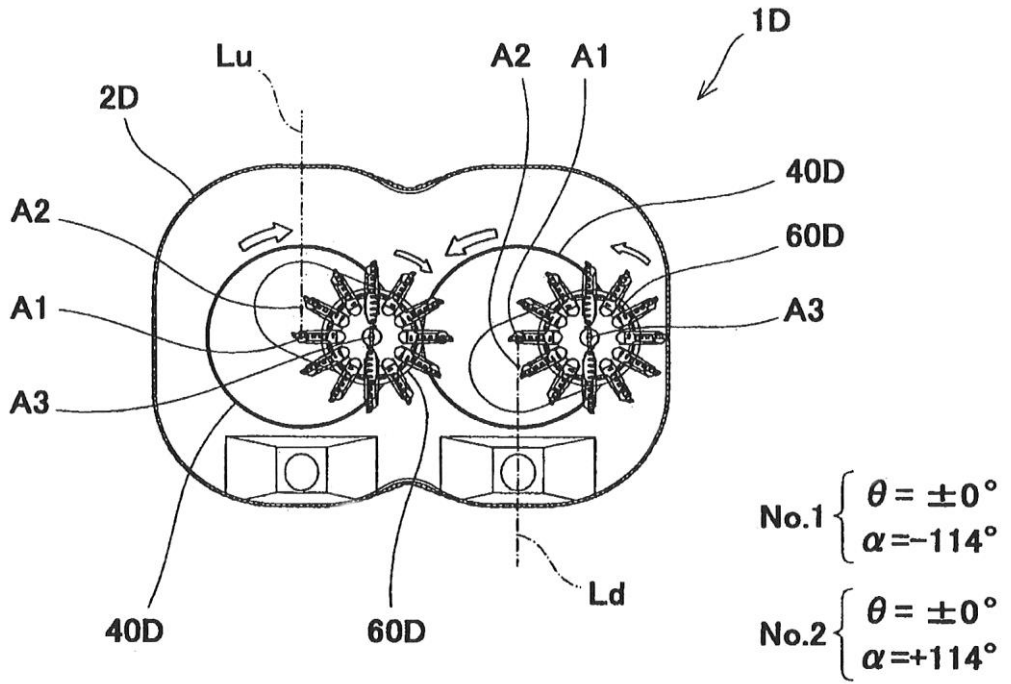


Fig. 45

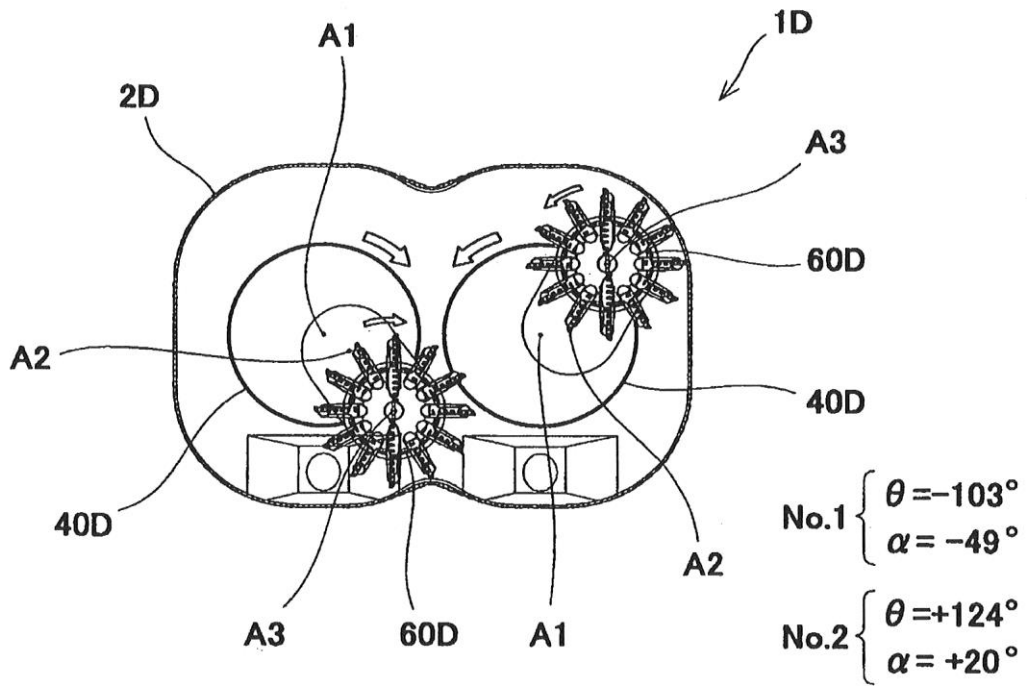


Fig. 46

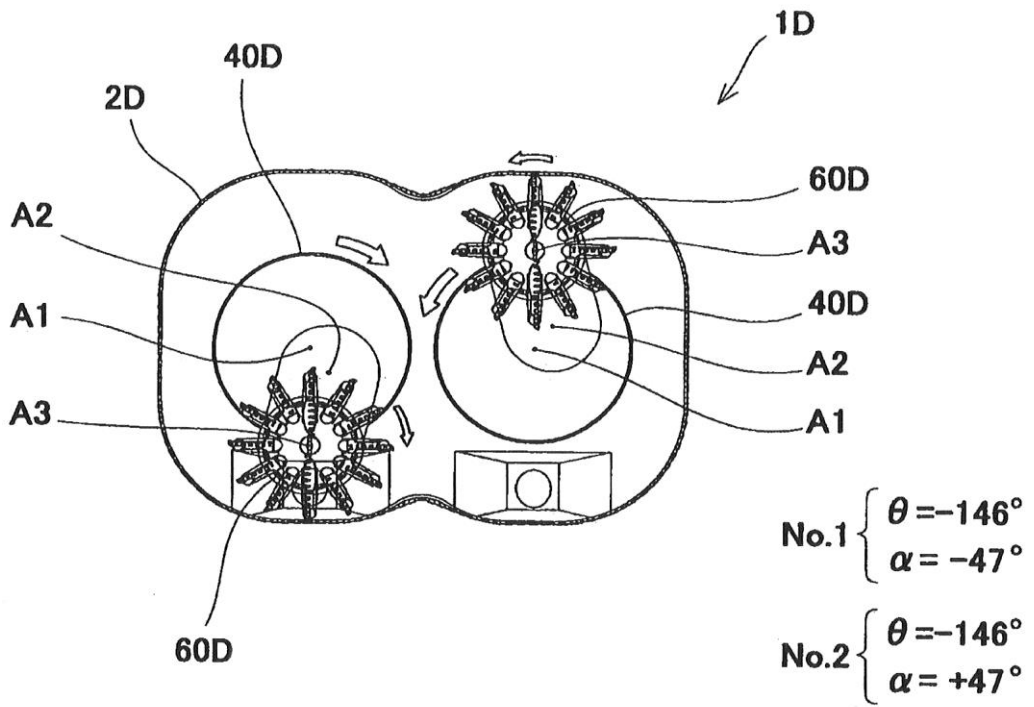


Fig. 47

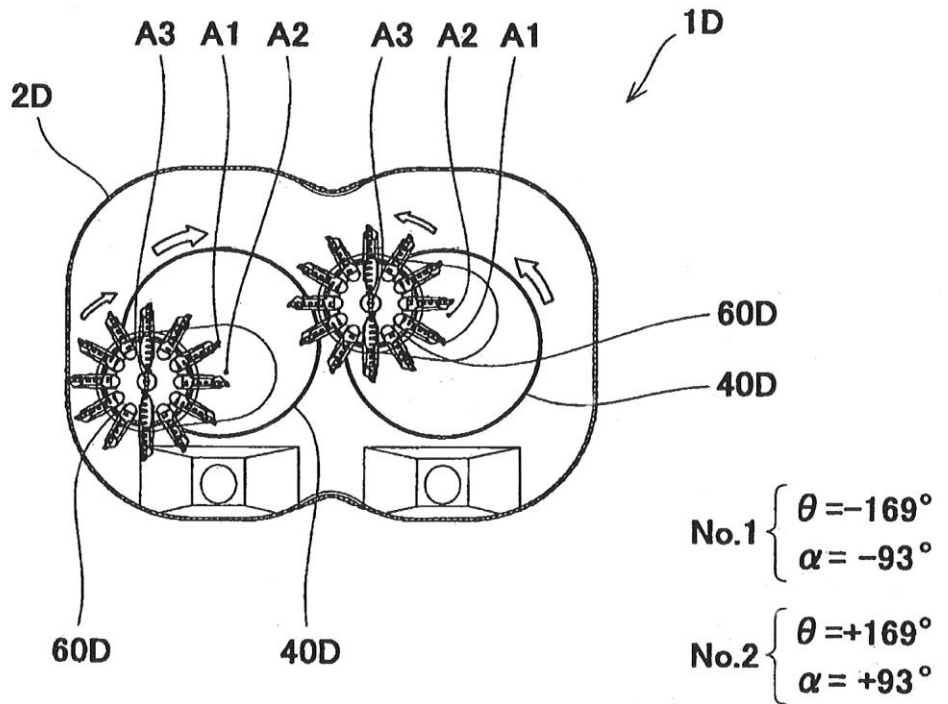


Fig. 48

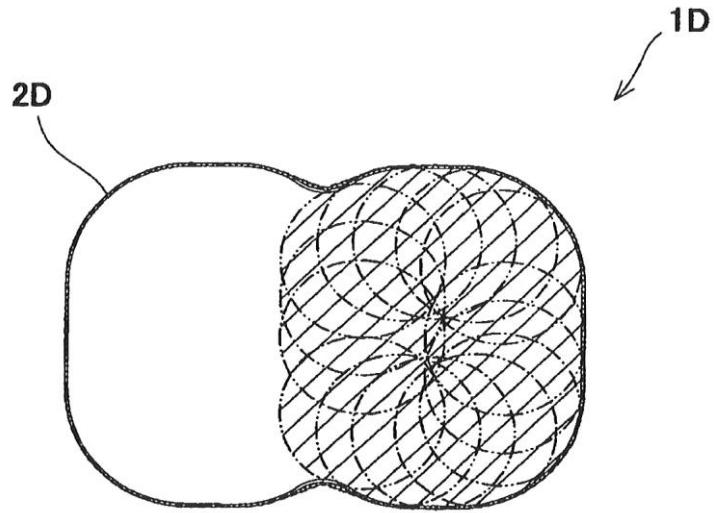


Fig. 49

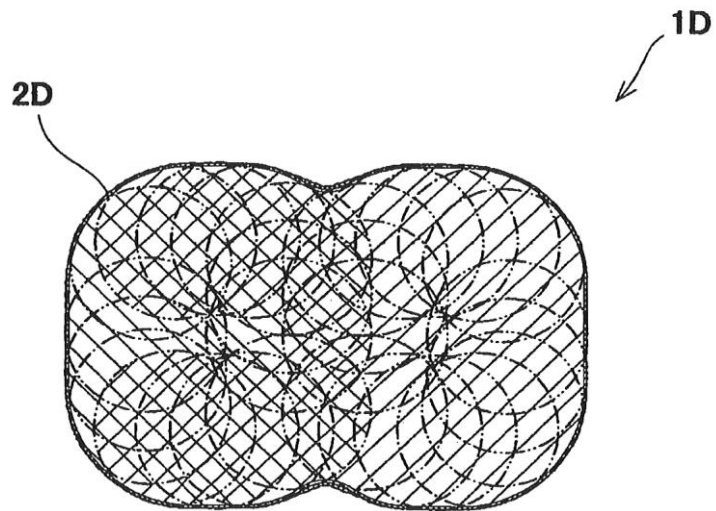


Fig. 50

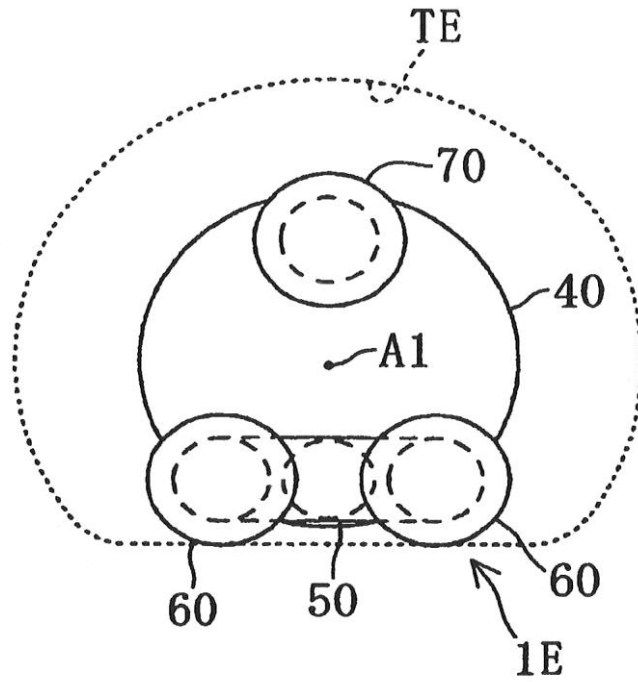


Fig. 51

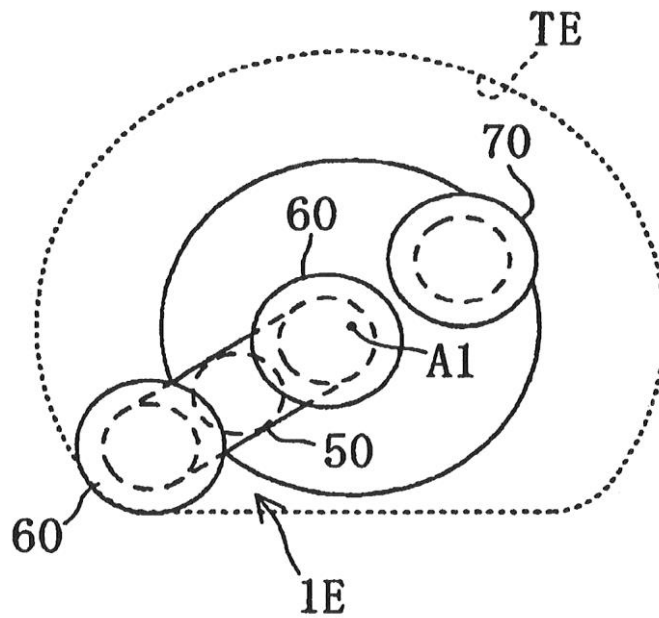


Fig. 52

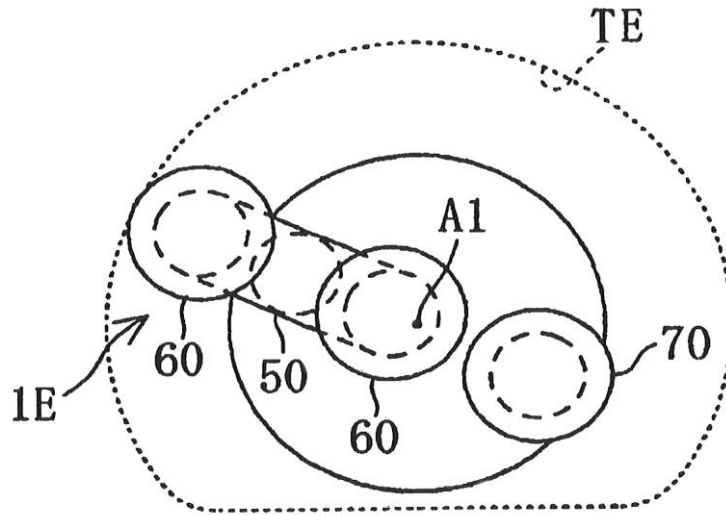


Fig. 53

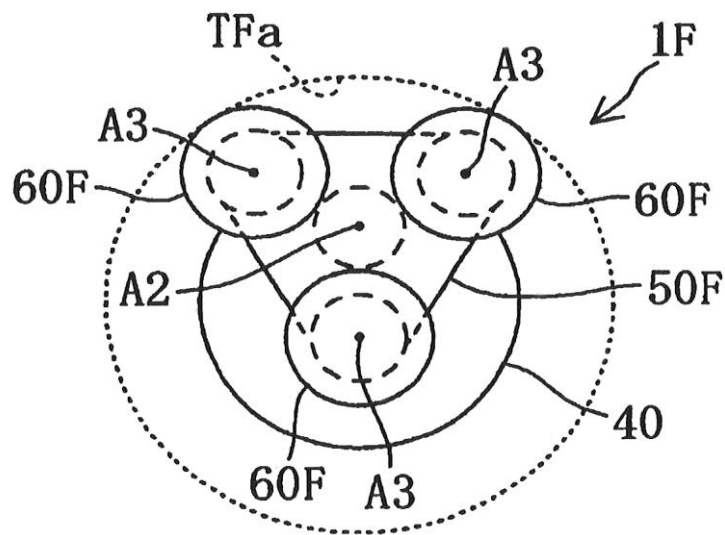


Fig. 54

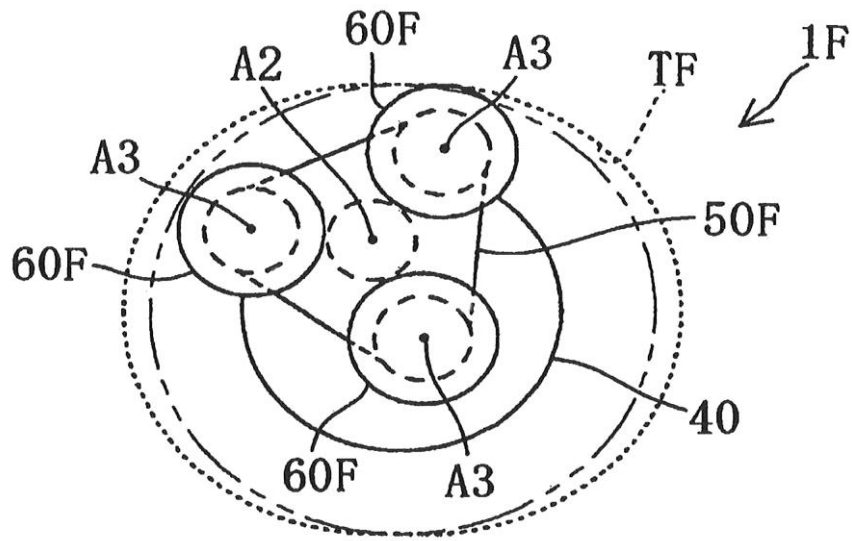


Fig. 55

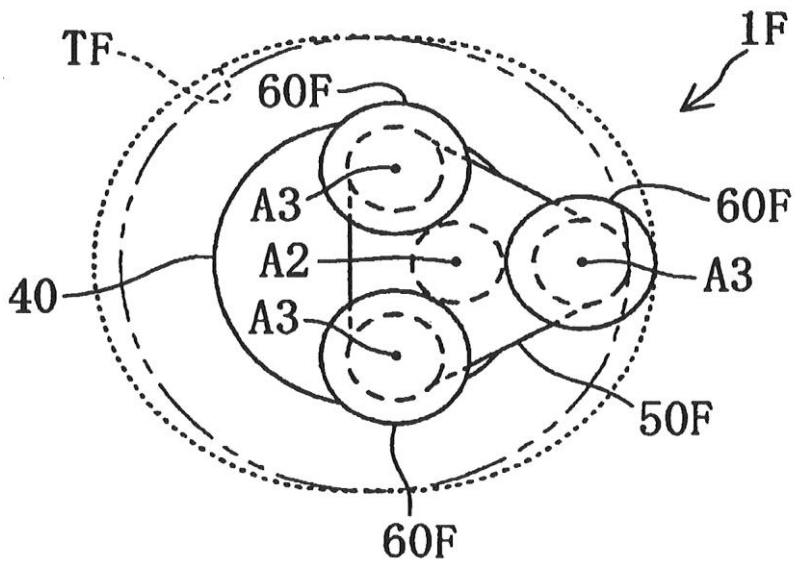


Fig. 56

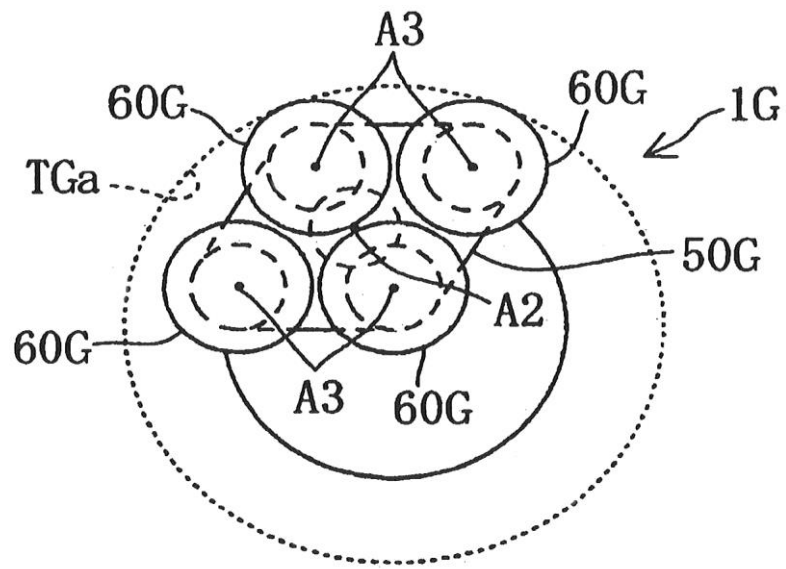


Fig. 57

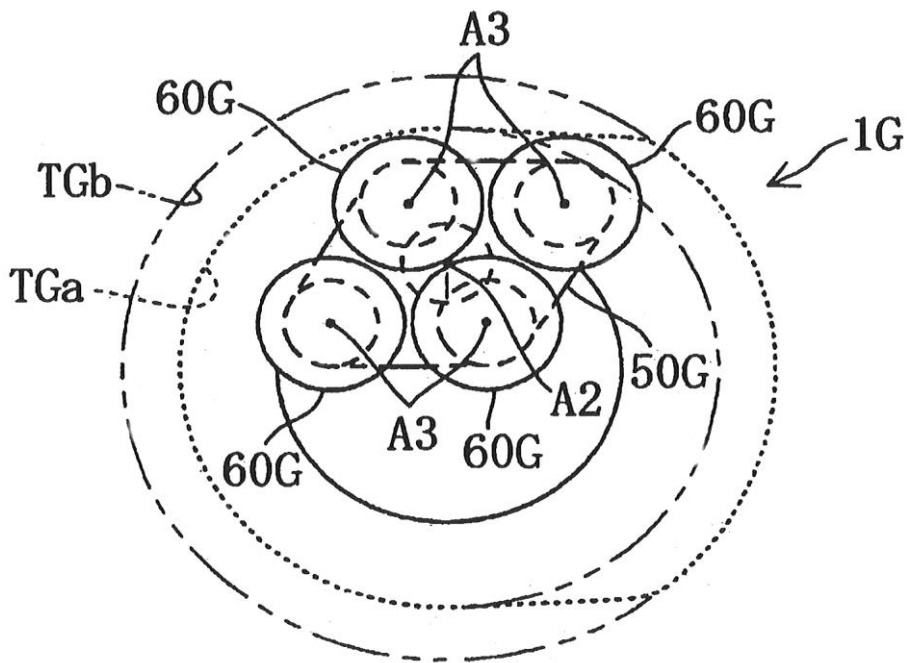


Fig. 58

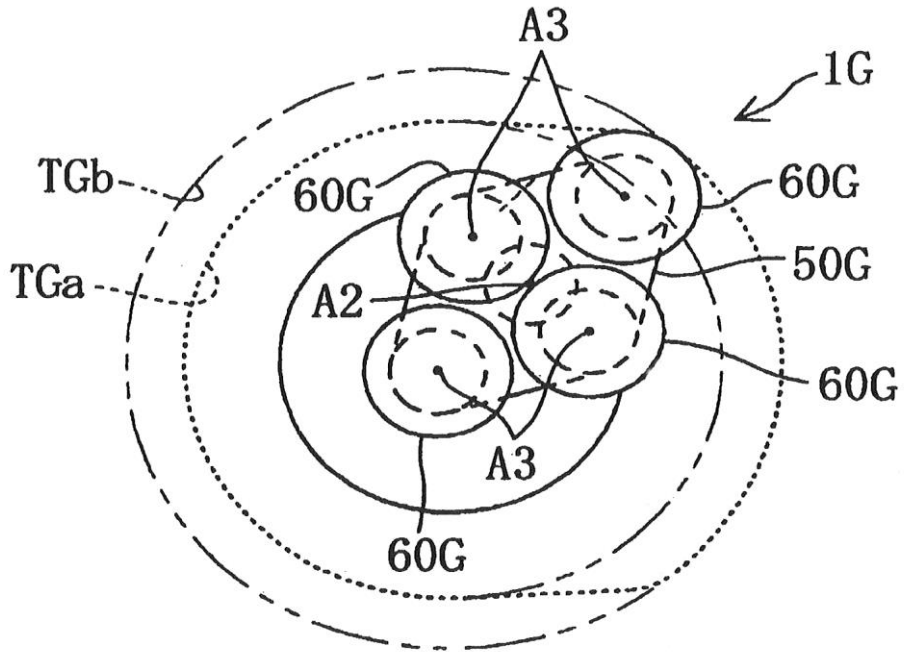


Fig. 59

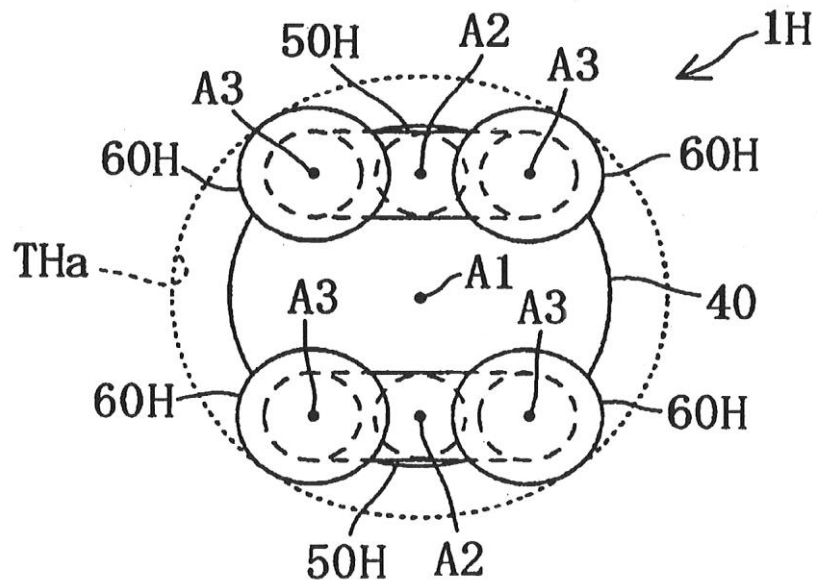


Fig. 60

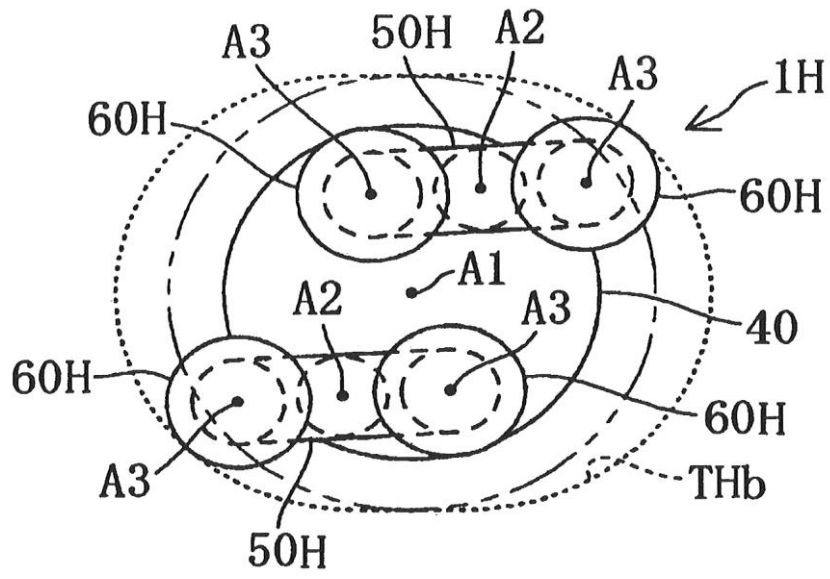


Fig. 61

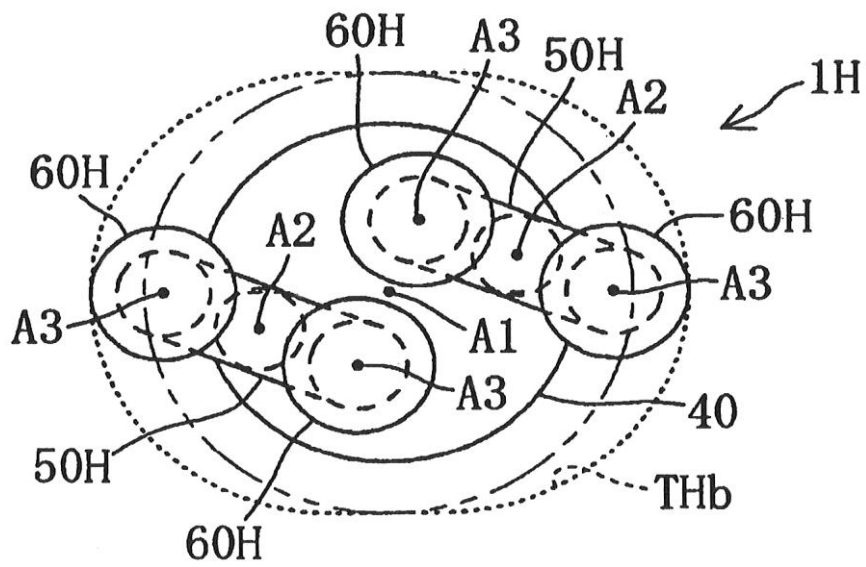


Fig. 62