

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 168**

51 Int. Cl.:

E21D 9/00 (2006.01)
E21B 49/00 (2006.01)
E21D 9/06 (2006.01)
E21D 9/10 (2006.01)
E21C 35/20 (2006.01)
B65G 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2021** **PCT/EP2021/084156**
87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2022** **WO22128532**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2021** **E 21835196 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024** **EP 4168651**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para perforar un túnel**

30 Prioridad:

14.12.2020 DE 102020133386

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2024

73 Titular/es:

HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT
(100.0%)
Schlehenweg 2
77963 Schwanau, DE

72 Inventor/es:

WEHRMEYER, GERHARD;
MÖLLER, LINUS;
BURGER, WERNER y
KASSEL, ANDREAS

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 974 168 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

Dispositivo y procedimiento para perforar un túnel

5 La invención se refiere a un dispositivo para perforar un túnel según el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se refiere además a un procedimiento para perforar un túnel.

10 Un dispositivo de este tipo se conoce por el documento US 5 106 163 A. El dispositivo previamente conocido dispone de una rueda de corte giratoria con la que se puede excavar la geología existente por la parte frontal de un frente de excavación en una dirección de perforación con herramientas de excavación dispuestas en la parte delantera de la rueda de corte. El material excavado del frente de excavación se puede transportar a una cámara de excavación ubicada por la parte posterior de la parte delantera de la rueda de corte en la dirección de excavación. También está presente una unidad de evacuación con la que se puede evacuar el material presente en la cámara de excavación. Además, están previstos unos medios sensores que están dispuestos en la parte
15 delantera de la rueda de corte y que están configurados para examinar ópticamente el estado de las herramientas de excavación o su entorno en la dirección de perforación delante de la parte delantera de la rueda de corte. Con el dispositivo previamente conocido se puede perforar un túnel.

20 Por el documento JP 2015 212476 A se conoce un procedimiento para registrar propiedades del material excavado en una cámara de excavación y un dispositivo para examinar la fluidez plástica de la tierra y la arena en una máquina perforadora de túneles, en los que se pueden mezclar con el material excavado aditivos introducidos en una cámara ubicada por la parte posterior de una rueda de corte mediante elementos de mezclado que se pueden mover uno contra otro y se puede examinar la mezcla resultante con respecto a determinadas propiedades de
25 fluidez.

Por el artículo HERRENKNECHT MARTIN ET AL: "The development of earth pressure shields: from the beginning to the present / Entwicklung der Erddruckschilde: Von den Anfängen bis zur Gegenwart", GEOMECHANIK UND TUNNELBAU: GEOMECHANICS AND TUNNELING, Vol. 4, n°. 1, 1 de febrero de 2011 (01-02-2011), páginas 11-35, XP055902975, DE ISSN: 1865-7362, DOI: 10.1002/geot.201100003, se conoce una tuneladora que está configurada para supervisar ópticamente con una cámara el material de suelo excavado en una cámara de excavación.
30

Por el documento DE 10 2018 113 788 A1 se conoce una tuneladora con una rueda de corte equipada con herramientas de excavación, que está configurada para registrar determinados parámetros operativos de las herramientas de excavación y utilizarlos para la planificación de la perforación.
35

Por el documento DE 38 19 818 A1 se conoce una máquina perforadora de túneles que está configurada para la exploración preliminar de la zona situada delante del frente de excavación en la dirección de perforación.
40

Por Kneib ET AL: "Automatic seismic prediction ahead of the tunnel boring machine", 31 de julio de 2000 (31-07-2000), páginas 1-8, XP055902151, encontrado en Internet: URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2397.2000.00079.x> [encontrado el 16 de marzo de 2022], se conoce una máquina perforadora de túneles que está configurada para realizar una predicción sísmica automatizada para una exploración preliminar de la zona situada delante de un frente de excavación en la dirección de perforación.
45

Por el documento JP 2016 003 430 A se conoce una máquina perforadora de túneles que está equipada con sensores de aceleración para obtener valores de medición de una distribución de la tierra existente en ángulos de rotación predeterminados.
50

Por el documento JP 2004 027702 A se conoce una máquina perforadora de túneles que está configurada para obtener información sobre la tierra existente en la zona de la parte delantera de la rueda de corte mediante sensores de sonido dispuestos en la parte delantera de la rueda de corte.
55

Por el documento CN 110 187 401 A se conoce una máquina perforadora de túneles que está configurada para obtener información sobre el frente de excavación mediante un dispositivo de adquisición de imágenes que opera de forma tridimensional.

60 Por el documento JP H02 43493 A se conoce una máquina perforadora de túneles en la que el estado del material excavado introducido en una cámara de excavación dispuesta por la parte posterior de una rueda de corte puede registrarse a lo largo del recorrido de evacuación mediante sensores de presión para garantizar una evacuación fiable del material excavado.

65 Por el documento EP 3 428 388 A1 se conoce una máquina perforadora de túneles que está configurada para supervisar el estado de desgaste de herramientas de excavación montadas en una rueda de corte.

Por el documento JP 2010-13895 A se conoce un dispositivo que dispone de una rueda de corte giratoria con la que se puede excavar la geología existente por la parte frontal de un frente de excavación en la dirección de perforación con herramientas de excavación dispuestas en la parte delantera de la rueda de corte. El material excavado del frente de excavación se puede transportar a una cámara de excavación ubicada por la parte posterior de la parte delantera de la rueda de corte en la dirección de excavación. También está presente una unidad de evacuación con la que se puede evacuar el material presente en la cámara de excavación. Además, están previstos unos medios sensores que interactúan con el material presente en la cámara de excavación para registrar valores de medición característicos de la consistencia del material excavado en el frente de excavación. Con el dispositivo previamente conocido se puede perforar un túnel.

Por el documento DE 691 22 010 T2 se conoce un sistema de determinación de la posición para una excavadora subterránea, que dispone de bucles conductores y por lo menos un detector de campo magnético, que pueden moverse relativamente entre sí para calcular la posición de la excavadora subterránea con respecto a una posición de referencia, mediante un calculador de la posición.

Por el documento DE 20 2019 100 821 U1 se conoce un dispositivo para examinar la adherencia de material de muestra para predecir las condiciones de excavación en la perforación de túneles que está integrado en un banco de pruebas y presenta una rueda de corte giratoria dispuesta en un tubo receptor de material. La rueda de corte está prevista para que entre en contacto con el material de muestra introducido en el tubo receptor de material y está equipada para ello con sensores que están configurados para medir por lo menos una variable de medición. Las variables de medición incluyen la deformación de la rueda de corte, el par de torsión de la rueda de corte, la conductividad eléctrica de la rueda de corte, el desgaste de la rueda de corte y la presión sobre la rueda de corte.

La invención tiene como objetivo especificar un dispositivo del tipo mencionado al principio con el que se pueda determinar de forma fiable la consistencia del material presente entre la parte delantera de la rueda de corte y el frente de excavación, en particular para evitar de forma relativamente fiable una adherencia no deseada y un desgaste excesivo, así como para soportar de forma operativamente fiable el frente de excavación.

Este objetivo se logra según la invención con un dispositivo del tipo mencionado al principio con las características de caracterización de la reivindicación 1.

Este objetivo se logra según la invención mediante un procedimiento para perforar un túnel con las características de la reivindicación 7.

El hecho de que, según la invención, los módulos de medición de los medios sensores estén dispuestos en la parte delantera de la rueda de corte y los módulos de medición allí dispuestos estén configurados para registrar diferentes tipos de valores de medición que son característicos de la consistencia del material excavado en el frente de excavación, la consistencia del material presente entre la parte delantera de la rueda de corte y el frente de excavación se puede determinar de manera muy directa y relativamente precisa vinculando los valores de medición de diferentes tipos, de modo que pueda influirse directamente sobre la consistencia de este material, por ejemplo por medio de una unidad de circuito de regulación con agentes de acondicionamiento. Esto permite evitar una adherencia no deseada y un desgaste excesivo de las herramientas de excavación y soportar de forma operativamente fiable el frente de excavación.

Otras configuraciones convenientes de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Otras configuraciones convenientes y ventajas de la invención se desprenden de la siguiente descripción de un ejemplo de realización de la invención con referencia a las figuras.

Estas muestran:

La figura 1: en una vista lateral esquemática, un dispositivo para perforar un túnel en forma de una tuneladora configurada para una perforación asistida por presión de tierra,

La figura 2: en una vista lateral esquemática un módulo de medición múltiple de medios sensores,

La figura 3: en una vista lateral esquemática un módulo de medición de husillo de medios sensores,

La figura 4: en una vista lateral esquemática un módulo de medición de empujador de medios sensores,

La figura 5: en una vista lateral esquemática un módulo de medición de humedad de medios sensores,

La figura 6: en una vista lateral esquemática un perfeccionamiento de un tornillo helicoidal de una unidad de tornillo de evacuación,

La figura 7: en una vista frontal, la parte delantera de una rueda de corte con una pluralidad de módulos de medición y

La figura 8: en un diagrama de bloques un ejemplo de realización de un circuito de regulación para ajustar consistencias.

La figura 1 muestra en una vista lateral esquemática simplificada un ejemplo de realización de un dispositivo para perforar un túnel según la invención en forma de una tuneladora 103 configurada para la perforación de túneles asistida por presión de tierra (EPB). La tuneladora 103 dispone de una rueda de corte 109 que puede girar por medio de una unidad de accionamiento de rueda de corte 106, estando dispuestas una pluralidad de herramientas de excavación 115 en la parte delantera de rueda de corte 112.

Con las herramientas de excavación 115, se puede excavar material de un frente de excavación 118 situado delante de la rueda de corte 109 en la dirección de perforación. El material excavado en el frente de excavación 118 se puede transportar a una cámara de excavación 121 ubicada por la parte posterior de la parte delantera de rueda de corte 112 en la dirección de excavación. El material excavado se puede transportar desde la cámara de excavación 121 a una abertura de descarga 133 por medio de una unidad de evacuación con una unidad de tornillo de evacuación 124, que presenta un tornillo helicoidal 130 que puede girar en un tubo de revestimiento 127.

En la abertura de descarga 133 está dispuesto un extremo de una cinta de evacuación 136 de la unidad de evacuación, con la que se puede transportar el material descargado a través de un espacio de túnel 139.

El espacio de túnel 139 está revestido con dovelas 142 por la parte posterior de la rueda de corte 109, soportándose en la parte frontal orientada hacia la rueda de corte 109 de las dovelas 142 montadas en último lugar unas prensas de perforación 145, con las que se puede presionar un bastidor de máquina 148 que porta la unidad de accionamiento de rueda de corte 106 y, por lo tanto, la rueda de corte 109 contra el frente de excavación 118.

La tuneladora 103 mostrada en la figura 1 está equipada en la parte delantera de rueda de corte 112, adicionalmente a las herramientas de excavación 115, con por lo menos dos módulos de medición de medios sensores para registrar diferentes tipos de valores de medición, que en un ejemplo de realización comprenden, en por lo menos una combinación por pares, por lo menos un módulo de medición múltiple 151, por lo menos un módulo de medición de husillo 154, por lo menos un módulo de medición de empujador 157, por lo menos un módulo de medición de presión de tierra 160 o por lo menos un módulo de medición de temperatura 163. Los módulos de medición 151, 154, 157, 160, 163 de los medios sensores están configurados, tal como se explica con más detalle más adelante, para registrar valores de medición cuando la rueda de corte 109 está estacionaria o cuando la rueda de corte 109 está girando, a partir de los cuales se pueden ajustar variables de medición características, en general, de la consistencia del material presente entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118, para una unidad de circuito de regulación para el acondicionamiento regulado, en gran medida automatizado, del material presente entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 por medio de agentes de acondicionamiento añadidos por elementos de acondicionamiento no representados en la figura 1.

A este respecto, por lo menos algunos módulos de medición de empujador 157 están dimensionados convenientemente para que, en caso necesario, puedan instalarse en posiciones de herramientas de excavación 115.

Con el módulo de medición de presión de tierra 160, o con cada uno de los mismos, se puede determinar la presión de tierra que actúa sobre la parte delantera de rueda de corte 112, que está relacionada con la consistencia del material existente. Por ejemplo, cuando existe una oportunidad de relajación de la presión, tal como mediante drenaje, el material más bien fluido ejerce presiones más bajas y el material más bien pastoso ejerce presiones más altas en el módulo de medición de presión de tierra 160, lo que se refleja en los valores de medición emitidos por el módulo de medición de presión de tierra 160.

Con el módulo de medición de temperatura 163, se puede determinar a su vez la temperatura del material presente entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 en el entorno del módulo de medición de temperatura 163, estando relacionada la temperatura con la consistencia del material. Normalmente, una temperatura relativamente alta es característica de una alta fricción y, por lo tanto, de una consistencia relativamente viscosa a pastosa del material, y una temperatura relativamente baja es característica de una consistencia más bien fluida, y que genera poco calor de fricción, del material. Por lo tanto, el valor de medición emitido por el módulo de medición de temperatura 163 también es característico de la consistencia del material.

Ventajosamente, está previsto que los elementos de acondicionamiento dispuestos en la zona entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de ataque 118 estén configurados para producir por lo menos dos zonas de diferentes consistencias mediante la adición correspondiente de agentes de acondicionamiento. Cada una de estas zonas puede muestrearse por lo menos por un respectivo módulo de medición 151, 154, 157, 160, 163 para obtener valores de medición característicos de la respectiva consistencia.

Además, en la ilustración según la figura 1 se puede observar que en el bastidor de la máquina 148, en su lado adyacente a la cámara de excavación 121, están dispuestos otros módulos de medición de medios sensores, en particular en forma de módulos de medición de husillo 154, que están respectivamente en conexión a través de un conducto de derivación 155 con el tubo de revestimiento 127, un módulo de medición de empujador 157 que está dispuesto aproximadamente en el centro, unos módulos de medición de presión de tierra 160 y unos módulos de medición de temperatura 163. Con estos medios sensores, también se pueden registrar diferentes tipos de valores de medición característicos de la consistencia del material presente en la cámara de excavación 121 para garantizar el funcionamiento adecuado de la unidad de tornillo de evacuación 124, en particular mediante la adición de agentes de acondicionamiento a la cámara de excavación 121 por medio de elementos de acondicionamiento no representados en la figura 1. A este respecto, las consistencias del material entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 por una parte, y en dicha región, tal como se explica más detalladamente más adelante, preferentemente en dirección radial también en zonas, y en la cámara de excavación 121, por otra parte, opcionalmente, se pueden ajustar y, en caso necesario también de forma notablemente diferente, en particular, por ejemplo, para obtener una consistencia relativamente sólida para el material descargado sobre la cinta de evacuación 136.

La unidad de tornillo de evacuación 124 está equipada además con por lo menos un medio sensor, a este respecto en forma de por lo menos un módulo de medición de empujador 157, para registrar valores de medición característicos de la consistencia del material evacuado.

Como módulo de medición adicional del dispositivo sensor, la tuneladora 103 según la figura 1 dispone de un módulo de adquisición de imágenes 166, con el que se pueden registrar imágenes del material evacuado de la cámara de excavación 121 descargado en la abertura de descarga 133.

La tuneladora 103 también está equipada con un módulo de adquisición de datos operativos 169 y un módulo de visualización 172. Con el módulo de adquisición de datos operativos 169, los diferentes tipos de valores de medición registrados por los módulos de medición 151, 154, 157, 160, 163, así como las imágenes del módulo de adquisición de imágenes 166 pueden almacenarse para obtener valores de medición adicionales mediante análisis de imágenes automatizado y pueden procesarse como variables de entrada para una unidad de circuito de regulación para, dado el caso, acondicionar por separado el material entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 y en la cámara de excavación 121. El módulo de visualización 172 se utiliza para mostrar parámetros operativos típicos para el personal operativo de modo que este pueda intervenir manualmente para acondicionar el material si es necesario.

La figura 2 muestra una vista lateral esquemática de un módulo de medición múltiple 151 de la tuneladora 103 explicada mediante la figura 1. En la figura 2 se puede observar que el módulo de medición múltiple 151 dispone en esta configuración de un recipiente receptor de émbolo 203 cerrado por la parte trasera, que puede obturarse por medio de una corredera de cierre 206 en la zona de la parte delantera de rueda de corte 112 con respecto al material existente entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118. El módulo de medición múltiple 151 está equipado además con un émbolo portador de sensor 209, que se puede desplazar fuera del recipiente receptor de émbolo 203 mediante elementos de desplazamiento no representados en la figura 2 cuando la corredera de cierre 206 está abierta.

El émbolo portador de sensor 209 está equipado con por lo menos un sensor de flexión 212, por ejemplo en forma de galga extensométrica, con por lo menos uno orientado hacia el frente de excavación 118, con por lo menos un sensor de presión de tierra 215 dispuesto por el lado frontal y con por lo menos un sensor de temperatura 218, con los que se pueden registrar como valores de medición, cuando la rueda de corte 109 está girando, la deformación del émbolo portador de sensor 209, la presión ejercida sobre el émbolo portador de sensor 209 por el material o la temperatura que predomina en el material en la zona del émbolo portador de sensor 209.

La figura 3 muestra en una vista lateral esquemática un módulo de medición de husillo 154 de la tuneladora 103 explicada mediante la figura 1. El módulo de medición de husillo 154 dispone de un tornillo de muestreo 303 giratorio que está alojado en un tubo de guía 306 dispuesto en la dirección de perforación por la parte posterior de la parte delantera de rueda de corte 112. El tubo de guía 306 se puede obturar en su lado orientado hacia la parte delantera de rueda de corte 112 por medio de una corredera de entrada 309 con respecto al material existente en el frente de excavación 118, mientras que en su lado opuesto al lado delantero de rueda de corte 112 se puede sujetar con bridas un tubo de muestreo 312, al que se puede transportar, cuando gira el tornillo de muestreo 303, después de abrir la corredera de entrada 309, el material existente en la parte delantera de la rueda de corte 112. En el tubo de muestreo 312 están montados sensores de humedad 315 y una unidad de transmisión de sonido con un generador de sonido 318, así como un sensor de sonido 321. Con los sensores de humedad 315 se puede determinar la humedad como valor de medición, así como parámetros de transmisión de sonido como otros valores de medición que son característicos de la consistencia del material muestreado.

En el lado del tubo de muestreo 312 vuelto hacia el tubo de guía 306 se encuentra una corredera de salida 324, tras cuya apertura el material presente en el tubo de muestreo 312 puede evacuarse a la cámara de excavación

121.

La figura 4 muestra en una vista lateral esquemática un módulo de medición de empujador 157 de la tuneladora 103 según la figura 1. El módulo de medición de empujador 157 está equipado con un recipiente receptor de material 403 abierto en la parte delantera de rueda de corte 112, que está cerrado por la parte trasera por un empujador de expulsión 406 que puede desplazarse en la dirección longitudinal del recipiente receptor de material 403. En el recipiente receptor de material 403 está dispuesta una unidad de transmisión de sonido con un generador de sonido 318 y un sensor de sonido 321, con los que se pueden registrar valores de medición característicos de la consistencia del material presente en el recipiente receptor de material 403. Por último, para expulsar el material presente en el recipiente receptor de material 403, el empujador de expulsión 406 se puede desplazar convenientemente en dirección a la parte delantera de rueda de corte 112 por lo menos al ras con la misma para permitir que entre en el recipiente receptor de material 403, tras un determinado tiempo, después de retroceder, nuevo material y registrar valores de medición característicos de su consistencia con una nueva transmisión de sonido.

Además, el módulo de medición de empujador 157 está configurado para registrar valores de medición de trayectoria-fuerza tanto cuando se desplaza hacia fuera más allá de la parte delantera de rueda de corte 112 dentro del material existente como cuando se desplaza hacia dentro, es decir, la fuerza que se ejercerá para cubrir una determinada trayectoria al desplazarse hacia fuera y/o al desplazarse hacia dentro, que son característicos de la consistencia del material existente.

La figura 5 muestra en una vista lateral simplificada un módulo de medición de humedad 503 como módulo de medición adicional del medio sensor que está equipado con un recipiente receptor de material 506 abierto en la parte delantera de rueda de corte 112. En las paredes laterales del recipiente receptor de material 506 están dispuestos varios sensores de humedad 315, con los que se puede determinar como valores de medición la humedad del material presente en el recipiente receptor de material 506. En el extremo del recipiente receptor de material 506 vuelto hacia la parte delantera de rueda de corte 112, el módulo de medición de humedad 503 dispone de un caudalímetro 512, con el que se puede registrar un flujo volumétrico de líquido escurrido del material presente en el recipiente receptor de material 506 mediante la presión existente como otro valor de medición característico de la consistencia del material.

La figura 6 muestra en una vista lateral esquemática un perfeccionamiento de un tornillo helicoidal 130 de una unidad de tornillo de evacuación 124, que está diseñada de forma correspondiente a la unidad de tornillo de evacuación 124 explicada mediante la figura 1 con un tornillo helicoidal 130 dispuesto de forma giratoria en un tubo de revestimiento 127. En la forma de realización según la figura 6, el tornillo helicoidal 130 está diseñado con una primera sección helicoidal 603 y con una segunda sección helicoidal 606, que están dispuestas de forma distanciada entre sí, de tal manera que entre las mismas se forma un espacio libre no helicoidal 609. En la zona del espacio libre 609 están dispuestos por lo menos un sensor de humedad 315 y una unidad de transmisión de sonido con un generador de sonido 318 y con un sensor de sonido 321, con los que se puede muestrear el material transportado a través del tubo de revestimiento cuando gira el tornillo helicoidal 130.

La figura 7 muestra en una vista frontal una parte delantera de rueda de corte 112 de una rueda de corte 109 representada de forma sombreada con unos brazos principales 703 y unos brazos secundarios 706, así como unas aberturas que se encuentran entre los mismos, de una tuneladora 103 con una pluralidad de módulos de medición, a este respecto en forma de módulos de medición múltiples 151, módulos de medición de husillo 154, módulos de medición de empujador 157, módulos de medición de presión de tierra 160 y módulos de medición de temperatura 163 y, si es necesario, módulos de medición de humedad 503 no representados en la figura 7, que están dispuestos a diferentes distancias de un centro 709 de la rueda de corte 109 y por lo tanto en trayectorias circunferenciales dispuestas de forma radialmente diferente cuando gira la rueda de corte 109. Mediante esta disposición de los módulos de medición 151, 154, 157, 160, 163, 503 se pueden muestrear por separado, como ya se explicó anteriormente, zonas ubicadas de forma radialmente diferente y acondicionar específicamente las consistencias del material entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 con elementos de acondicionamiento dispuestos de forma correspondiente.

La figura 8 muestra en un diagrama de bloques un ejemplo de realización de un circuito de regulación para ajustar consistencias en una zona con geología existente 803 ubicada entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118. En la figura 8 puede observarse que los módulos de medición 151, 154, 157, 160, 163, 503 registran diferentes tipos de valores de medición de la zona con geología existente 803 y los alimentan al módulo de adquisición de datos operativos 169. Además, las imágenes del módulo de adquisición de imágenes 166 se transfieren al módulo de adquisición de datos operativos 169 para su evaluación. Basándose en los datos alimentados al módulo de adquisición de datos operativos 169 y mostrados de forma editada visualmente por medio del módulo de visualización 172 en forma de valores de medición e imágenes, el módulo de adquisición de datos operativos 169 genera datos de salida que pueden alimentarse a un sistema de acondicionamiento 806, que comprende los elementos de acondicionamiento y agentes de acondicionamiento mencionados anteriormente. A este respecto, los datos de salida se configuran de tal manera que la consistencia o las consistencias en la zona ubicada entre la parte delantera de rueda de corte 112 y el frente de excavación 118 con la geología existente 803

se pueden ajustar opcionalmente con el sistema de acondicionamiento 806 para obtener la consistencia o las consistencias deseadas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para perforar un túnel con una rueda de corte giratoria (109) con la que se puede excavar la geología existente por la parte frontal de un frente de excavación (118) en una dirección de perforación con herramientas de excavación (115) dispuestas en la parte delantera de rueda de corte (112), con una cámara de excavación (121) ubicada por la parte posterior de la parte delantera de rueda de corte (112) en la dirección de excavación a la que se puede transportar el material excavado en el frente de excavación (118), con una unidad de evacuación (127, 136), con la que se puede evacuar el material presente en la cámara de excavación (121), y con unos medios sensores dispuestos en la parte delantera de rueda de corte (112), caracterizado por que por lo menos dos módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503) de los medios sensores están configurados para registrar valores de medición característicos de la consistencia del material excavado en el frente de excavación (118) y por que los módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503) dispuestos en la parte delantera de rueda de corte (112) están configurados para registrar diferentes tipos de valores de medición.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que los módulos de medición dispuestos en la parte delantera de rueda de corte (112) presentan, por pares, un módulo de medición múltiple (151), un módulo de medición de husillo (154), un módulo de medición de empujador (157), un módulo de medición de presión de tierra (160), un módulo de medición de temperatura (163) y un módulo de medición de humedad (503), o combinaciones con tres o más módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que los medios sensores comprenden unos módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503) para registrar diferentes tipos de valores de medición para la consistencia de material en la cámara de excavación (121).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los medios sensores están conectados con un módulo de adquisición de datos operativos (169).
5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por que está presente un módulo de adquisición de imágenes (166) conectado con el módulo de adquisición de datos operativos (169), con el que se puede registrar en forma de imágenes el material evacuado de la cámara de excavación (121).
6. Dispositivo según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, caracterizado por que está presente un circuito de regulación que comprende el módulo de adquisición de datos operativos (169), con el que se pueden ajustar opcionalmente, basándose en los tipos de valores de medición, las consistencias del material presente entre la parte delantera de rueda de corte (112) y el frente de excavación (118), por una parte, y en la cámara de excavación (121), por otra parte, mediante elementos de acondicionamiento para la adición de agentes de acondicionamiento.
7. Procedimiento para perforar un túnel con las etapas siguientes
 - proporcionar un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6,
 - registrar valores de medición mediante los módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503) dispuestos en la parte delantera de rueda de corte (112), y
 - acondicionar el material presente entre la parte delantera de rueda de corte (112) y el frente de excavación (118) basándose en diferentes tipos de valores de medición mediante la adición de agentes de acondicionamiento.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que los elementos de acondicionamiento dispuestos en la zona entre la parte delantera de rueda de corte (112) y el frente de excavación (118) están configurados para producir por lo menos dos zonas de diferentes consistencias mediante la adición correspondiente de unos agentes de acondicionamiento, y por que cada una de estas zonas se muestrea con por lo menos un módulo de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503).
9. Procedimiento según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, caracterizado por que se registran unos valores de medición mediante los módulos de medición (151, 154, 157, 160, 163, 503) dispuestos en la cámara de excavación (121) y por que se añaden unos agentes de acondicionamiento para ajustar opcionalmente las consistencias del material presente entre la parte delantera de rueda de corte (112) y el frente de excavación (118), por una parte, y en la cámara de excavación (121), por otra parte.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que se registran unos valores de medición cuando la rueda de corte (109) está estacionaria.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que se registran unos valores de medición cuando la rueda de corte (109) está girando.

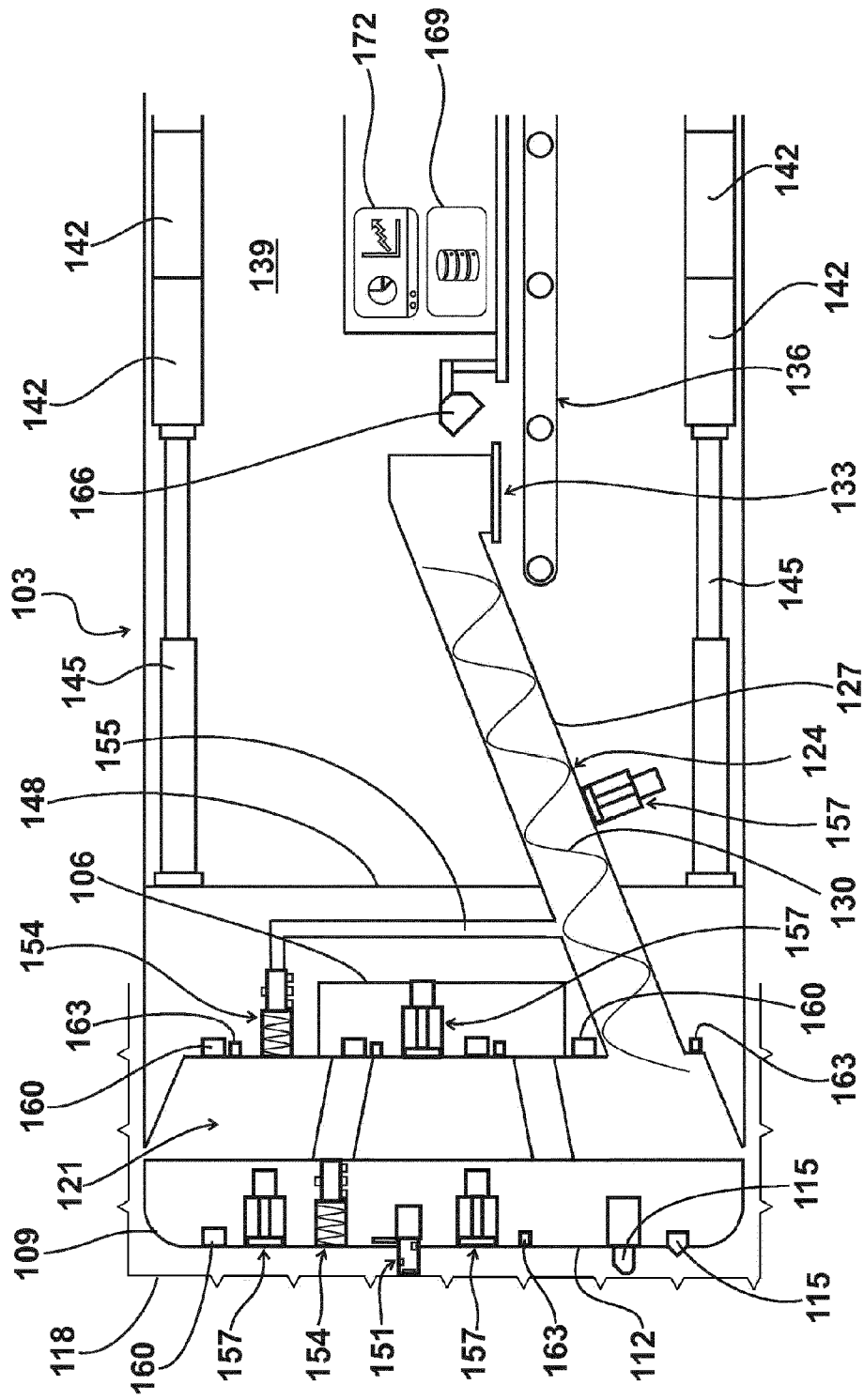


Fig. 1

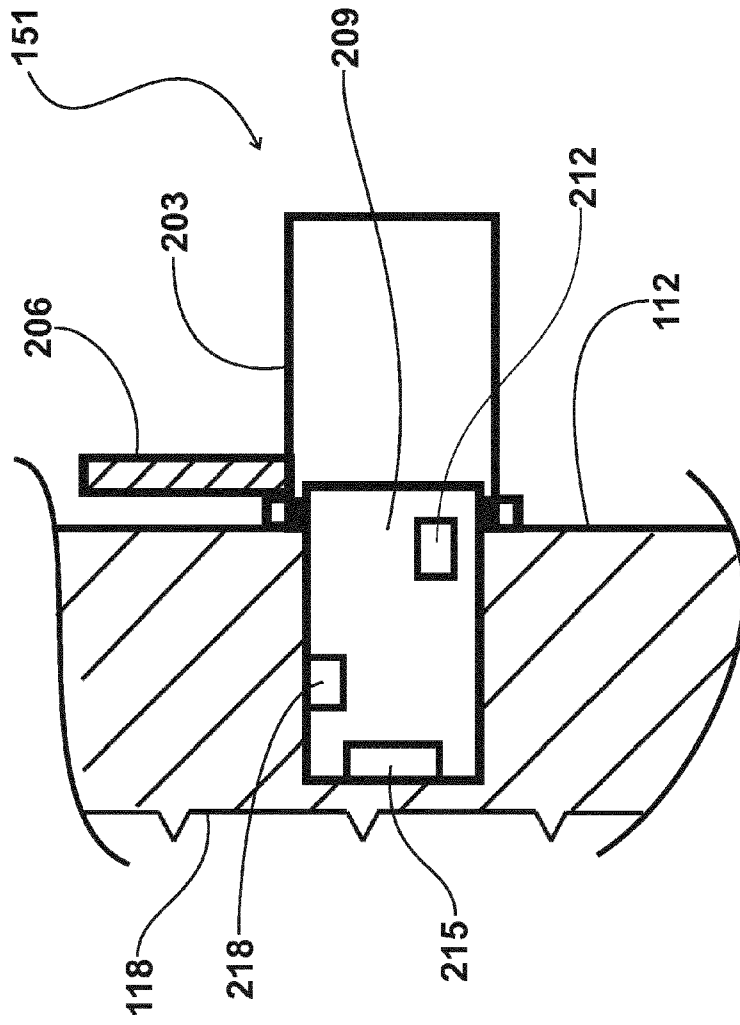


Fig. 2

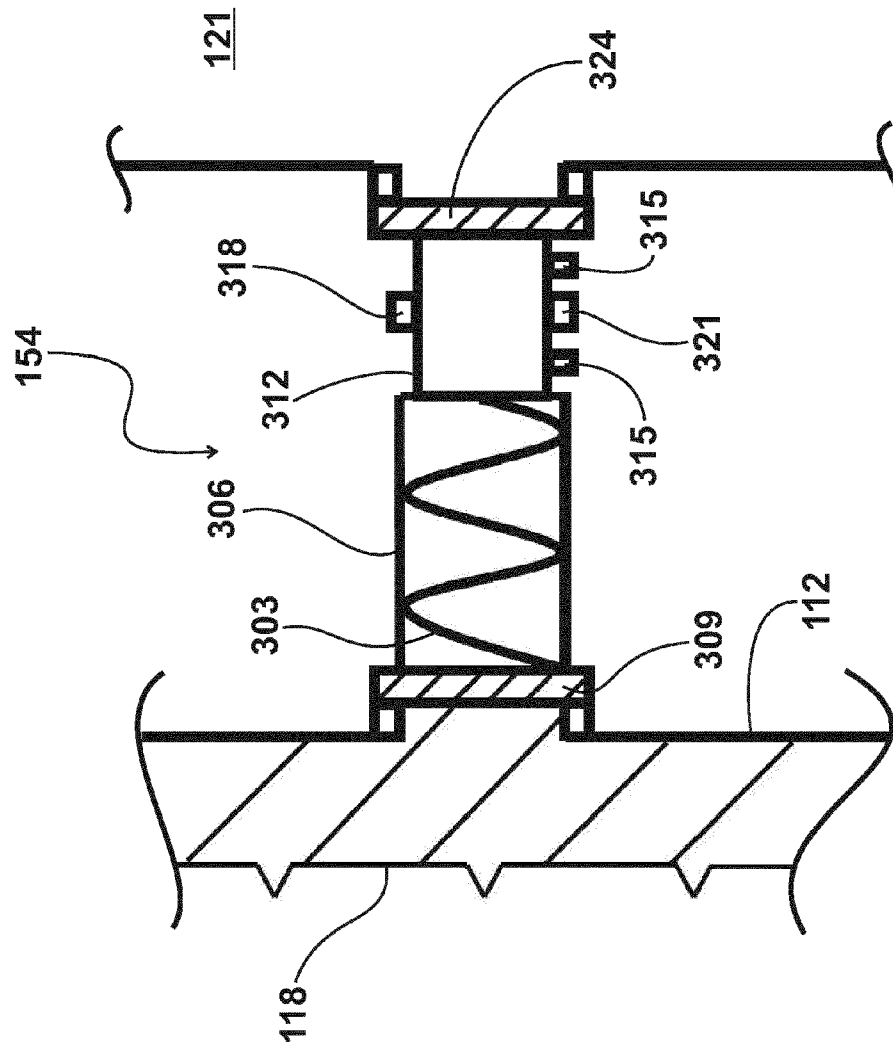


Fig. 3

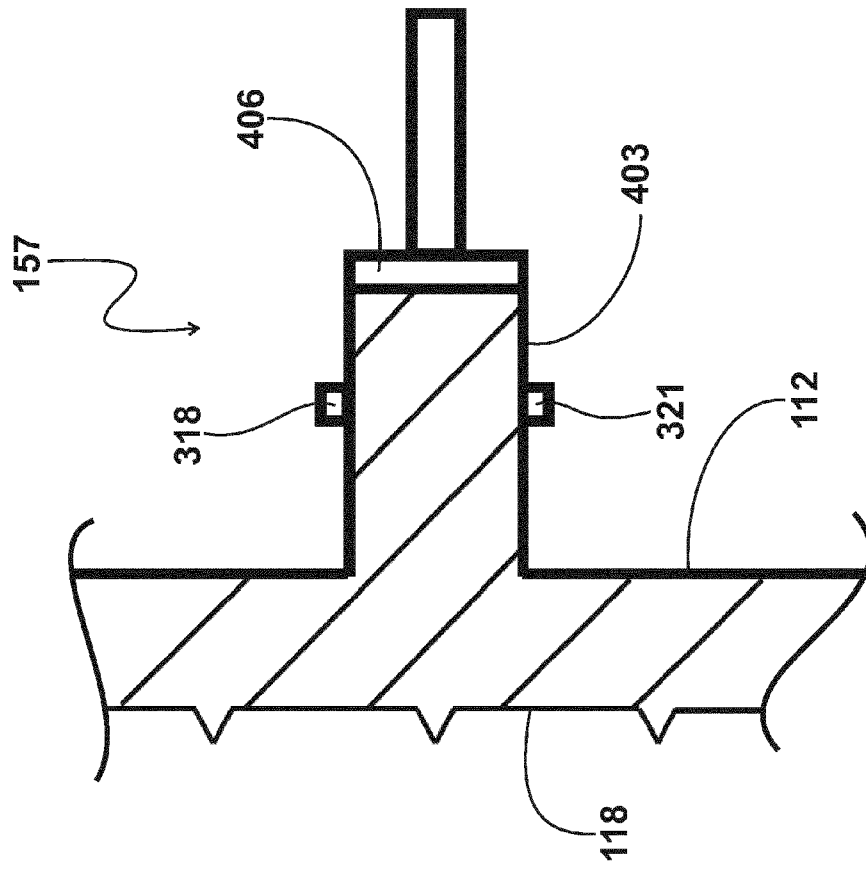


Fig. 4

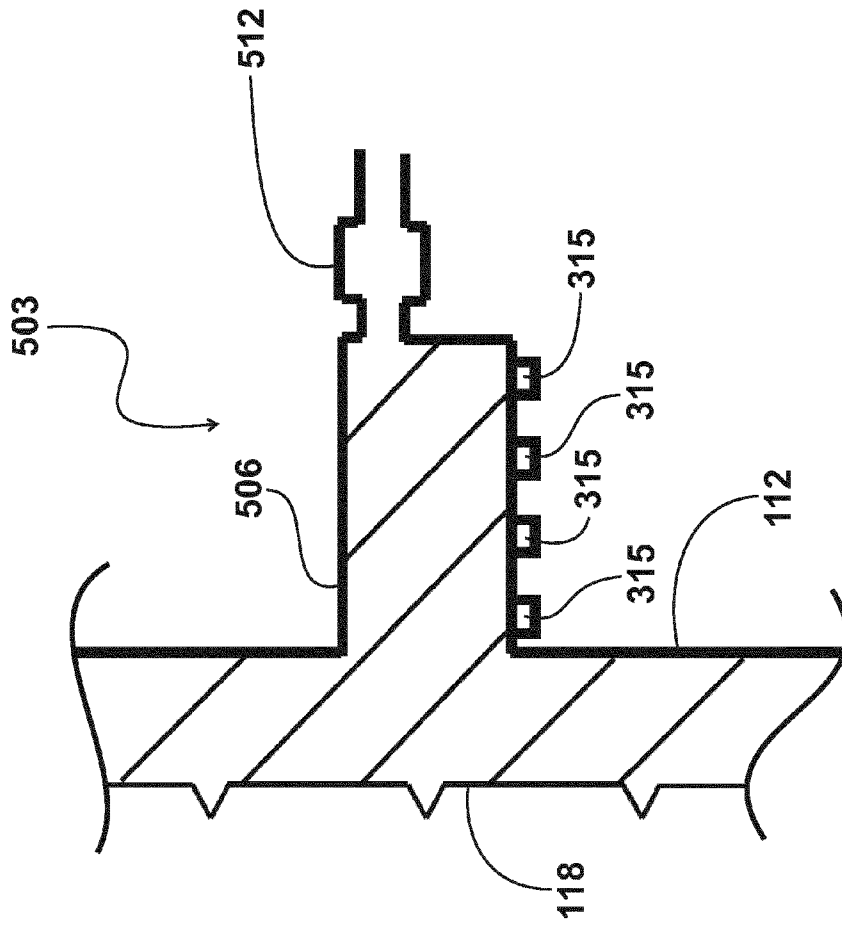


Fig. 5

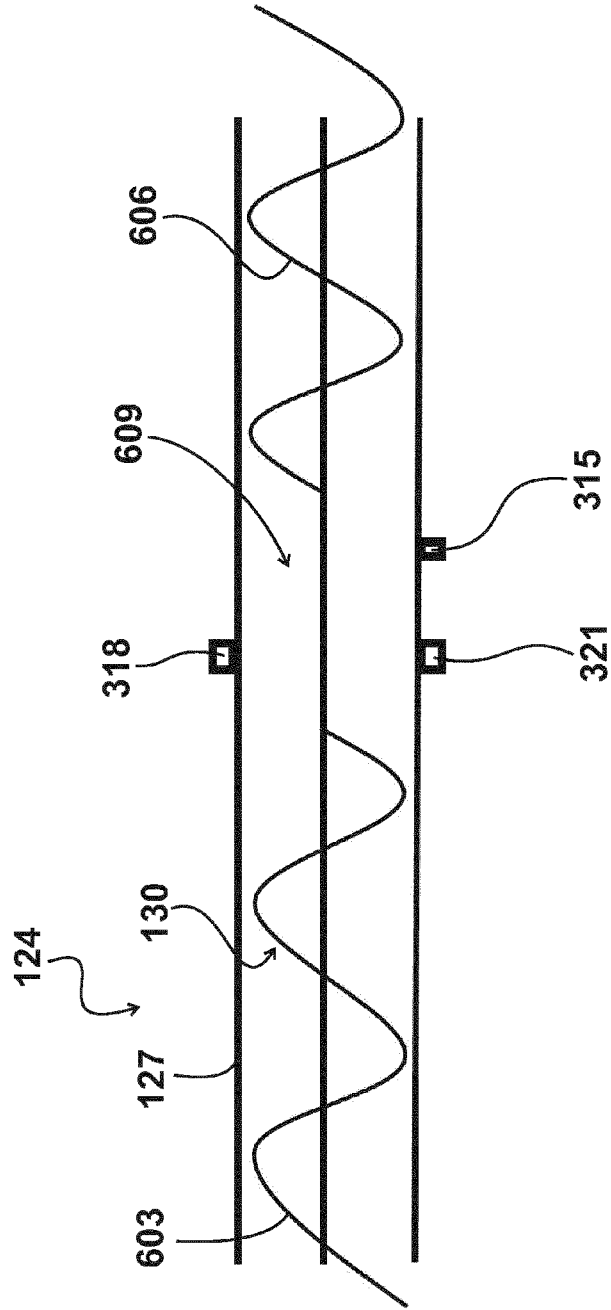


Fig. 6

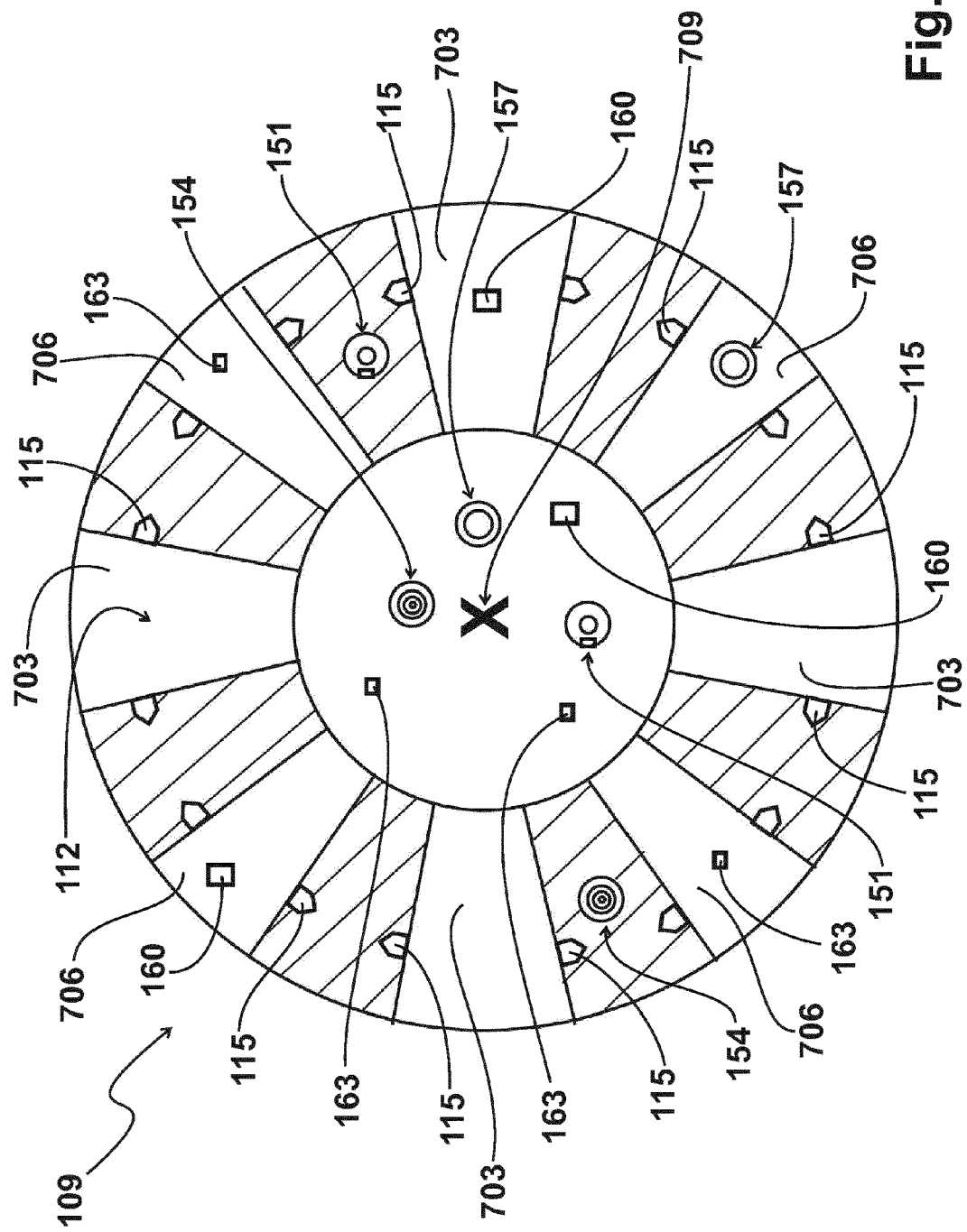


Fig. 7

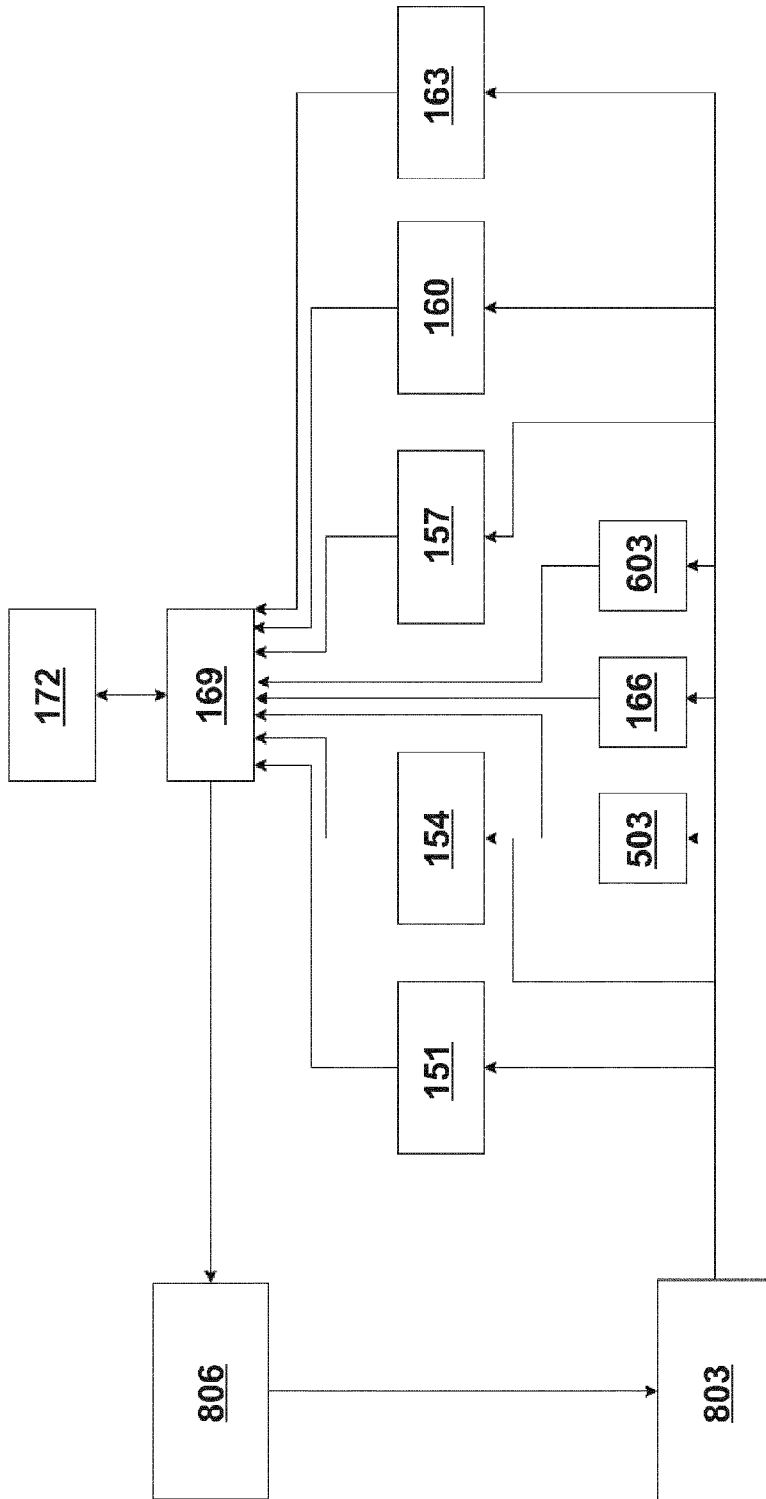


Fig. 8