



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 334 989**

(51) Int. Cl.:
F16L 55/26 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **03711942 .7**

(96) Fecha de presentación : **08.03.2003**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1483527**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2004**

(54) Título: **Segmento para un cuerpo soporte de sensores de un topo para la supervisión de tuberías.**

(30) Prioridad: **12.03.2002 DE 102 10 746**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.03.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.03.2010

(73) Titular/es: **NDT Systems & Services AG.
Am Hasenbiel 6
76297 Stutensee, DE**

(72) Inventor/es: **Richter, Thomas;
Schwarz, Axel y
Veit, Christiane**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 334 989 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

Segmento para un cuerpo soporte de sensores de un topo para la supervisión de tuberías.

5 La invención se refiere a un segmento para un cuerpo soporte de sensores compuesto por segmentos que forman un cuerpo hueco de superficie envolvente cilíndrica de un topo que se puede desplazar a través de una tubería para la comprobación de la tubería, estando equipado el cuerpo soporte de sensores con los sensores necesarios para realizar la comprobación de la tubería. Esta clase de topos se desplazan a través de las tuberías para realizar mediciones y para el ensayo no destructivo del material. Por lo general comprenden un cuerpo soporte de sensores que está equipado con los sensores necesarios para la realización de la comprobación de la tubería así como uno o varios otros topos que contienen equipos para registro de los valores de medición y el tratamiento de los valores de medición, así como el sistema para la alimentación de corriente.

15 Los topos se emplean en tuberías de largo recorrido tales como oleoductos para la determinación de daños en la pared de la tubería, tal como por ejemplo formación de corrosión, formación de grietas o formación de picaduras. El topo sirve para obtener un conocimiento exacto de la clase, magnitud y emplazamiento de los daños en la pared interior, en el material o en la pared exterior de la tubería. Para ello los sensores del topo exploran todo el perímetro de la pared interior del tubo cuando el topo se desplaza a través de la tubería. El topo se desplaza generalmente a través de la tubería mediante el fluido transportado por la tubería. Para la comprobación de la tubería se emplean sensores con diversas formas de funcionamiento, por ejemplo sensores por ultrasonido o sensores electromagnéticos. El cuerpo soporte de los sensores tiene como objetivo conducir los sensores en una determinada posición o a una determinada distancia respecto a la pared interior de la tubería.

25 Se conocen diversas clases de cuerpos soporte de sensores para topos. En una forma de realización conocida se emplean cuerpos de soporte de sensores en los que los sensores están dispuestos sobre segmentos que forman anillos de segmentos individuales situados uno tras otro. Los anillos de segmentos están unidos entre sí con un eje rígido orientado en la dirección de movimiento del topo. Aquí tienen un efecto negativo, especialmente por la escasa capacidad de adaptación del cuerpo soporte de los sensores a las curvas de la tubería, debido a la rigidez del eje y a la gran longitud de construcción resultante del cuerpo soporte de los sensores.

30 También se conocen cuerpos soporte de sensores en los que los sensores están unidos a un soporte mediante dispositivos mecánicos complejos, tal como por ejemplo un varillaje para conseguir que los distintos sensores presenten una distancia sensiblemente igual respecto a la pared interior de la tubería cuando se desplaza el cuerpo soporte de sensores a través de la tubería. El inconveniente en esta clase de dispositivos mecánicos es su elevada propensión a las averías, con lo cual se perjudica la precisión de medición de los sensores.

40 En otra forma de realización conocida se emplean unos patines que transcurren en dirección helicoidal alrededor de la dirección longitudinal. Los sensores están situados uno tras otro en los patines, y mediante la disposición helicoidal de los patines se consigue un decalaje lateral y por lo tanto un recubrimiento periférico de los sensores. El inconveniente en este caso es que los bordes laterales de los patines torsionados que miran hacia adelante, y que cubren cada uno una amplia zona del perímetro de la tubería, tienden a rascar suciedad de la pared de la tubería y dan lugar a fuerzas de enderezamiento para los patines. Ambas cosas perjudican los resultados de la comprobación, por ejemplo al obstruirse los sensores con cera o por errores de posicionamiento de los sensores. Dado que el decalaje de los sensores se realiza por la torsión de los patines únicamente se puede conseguir una forma de construcción más corta aumentando la torsión. Debido a los inconvenientes que esto entraña no se puede conseguir por lo tanto una longitud de construcción corta del cuerpo soporte de los sensores y sólo una escasa capacidad de paso por las curvas.

50 Por el documento DE 3626646 C2 se conoce un cuerpo soporte de sensores realizado como manguito. El manguito está subdividido en unos segmentos de bandas paralelas en las que están situados los sensores. Cuando los segmentos de bandas están orientados paralelos al eje del topo apenas se puede conseguir un solape de las zonas de medición determinadas por los sensores, o un decalaje de los sensores en dirección periférica. En una forma de realización preferida de este cuerpo soporte de sensores, los ejes centrales de los segmentos de bandas paralelos forman un ángulo agudo respecto al eje central de la tubería, con lo cual se obtiene un decalaje de los sensores en dirección periférica, de modo que por los sensores dispuestos uno tras otro en un segmento de banda se cubre una banda de superficie de la pared de la tubería que es más ancha que la superficie activa de cada sensor individual. El inconveniente de este caso es que sobre los segmentos de bandas orientados oblicuamente respecto a la dirección de movimiento del topo actúan durante el movimiento a través de la tubería unas fuerzas de ajuste en dirección a una alineación del segmento de bandas paralela al eje central de la tubería. Esto pone por una parte en peligro la precisión de la medición y por otra da lugar a que se rasquen las suciedades o irregularidades de la tubería en la pared de la tubería, y por lo tanto a otro detrimento de los resultados de la medición o a daños del topo.

65 Por el documento US 5.616.854 se conoce un dispositivo para la comprobación neumática de fugas en tuberías, donde se aplica desde el exterior un manguito a la tubería que se trata de comprobar.

Por el documento WO 0008378 A se conoce un segmento que presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1.

ES 2 334 989 T3

Teniendo en cuenta el estado de la técnica, la invención se plantea el objetivo de facilitar un segmento indicado inicialmente para un cuerpo soporte de sensores de un topo que se pueda componer con segmentos iguales entre sí para formar un cuerpo soporte de sensores, que además de un alto grado de seguridad de trabajo y funcionamiento presente también un alto grado de posibilidad de atravesar curvas. La invención se refiere además a un cuerpo soporte de sensores compuesto correspondientemente, o un topo.

Este objetivo se resuelve conforme a la invención por medio de un segmento que presenta las características de la adjunta reivindicación 1. Unas realizaciones preferentes y perfeccionamientos de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción con los correspondientes dibujos.

Un segmento conforme a la invención comprende por lo tanto un mínimo de dos parejas de patines que se componen cada uno de dos patines esencialmente paralelos entre sí. Los pares de patines están dispuestos seguidos uno tras otro en sentido opuesto al de avance del topo. Los patines están orientados en la dirección de movimiento del topo, es decir en la dirección longitudinal del segmento. Los patines que se siguen uno tras otro están unidos entre sí de modo elástico mediante elementos de unión. La unión elástica de los patines, por ejemplo a base de un material elástico, preferentemente plástico o con elementos de resortes metálicos provoca que los patines se puedan adaptar a las irregularidades de la pared interior de la tubería, como por ejemplo abolladuras, y el conjunto del cuerpo soporte de sensores pueda compensar variaciones de diámetro de la tubería que se investiga, estando los patines siempre adosados a la pared interior de la tubería por su cara superior y conduciendo los sensores a su distancia teórica respecto a la pared de la tubería.

Entre los patines de por lo menos una pareja de patines está dispuesta una placa de soporte para sensores. La placa de soporte puede estar fijada como componente independiente a los patines, o está realizada de una misma pieza con los patines.

El segmento está realizado de tal modo que se puede ensamblar con ayuda de un dispositivo de unión que une entre sí los segmentos, con otros segmentos semejantes para formar el cuerpo hueco de superficie envolvente cilíndrica.

Con un segmento conforme a la invención se puede formar un cuerpo soporte de sensores para un topo, que presenta un alto grado de seguridad de trabajo y funcionamiento, que conduce los sensores en una posición definida respecto a la pared interior de la tubería, que es flexible de modo que se compensan las variaciones de diámetro de la tubería y que permiten que en las irregularidades de la pared interior de la tubería cedan para cuidar el material, presente una longitud de construcción compacta y corta con lo cual mejora las posibilidades de paso por las curvas, que se pueda mover por el topo sin que haya fuerzas transversales o fuerzas de enderezamiento en los segmentos, de modo que la precisión de medición es alta y la erosión en el tubo y en los segmentos es reducida, y donde debido a su estructura se puede montar, desmontar y mantener sin mucho trabajo.

La característica de que los patines son esencialmente paralelos debe entenderse de modo que el ángulo entre los patines es menor a 15°, preferentemente menor a 10° y muy preferentemente menor a 5°. En una posición recta de esta clase se mantienen las ventajas de la invención en cuanto al escaso efecto de raspado y a la corta longitud de construcción.

Debido a la posición recta de los patines se reduce al mínimo el riesgo de ensuciamiento debido al raspado. Los sensores se pueden montar en las placas de soporte de cualquier modo, con lo cual se puede realizar una forma de construcción compacta o también una zona de exploración solapada para incrementar la precisión de medida.

En la invención no se requiere la torsión helicoidal de los patines para conseguir un decalaje de los sensores, y los sensores se pueden disponer de forma cualquiera y compacta sobre las placas de soporte. De ahí resulta una longitud de construcción corta, una buena posibilidad de paso por las curvas y un efecto de raspado reducido.

Los patines propiamente dichos pueden ser de un material relativamente rígido y no elástico, si se desea una alta autoestabilidad de los patines. En este caso se consigue la elasticidad del cuerpo soporte de los sensores esencialmente por los elementos de unión elásticos entre los patines y/o segmentos. En una forma de realización preferente los patines son de un material elástico, preferentemente del mismo que los elementos de unión, especialmente cuando se trata de una realización de una sola pieza, para conseguir un alto grado de flexibilidad del segmento. En caso de necesidad los patines también se pueden dotar de elementos de refuerzo, en la medida en que la resistencia alcanzada mediante la unión con la placa de soporte no fuera suficiente.

En otra forma de realización preferente se puede colocar por lo menos otra placa de soporte adicional para los sensores entre un patín de un segmento y un patín de un segmento contiguo. Los segmentos de un cuerpo soporte de sensores pueden unirse con el cuerpo soporte de sensores mediante placas de soporte dispuestas entre los segmentos. En otra forma de realización preferente del segmento el dispositivo de unión se puede colocar en la cara frontal del segmento situado en el sentido de avance del topo. El dispositivo de unión está realizado preferentemente como brida, que une entre sí los segmentos por el lado frontal. Otra forma de realización ventajosa de un dispositivo de unión son unas placas elásticas en forma de U dispuestas entre segmentos contiguos.

El número de parejas de patines de un segmento, compuesta cada una por dos patines paralelos entre sí, está preferentemente entre dos y diez, muy preferentemente entre dos y cuatro. Depende entre otras cosas del número

ES 2 334 989 T3

necesario de placas de soporte para los sensores requerida para conseguir una determinada precisión de medición así como de la facilidad de paso por las curvas deseada para el cuerpo soporte de sensores.

En una forma de realización ventajosa, la cara frontal de un segmento situada en el sentido de avance de un topo está realizada cerrándose en cono, por ejemplo mediante un tramo de los segmentos que se cierra en cono, de tal modo que el cuerpo cilíndrico hueco compuesto por los segmentos presenta en su lado frontal un tramo en forma de tronco de cono. De este modo el cuerpo hueco que sirve como cuerpo soporte de sensores se puede hacer pasar entonces sin problemas a través de una tubería incluso si su sección se reduce debido a irregularidades de la pared de la tubería tales como abolladuras.

Las parejas de patines dispuestas una tras otra se unen entre sí ventajosamente mediante unos elementos intermedios elásticos, preferentemente acodados dispuestos en los patines, que presentan preferentemente una sección redonda, ovalada, rectangular o trapezoidal. La sección de los elementos intermedios puede ser menor que la sección de los patines para mejorar la flexibilidad elástica de los segmentos. Los elementos intermedios pueden transcurrir paralelos o también divergentes o convergentes entre sí, pudiendo presentar los elementos intermedios de las diferentes parejas de patines de un mismo segmento unos trazados de esta clase diferentes entre sí.

Mediante los elementos intermedios elásticos se consigue que las parejas de patines dispuestas una tras otra estén alineadas lo más paralelas posibles al eje del tubo, y los patines puedan seguir las variaciones de diámetro y las irregularidades. Mediante estos elementos intermedios elásticos y una reducida longitud de construcción de un cuerpo soporte de sensores compuesto por segmentos conformes a la invención se puede incrementar notablemente la facilidad de paso por las curvas del cuerpo soporte de sensores, de modo que se puedan atravesar también tramos de tuberías que presenten unas curvas de tubería fuertes y un reducido radio de curvatura.

Para mejorar la estabilidad del cuerpo soporte de sensores, para incrementar la capacidad de resistencia a la tracción de los segmentos y del cuerpo soporte de sensores, por ejemplo para evitar que se arranque o dañe el segmento en el caso de que aparezcan bruscamente fuerzas al atravesar salidas que penetren en el interior de la tubería y para mejorar la estabilidad de dirección de los sensores durante su movimiento a través de la tubería, pueden ser ventajosas las características expuestas a continuación.

De acuerdo con una primera característica ventajosa se propone que el segmento situado entre por lo menos una pareja de patines presente en su lado anterior en el sentido de movimiento del topo una pieza de puente transversal que conecte los patines de la pareja de patines. De acuerdo con otra característica ventajosa puede estar previsto que un segmento situado entre la placa de soporte que está situada entre una pareja de patines y un patín de una pareja de patines siguiente situada en contra del sentido de avance del topo presente un elemento de conexión que une la placa de soporte y el patín. El elemento de conexión puede estar dispuesto preferentemente en la dirección longitudinal del patín, y los elementos de conexión entre una placa de soporte y un patín van fijados mediante casquillos en la placa de soporte.

De acuerdo con otra característica ventajosa se propone que el segmento presente una pieza de puente transversal mediante la cual se pueda unir con un segmento contiguo. Para ello puede estar previsto además que la pieza de puente transversal esté realizada de tal modo que se pueda unir con la pieza de puente transversal correspondiente de un segmento contiguo, de modo que las dos piezas de puente transversal se complementen formando un puente transversal que conecte segmentos contiguos.

Para ello puede haber un elemento intermedio para la conexión de dos patines consecutivos articulado mediante un casquillo en la pieza de puente transversal de un segmento. El casquillo crea una conexión resistente a la tracción pero flexible.

La longitud de los patines está situada preferentemente entre 5 cm y 300 cm, más preferentemente entre 10 cm y 50 cm. Depende de la longitud preferida de las placas de soporte que se vayan a colocar y de acuerdo con las posibilidades de paso de curvas requerida para los patines y el cuerpo soporte de sensores. Cuanto más reducida sea la longitud de los patines tanto mayor es su capacidad de atravesar curvas, pero también es tanto menor la longitud de las placas de soporte que se pueden colocar entre los patines, y con ello del número de sensores con el que se puede equipar una placa de soporte.

La longitud de los elementos intermedios mediante los cuales están conectados entre sí los patines dispuestos uno tras otro está preferentemente entre 2 cm y 50 cm. En una forma de realización preferida de un segmento conforme a la invención, todos los patines presentan una longitud uniforme. También los elementos intermedios que conectan entre sí patines contiguos pueden tener todos ellos una longitud uniforme. Esto da lugar por una parte a una reducción de los costes de fabricación, y por otra a un comportamiento mecánico uniforme del segmento en toda su longitud.

La relación entre la longitud de los elementos intermedios respecto a la longitud de los patines contiguos conectados por medio de los elementos intermedios está situada preferentemente entre $1/10$ y 5, muy preferentemente entre $2/10$ y 1. Para ello hay que tener en cuenta que por una parte una longitud reducida de los elementos intermedios reduce la longitud de construcción del segmento o del cuerpo soporte de los sensores, y por otra parte una longitud mayor de los elementos intermedios incrementa la flexibilidad del segmento o del cuerpo soporte de sensores, pero teniendo ambos un efecto favorable para la facilidad de paso por las curvas.

ES 2 334 989 T3

Para incrementar la estabilidad de los patines su sección puede estar realizada ventajosamente en forma trapezoidal, de paralelogramo o rectangular. También actúa influyendo sobre la estabilidad la relación entre la altura del patín, es decir la extensión del patín en dirección radial del cuerpo soporte de sensores compuesto por los segmentos conformes a la invención y la anchura del patín, es decir la extensión del patín en dirección periférica del cuerpo soporte de sensores, que está preferentemente entre $1/3$ y 3 .

Los patines pueden estar realizados en su cara superiores dirección transversal a su dirección longitudinal, que se corresponde con la dirección de avance del topo, de forma plana o preferentemente abombada. En el caso de patines estrechos o diámetros de tubo reducidos es conveniente una realización plana, mientras que una cara superior abombada es especialmente ventajosa en el caso de patines anchos o grandes diámetros de tubería. El radio de curvatura del abombamiento está adaptado preferentemente al radio de la superficie envolvente cilíndrica del cuerpo soporte de sensores compuesto por los segmentos conformes a la invención para que los patines de un cuerpo soporte de sensores que se desplaza a través de una tubería puedan asentar lo mejor posible en la pared interior de la tubería. Para reducir el rozamiento entre los patines y la pared interior de la tubería y por lo tanto para reducir la erosión de los patines e incrementar su vida útil, puede haber empotradas en los patines a intervalos regulares unas zapatas de desgaste de un material metálico que rematan al ras con la superficie de los patines. Por medio de los patines de desgaste aumenta además la estabilidad de los patines. Un patín está dotado preferentemente con patines de desgaste empotrados entre $1/10$ y $3/4$ de su longitud.

Los patines pueden presentar escotaduras, por ejemplo entre las zapatas de desgaste. Estas escotaduras pueden ser especialmente ventajosas para crear un espacio libre para el campo de medición de los sensores, por ejemplo para sensores de ultrasonido de irradiación oblicua.

Las placas de soporte para los sensores pueden estar aplicadas a la cara inferior de los patines. Esto incrementa la estabilidad del segmento y con ello la del cuerpo soporte de sensores. Para esto los patines pueden presentar orificios para alojamiento de tornillos, mientras que las placas de soporte están dotadas de roscas interiores adecuadas para los tornillos, de modo que se puedan atornillar las placas de soporte a los patines. Esto permite realizar un montaje sencillo del segmento y del cuerpo soporte de segmentos, y facilita la sustitución de segmentos, placas de soporte y sensores en el caso de una reparación.

Las placas de soporte pueden estar abombadas o preferentemente ser planas para ahorrar costes de fabricación, consiguiéndose una distancia aproximadamente uniforme necesaria de los sensores respecto a la pared interior de la tubería mediante la correspondiente adaptación de la altura de instalación de los sensores.

Las caras inferiores de los patines son también preferentemente planas y achaflanadas de tal modo que en la dirección radial del cuerpo soporte de sensores queden adaptadas a la orientación de las placas de soporte que se vayan a aplicar.

Un segmento conforme a la invención puede estar realizado en su totalidad o en sus partes esenciales como elemento de una sola pieza. El elemento de una sola pieza puede comprender en particular uno o varios de los componentes siguientes: patines, elementos de conexión elásticos, elementos intermedios, tramo de segmento que se va reduciendo de forma cónica, piezas de puente transversal. Mediante la realización de una sola pieza se simplifica la fabricación.

El segmento o partes de éste, en particular una parte que comprenda varios componentes, está realizado preferentemente de un plástico elástico que por una parte presente suficiente elasticidad para permitir la movilidad, en particular de los elementos de conexión de los elementos intermedios, y por otra parte tenga suficiente resistencia y estabilidad para que los segmentos, en particular los patines, puedan cumplir su cometido de guiado de los sensores. En la práctica han resultado adecuados plásticos elásticos con una dureza de 65 a 95 Shore A. Un material adecuado es por ejemplo poliuretano.

Varios segmentos conformes a la invención pueden formar un cuerpo soporte de sensores en forma de un cuerpo hueco para un topo. El cuerpo soporte de sensores se compone preferentemente de segmentos individuales, pero también puede estar realizado de una sola pieza. Entre los segmentos contiguos de un cuerpo soporte de sensores de este tipo pueden colocarse unas placas elásticas en forma de U para producir una tensión inicial del cuerpo soporte de sensores, de modo que los patines de los segmentos sean apretados contra la pared interior del tubo dentro del cual se mueve el cuerpo soporte de sensores. Estas placas elásticas en forma de U se fijan preferentemente a las placas de soporte que van colocadas en la cara inferior de los patines. Un topo que comprenda por ejemplo un cuerpo soporte de sensores conforme a la invención se puede desplazar a través de las tuberías para realizar mediciones y para el ensayo de materiales no destructivos.

A continuación se explican ejemplos de realización de cuerpos soporte de sensores, sirviéndose de dos figuras. Mediante los ejemplos de realización presentados en las restantes figuras se explica con mayor detalle la invención. Las figuras muestran

Fig. 1 una vista lateral esquemática de un cuerpo soporte de sensores conocido, con patines helicoidales,

Fig. 2 una vista lateral esquemática de otro cuerpo soporte de sensores conocido, con dos anillos de segmentos formados por segmentos en banda,

ES 2 334 989 T3

Fig. 3 una vista lateral de un tramo de un topo con un primer cuerpo soporte de sensores conforme a la invención y otro cuerpo de topo,

Fig. 4 una vista en perspectiva de un segmento conforme a la invención con dos parejas de patines según la Fig. 3,

Fig. 5 una vista lateral del segmento de la Fig. 4,

Fig. 6 una vista en planta del segmento de la Fig. 4,

Fig. 7 una vista en planta esquemática de una pareja de patines de un segmento según la Fig. 4, con la representación de las huellas de movimiento de los sensores,

Fig. 8 una vista en perspectiva de un segmento modificado según la Fig. 4 con dos parejas de patines con zapatas de desgaste,

Fig. 9 una vista lateral de un cuerpo soporte de sensores conforme a la Fig. 3 con segmentos según la Fig. 4,

Fig. 10 una sección A-A' correspondiente a la Fig. 9,

Fig. 11 una sección B-B' correspondiente a la Fig. 9,

Fig. 12 una sección C-C' correspondiente a la Fig. 9,

Fig. 13 una vista frontal de un cuerpo soporte de sensores conforme a la Fig. 9, con brida,

Fig. 14 la vista frontal del cuerpo soporte de sensores de la Fig. 9, sin brida,

Fig. 15 una vista lateral de un segundo cuerpo soporte de sensores con segmentos con cuatro parejas de patines,

Fig. 16 una representación detallada de una sección A-A' correspondiente a la Fig. 15,

Fig. 17 una vista en perspectiva de un segmento con cuatro parejas de patines, correspondiente a la Fig. 17,

Fig. 18 una vista lateral del segmento de la Fig. 17,

Fig. 19 una vista en planta del segmento de la Fig. 17,

Fig. 20 una vista en planta esquemática de cuatro parejas de patines de un segmento con representación de las huellas de movimiento de los bastidor,

Fig. 21 una vista en perspectiva de una tercera forma de realización de un segmento con tres parejas de patines,

Fig. 22 una vista en perspectiva de tres segmentos compuestos según la Fig. 21,

Fig. 23 una vista en perspectiva de un cuerpo soporte de sensores, compuesto por segmentos según la Fig. 21,

Fig. 24 una vista lateral de un cuerpo soporte de sensores según la Fig. 23,

Fig. 25 una sección correspondiente a la Fig. 24,

Fig. 26 otra sección correspondiente a la Fig. 24 y

Fig. 27 una vista en planta esquemática de una pareja de patines de un segmento según la Fig. 21 con representación de las huellas de movimiento de los sensores.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un cuerpo soporte de sensores conocido 1, que está compuesto por segmentos en banda 2 en forma de patines torsionados en hélice alrededor del cuerpo soporte de sensores, que con respecto al eje central 3 del cuerpo soporte de sensores 1 forman un ángulo agudo. En los segmentos de banda 2 se encuentran orificios 4 para alojamiento de sensores. En la cara frontal el cuerpo soporte de sensores 1 presenta un tramo de banda 5 que se estrecha de forma cónica. Los segmentos de banda 2 están atornillados entre sí por medio de una brida 6. En la brida 6 se encuentra en posición central una pieza de acoplamiento 7. Ésta sirve para realizar la unión con otros cuerpos de topo y está realizada preferentemente como junta Cardan.

Durante el movimiento de un cuerpo soporte de sensores 1 de esta clase a través de una tubería aparecen en los segmentos de banda 2 unas fuerzas de recuperación en sentido hacia una alineación paralela respecto al eje central. El cuerpo soporte de sensores 1 tiene además una longitud fija debido a su forma de construcción. En el caso de diámetros de tubería pequeños resulta de aquí una mala posibilidad de adaptación a las curvas. En la práctica los

ES 2 334 989 T3

radios de curvatura que pueden ser atravesados por un topo son de hasta 1,5 veces el diámetro del tubo. La aplicación del topo antes conocido con una longitud de construcción predeterminada se limita por lo tanto a diámetros de tubería mayores.

5 La Fig. 2 muestra esquemáticamente otro cuerpo soporte de sensores conocido 1, que presenta dos anillos de segmentos 8 dispuestos uno tras otro, que están compuestos por segmentos de banda 2 alineados de modo paralelo a la dirección de movimiento y que están unidos entre sí por medio de un eje rígido 9. En los segmentos de banda 2 están dispuestos orificios 4 para el alojamiento de sensores. En los tramos de banda 5 que se estrechan de forma cónica, los segmentos de banda 2 están unidos entre sí por medio de una brida 6. El eje 9 lleva en sus extremos unos
10 manguitos 10 para la conducción y en su lado frontal una pieza de acoplamiento 7 para unir con otros cuerpos de topo.

La Fig. 3 muestra la vista lateral de una primera forma de realización de un cuerpo soporte de sensores 11 conforme a la invención con otro cuerpo de topo unido mediante una pieza de acoplamiento 7 con articulación Cardan, en una
15 sección longitudinal de una tubería 13. El cuerpo soporte de sensores 11 está compuesto por segmentos 15, que comprenden cada uno dos parejas de patines 16 paralelos dispuestos uno tras otro. El cuerpo del topo 12 puede alojar por ejemplo aparatos registradores de valores de medición o un sistema de alimentación de corriente, y está dotado de dos manguitos 10 adosados a la pared interior de la tubería.

20 La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de un segmento 15 conforme a la invención correspondiente a la Fig. 3, con dos parejas de patines 16a, 16b dispuestas una detrás de la otra, que están unidas entre sí mediante dos elementos intermedios elásticos 17 que las reúnen. En el lado anterior en el sentido de avance del topo, el segmento 15 está realizado en forma de un tramo de una envolvente de tronco de cono, como tramo de segmento cónico 18. En su cara frontal el tramo de segmento 18 que se estrecha en cono está acodado de tal modo que se puede aplicar una brida.

25 Entre los patines 19 de la primera pareja de patines 16a, en el sentido de avance del topo, va fijada una placa de soporte 20 equipada con sensores 21. Los sensores 21 están dispuestos de tal modo sobre la placa de soporte que las conexiones de los sensores 22 (por ejemplo espigas o conexiones de enchufe) sobresalen de la cara inferior de la placa de soporte 20. Según la aplicación y la magnitud de medida los sensores 21 pueden estar orientados
30 perpendicularmente o en dirección oblicua respecto a la pared interior de la tubería.

Los patines 19, de sección preferentemente trapezoidal, presentan unos orificios 24 accesibles a través de huecos 23 para alojamiento de tornillos mediante los cuales están fijadas las placas de soporte 20 a los patines 19.

35 En las superficies laterales de las placas de soporte 20 van fijadas unas placas elásticas 25 en forma de U mediante tornillos 26. En los patines 19 de la segunda pareja de patines 16b va atornillada respectivamente una placa de soporte 20 que a su vez se atornilla a los patines 19 de parejas de patines contiguas de segmentos contiguos 15 al componer tales segmentos 15 para formar un cuerpo soporte de sensores 11.

40 La Fig. 5 muestra una vista lateral y la Fig. 6 una vista en planta del segmento 15 de la Fig. 4. El segmento 15 presenta esencialmente simetría axial respecto al eje central 27.

En la Fig. 5 está representado en un desarrollo esquemático el trazado de las huellas de movimiento 28 de los sensores 21 que están situados sobre las placas de soporte 20 entre las parejas de patines 16 y entre los patines
45 19 de parejas de patines 16 contiguos. Las huellas de movimiento 28 de todos los sensores 21 son rectas paralelas equidistantes, de modo que queda garantizado que las superficies activas de los sensores 21 cubren totalmente la pared interior de la tubería. Para ello los sensores 21 cuyas huellas de movimiento 28 son contiguas están situados por lo general sobre una placa de soporte 20.

50 La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva de un segmento 15 conforme a la invención con dos parejas de patines 16. En los patines 16 van empotrados en cada uno dos zapatas de desgaste 28 que rematan al ras con la superficie de los patines 19. En la Fig. se indica cómo están fundidas alrededor las zapatas de desgaste 29. Además están representadas las escotaduras 30 en los patines 19, que crean espacio libre para los sensores 21 de radiación lateral.

55 La Fig. 9 muestra una vista lateral del cuerpo soporte de sensores 11 conforme a la invención en una sección longitudinal de una tubería 13. El cuerpo soporte de sensores 11 está compuesto por segmentos 15, que presentan cada uno dos parejas de patines 16 dispuestos uno tras otro a base de patines paralelos 19. Las parejas de patines 16 están conectadas entre sí mediante elementos intermedios elásticos divergentes 17. Los tramos de segmentos 18 de los segmentos 15 que se reúnen en forma cónica forman un tronco de cono. Se mantienen unidos por medio de una brida
60 6 dispuesta en la cara frontal con tuercas de pestaña. La brida 6 presenta en su centro una pieza de acoplamiento 7 mediante la cual el cuerpo soporte de sensores 11 se puede enganchar a otro cuerpo de topo.

La Figura 10 muestra una sección A-A' del cuerpo soporte de sensores 11 conforme a la invención según la Figura 9. En la Figura, igual que en las demás Figuras, y para mayor claridad se ha representado, sólo en una mitad de
65 la Figura la tubería 13, cuya pared interior corresponde a la superficie envolvente cilíndrica del cuerpo soporte de sensores 11. Las placas de soporte 20 dispuestas entre las parejas de patines 16, que están dotadas de los sensores 21, están dispuestas entre un patín 19 de una pareja de patines 16 y el patín contiguo 19 de una pareja de patines contigua 16. Entre las placas de soporte 20 van fijadas mediante tornillos en las superficies laterales de las placas de soporte

ES 2 334 989 T3

unas placas de resorte 25 en forma de U que provocan una tensión inicial del cuerpo soporte de sensores 11, de modo que los patines 19 asientan firmemente en la pared interior de la tubería 13.

La Figura 11 muestra una sección B-B' y la Figura 12 muestra una sección C-C' del cuerpo soporte de sensores 11 conforme a la invención según la Figura 9.

La Figura 13 muestra la cara frontal de un cuerpo soporte de sensores 11. Los tramos de segmentos 18 que se estrechan de forma cónica, de los segmentos 15, se mantienen unidos por medio de una brida circular 6 fijada con los tornillos 31. La brida de forma circular 6 presenta orificios de paso 32 para el paso de cables. En el centro de la brida de forma circular 6 va colocada una pieza de acoplamiento 7.

La Figura 14 muestra la cara frontal de un cuerpo soporte de sensores 11 sin la brida 6 aplicada a los tramos de segmento 18 que se van estrechando de forma cónica y omitiendo un segmento 15. Los tramos de segmentos 18 que se estrechan en forma cónica están alineados entre sí formando un anillo y en su cara frontal forman una superficie plana de forma anular para asiento de la brida 33. En la superficie de asiento de la brida 33 hay orificios roscados 34 para los tornillos de la brida 31.

La Figura 15 muestra la vista lateral de un segundo cuerpo soporte de sensores 15 en una sección longitudinal de una tubería 13, tal como se emplea preferentemente para el control de grietas. El cuerpo soporte de sensores 11 está compuesto por segmentos 15, cada uno con cuatro parejas de patines 16a, 16b, 16c, 16d, que están conectadas mediante unos elementos intermedios 17 elástico, convergentes, paralelos y divergentes.

La Figura 16 muestra un detalle de una sección A-A' correspondiente a la Figura 15. Sobre las placas de soporte 20 conectadas mediante las placas de resorte 25 en forma de U están dispuestos los sensores 21 de tal modo que las conexiones de los sensores 22 sobresalen de la cara inferior de la placa de soporte 20.

La Figura 17 muestra una vista en perspectiva de un segmento 15 conforme a la invención según la Figura 15 con cuatro parejas de patines paralelos dispuestos uno tras otro 16a, 16b, 16c, 16d, donde entre la primera pareja de patines 16a y entre la cuarta pareja de patines 16d están dispuestas unas placas de soporte para los sensores 21. En la segunda y tercera pareja de patines 16b, 16c va colocada en cada patín respectivamente una placa de soporte 20, que se puede conectar con un patín de un segmento contiguo. La primera y segunda pareja de patines 16a, 16b están conectadas entre sí mediante elementos intermedios 17 elásticos, convergentes, fijados de modo acodado en los patines 19; la segunda y tercera pareja de patines 16b, 16c lo están con elementos intermedios paralelos y la tercera y cuarta pareja de patines 16c, 16d lo está con elementos intermedios divergentes.

La Figura 18 muestra una vista lateral y la Figura 19 una vista en planta del segmento 15 de la Figura 17. La tercera y cuarta pareja de patines 16c, 16d están dispuestas desplazadas lateralmente respecto al eje central 17 de la primera y segunda pareja de patines 16b, 16c de modo que se obtiene un conjunto de superficies activas de sensores 21 de las diferentes placas de soporte 20 dispuestas unas junto a otras. De este modo resulta posible también conseguir una alta precisión de medición tal como se requiere para el control de grietas de una tubería.

En la Figura 20 están representadas en forma de un desarrollo esquemático de la Figura 15 las huellas de movimiento 28 de los sensores 21. Debido al número y disposición de los sensores 21 y al desplazamiento de las placas de soporte 20 en dirección periférica se consigue que cada dos sensores 21 de dos placas de soporte diferentes 20 presenten la misma huella de movimiento 28. Las superficies activas de los sensores 21 situados en la misma huella de movimiento 28 se pueden solapar, por ejemplo para conseguir una precisión de medición mayor. Pero los sensores 21 también pueden radiar en direcciones diferentes, por ejemplo izquierda-derecha, por ejemplo para el control de grietas.

La Figura 21 muestra otra forma de realización ventajosa de un segmento 15 conforme a la invención, que está realizado especialmente para conseguir estabilidad frente a esfuerzos de tracción grandes. Comprende tres parejas de patines 16a, 16b, 16c, 16d dispuestas una detrás de la otra, cada una con dos patines paralelos 19. En su cara frontal, el segmento 15 está realizado estrechándose de forma cónica.

A diferencia de las formas de realización de las Figuras 8 y 17, los elementos intermedios 17 entre los patines 19 dispuestos uno detrás del otro están orientados en la dirección de avance del topo, de modo que en ellos no aparecen fuerzas transversales. En esta forma de realización están previstos además unos elementos de unión 35 adicionales, de trazado longitudinal, que están conectados entre los patines 19 y las placas de soporte 20 (véase la Figura 22) soportando cargas. El elemento intermedio 17 situado entre la primera pareja de patines 16a y la segunda pareja de patines 16b transcurre rectilíneo entre los patines 19 de las parejas de patines 16a, 16b dispuestos uno tras otro. El otro elemento intermedio 17 situado entre la primera pareja de patines 16a y la segunda pareja de patines 16b va conectado mediante una pieza de puente transversal 36a, a la cual va fijado el elemento intermedio 17 mediante un casquillo 37, con un patín 19 paralelo de la segunda pareja de patines 16b decalado lateralmente.

Este patín 19 decalado lateralmente de la segunda pareja de patines 16b presenta en el sentido del tramo de segmento 18 que se estrecha de forma cónica un elemento de conexión 35 dotado de un casquillo 37 al cual se puede fijar una placa de soporte 20 perteneciente a la primera pareja de patines 16a. Este patín está además conectado de forma rectilínea a través de un elemento intermedio 17 con un patín 19 de la tercera pareja de patines 16c. El otro patín 19 de

la segunda pareja de patines 16b presenta en su cara frontal una pieza de puente transversal 36b que es adecuada para alojar un casquillo 37 de un elemento intermedio 17 y una pieza de puente transversal 36a de un segmento contiguo 15. Está conectada de forma rectilínea por medio de un elemento intermedio 17 con un puente transversal 36 dispuesto entre los patines 17 de la tercera pareja de patines 16c, en su cara frontal.

Las piezas de puente transversal 36a, 36b compuestas correspondientes entre sí corresponden en cuanto a su función a un puente transversal 36. El patín 19 de la tercera pareja de patines 16c, que no está conectado de forma rectilínea con un patín 19 de la segunda pareja de patines 16b por medio de un elemento intermedio 17, presenta en su cara frontal un elemento de conexión 35 dotado de un casquillo 37 al que se puede fijar una placa de soporte 20.

Si en la primera pareja de patines 16a y en la tercera pareja de patines 16c se fijan sendas placas de soporte 20 entonces al arrastrar el cuerpo soporte de sensores a través de una tubería pasa un flujo de fuerzas rectilíneo desde el primer patín 19 de la primera pareja de patines 16a hasta el puente transversal 36 de la tercera pareja de patines 16c, y otro flujo de fuerza rectilíneo desde la placa de soporte 20 entre la primera pareja de patines 16a a través del elemento de conexión 35 que va fijado mediante un casquillo 37 a la placa de soporte 20, y que conecta la placa de soporte 20 con el patín 19 de la segunda pareja de patines 16b, hasta un patín 19 de la tercera pareja de patines 16c. Lo mismo es válido para la placa de soporte 20 que va fijada a la segunda pareja de patines 16b y que establece la conexión con un segmento contiguo.

De este modo el segmento 15 y el cuerpo soporte de sensores compuesto por tales segmentos adquiere un alto grado de estabilidad, y una alta estabilidad de dirección de los sensores, incluso en el caso de fuerzas de tracción elevadas.

La Figura 22 muestra en un detalle de un cuerpo soporte de sensores tres segmentos 15 compuestos según la Figura 21, donde entre la primera pareja de patines 16a y la tercera pareja de patines 16c va fijada respectivamente una placa de soporte 20. Además, entre cada patín 19 de la segunda pareja de patines 16b de un segmento 15 y el patín contiguo 19 de la segunda pareja de patines 16b del segmento 15 contiguo también va fijada una placa de soporte 20. Se observa aquí la disposición compacta y de gran estabilidad, donde a pesar de ello se puede realizar una pluralidad de sensores 21, también con huellas de movimiento 5 solapadas, en particular de diferentes placas de soporte 20. Las placas de resorte en forma de U entre patines contiguos 19 se han omitido en este caso para mayor claridad.

La Figura 23 muestra un cuerpo soporte de sensores 11 compuesto de segmentos 15 según la Figura 21. Las placas de soporte 20 no se han dibujado en esta representación para mayor claridad. Además para dar mayor claridad a la estructura y a la disposición modular a 10 base de segmentos iguales 15 según la Figura 21 se ha identificado un segmento 15 por medio de un rayado.

Las Figuras 24 a 27 son otras representaciones del cuerpo soporte de sensores 11 según la Figura 23. La Figura 24 se corresponde con la Figura 9 y las Figuras 25 y 26 con las Figuras 10 a 12, no habiéndose representado las placas de resorte en forma de U, y la Figura 15 27 se corresponde con la Figura 20.

Lista de referencias

- 1 Cuerpo soporte de sensores conocido
- 2 Segmento en banda
- 3 Eje central del cuerpo soporte de sensores
- 4 Orificio para sensor
- 5 Tramo en banda convergente de forma cónica
- 6 Brida
- 7 Pieza de acoplamiento
- 8 Anillo de segmento
- 9 Eje rígido
- 10 Manguito
- 11 Conforme a la invención
- 12 Cuerpo del topo
- 13 Tubería

ES 2 334 989 T3

	15	Segmento conforme a la invención
	16	Pareja de patines paralelos
5	16a	Primera pareja de patines
	16b	Segunda pareja de patines
	16c	Tercera pareja de patines
10	16d	Cuarta pareja de patines
	17	Elemento intermedio elástico
15	18	Tramo de segmento convergente de forma cónica
	19	Patín
	20	Placa de soporte
20	21	Sensor
	22	Conexión del sensor
25	23	Hueco en un patín
	24	Orificio roscado en una placa de soporte
	25	Placa de resorte en forma de U
30	26	Tornillo de fijación para una placa de resorte en forma de U
	27	Eje central de una pareja de patines
35	28	Huella de movimiento de un sensor
	29	Zapata de desgaste
	30	Escotadura
40	31	Tornillo de brida
	32	Orificio de paso
45	33	Superficie de asiento de la brida
	34	Orificio roscado para tornillo con brida
	35	Elemento de conexión
50	36	Puente transversal
	36a	Primera parte de puente transversal
55	36b	Segunda parte de puente transversal
	37	Casquillo
60		
65		

REIVINDICACIONES

1. Segmento (15) para un cuerpo soporte de sensores (11) compuesto por tales segmentos (15) formando un cuerpo hueco de superficie envolvente cilíndrica de un topo que para el control de tuberías se puede desplazar a través de una tubería (13), estando equipado el cuerpo soporte de sensores (11) con los sensores (21) necesarios para realizar el control de la tubería,
donde el segmento (15) comprende por lo menos dos parejas de patines (16), compuestas cada una por dos patines (19) esencialmente paralelos entre sí, estando orientados los patines (19) en la dirección de movimiento del topo, estando dispuesta entre los patines (19) de por lo menos una pareja de patines (16) una placa de soporte (20) para los sensores (21) y unida a los patines (19) de la pareja de patines (16), estando realizado el segmento (15) de tal modo que se pueda conectar mediante un dispositivo de conexión que una los segmentos (15), con otro de tales segmentos (15) para formar el cuerpo hueco de superficie envolvente cilíndrica,
caracterizado porque las parejas de patines (16) del segmento (15) están dispuestas de modo consecutivo en sentido opuesto al sentido de avance del topo, y los patines (19) situados uno detrás del otro están conectados entre sí de modo elástico mediante elementos de conexión.
2. Segmento (15) según la reivindicación 1, **caracterizado** porque entre un patín (19) de un segmento (15) y un patín (19) de un segmento contiguo (15) se puede colocar por lo menos otra placa de soporte adicional (20) para sensores (21).
3. Segmento (15) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el dispositivo de conexión con cuya ayuda se pueden conectar con otros de tales segmentos (15) para formar un cuerpo hueco de superficie envolvente cilíndrica se puede aplicar a la cara frontal del segmento (15) situado en el sentido de avance del topo.
4. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el número de sus parejas de patines (16), a base cada una de dos patines paralelos entre sí (19), está entre 2 y 10, preferentemente entre 2 y 4.
5. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en su cara frontal situada en el sentido de avance de un topo presenta un tramo de segmentos (18) que converge de forma cónica de modo que el cuerpo hueco compuesto por tales segmentos (15) tiene forma de tronco de cono en su cara frontal situada en el sentido de avance del topo.
6. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque entre los patines consecutivos (19) de un segmento (15) están realizados unos elementos de conexión como elementos intermedios (17) paralelos y elásticos que conectan entre sí patines consecutivos (19).
7. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque entre los patines consecutivos (19) de un segmento (15) están realizados elementos de conexión en forma de elementos intermedios (17) que conectan patines (19) consecutivos elásticos que transcurren entre sí por parejas de forma divergente o convergente.
8. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque entre por lo menos una pareja de patines (16) presenta en su cara anterior en el sentido de avance del topo un puente transversal (36, 36a, 36b) que une los patines (19) de la pareja de patines (16).
9. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque entre la placa de soporte (20) que está dispuesta entre una pareja de patines (16) y un patín (19) de una pareja de patines (16) siguiente en el sentido contrario al de avance del topo presenta un elemento de conexión (35) que conecta la placa de soporte (20) y el patín (19).
10. Segmento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el elemento de conexión (35) está dispuesto en la dirección longitudinal del patín (19).
11. Segmento (15) según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** porque el elemento de conexión (35) se puede disponer en la placa de soporte (20) mediante un casquillo (37) entre una placa de soporte (20) y un patín (19).
12. Segmento (15) según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** porque presenta un elemento intermedio (17) entre patines consecutivos (19), que por un extremo está fijado con una pieza de puente transversal (36a) a una pareja de patines (16) siguiente.
13. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por presentar una pieza de puente transversal (36a, 36b) mediante la cual se puede conectar con un segmento contiguo (15).
14. Segmento (15) según la reivindicación 13, **caracterizado** porque la pieza de puente transversal (36a, 36b) está realizada de tal modo que se puede conectar con una pieza de puente transversal correspondiente (36b, 36a) de un segmento contiguo (15).

ES 2 334 989 T3

15. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las superficies de las caras superiores de los patines (19)) están abombadas en dirección transversal a la dirección longitudinal de los patines (19).

5 16. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en los patines (19) van empotradas unas zapatas de desgaste metálicas (29) que terminan al ras de la superficie de la cara superior de los patines (19).

10 17. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los patines (19) presentan unas escotaduras (30).

18. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por estar realizado de tal modo que las placas soporte (20) se puedan fijar a la cara inferior de los patines (19).

15 19. Segmento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los patines (19) son de un material elástico.

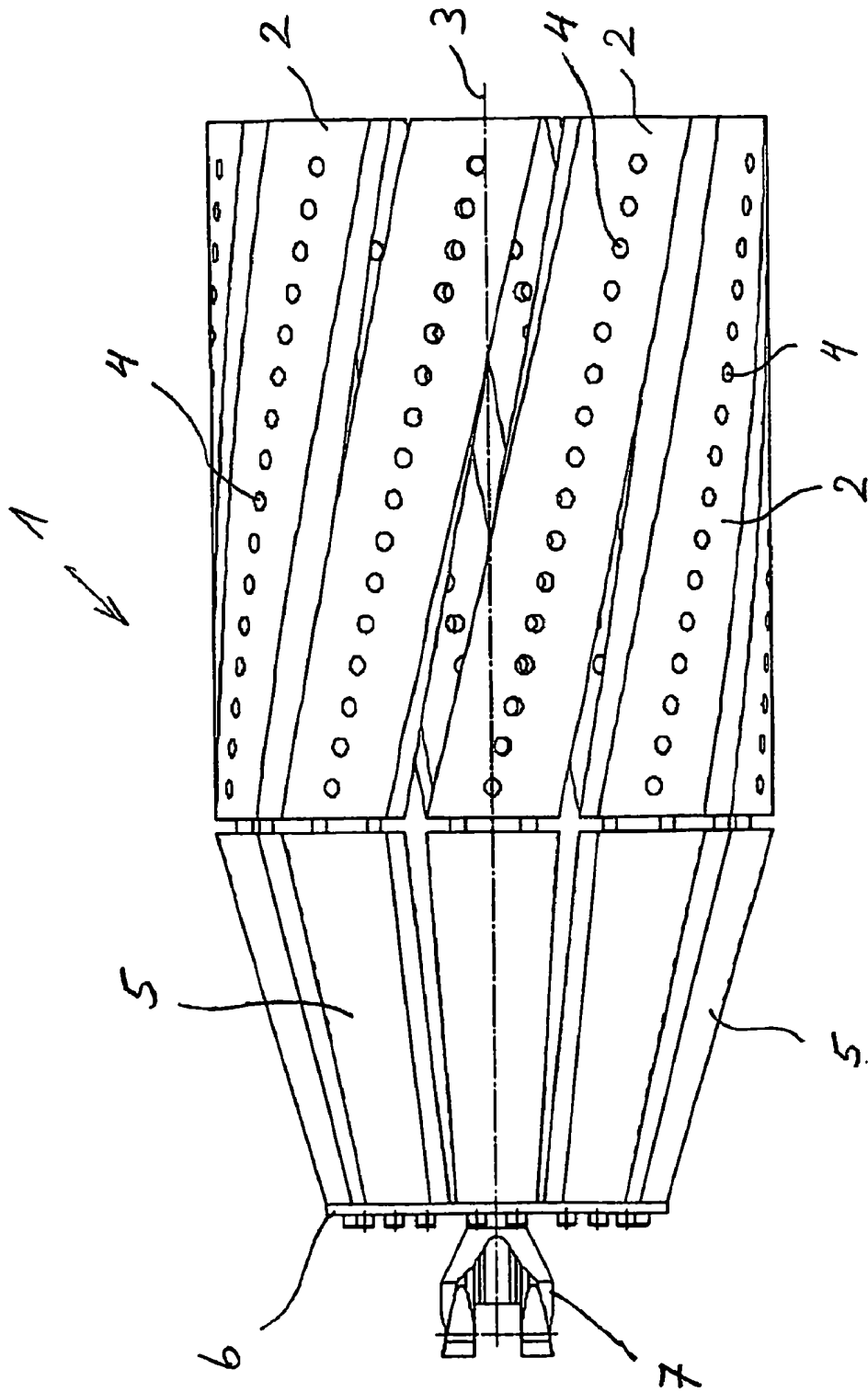
20 20. Segmento (15) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el segmento (15) está formado en su totalidad o en parte como componente de una sola pieza, que comprende uno o varios de los componentes siguientes: patines (19), elementos de conexión (35), elementos intermedios (17), tramo de segmento convergente en forma cónica (18), puente transversal (36), pieza de puente transversal (36a, 36b).

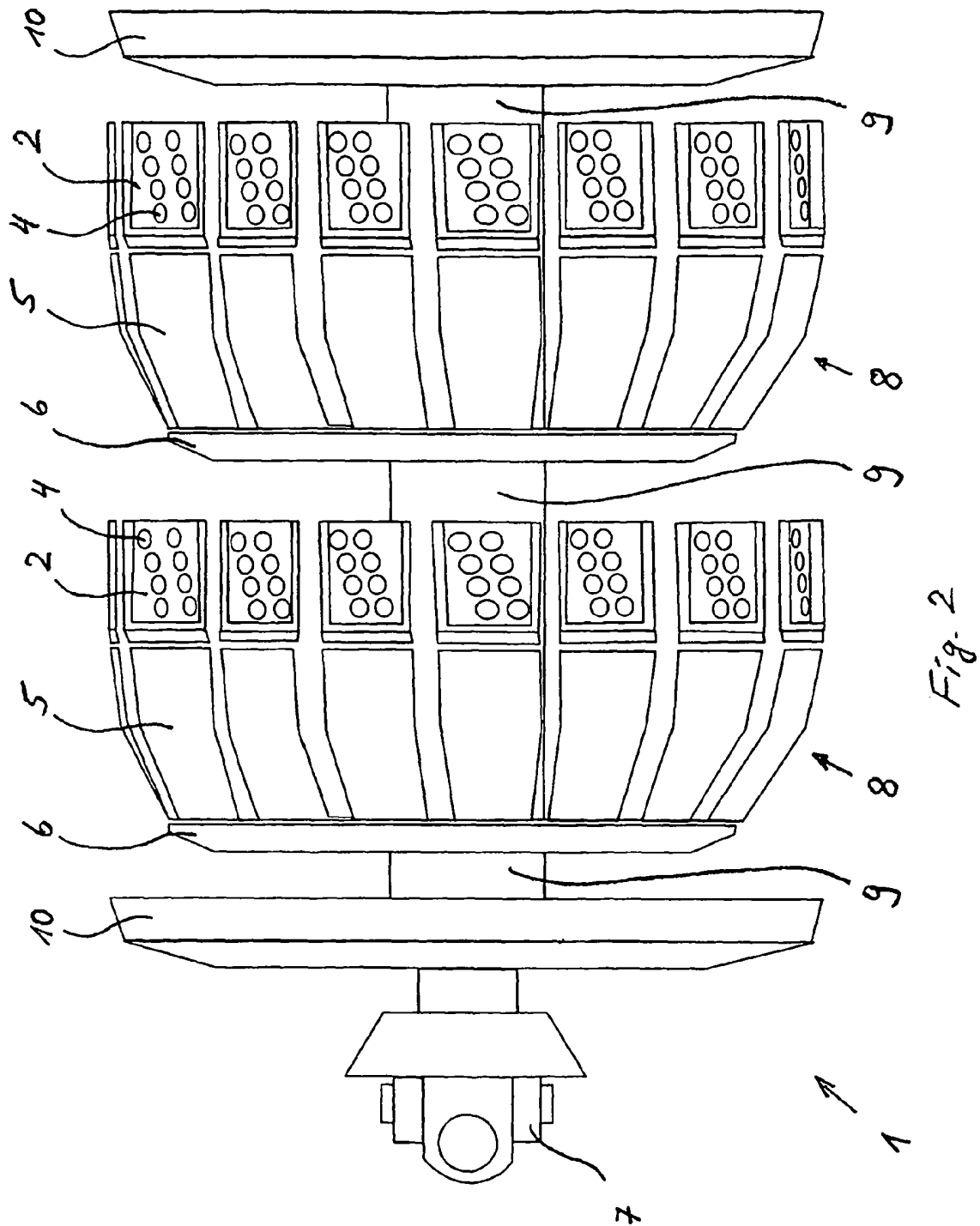
21. Cuerpo soporte de sensores (11) en forma de un cuerpo hueco cilíndrico para un topo formado por varios segmentos (15) según una de las reivindicaciones anteriores.

25 22. Cuerpo soporte de sensores (11) según la reivindicación 21, **caracterizado** por comprender un dispositivo de conexión mediante el cual están unidos entre sí los segmentos (15) para formar un cuerpo hueco con superficie envolvente cilíndrica.

30 23. Cuerpo soporte de sensores (11) según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el dispositivo de conexión comprende unas placas de resorte (25) en forma de U que están colocadas entre segmentos contiguos (15).

24. Topo, **caracterizado** por comprender segmentos (15) según una de las reivindicaciones 1 a 20 o un cuerpo soporte de sensores (11) según una de las reivindicaciones 21 a 23.





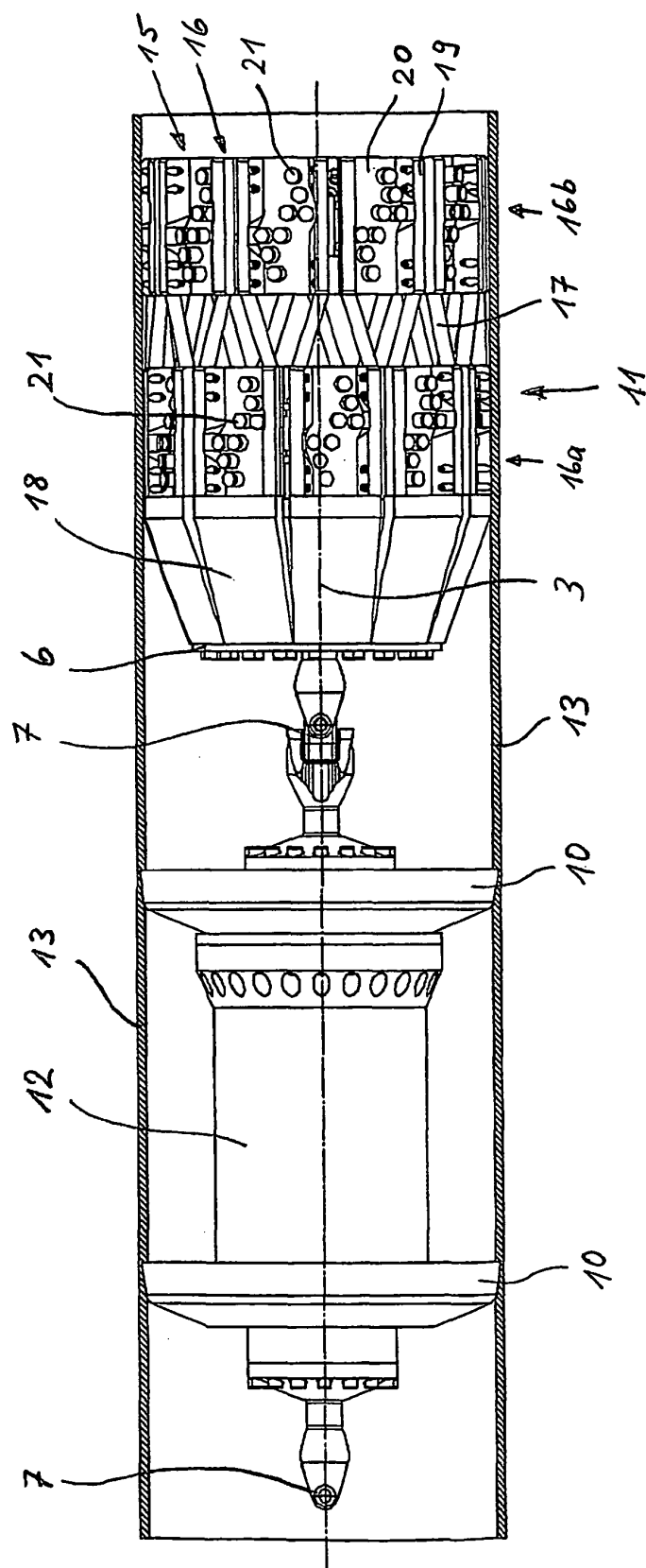


Fig. 3

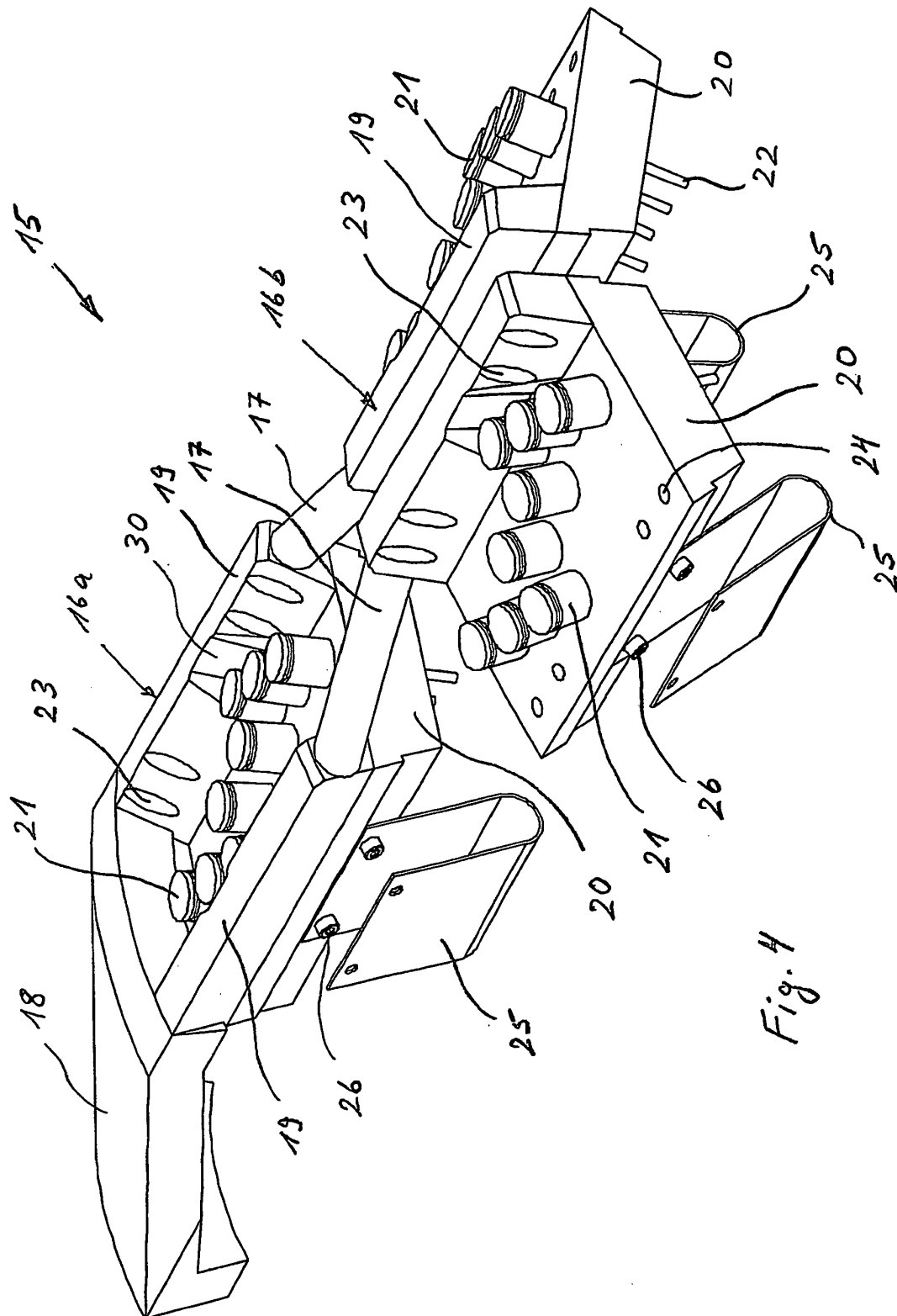
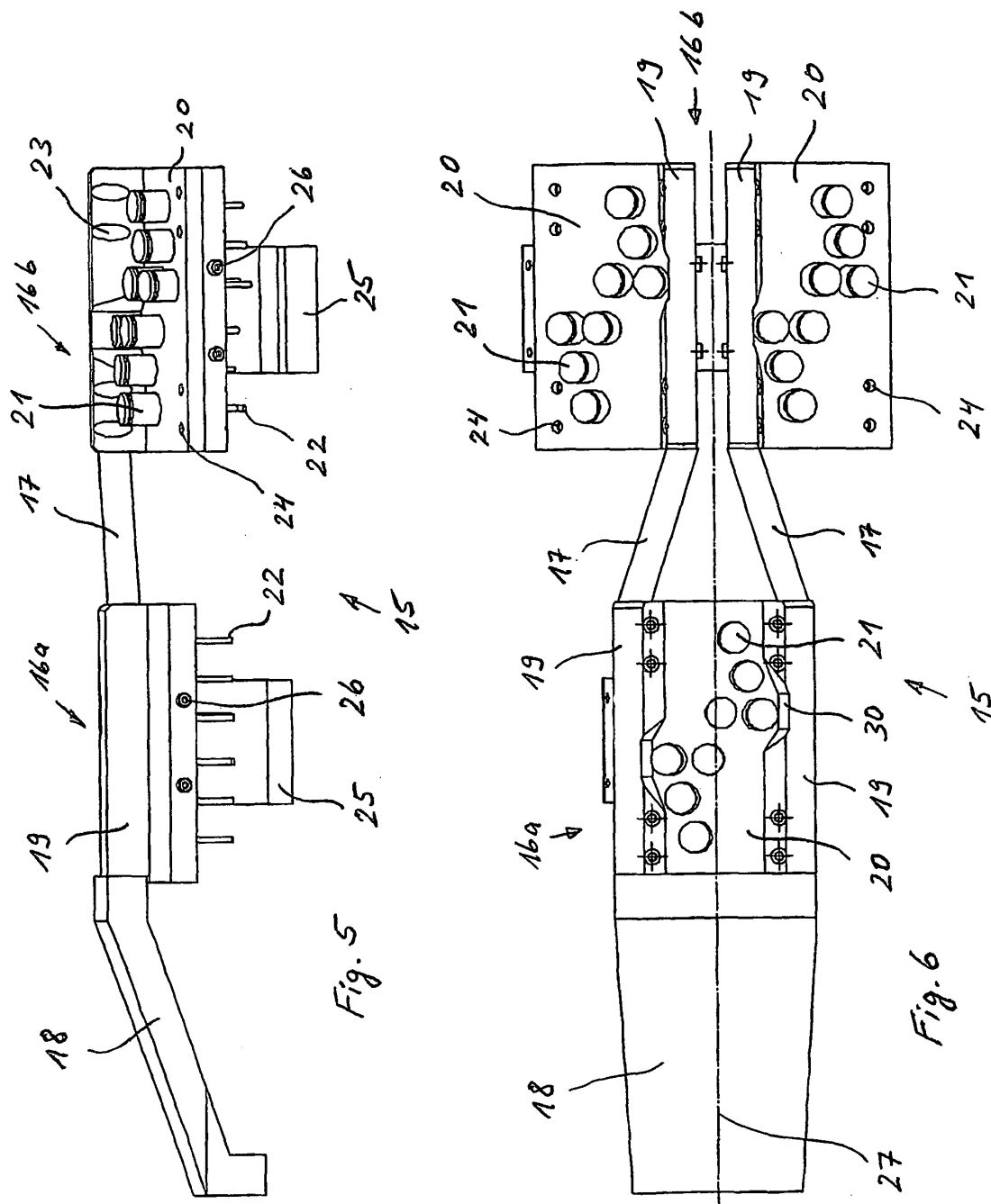
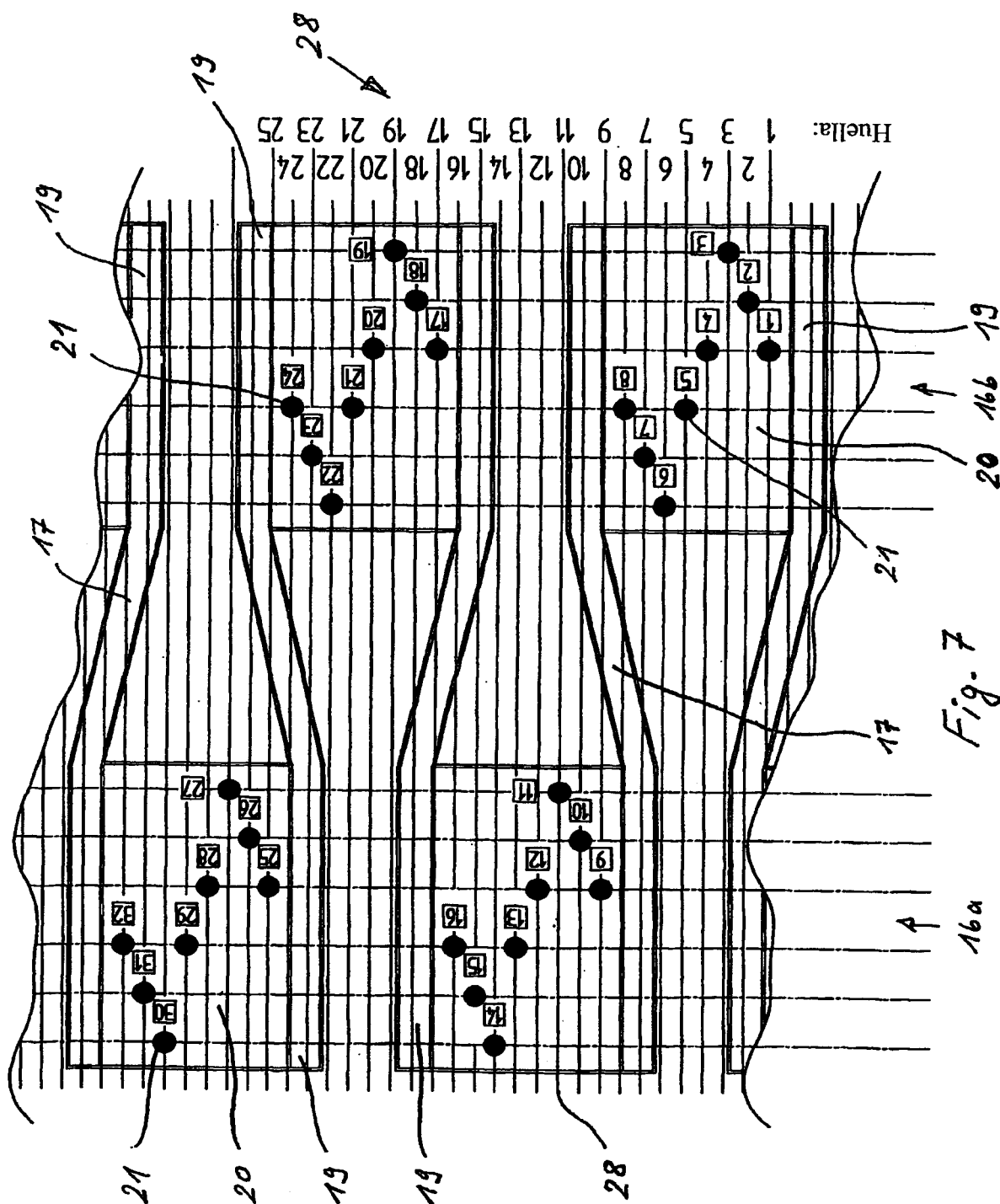


Fig. 4





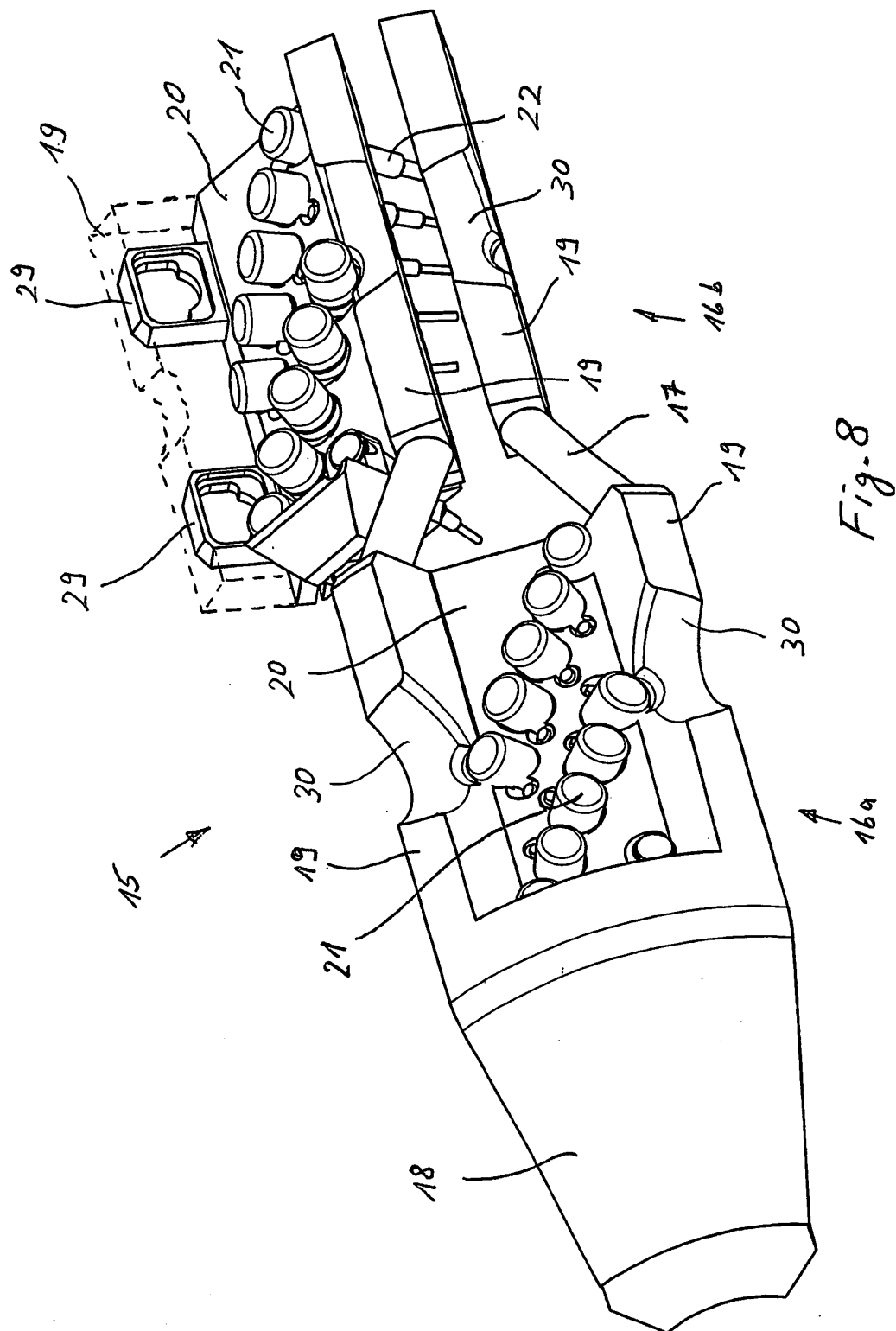
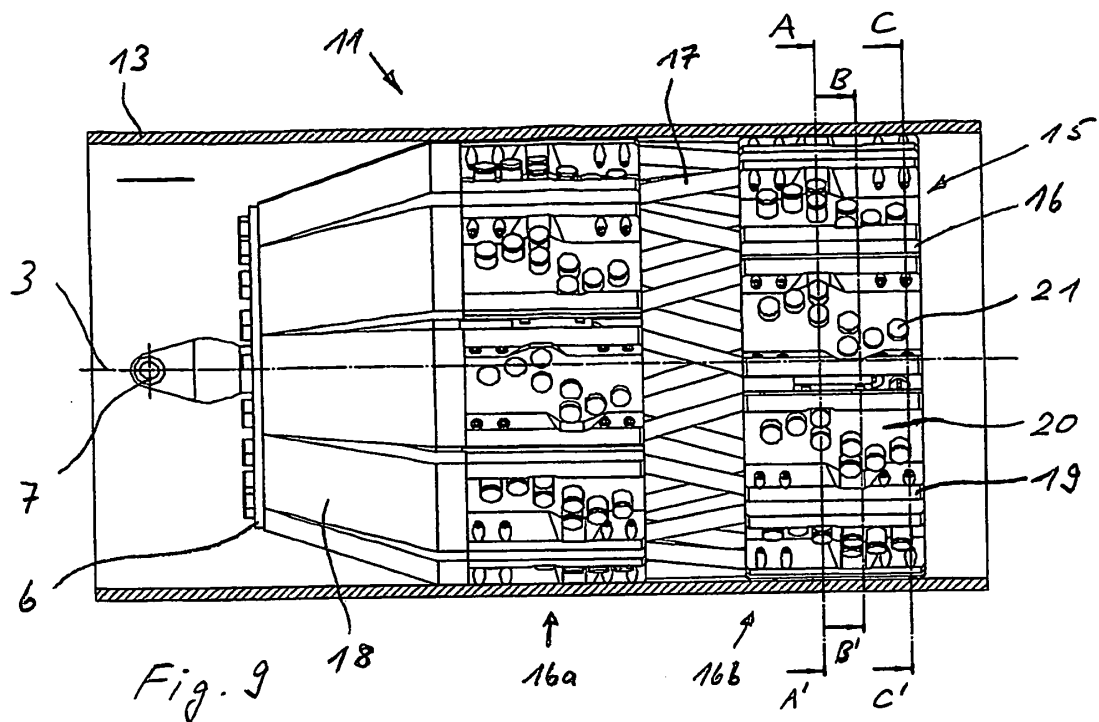
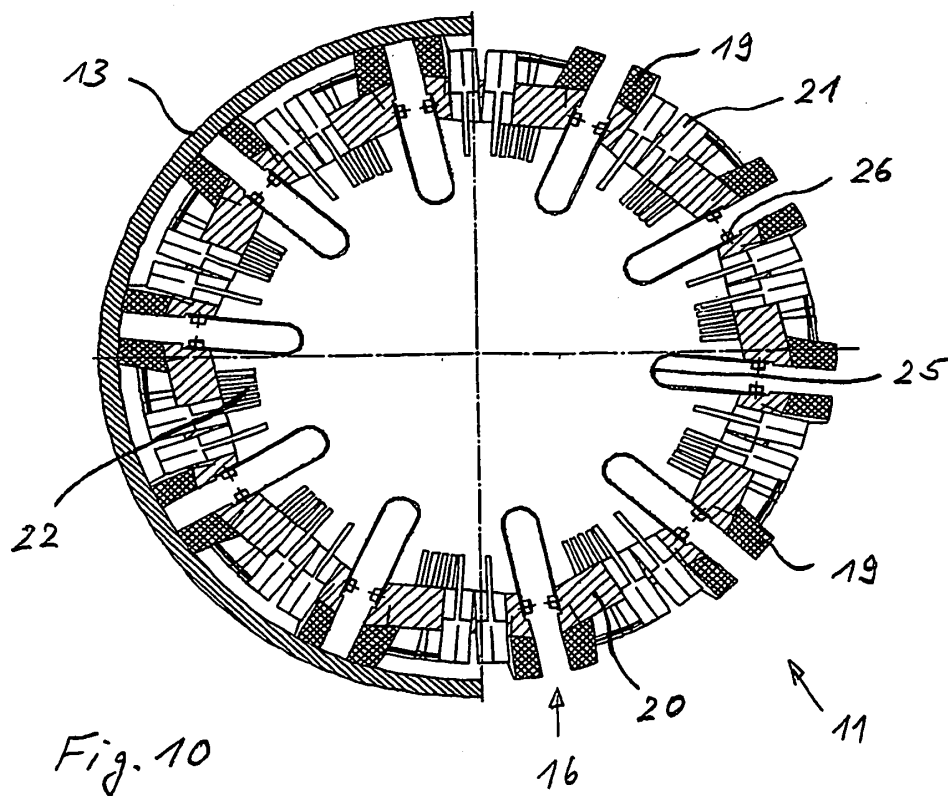
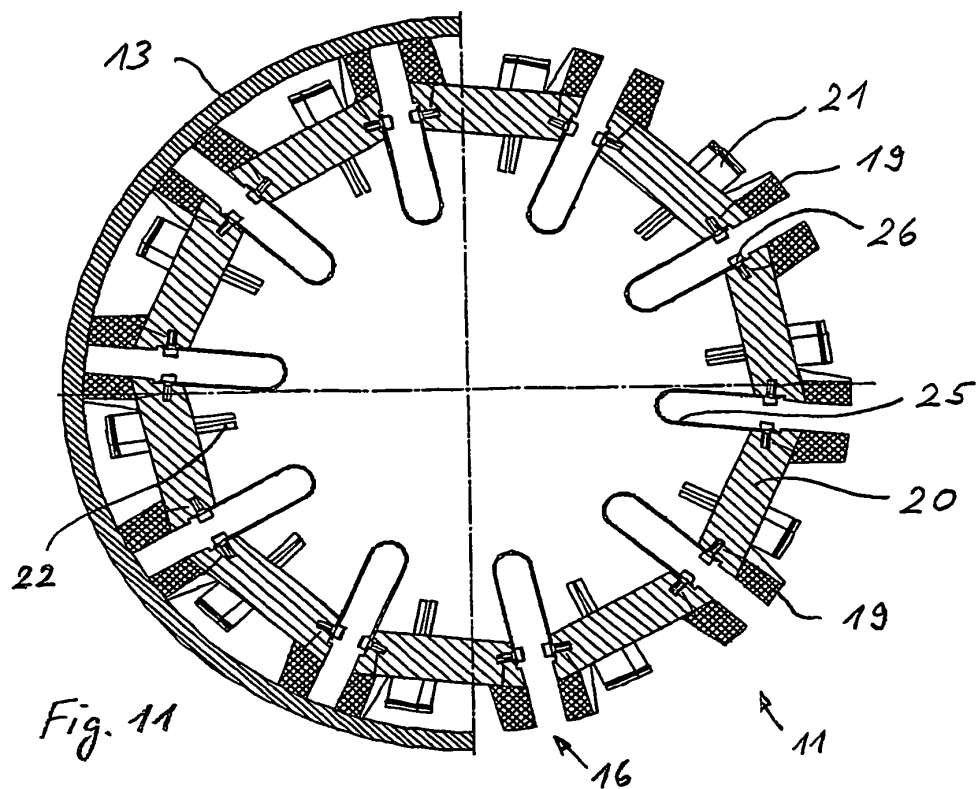
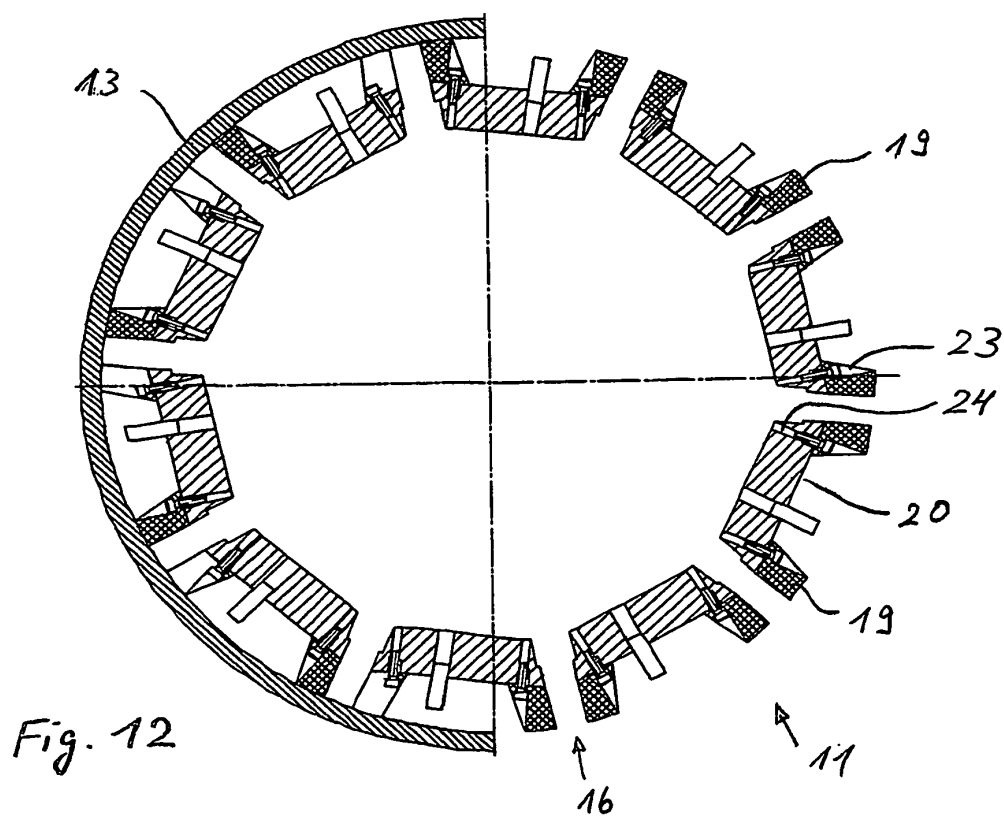
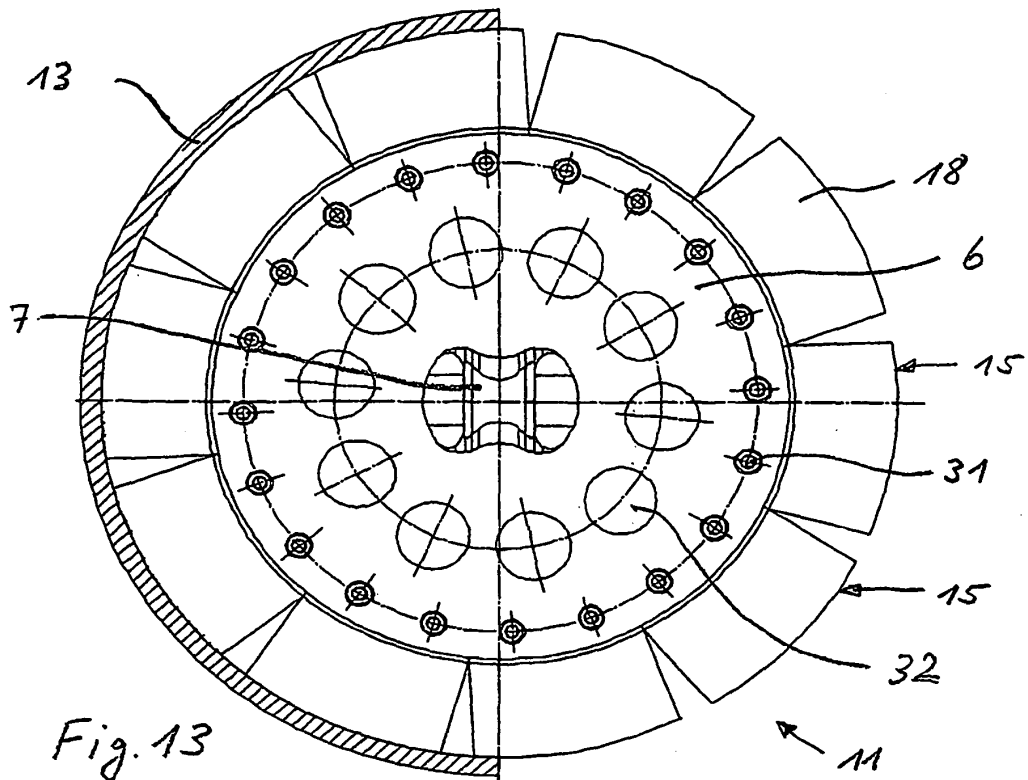
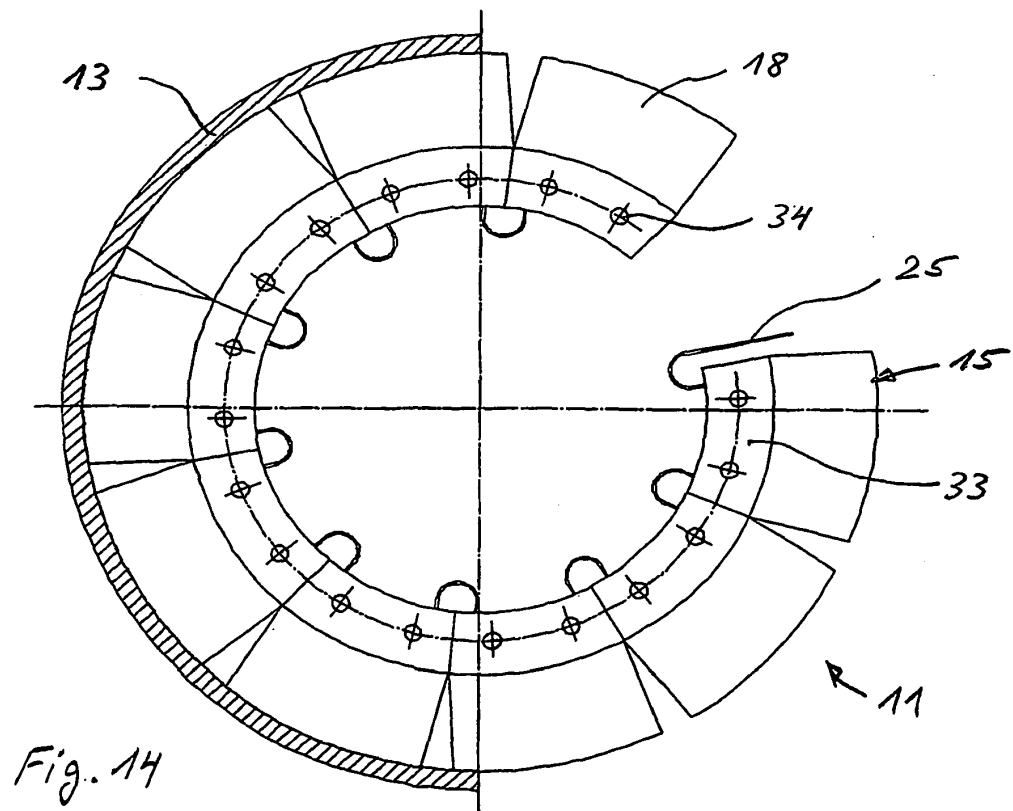


Fig. 8







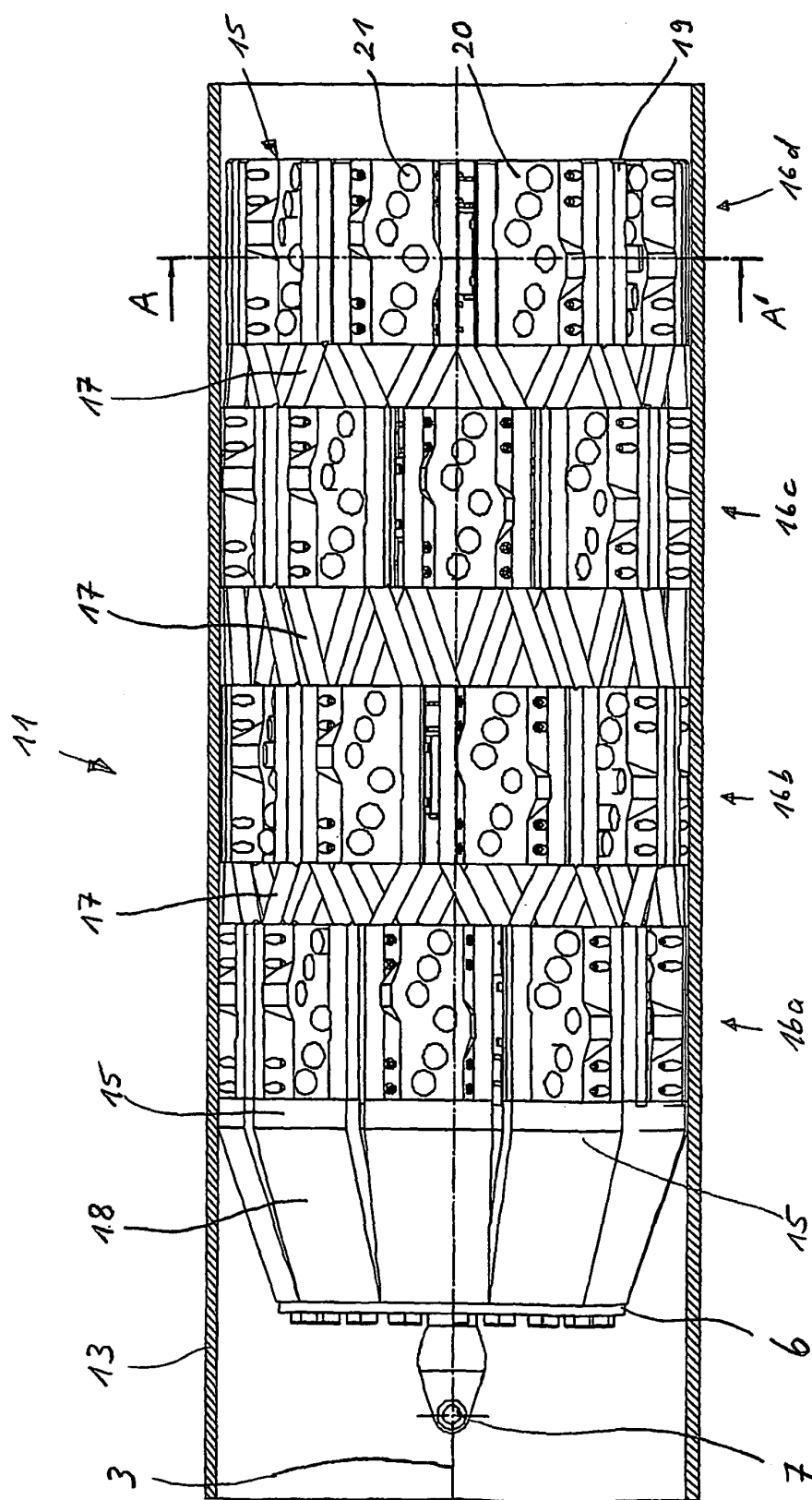


Fig. 15

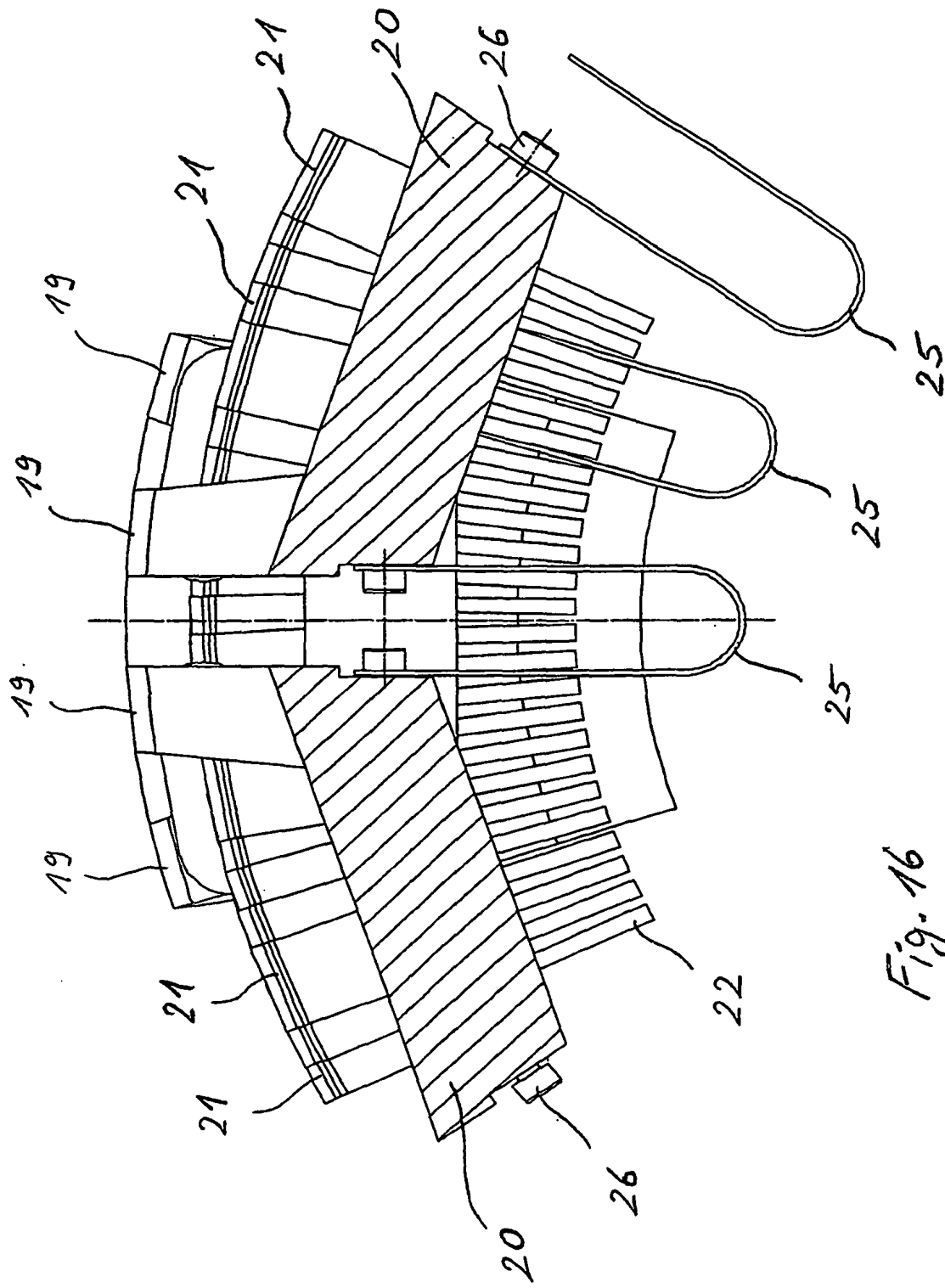


Fig. 16

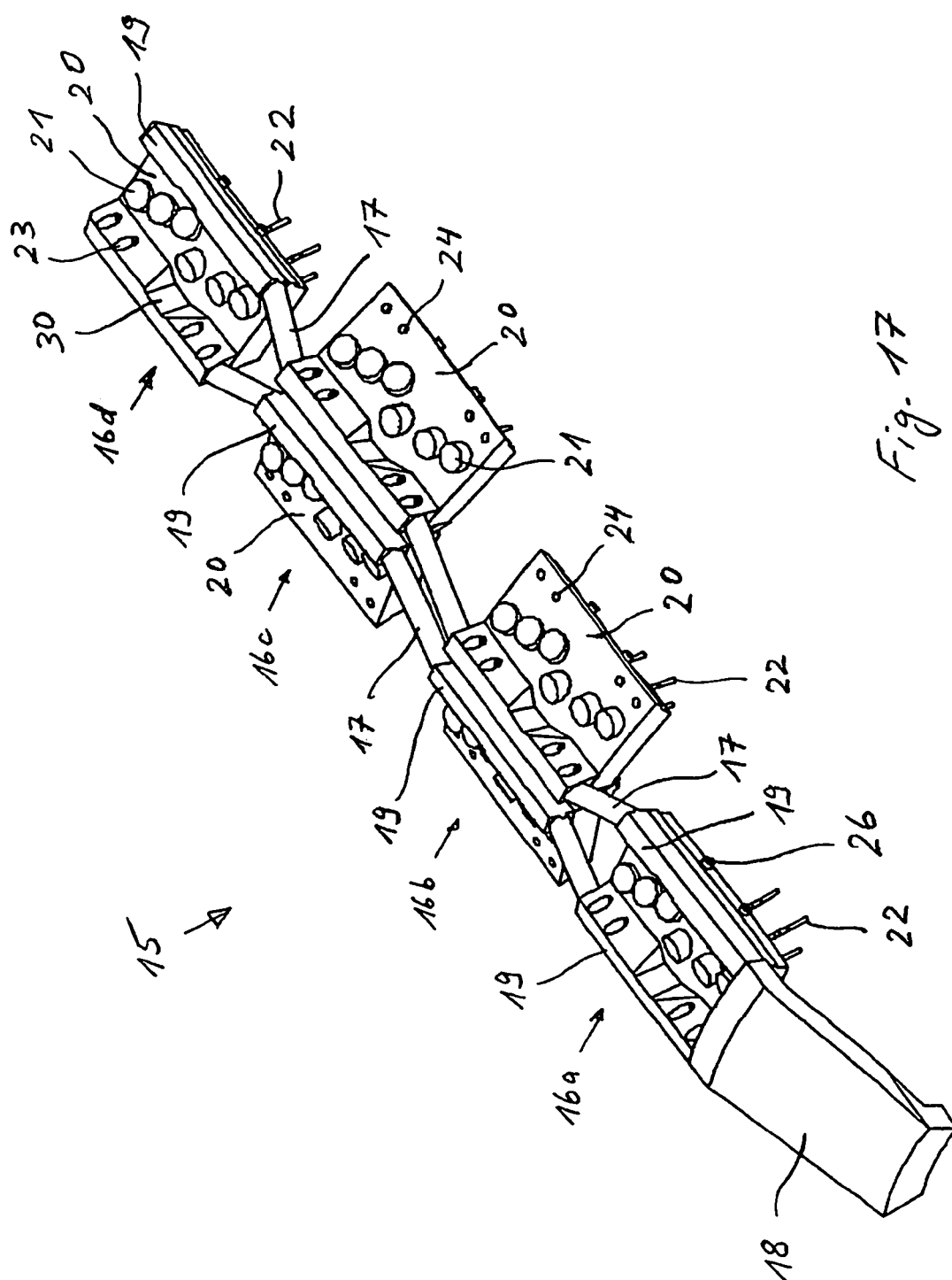
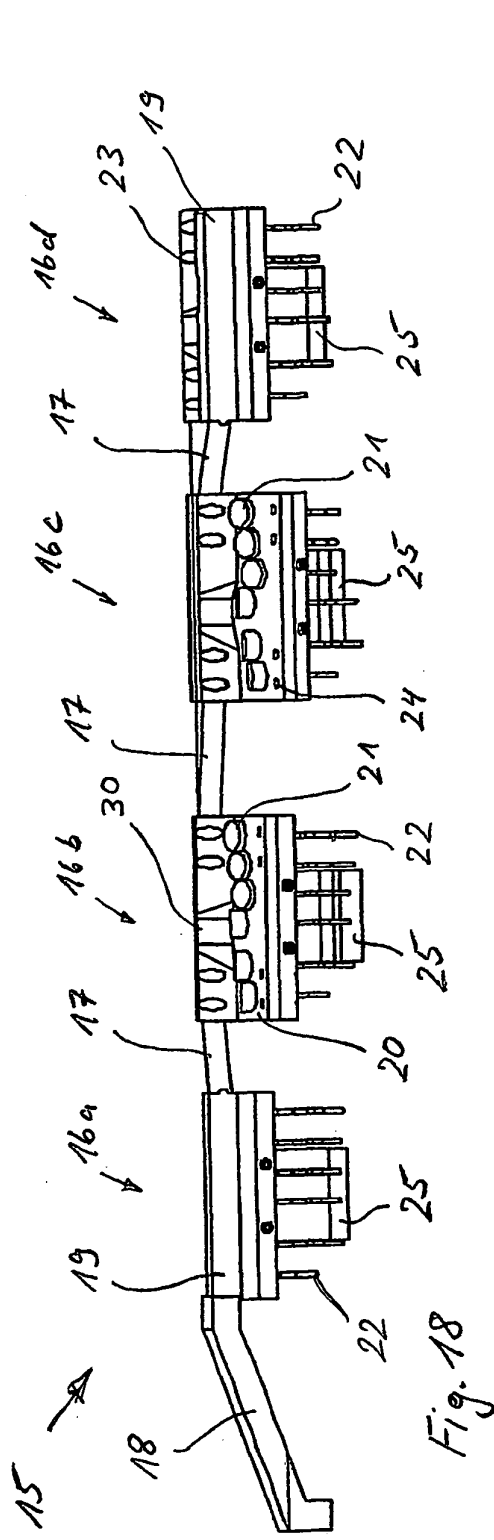
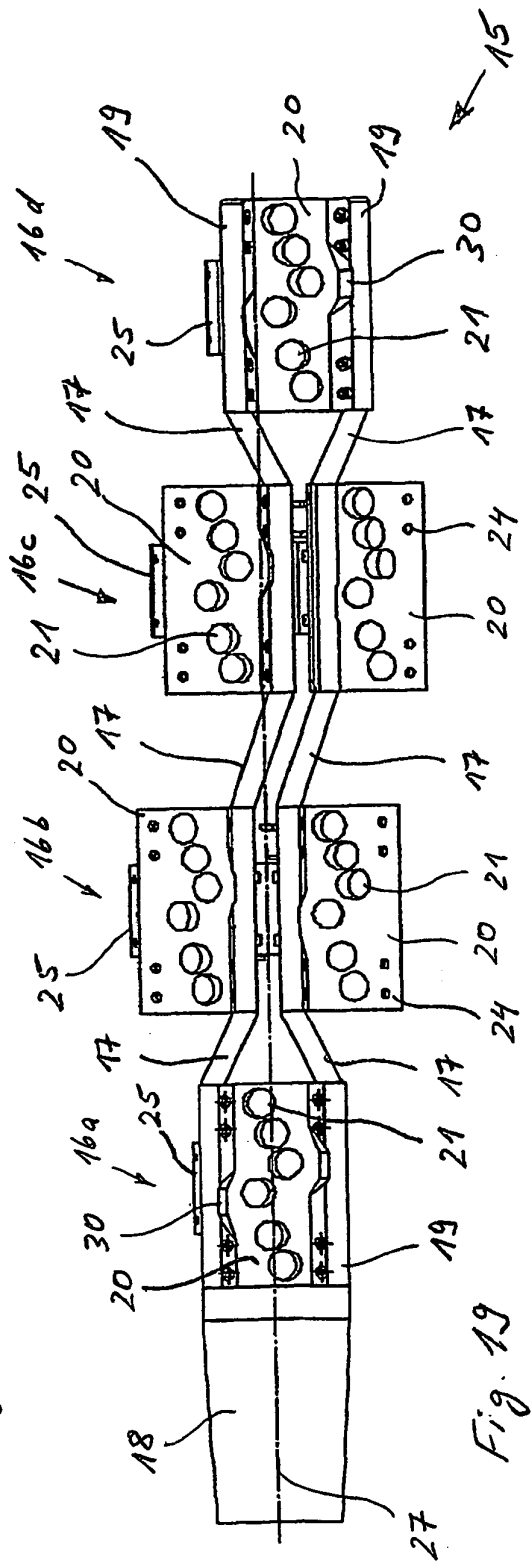
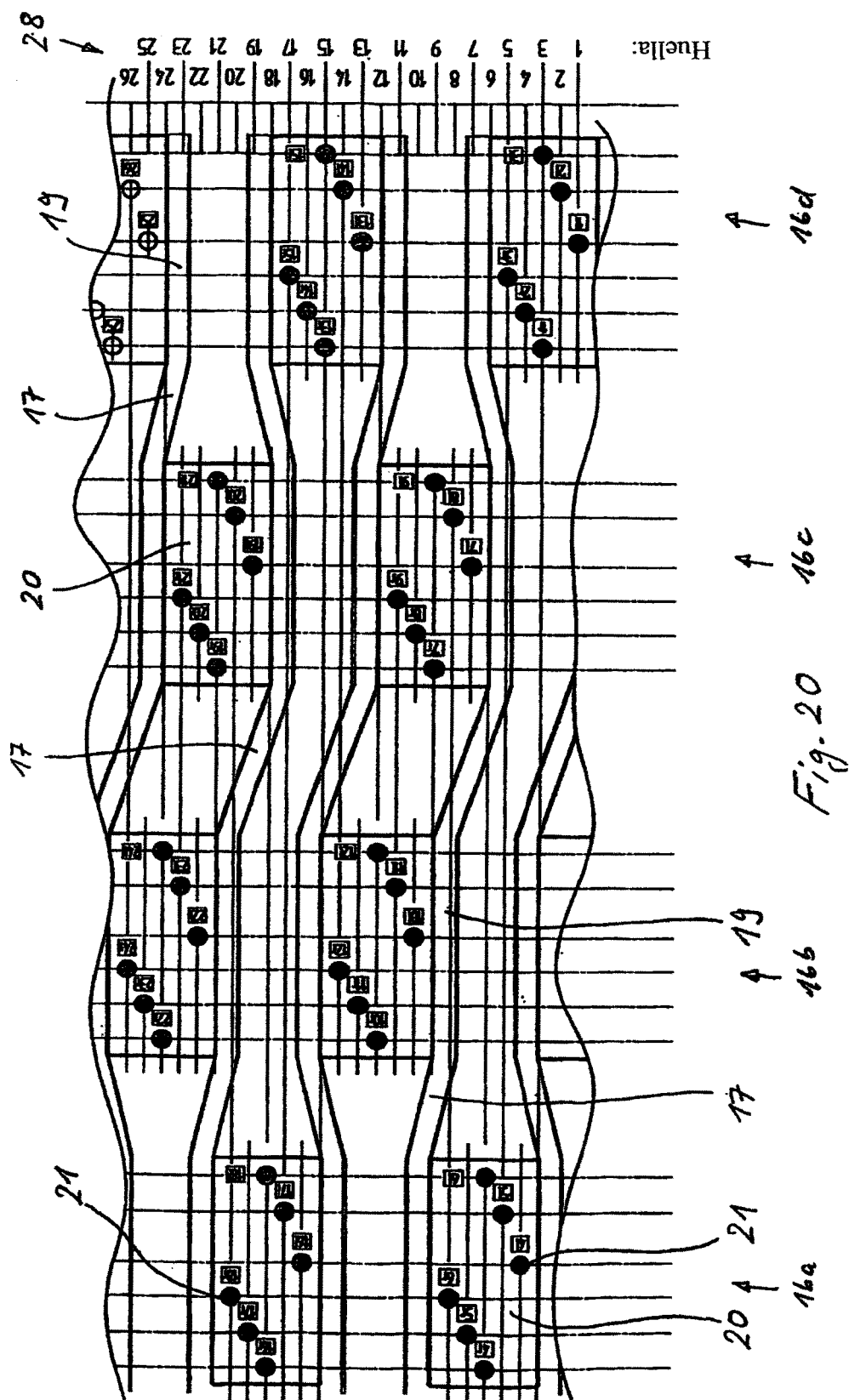
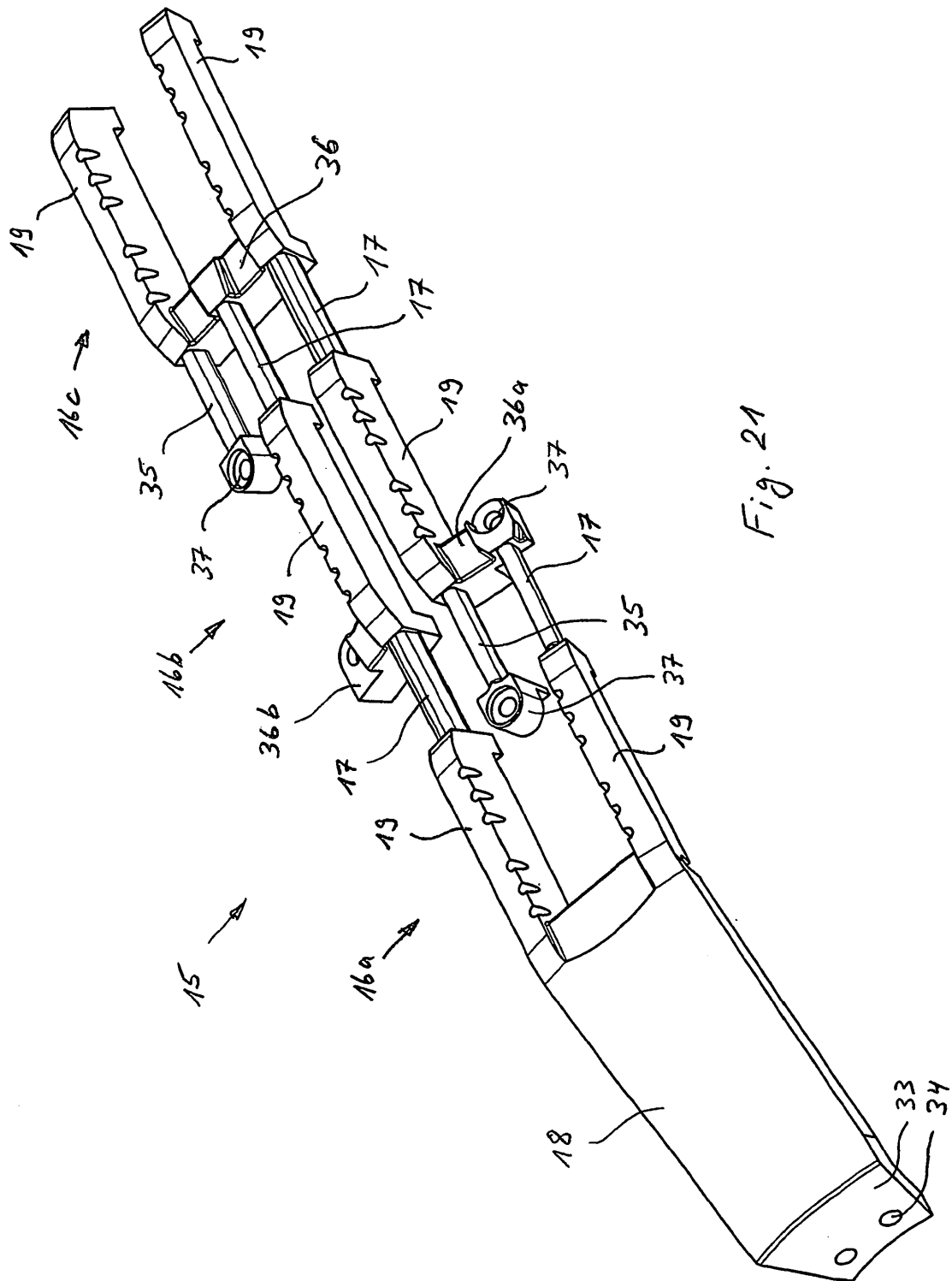
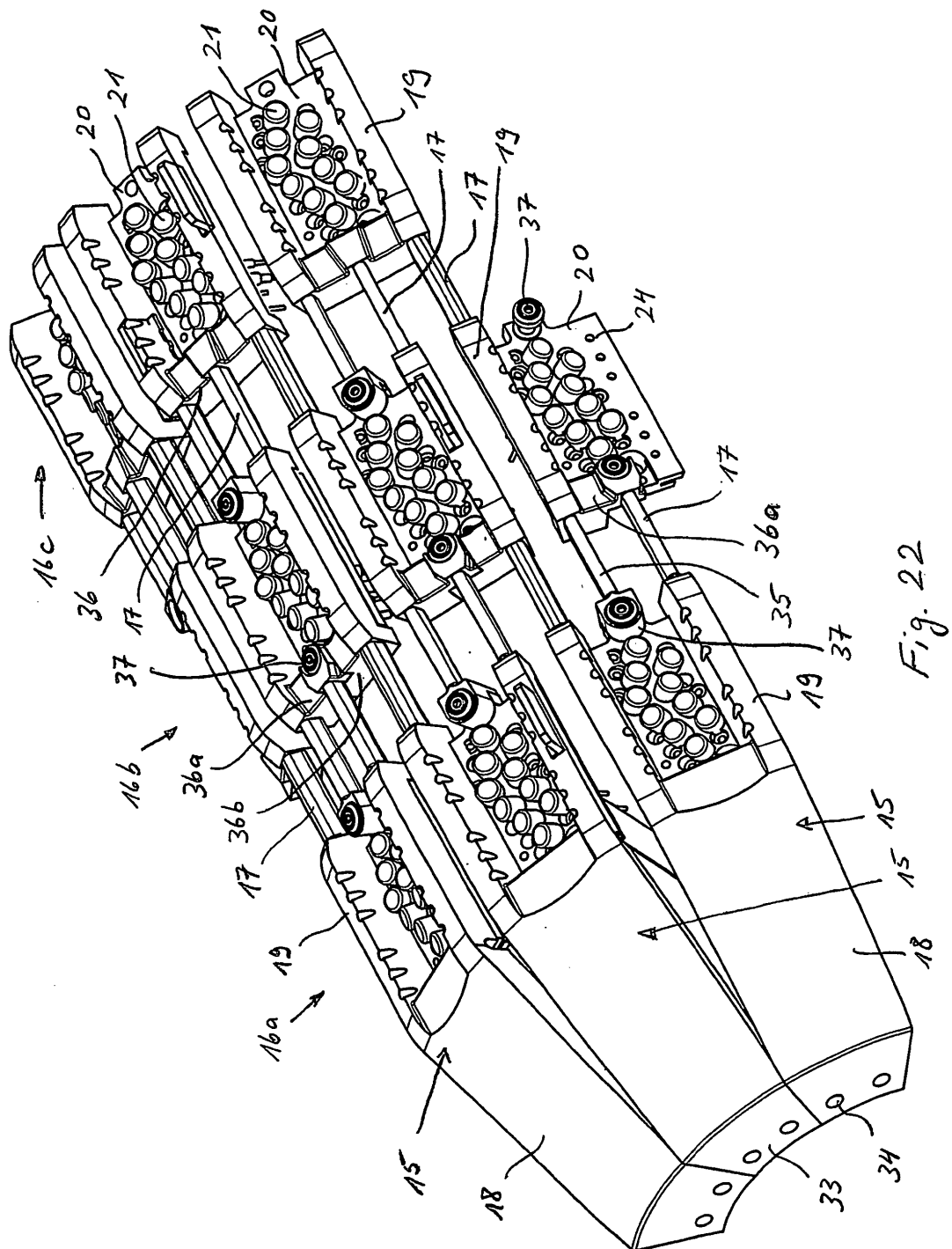


Fig. 17









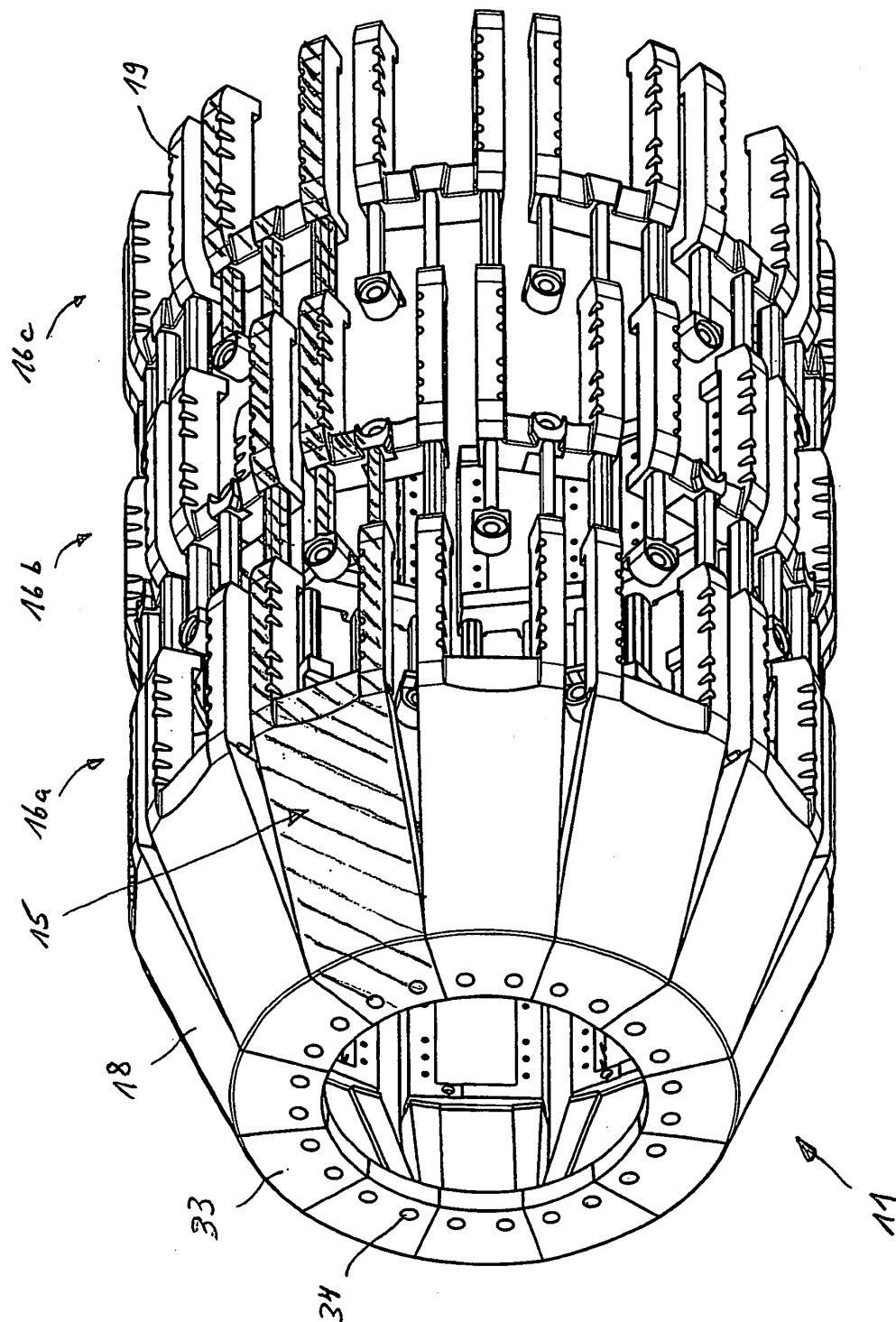
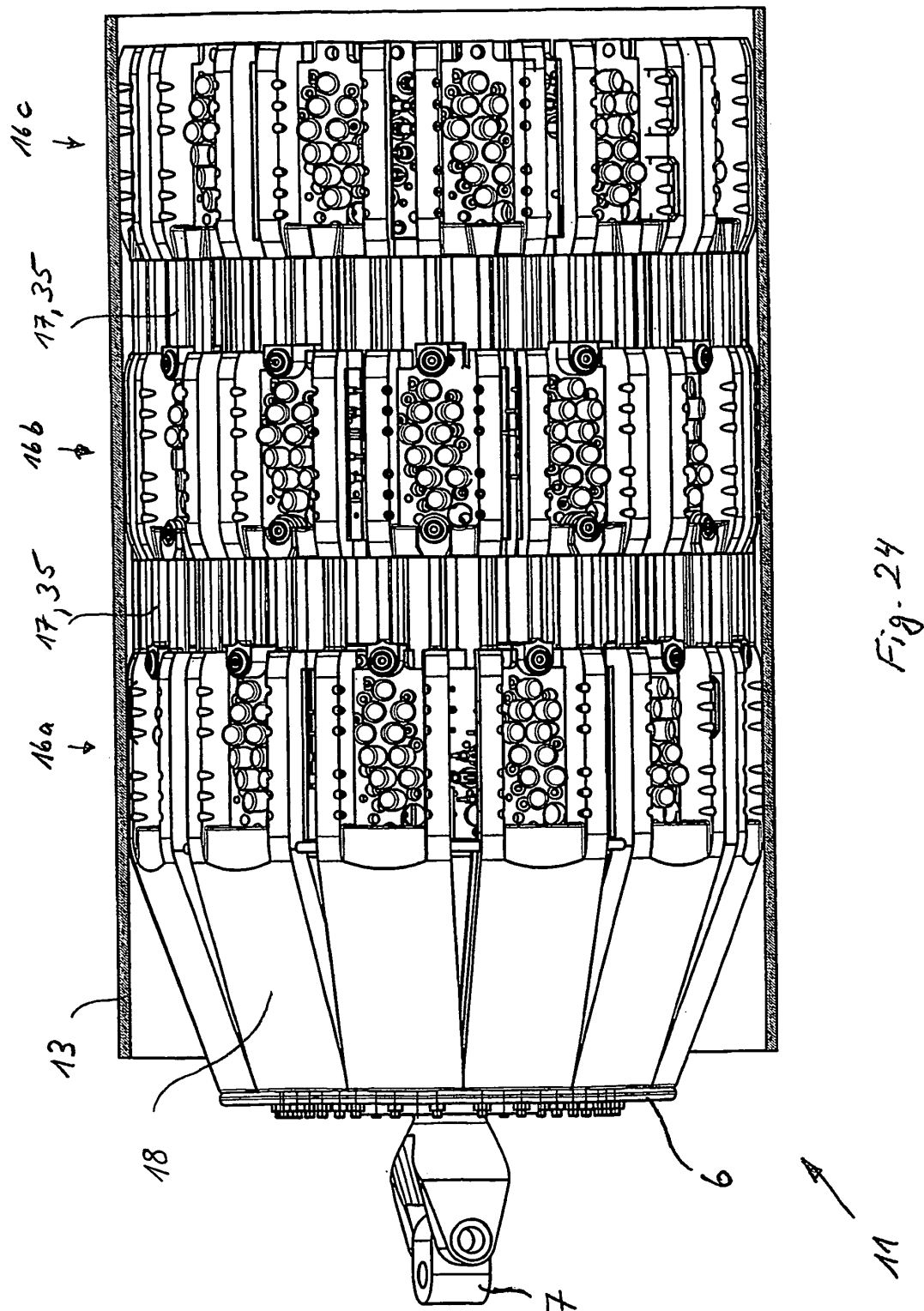


Fig. 23



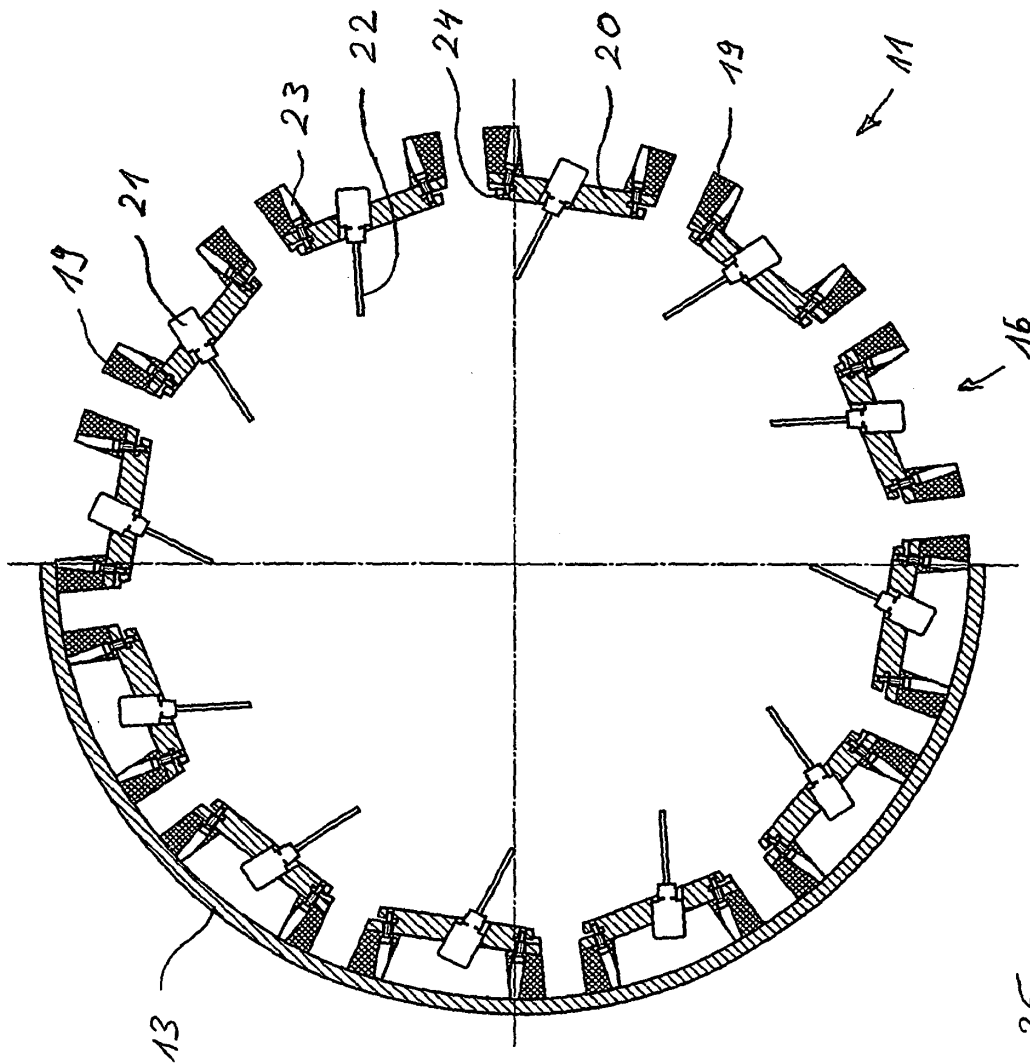


Fig. 25

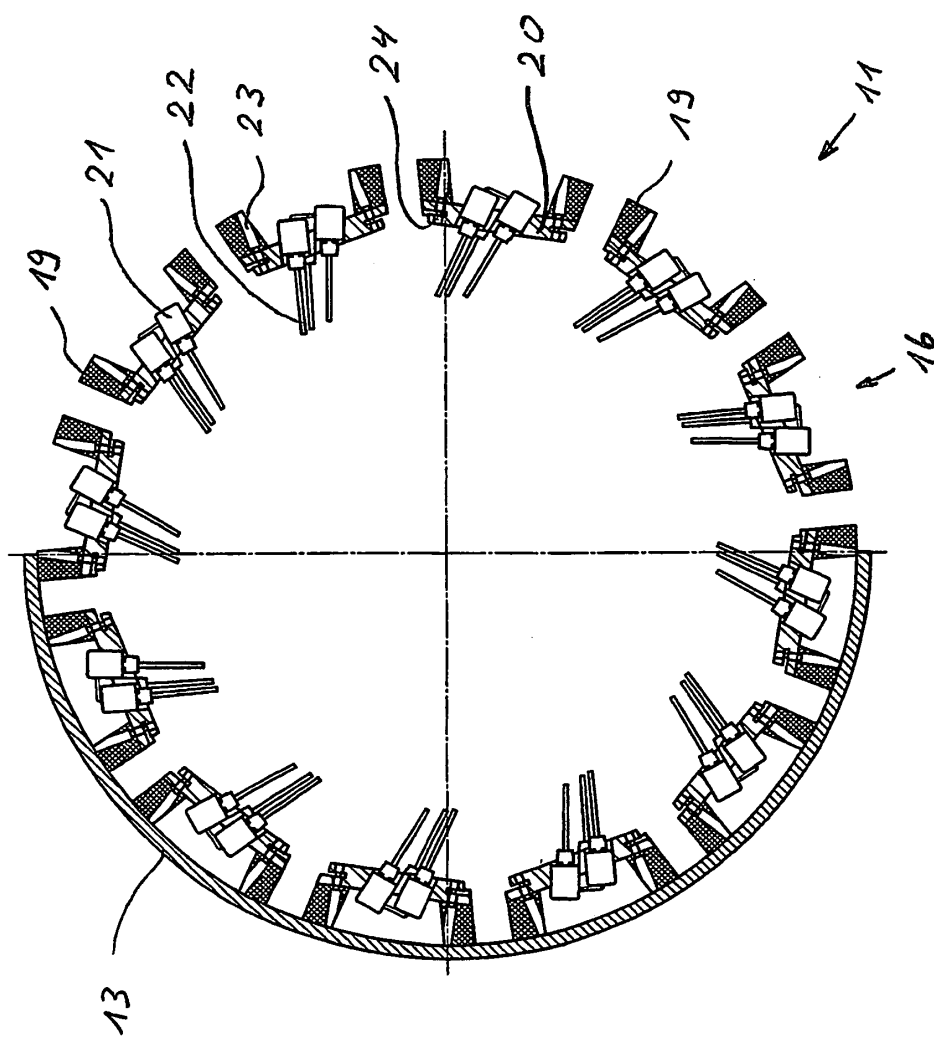


Fig. 26

