

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 101**

51 Int. Cl.:

G21C 3/332 (2006.01)

G21C 3/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2006** **E 06742648 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013** **EP 1878023**

54 Título: **Elemento de combustible para un reactor de agua a presión**

30 Prioridad:

30.04.2005 DE 102005020292

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

17.02.2014

73 Titular/es:

**AREVA GMBH (100.0%)
Paul-Gossen-Strasse 100
91052 Erlangen , DE**

72 Inventor/es:

**RUDOLPH, MATTHIAS;
FUCHS, HANS-PETER y
FRIEDRICH, ERHARD**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 443 101 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

Elemento de combustible para un reactor de agua a presión

5 La invención se refiere a un elemento de combustible para un reactor de agua a presión. Un elemento de combustible de este tipo comprende un haz de varillas de combustible, como mínimo, un soporte separador con celdas, por ejemplo, de forma cuadrada, que están limitadas, como mínimo, por una sección de elemento laminar de un primer material y múltiples tubos de guiado de un segundo material, que atraviesan igualmente una celda. Los separadores están fijados axialmente sobre los tubos de guiado. Cuando los separadores y los tubos de guiado están realizados en aleaciones de circonio es posible una unión por soldadura. No obstante, si una de las piezas en consideración está realizada en Inconel o acero y la otra pieza está realizada en una aleación de circonio, por ejemplo, Zircaloy, no es posible una unión por soldadura. Además, constituye un problema el hecho de que los materiales indicados tienen diferentes coeficientes de dilatación térmica y de manera correspondiente diferentes dilataciones térmicas. Cuando tiene lugar el calentamiento de un elemento de combustible a temperatura de trabajo se pueden generar, por lo tanto, tensiones de soldadura y de soldeo. Las uniones por conexión de forma tienden además, en el calentamiento del elemento de combustible, a no presentar una fijación tan efectiva como en frío. Por los documentos DE 2 259 495 A y DE 26 05 594 se dan a conocer elementos de combustible en los que la unión entre el tubo de guiado y el separador está dispuesta de forma tal que la dilatación relativa debida al calentamiento no debilita la solidez de la unión indicada. Esto se consigue porque, en el tubo de guiado, están fijados de manera directa o indirecta, un primer saliente en una primera posición axial y un segundo saliente en una segunda posición axial, y dichos salientes se introducen en correspondientes ventanas de un tramo de elemento laminar.

Partiendo de ello, es el objetivo de la invención dar a conocer un elemento de combustible para un reactor de agua a presión en el que el separador y el tubo de guiado realizados en materiales que presentan diferentes dilataciones térmicas están unidos de manera alternativa entre sí, y en particular de manera que la deformación del material en la zona de la ventana, como mínimo, se reduce.

Este objetivo es conseguido de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 9 por una unión entre el tubo de guiado y el separador, mediante la cual en el caso de una dilatación térmica más elevada de los tubos de guiado los lados alejados entre sí, y en caso de una dilatación más elevada de un separador o bien de la sección laminar que constituye una de sus celdas, los lados de los salientes que están dirigidos uno hacia el otro, interaccionan de manera correspondiente con una zona de tope de una ventana. De esta manera, se garantiza, en primer lugar, que para un desplazamiento relativo producido por calentamiento entre el separador y los tubos de guiado no se suelta la unión mecánica entre las piezas indicadas, sino que, al contrario, es más firme puesto que los salientes son presionados con mayor fuerza sobre las zonas de tope correspondientes de la ventana. Por lo tanto, no es necesario alcanzar ya en situación de montaje, es decir, a temperatura ambiente, la resistencia final posterior en situación de trabajo. Un pequeño juego después del montaje, entre el saliente y la zona de tope de la ventana desaparece, a lo más tardar, al alcanzar la temperatura de funcionamiento. A causa del movimiento relativo entre el separador y los tubos de guiado durante el calentamiento del elemento de combustible, se puede producir la deformación de la zona de tope de una ventana. La deformación se puede mantener, no obstante, en un valor reducido mediante un pequeño juego a temperatura ambiente entre los salientes y de las zonas de tope. Una marcada deformación del material en la zona de una ventana se disminuye de esta manera o se evita por completo, de forma que una zona de tope de una ventana tiene, como mínimo, un borde oblicuo, como mínimo, dispuesto oblicuamente con respecto a la dirección longitudinal del separador o bien de un tubo de guiado, que constituye con un saliente, una conexión de cuña de empuje. Este tipo de unión, resulta más firme con un movimiento relativo creciente entre el separador y los tubos de guiado a causa del acunamiento al aumentar el calentamiento. Por la magnitud de la disposición oblicua de los bordes oblicuos se puede conseguir la adecuación a diferencias más o menos acentuadas en el comportamiento de dilatación térmica de los materiales combinados entre sí. La deformación de una sección de elemento laminar en la zona del borde de la ventana puede ser compensada de este modo, de manera que un saliente está dotado de una superficie oblicua que interacciona con la mencionada zona oblicua. De esta manera, se aumenta la superficie de tope opuesta y de manera correspondiente distribuye las fuerzas que actúan sobre un borde oblicuo. La compresión superficial más reducida que se alcanza de este modo produce una deformación correspondientemente más reducida de una sección de elemento laminar en la zona del borde oblicuo.

En otra disposición preferente, se prevé que la mencionada superficie oblicua de un saliente presente adicionalmente una posición oblicua en dirección radial, y que sujete el borde oblicuo de una ventana en la dirección periférica, por lo menos parcialmente, de manera que en caso de un movimiento relativo entre la sección de elemento laminar y el tubo de guiado, la sección de elemento radial recibirá una componente de fuerza que actúa radialmente hacia dentro. De esta manera, una sección de elemento laminar es presionada en caso de un movimiento relativo entre separador y tubo de guiado, a causa de la acción del impulso de la fuerza que se ha indicado, contra la superficie periférica del tubo de guiado. Además, se impide que la sección de elemento laminar se deforme radialmente hacia afuera al superar el destalonado que actúa axialmente entre saliente y ventana radialmente hacia afuera.

Básicamente, se puede pensar que los salientes previstos directamente sobre el tubo de guiado, presionando estos con ayuda de una herramienta de vástago hacia afuera de la superficie periférica de manera radial. En una

disposición preferente, se prevé, no obstante, que los salientes no estén unidos directamente con el tubo de guiado, sino que queden soportados por un manguito superior y un manguito inferior que están desplazados sobre un tubo de guiado y que abarcan a éste con fijación axial en la zona de un separador. La fijación de los manguitos sobre el tubo de guiado tiene lugar preferentemente mediante una soldadura, lo cual presupone que los manguitos y los tubos de guiado están realizados con materiales soldables entre sí, por ejemplo, en ambos casos, a base de acero inoxidable. Mediante los manguitos que soportan los salientes, el montaje resulta más fácil. Los manguitos son fijados en primer lugar en la parte superior y en la parte inferior de un separador, siendo introducidos en una celda en tal medida que los salientes quedan introducidos en la ventana de la sección de elemento laminar. A continuación, un tubo de guiado es introducido de manera pasante por los manguitos fijados en el separador. Puesto que los salientes deben sujetar una ventana con recorte efectivo axialmente, la anchura libre entre dos salientes opuestos diametralmente es forzosamente mayor que la anchura libre de una celda de separador que tiene, por ejemplo, forma cuadrada. Para posibilitar la introducción de un manguito en una celda, inicialmente se deben ensanchar por lo tanto, las secciones de elemento laminar de forma radial hacia fuera. En una disposición preferente, se prevé que los salientes no estén dispuestos directamente en la periferia externa de los manguitos, sino sobre el lado externo de brazos, que se prolongan axialmente de la cara frontal de un manguito dirigida hacia el separador. En el montaje, los brazos pueden ser presionados radialmente hacia dentro, de manera que el manguito se pueden introducir con sus brazos por delante en una celda. Cuando los salientes han alcanzado la ventana, los brazos actúan elásticamente radialmente hacia afuera, de manera que los salientes sujetan la ventana por detrás.

En otra disposición preferente adicional, se prevé que un separador presente celdas rectangulares constituidas a base de cuatro secciones laminares, y que en un manguito se dispongan cuatro brazos dirigidos de manera correspondiente a la zona media a una sección de elemento laminar, de manera que las secciones de elemento laminar presenten una zona de soporte dirigida radialmente y ensanchadas de forma radial en su borde superior y en su borde inferior, de manera que el brazo asociado con el mismo se extienda axialmente y radialmente hacia dentro y se sujete con su saliente en una ventana.

En otra disposición preferente, se dispone igualmente un separador con celdas constituidas por cuatro elementos laminares de forma rectangular. El manguito está dispuesto, no obstante, de forma tal que sus cuatro brazos estén dirigidos hacia las zonas de las esquinas de la celda. En la zona de la esquina de una celda de cada sección laminar se prevé una ventana superior y una ventana inferior, de manera que el saliente de un brazo se sujeta simultáneamente en dos ventanas superiores o bien en dos ventanas inferiores. La ventaja de esta disposición consiste, por ejemplo, en el que una sección laminar es más estable en la zona de las esquinas de la celda que en su zona media, y de manera correspondiente las fuerzas ejercidas por un saliente en estado de funcionamiento son soportadas especialmente, sin sensibles deformaciones o alabeos. Además, es ventajoso que la parte media de una sección laminar permanezca libre, pudiendo servir este espacio, por ejemplo, para la disposición de un elemento elástico que sirve para el soporte radial de una varilla de combustible.

La invención se explicará, a continuación, teniendo en cuenta los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un elemento de combustible de un reactor de agua a presión, según una vista en perspectiva, La figura 2 muestra una representación de un primer ejemplo de realización, según una vista en perspectiva, La figura 2A muestra una variante del ejemplo de realización de la figura 2, La figura 3 muestra una vista superior parcialmente seccionada en la dirección de la flecha III de la figura 2, La figura 4 muestra una vista de un segundo ejemplo de realización, según una vista en perspectiva, La figura 5 muestra una vista en planta de dirección de la flecha V de la figura 4, La figura 6 muestra una sección longitudinal correspondiente a las líneas VI-VI de la figura 5, La figura 7 muestra una sección correspondiente a la línea VII-VII de la figura 5, La figura 8 muestra una representación del tercer ejemplo de realización en una representación en perspectiva, La figura 9 muestra un manguito en representación en perspectiva, La figura 10 muestra el manguito de la figura 9 en una segunda representación en perspectiva, La figura 11 muestra una vista lateral del manguito de la figura 9, La figura 12 muestra una sección correspondiente a la línea XII-XII de la figura 11, La figura 13 muestra una sección correspondiente a la línea XIII-XIII de la figura 11, La figura 14 muestra una sección correspondiente a la línea XIV-XIV de la figura 8.

Un elemento de combustible de un reactor de agua a presión, mostrado en la figura 1, comprende un haz de múltiples varillas de combustible 1, las cuales están soportadas por múltiples separadores 2 de forma lateral.

El elemento de combustible 1 comprende además múltiples tubos de guiado 3. Los tubos de guiado 3 y los separadores 2 están realizados en diferentes materiales, no soldables entre sí, que presentan diferentes dilataciones térmicas. En los ejemplos de realización, según las figuras 2, 4 y 8, los tubos de guiado están realizados en un material que tiene una dilatación térmica mayor que el material del separador. Los tubos de guiado 3 están realizados en acero inoxidable o en una aleación de níquel, por ejemplo, Inconel, y los separadores 2 están realizados a base de una aleación de circonio, por ejemplo Zircaloy. En el ejemplo de realización de la figura 2A, estas circunstancias se han invertido. En este caso, los separadores presentan la dilatación térmica más elevada, estando realizados por lo tanto, por ejemplo, de Inconel o acero inoxidable. Los tubos de guiado 3 están realizados

por el contrario en Zircaloy o similar. En todos los ejemplos de realización, el separador consiste esencialmente en elementos laminares 4 dispuestos de forma cruzada entre sí, de manera que se constituye una celda 5 de un separador a base de cuatro secciones laminares 6. Los separadores 2 están fijados en dirección axial sobre los tubos de guiado 3. A estos efectos, se observan en una sección axial superior I y en una sección axial inferior II, cuatro primeros salientes correspondientes 7 o bien dos salientes radiales 8. Los salientes 7, 8 están separados de manera regular en la dirección de la periferia y están constituidos por una inclinación dirigida hacia el exterior de la pared tubular del tubo de guiado 3. Los primeros y segundos salientes 7, 8 presentan entre sí la misma posición en giro, y están constituidos sensiblemente en forma de botones. Los salientes 7, 8 están dispuestos dentro de una celda y atraviesan, con formación de una zona posterior destalonada que actúa axialmente, en una ventana 9 recortada de las secciones laminares 6.

En el calentamiento a la temperatura de trabajo, el material de los tubos de guiado 3 se dilata, más fuertemente que la aleación de circonio del separador 2. Con respecto a la posición axial superior I, ello resulta en un desplazamiento relativo de los primeros salientes 7 con respecto a las secciones de elemento laminar 6 hacia arriba, en la dirección de la flecha 10, y con respecto a la dirección axial inferior en un movimiento relativo hacia abajo, o bien en la dirección de la flecha 12. Los salientes 7, 8 son presionados de esta forma en una zona de tope y en dirección de la flecha 10 y con respecto a la posición axial inferior en un movimiento relativo hacia abajo, es decir, en dirección de la flecha 12. Los salientes 7, 8 serán presionados en este caso sobre una zona de tope que en este caso está constituida por los bordes oblicuos 13 de la ventana 9. Los bordes oblicuos 13 están dirigidos oblicuamente con respecto al eje longitudinal central 14 del tubo de guiado 3. Los bordes oblicuos 13 de la posición axial I constituyen un ángulo agudo en la dirección de la flecha 12 y los de la posición axial II un ángulo agudo abierto en la dirección de la flecha 10. Al aumentar el movimiento relativo del tubo de guiado 3 en la dirección de las flechas 10 y 12, los salientes 7,8 son presionados con sus caras dirigidas en la dirección de la flecha 10 o 12, contra los bordes oblicuos 13 de la ventana 9. Los salientes 7, 8 actúan con los bordes oblicuos 13 en el sentido de una unión de empuje en cuña. La dilatación térmica relativa creciente del tubo de guiado 3 presionará un saliente 7, 8 en la zona que se estrecha de la ventana 9 hacia dentro. La unión entre el separador y el tubo de guiado 3 será, por lo tanto, más firme en caliente.

El ejemplo de realización de la figura 2A, se diferencia de la correspondiente figura 2, por el hecho de que el material del tubo de guiado presenta una dilatación térmica más reducida que el material del separador. El tubo de guiado 3 está realizado, por ejemplo, en Inconel o acero inoxidable, por el contrario el separador está realizado en una aleación de circonio por ejemplo, Zircaloy. En el calentamiento a la temperatura de trabajo, las condiciones de dilatación se invierten. Los salientes 7 de la posición axial superior I llevan a cabo un desplazamiento relativo con respecto al separador 3 hacia abajo, es decir, en la dirección de las flechas 15 y los salientes 8 de la posición axial inferior II hacia arriba, es decir, en la dirección de la flecha 21. Con el eje longitudinal central 14 del tubo de guiado 3, los bordes oblicuos 13a de la ventana superior 9 constituyen un ángulo agudo abierto hacia arriba, es decir, en la dirección de la flecha 21 y los bordes laterales 13a de la ventana inferior 9, un ángulo agudo que se abre hacia abajo, es decir, en la dirección de la flecha 15. La diferencia de dilatación térmica entre el tubo de guiado y el separador 2 actúa por lo tanto de forma que la ventana 9 con sus dos bordes oblicuos 13a es presionada contra los salientes 7, 8.

En los ejemplos de realización de las figuras 4 y 8, los primer y segundo salientes 7, 8 están unidos de manera indirecta con el tubo de guiado 3. En la zona que se une en el lado superior y en el lado inferior sobre un separador 2, el tubo de guiado está fijado axialmente por un manguito 16 que lo contiene esencialmente sin juegos. Los manguitos 16 están fijados en el tubo de guiado 3 mediante una soldadura, y están realizados por ejemplo de manera correspondiente de Inconel o de acero inoxidable, o bien de un material que se puede soldar con los materiales indicados. En la cara frontal 32 del manguito 16 dirigida hacia el separador 2, se han conformado brazos 17 que se extienden en dirección axial. Los brazos 17 están recortados en la pared del manguito y presentan en su extremo libre, los salientes 7, 8 que sobresalen de su cara radial externa. Las caras internas de los brazos 17 están curvadas con respecto a la pared interna del manguito 16 y descansan de manera correspondiente en situación de montaje sobre la superficie periférica del tubo de guiado 3.

En el ejemplo de realización de la figura 4, se encuentran los manguitos 16 en una posición de giro con respecto a una celda 5 del separador 2, de forma tal que sus brazos están dispuestos aproximadamente en la zona media de una sección laminar 6. Las zonas superior e inferior de la sección laminar 6 dirigidas hacia un manguito 16 se ensanchan radialmente hacia afuera y constituyen zonas de soporte 18, en las que se extienden hacia dentro axial y radialmente los brazos 17. La anchura de la zona de soporte 18 es mayor que la anchura de los brazos 17. Por debajo o bien por encima de las zonas de soporte 18, las secciones laminares 6 están abiertas por una ventana 9. Esta presenta una sección de forma rectangular y se extiende con su dirección longitudinal transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de combustible 1 o bien transversalmente con respecto al eje longitudinal central 14 de los tubos de guiado 3. Los salientes 7, 8 conformados en los extremos libres de los brazos 17, tiene forma de cuña en sección longitudinal, de manera que presentan una superficie oblicua 19 que se aparta de la superficie periférica de los tubos de guiado 3 y tangencialmente con respecto a esta. Los salientes 7,8 atraviesan la ventana 9 y descansan con sus superficies oblicuas 19 sobre el borde interno 20 de las zonas de soporte 18. La zona de soporte 18 o bien el borde interno 20, y la superficie oblicua 19 actúan de modo correspondiente como una unión de empuje por cuña de manera conjunta. En una dilatación térmica del tubo de guiado 3, los salientes 7, 8 se desplazan

o bien se desplazan sus superficies oblicuas 19 en la dirección de las flechas 10 o 12. En este caso, las superficies oblicuas 19 deslizan sobre los bordes internos 20, lo que conduce al aumentar el calentamiento a una mayor rigidez de la unión entre el tubo de guiado 3 y el separador 2.

5 Para el montaje, se colocarán en primer lugar ambos manguitos 16 en la parte de arriba y en la parte de abajo sobre un separador. Dado que la anchura 22 (figura 6) de dos salientes diametralmente opuestos es mayor que la anchura total 23 de dos zonas de soporte 18 opuestas diametralmente, los brazos 17 antes de la colocación de un manguito 16 en el separador 2 deben ser curvados radialmente hacia dentro. Otra posibilidad para posibilitar la introducción de los manguitos 16, consiste en que la anchura de los brazos 17 se escoja de modo tal que estos se puedan colocar en las zonas de la esquina de la celda 24 del separador 2. Los manguitos 16 se mantendrán de esta manera en la colocación en un ángulo de 45° con respecto a su posición de giro teórica. Después de que los manguitos 16 han alcanzado aproximadamente su posición axial teórica, el manguito será girado en 45°, de manera que los salientes 7, 8 se colocarán en la ventana 9. Para facilitar esta operación, es aconsejable que las ventanas 9 lleguen a las zonas de las esquinas 24 de la celda. Para facilitar la introducción de los manguitos 16 en un separador 2, se puede prever la constitución de las caras frontales 25 de los salientes 7, 8 en forma de zonas oblicuas ascendentes, de manera que estas actúan conjuntamente con el borde externo de una sección de elemento laminar 6, o bien de una zona de soporte 18, con el resultado de que un brazo 17 es curvado radialmente hacia dentro y se hace posible la introducción del manguito 16 en una celda 5.

20 En las figuras 8 a 13, se ha mostrado un ejemplo de realización en el que tiene lugar la fijación del separador 2 en celdas cuadradas 5 sobre un tubo de guiado 3 con ayuda de manguitos 16 en cuya cara frontal 32 dirigida al separador 2 sobresalen brazos axiales 17. También en este caso, los brazos 17 están recortados de la pared del manguito y soportan en su extremo libre, por el lado externo, un saliente 7 u 8. En la situación de montaje, se extienden los brazos 17 en las zonas de esquina de la celda 24 del separador 2 hacia dentro. En cada una de las zonas de esquina de la celda 24 de una sección de elemento laminar 6, está dispuesta, en su posición axial superior I y en la posición axial inferior II, una ventana 9. En conjunto, una sección de elemento laminar 6 está atravesada por cuatro ventanas 9. La zona de tope de la ventana 9 que trabaja conjuntamente con los salientes 7, 8, estará constituida por sus bordes internos, los cuales están realizados en forma de bordes oblicuos 27. Un borde oblicuo 27 constituye con el eje central medio 14 de un tubo de guiado 3, un ángulo agudo que se abre hacia arriba (flecha 10) o hacia abajo (flecha 12). El saliente 7, 8 de los brazos 17 sujeta simultáneamente dos ventanas superiores o bien dos ventanas inferiores de una zona de esquina de celda 24.

La constitución detallada de un manguito 16 y en especial de los salientes 7, 8, se aprecia mejor en las figuras 9 a 12. Las superficies laterales 28 de los brazos 17 no se extienden en dirección radial sino en dirección tangencial con respecto a la superficie periférica del manguito 16. Tal como se deduce en especial de la figura 12, las superficies laterales 28 constituyen conjuntamente un cuadrado, cuya anchura libre 29 es ligeramente más pequeña que la anchura libre 30 de una celda 4. Un manguito 16 puede ser introducido, como máximo, en un separador 2, en una profundidad para que la cara frontal 32 que lleva los brazos 17 descansen sobre los elementos laminares 4 o bien secciones de elementos laminares 6. Los salientes 7, 8 tienen sustancialmente una forma de regruesamientos anulares salientes radialmente de la cara externa de los brazos 17. La cara externa 31 de los salientes 7, 8 es parte de una superficie cilíndrica que comprende la superficie periférica de los manguitos 16 de forma coaxial. Las caras laterales de los salientes 7, 8 están formadas como superficies oblicuas 33, que forman un ángulo agudo abierto con el eje central longitudinal 34 de un manguito 16 o bien con el eje central longitudinal 14 de un tubo de guiado 3, cuyo ángulo se abre hacia arriba (flecha 10) o bien hacia abajo (flecha 12). En situación de montaje, los salientes 7, 8 atraviesan con sus zonas laterales 35 dos ventanas 9 adyacentes a una zona de esquina 24 de la celda. En este caso, las superficies oblicuas 33 de los salientes 7, 8 funcionan con los bordes oblicuos 27 de la ventana 9 en el sentido de una unión de cuña por empuje. De esta manera, los brazos 17 con los salientes 7, 8 se introducen en las zonas de esquina 24 de la celda, los salientes 7, 8 no se deben encontrar demasiado lejos de la superficie periférica del manguito 16. La expansión radial de las superficies oblicuas 33 es, por lo tanto, relativamente reducida, por lo que existe el peligro que para una dilatación condicionada por calentamiento del tubo de guiado 3, una superficie oblicua 33 llegue a encontrarse sin agarre con el borde oblicuo 27. Para impedirlo, las superficies oblicuas 33 están dirigidas de manera tal en un plano radial que para un movimiento relativo entre el tubo de guiado 3 y la sección de elemento laminar 6 en el sentido de la flecha 10 o bien 12, un saliente 7, 8 ejerce un componente de fuerza dirigido hacia dentro radialmente sobre un borde oblicuo 27. La resistencia de la unión entre el tubo de guiado 3 y el separador 2 se fijará por lo tanto en estado caliente, no solamente en dirección axial sino también en dirección radial.

El montaje tiene lugar aproximadamente tal como se ha explicado anteriormente. Los manguitos 16 son introducidos por la parte superior o bien por la parte inferior en una celda, de manera que los brazos 17 están dirigidos hacia las zonas de esquina 24 de la celda. Para facilitar el doblado dirigido hacia dentro de forma radial de los brazos 17, su cara frontal está constituida en forma de zona oblicua de salida 36.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento de combustible para un reactor nuclear con un haz de varillas de combustible, como mínimo, un separador (2) con celdas (5) que están rodeadas, como mínimo, por una sección laminar, realizada en un primer material (6), y varios tubos de guiado, que atraviesan cada uno una celda (5) y están fijados en la misma de forma axial, realizados en un segundo material que presenta dilatación térmica distinta de la del primer material, de manera que para la unión del tubo de guiado (3) y del separador (2)
- 10 - en el tubo de guiado (3) están fijados un primer y un segundo salientes (7, 8) de manera directa o indirecta, de manera que los primeros salientes (7) están dispuestos en una primera posición axial (I) y los segundos salientes (8) están dispuestos en una segunda posición axial (II), y
- los salientes (7, 8) se sujetan cada uno en una ventana (9) que atraviesa una sección de elemento laminar (6) con formación de una zona destalonada que actúa axialmente, caracterizado porque
- 15 que en el caso de una gran dilatación térmica del tubo de guiado (3), las caras dirigidas en oposición una con respecto a la otra y en el caso de una dilatación grande de la sección de elemento laminar (6), las caras dirigidas una hacia la otra de los salientes (7, 8) interaccionan de manera correspondiente con una zona de tope de la ventana (9), que presenta, como mínimo, un borde oblicuo (13, 27), dirigido oblicuamente con respecto a la dirección longitudinal del separador (2) o del tubo de guiado (3) que, con un saliente (7, 8), constituye una unión de
- 20 acuíñamiento con avance.
2. Elemento de combustible, según la reivindicación 1, caracterizado porque un saliente (7, 8) presenta una superficie oblicua (19, 33) que interacciona con el borde oblicuo (13, 27).
- 25 3. Elemento de combustible, según la reivindicación 2, caracterizado porque la superficie oblicua (33) presenta adicionalmente una posición oblicua en dirección radial, y el borde oblicuo (27) en dirección radial, y sujeta el borde oblicuo (27) en dirección periférica, de manera tal que, para un desplazamiento relativo entre la sección de elemento laminar (6) y el tubo de guiado (3), la sección de elemento laminar (6) recibe la acción de una componente de fuerza que actúa radialmente.
- 30 4. Elemento de combustible, según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tubo de guiado (3) en la zona de un separador (2) está fijado axialmente por un manguito superior y un manguito inferior (16), de manera que el manguito superior (16) soporta primeros salientes (7) y el manguito inferior soporta segundos salientes (8).
- 35 5. Elemento de combustible, según la reivindicación 4, caracterizado porque en la cara frontal (32) de un manguito (16), dirigida hacia el separador (2), se prolongan varios brazos (17) de forma axial, de manera que los salientes (7, 8) están dispuestos en las caras externas de los brazos (17).
- 40 6. Elemento de combustible, según la reivindicación 5, caracterizado porque las caras internas de los brazos (17) descansan sobre la superficie periférica del tubo de guiado (3).
- 45 7. Elemento de combustible, según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque el separador (2) presenta celdas (5) rectangulares constituidas por cuatro secciones laminares (6) y porque en un manguito (16) existen cuatro brazos (17) dirigidos a la zona media de una sección de elemento laminar (6), de manera que las secciones de elemento laminar (6) presentan una zona de soporte (18) que se extiende radialmente con respecto a su borde superior y a su borde inferior, en la que el brazo (17) asociado se extiende en su interior de forma axial y radial y se acopla con su saliente (7, 8) en una ventana (9).
- 50 8. Elemento de combustible, según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque el separador (2) presenta celdas (5) constituidas por cuatro secciones de elemento laminar (6) y porque en un manguito (16) se encuentran cuatro brazos (17) dirigidos hacia las zonas de esquina (24) de la celda, y porque en la zona de la esquina (24) de la celda, en cada elemento laminar (6) está prevista una ventana superior y una ventana inferior (9), de manera que el saliente (7, 8) de un brazo (17), se introduce simultáneamente en dos ventanas superiores o bien dos ventanas inferiores (9) de una zona de esquina (24) de la celda.
- 55 9. Elemento de combustible para un reactor nuclear con un haz de varillas de combustible, como mínimo, un separador (2) con celdas (5), que están rodeadas, como mínimo, por una sección laminar, realizada en un primer material (6), y varios tubos de guiado (7), que atraviesan cada uno una celda (5) y están fijados en la misma, realizados en un segundo material que presenta dilatación térmica distinta de la del primer material, de manera que para la unión del tubo de guiado (3) y del separador (2)
- 60 - en el tubo de guiado (3) están fijados un primer y un segundo salientes (7, 8) de manera directa o indirecta, de manera que los primeros salientes (7) están dispuestos en una primera posición axial (I) y los segundos salientes (8) están dispuestos en una segunda posición axial (II), y
- 65 - los salientes (7, 8) se sujetan cada uno en una ventana (9) que atraviesa una sección de elemento laminar (6) con constitución de una zona destalonada que actúa axialmente,

- caracterizado porque,
- los salientes (7, 8) tienen forma de cuña en sección longitudinal, de manera que presentan una superficie oblicua (19) que está dirigida en alejamiento de la superficie periférica del tubo de guiado (3) y se extienden tangencialmente con respecto al mismo,
- 5
- los salientes (7, 8) se sujetan en la ventana (9) y hacen tope sobre el borde interno (20) de una zona receptora (18) de las secciones de elemento laminar (6) con su superficie oblicua (19),
 - y el borde interno (20) de las zonas receptoras (18) y de la superficie oblicua (19) interaccionan a modo de una conexión de cuña de empuje
- 10
10. Elemento de combustible, según la reivindicación 9, caracterizado porque el tubo de guiado (3) está fijado axialmente por un manguito superior y un manguito inferior (16) en la zona del separador (2), de manera que el manguito superior (16) soporta primeros salientes (7) y el manguito inferior soporta segundos salientes (8).
- 15
11. Elemento de combustible, según la reivindicación 10, caracterizado porque los manguitos (16) están fijados al tubo de guiado (3) por soldadura.
- 20
12. Elemento de combustible, según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque varios brazos (17) se prolongan axialmente en alejamiento desde la cara frontal (32) de un manguito (16) opuesto al separador (2), de manera que los salientes (7, 8) están dispuestos sobre las caras externas de los brazos (17).
- 25
13. Elemento de combustible, según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque la zona receptora (18) está formada por una zona superior o zona inferior de las secciones de elemento laminar (6), cuya zona se prolonga radialmente hacia afuera y se dirige hacia el manguito (16), y en cuya zona se extienden los brazos (17) axialmente y radialmente.
14. Elemento de combustible, según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque la ventana (9) tiene forma de sección rectangular y se extiende, en su dirección longitudinal, transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de combustible (1), o transversalmente al eje longitudinal central del tubo de guiado (3).

Fig. 1

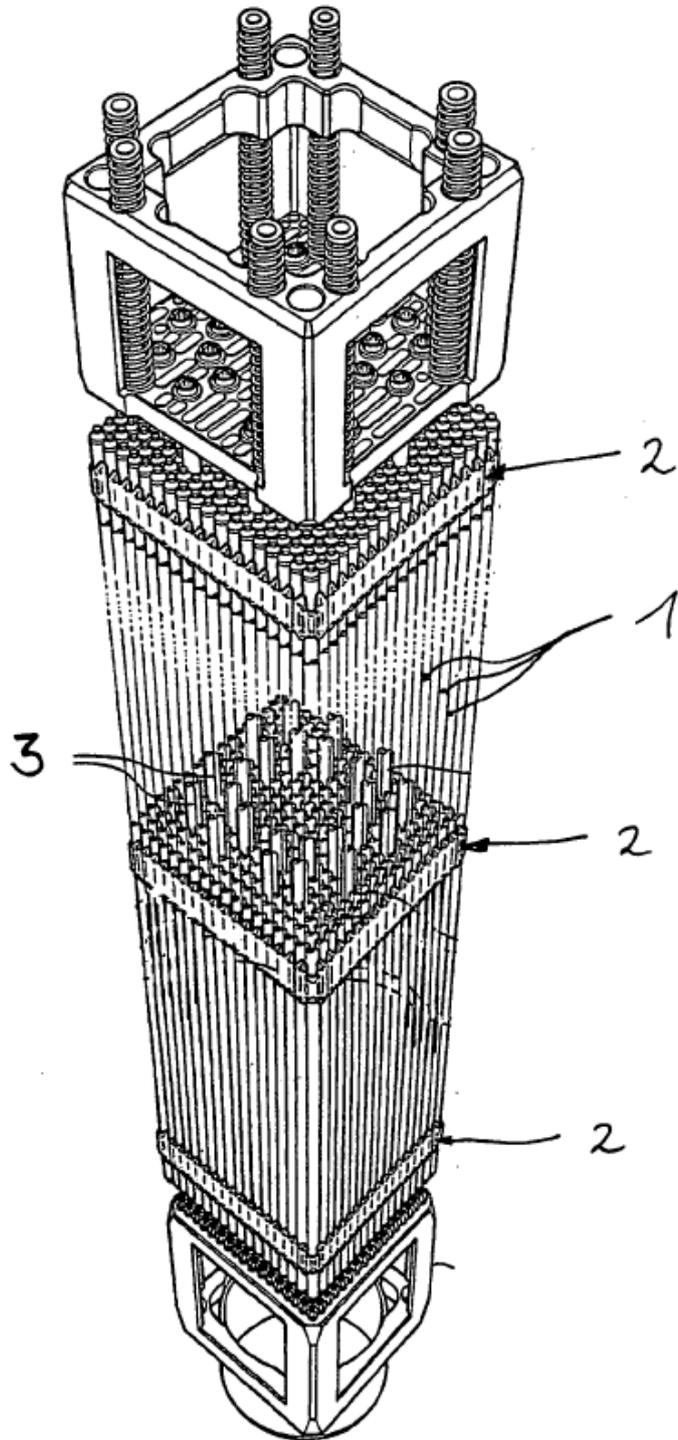


Fig. 2

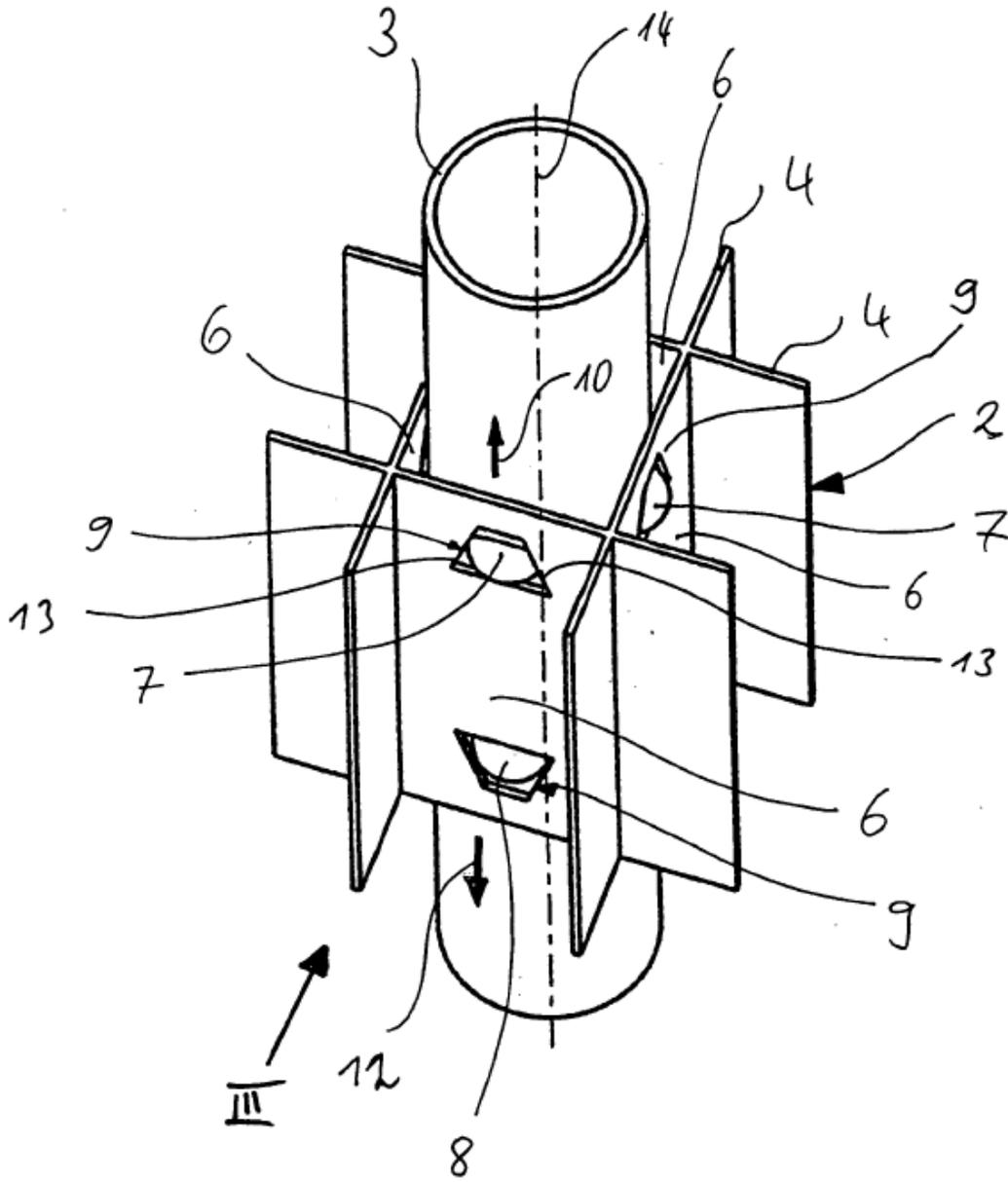


Fig. 2A

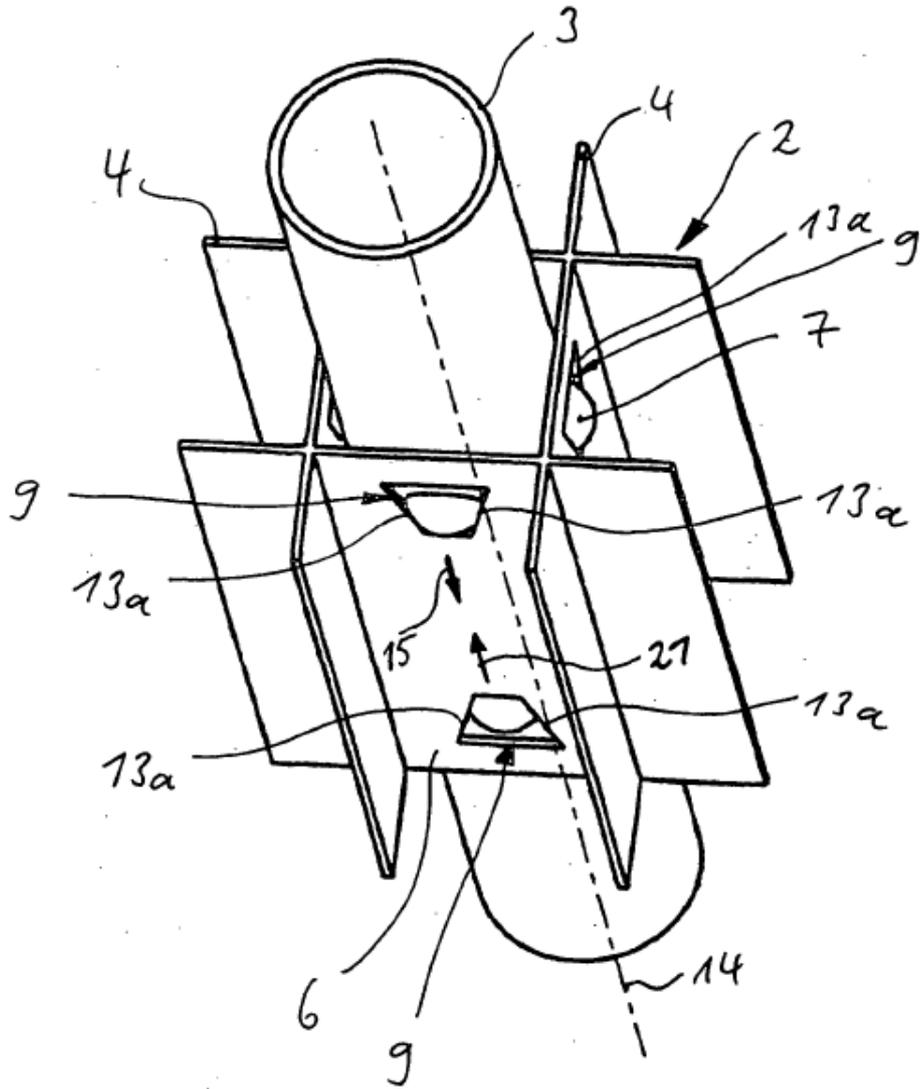


Fig. 3

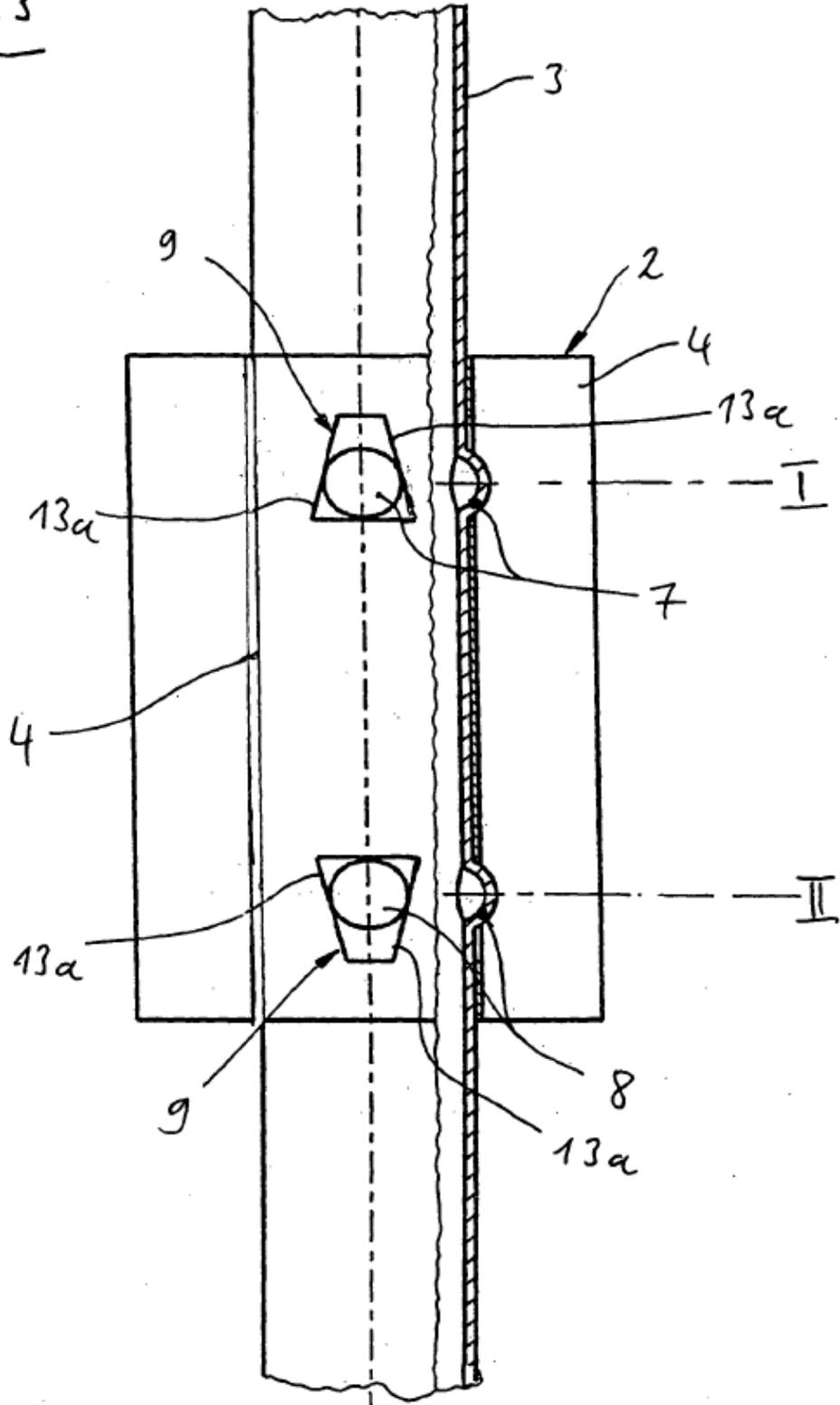


Fig.4

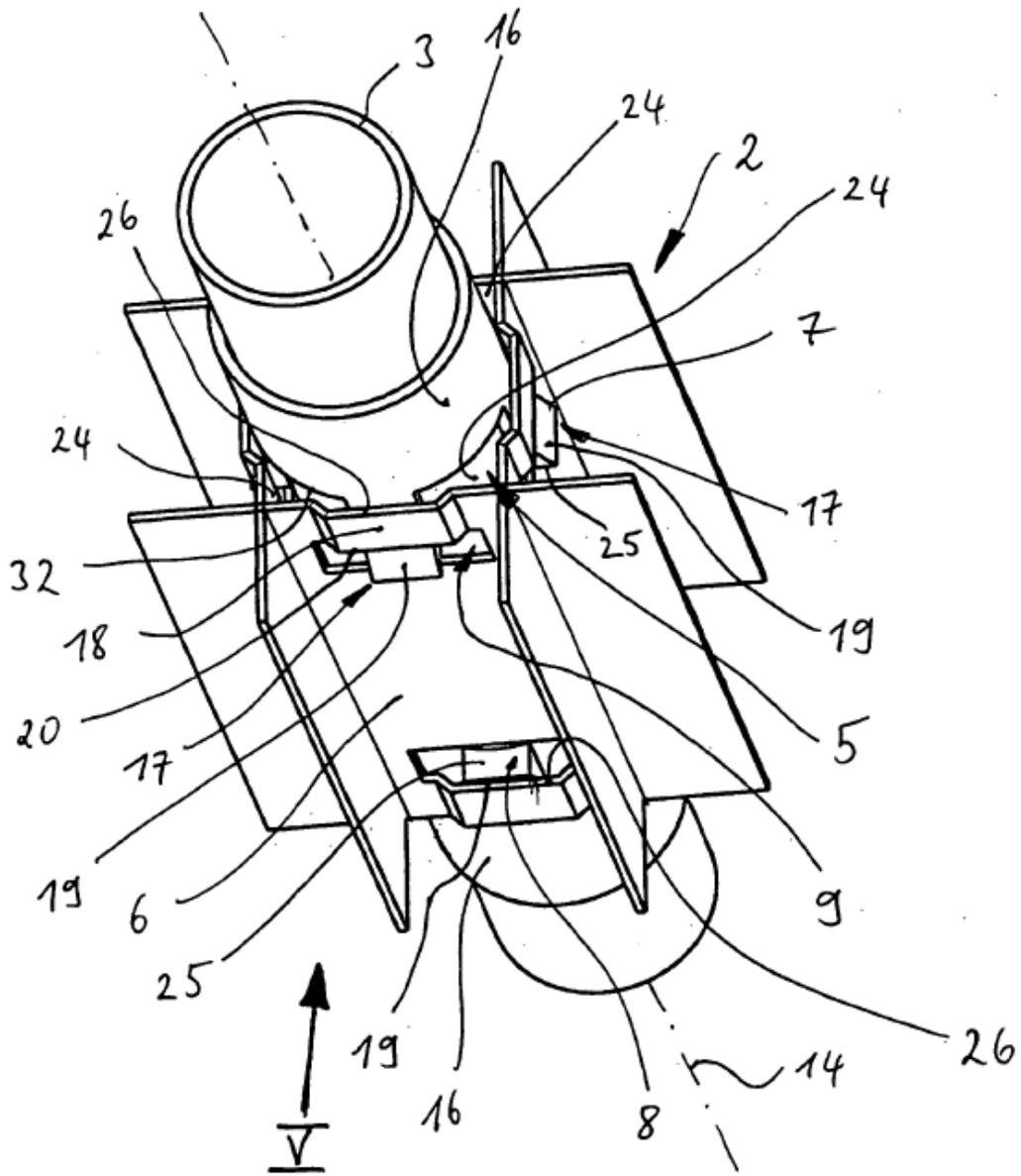


Fig.5

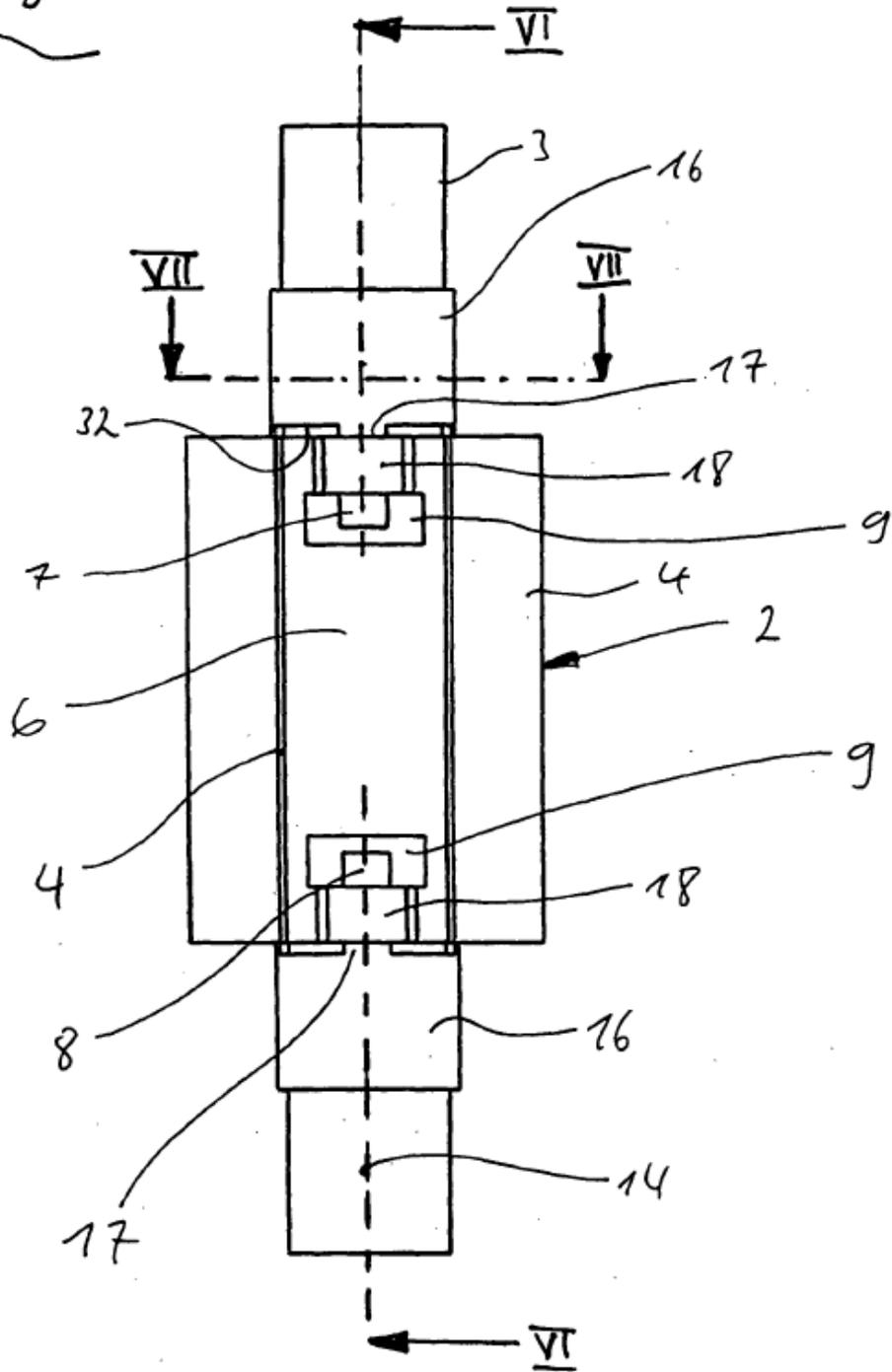


Fig. 6

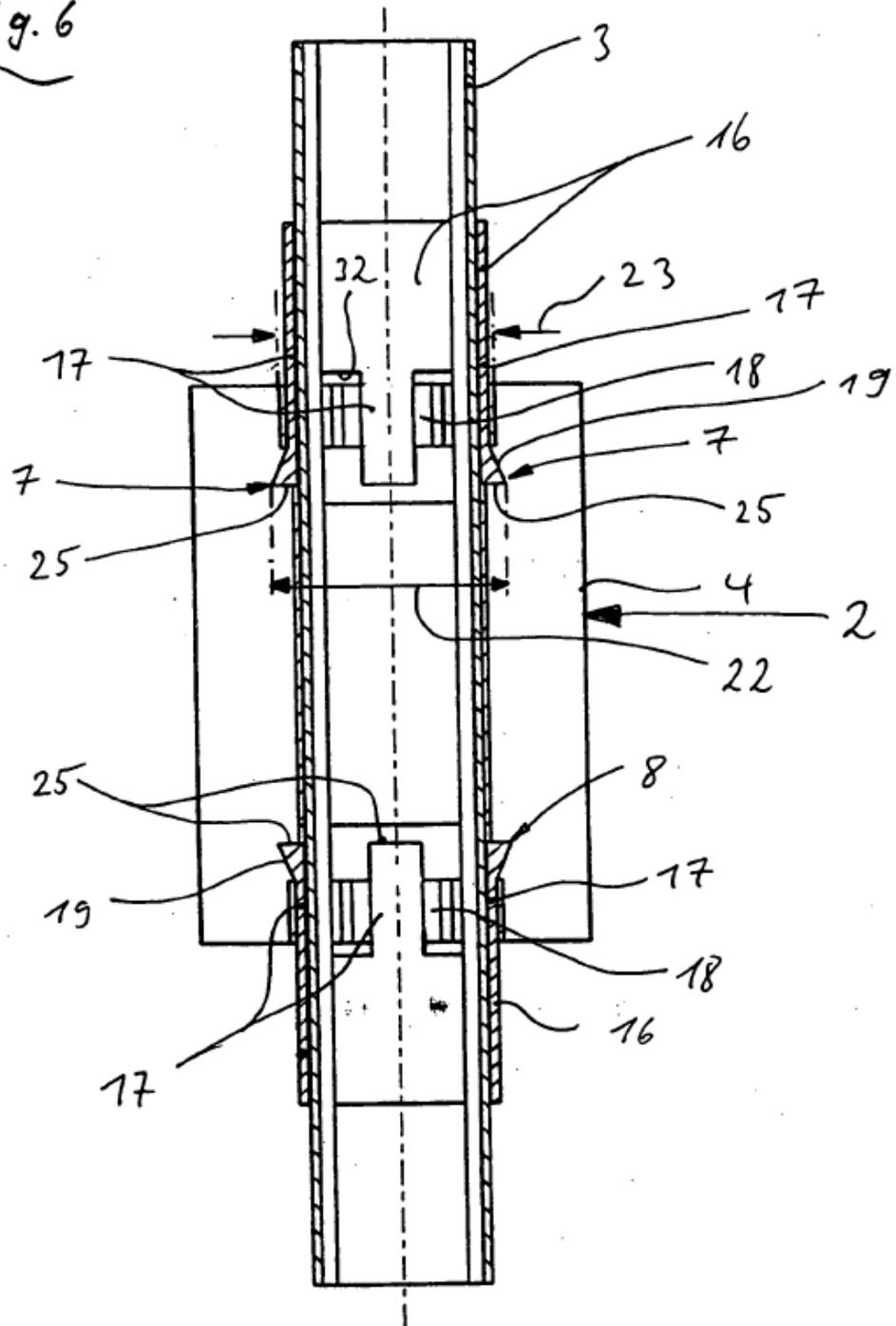


Fig. 7

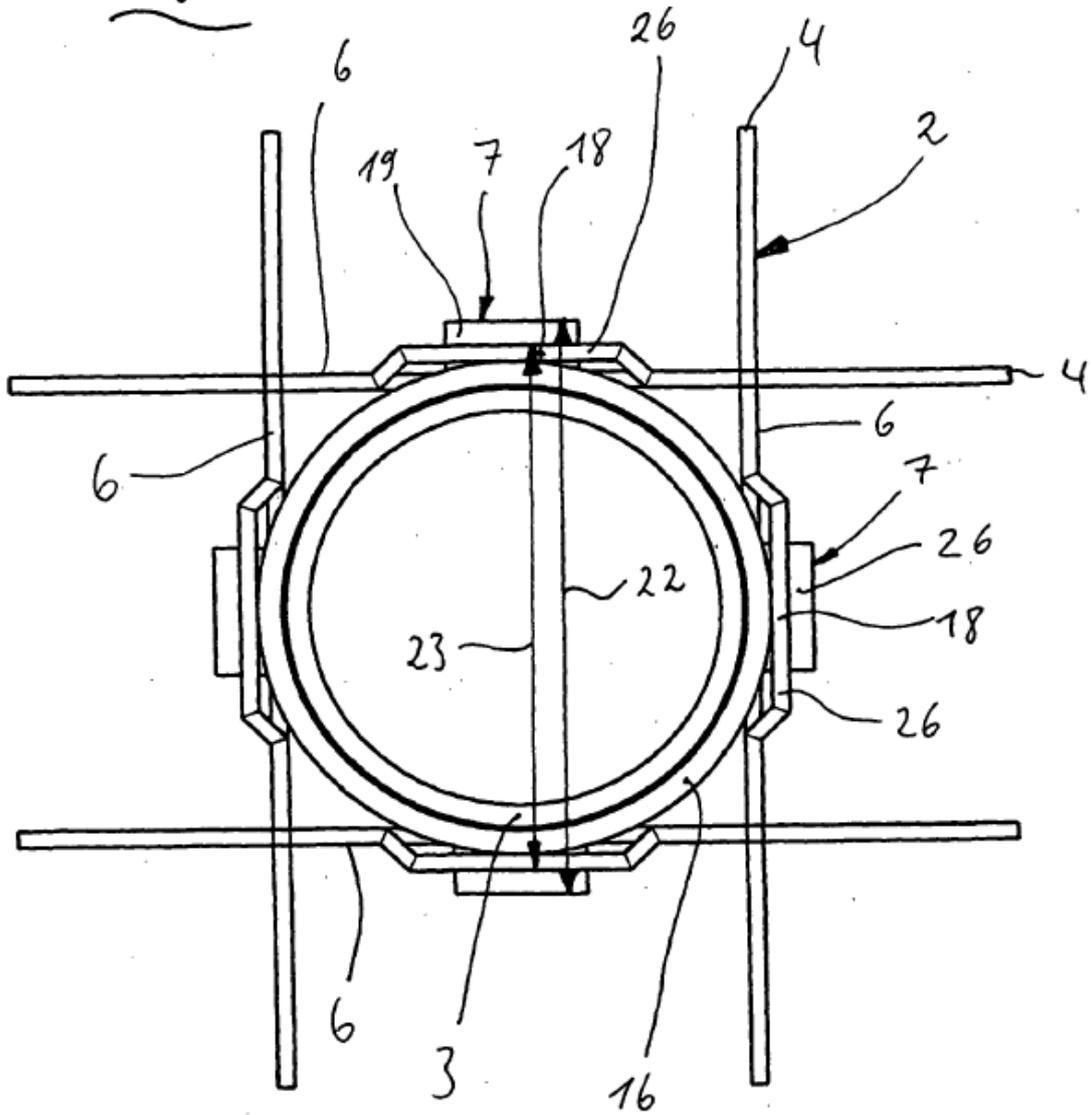


Fig. 8

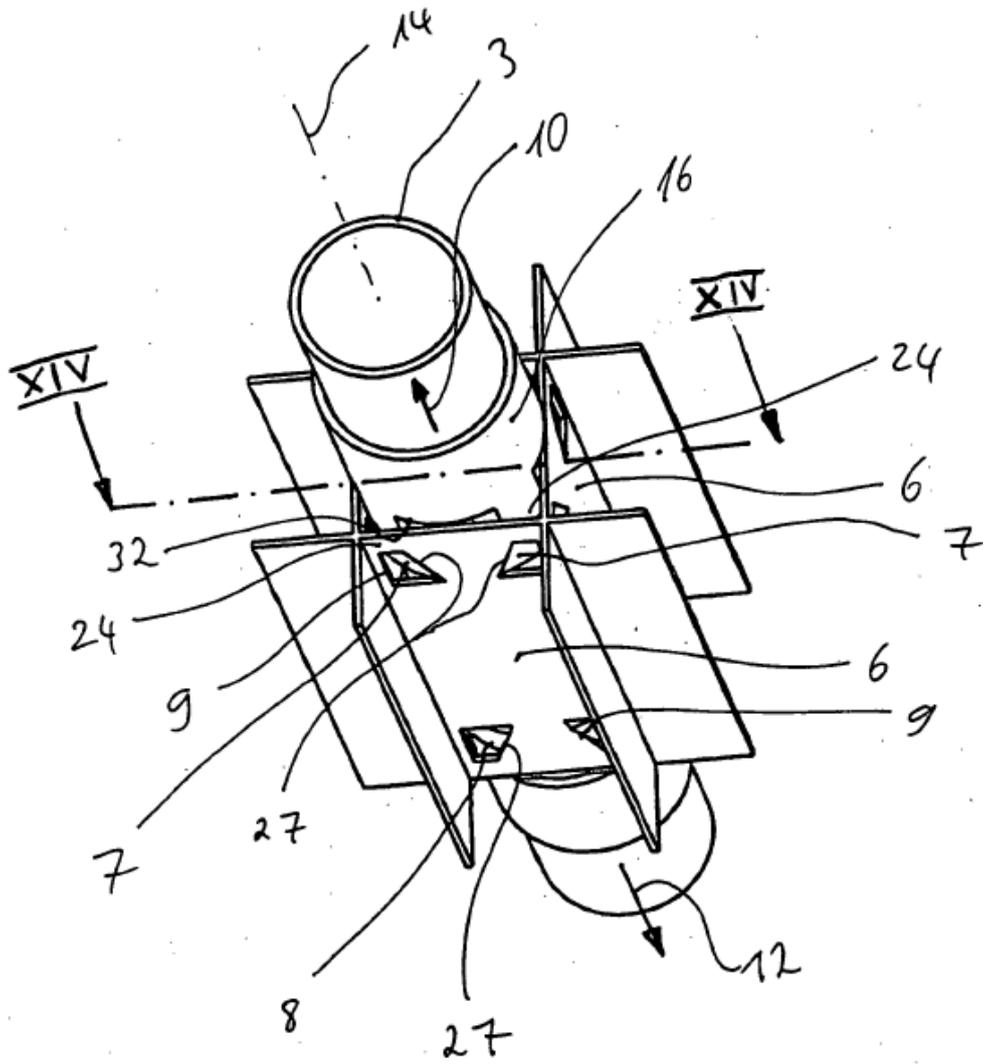


Fig. 9

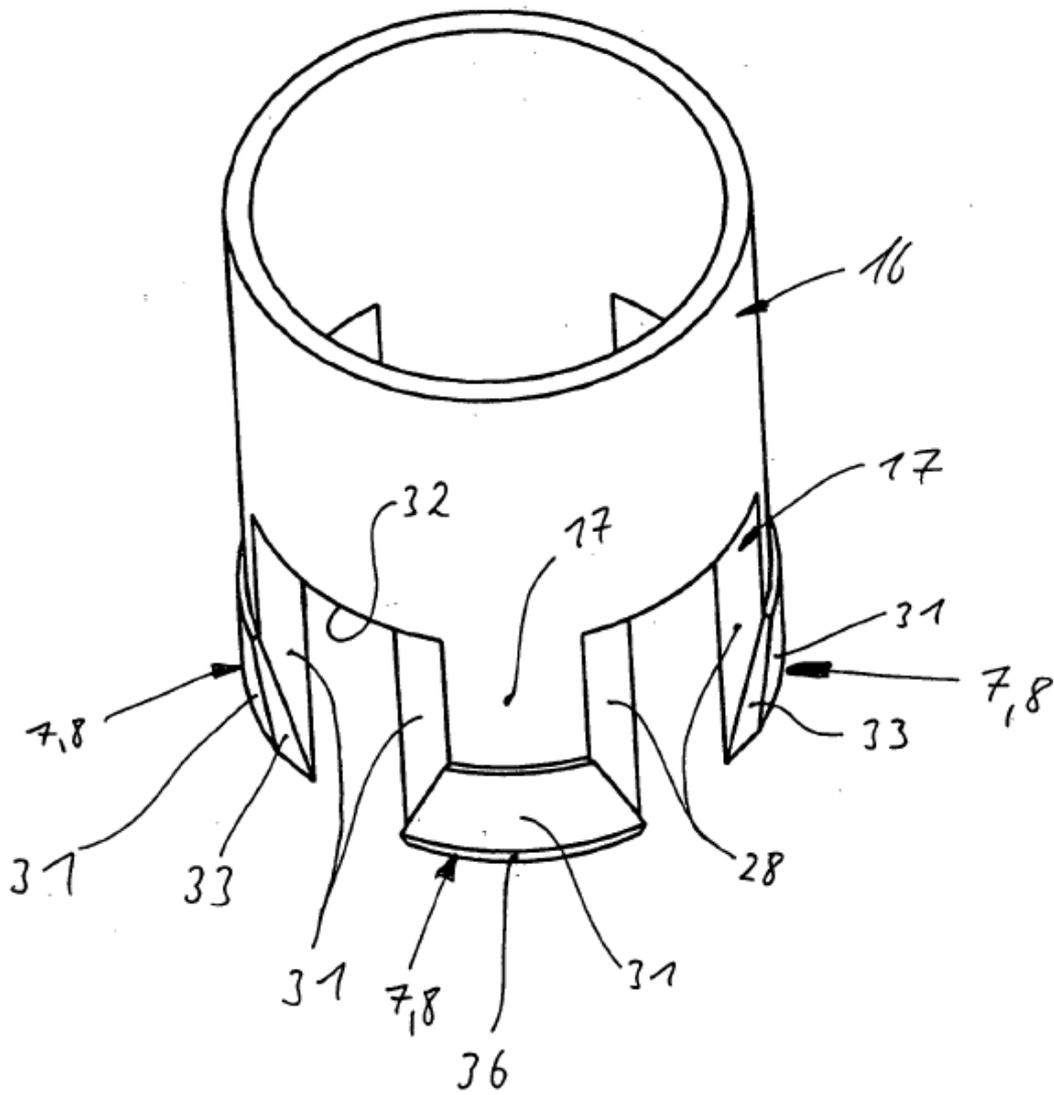
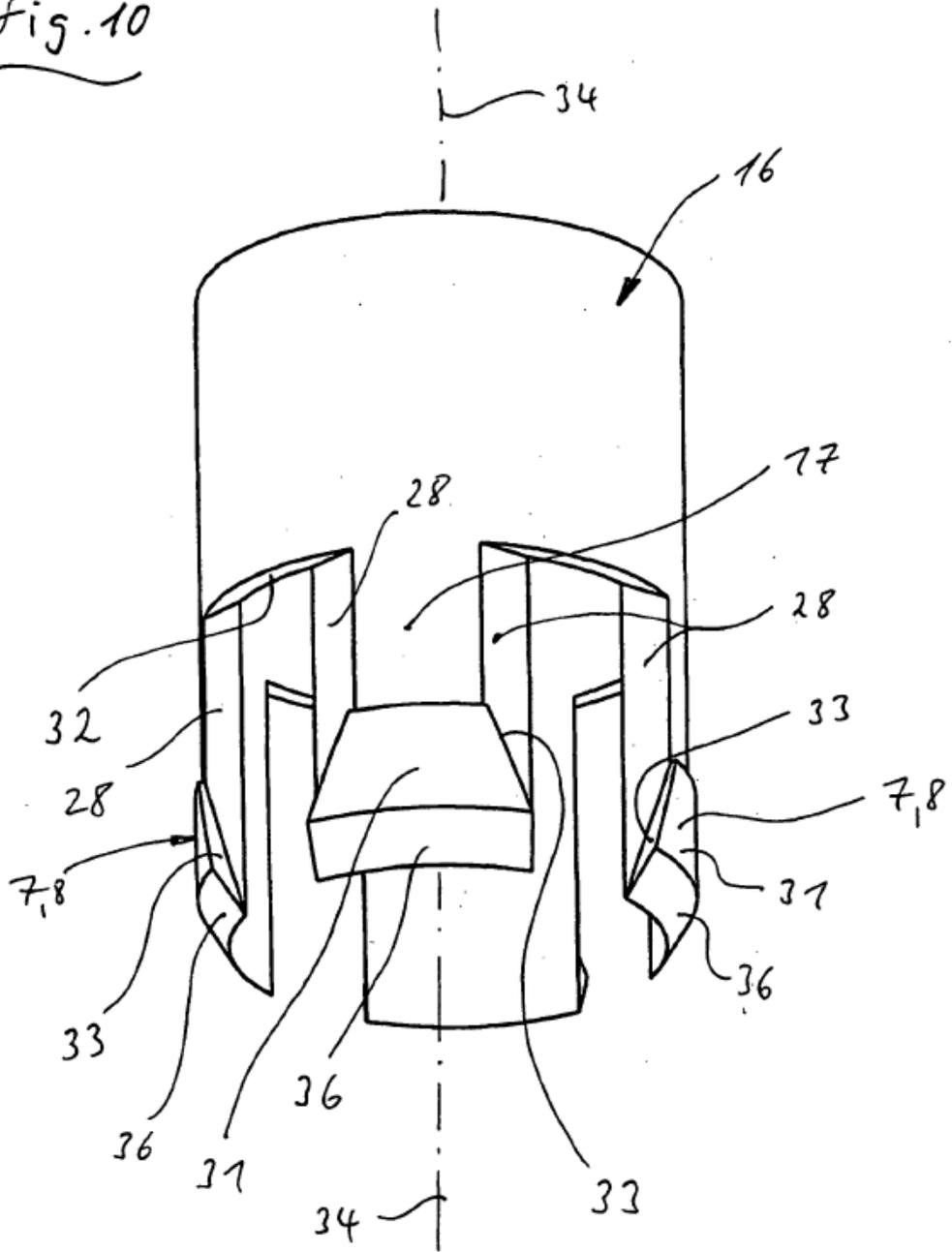


Fig. 10



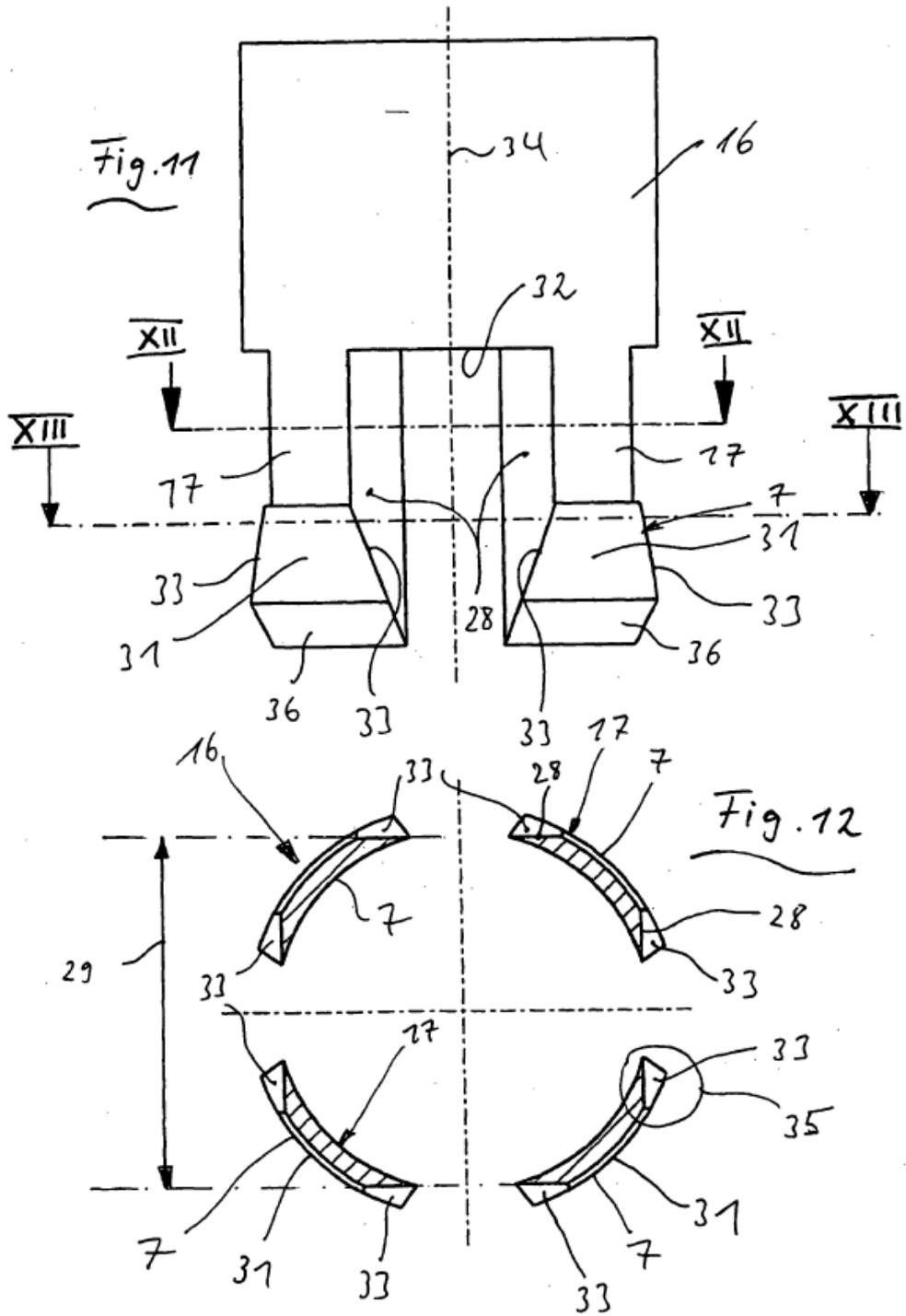


Fig. 13

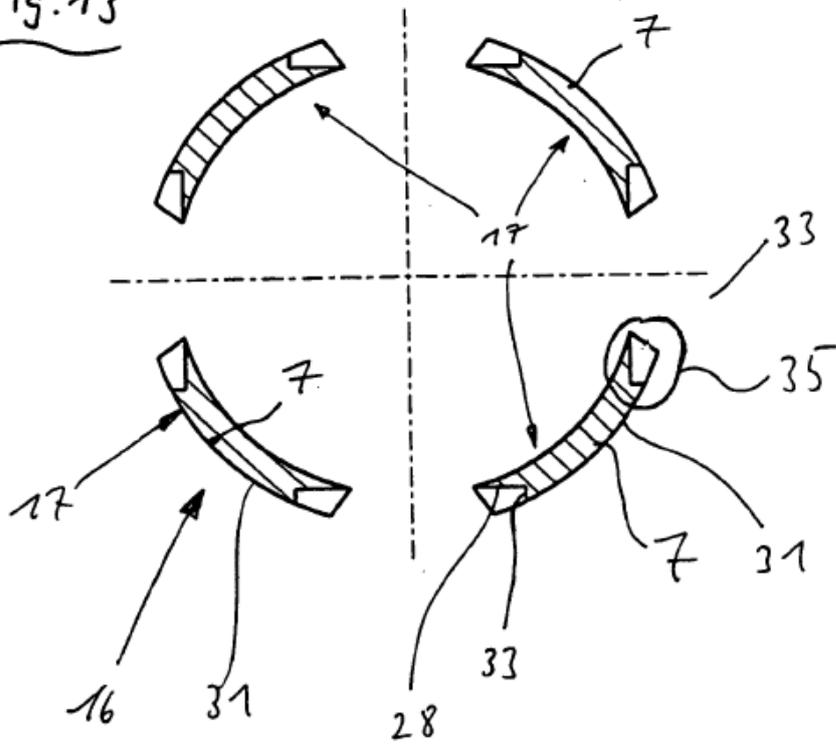


Fig. 14

