

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 217**

51 Int. Cl.:

**B21D 22/14** (2006.01)

**B21D 22/21** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012 E 12002781 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2653244**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.03.2015**

73 Titular/es:

**LEIFELD METAL SPINNING AG (100.0%)**  
**Feldstrasse 2-20**  
**59229 Ahlen, DE**

72 Inventor/es:

**NILLIES, BENEDIKT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 532 217 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**

Procedimiento y dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 11.

5 La pieza de trabajo a conformar presenta un eje central, una zona radialmente interior y una zona radialmente exterior. En el procedimiento se conforma la zona radialmente interior de la pieza de trabajo mediante un punzón y una matriz por embutición en la dirección axial. En este caso se forma una sección formada.

El dispositivo comprende una matriz y un punzón para la conformación de la zona radialmente interior de la pieza de trabajo por embutición.

10 Con el procedimiento de conformación descrito y el dispositivo descrito se pueden fabricar una multiplicidad de formas por la así denominada embutición o embutición profunda. En este caso habitualmente se realiza una reducción de diámetro de la pieza de trabajo. Las tensiones que aparecen durante la conformación, en particular tensiones de tracción radiales y tensiones de compresión tangenciales, provocan un flujo de material extraordinariamente complejo.

15 Las formas fabricadas por embutición o embutición profunda presentan habitualmente una sección de brida radial y una sección formada axial. Bajo la sección formada axial se entiende en este caso en particular una sección de la pieza de trabajo que sobresale del plano de la sección de brida radial.

20 Un punto débil conocido en la conformación por embutición profunda es el borde o la transición entre la sección de brida radial y la sección formada axial. En esta zona aparece con frecuencia un debilitamiento del material, que en el caso más desfavorable también puede conducir a una rotura del material. Para evitar un debilitamiento del material excesivo se conoce, por ejemplo, calentar la pieza de trabajo durante la conformación, prever radios de curvatura relativamente grandes en la zona de transición y/o efectuar el proceso de embutición en varias etapas.

Mediante la embutición o embutición profunda se pueden fabricar por ejemplo escudillas. La conformación por embutición profunda requiere fuerzas de prensado axiales elevadas.

25 Otro campo de aplicación para la embutición o embutición profunda es la fabricación de piezas de engranaje con un cubo central. El procedimiento se aplica, por ejemplo, en la fabricación de poleas o portadores de láminas. En este caso, mediante embutición profunda se fabrica en primer lugar una preforma con un cubo, que a continuación se conforma posteriormente, por ejemplo, en una máquina de conformado o laminación a presión. La embutición profunda de una pieza de trabajo para la fabricación de un portador de láminas se describe, por ejemplo, en el documento DE 43 27 746 A1.

30 En un procedimiento alternativa para la conformación de un cubo en una pieza de trabajo de partida en forma de rodaja, una zona exterior de la pieza de trabajo se conforma mediante un rodillo prensor y el material obtenido se modela en este caso formando un saliente cilíndrico alrededor de una espiga de útil que atraviesa la pieza de trabajo. Este procedimiento para la fabricación de una pieza de engranaje que presenta un cubo se describe, por ejemplo, en el documento DE 44 00 257 C1.

35 En el documento EP 0 997 210 A2 se describe un procedimiento para la conformación del cubo, en el que la zona exterior de la pieza de trabajo se mecaniza mediante un rodillo con un filo de corte. El material separado de la zona exterior se modela en una recámara del rodillo formando el cubo.

En la fabricación del cubo por presión o hendido existen imitaciones respecto al diseño y grosor de pared del cubo.

40 La invención tiene el objetivo de especificar un procedimiento y un dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo, los cuales posibilitan una conformación especialmente económica y eficiente.

El objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo con las características de la reivindicación 11. En las respectivas reivindicaciones dependientes están especificadas configuraciones preferidas.

45 El procedimiento está caracterizado según la invención porque, durante la conformación por embutición, la pieza de trabajo se pone en rotación alrededor del eje central y, cuando la pieza de trabajo rota, la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo se expone a la acción de al menos un rodillo de conformación, generándose o apoyándose un flujo de material en la dirección de la zona radialmente interior de la pieza de trabajo.

En un dispositivo está previsto según la invención que la matriz y el punzón estén montados de forma rotativa y que esté dispuesto un rodillo de conformación a la acción del que se expone, durante la conformación de la pieza de trabajo por

embutición, una zona radialmente exterior de la pieza de trabajo, pudiéndose generar un flujo de material en la dirección de la zona radialmente interior de la pieza de trabajo.

5 Una idea base de la invención consiste en provocar o apoyar un desplazamiento de material durante el proceso de embutición mediante el rodillo de conformación desde la zona radialmente exterior a la zona radialmente interior. La exposición al efecto o conformación de la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo mediante el rodillo de conformación se puede realizar de manera que se genera de forma dirigida un flujo de material orientado radialmente hacia dentro, es decir, el material se traslada radialmente hacia dentro.

10 El flujo de material generado por el rodillo de conformación apoya el flujo de material durante la embutición. Se disminuye sustancialmente el debilitamiento del material en el borde entre la zona radialmente interior, conformada por embutición, y la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo. Por consiguiente el procedimiento y el dispositivo son apropiados en particular para la fabricación de piezas de engranaje, como por ejemplo, discos de cubo, poleas, portadores de láminas o amortiguadores de vibraciones de torsión, en los que justo esta zona de transición está expuesta a grandes sollicitaciones. Además, sin un debilitamiento del material se pueden modelar radios menores en la transición o el canto. Mediante el empuje posterior de material hacia dentro se pueden reducir además las fuerzas de prensado necesarias entre el punzón y la matriz. Además, una exposición al efecto de un rodillo de conformación puede contribuir a un alivio de tensiones en la zona radialmente exterior y por consiguiente a la disminución de una formación de ondas.

Otra ventaja del procedimiento según la invención consiste en que mediante la conformación de la zona exterior mediante el rodillo de conformación se puede provocar un endurecimiento en frío del material. Con ello se puede fabricar de forma económica un componente especialmente resistente.

20 La conformación de la zona radialmente interior por embutición posibilita además un diseño ampliamente libre, pudiéndose modelar también contornos no simétricos en rotación, por ejemplo, contornos poligonales o estriados. Debido al flujo de material mejorado se pueden fabricar formas de piezas de trabajo complejas.

25 La pieza de trabajo a conformar puede ser en particular un material plano, en particular una pieza en bruto de chapa, con una dirección de extensión principal transversalmente o radialmente respecto al eje central. Por ejemplo, la pieza de trabajo puede ser una rodaja. Preferentemente la pieza de trabajo de partida antes de la deformación según la invención es al menos ampliamente simétrica en rotación respecto al eje central.

30 La embutición de la pieza de trabajo se realiza preferentemente en una rendija de embutición entre el punzón y la matriz. La matriz presenta para ello un espacio de recepción o libre central, en el que el punzón se mete para la conformación de la pieza de trabajo por embutición. La conformación se realiza mediante la entrada coaxial del punzón en el espacio de recepción de la matriz.

Según la invención la pieza de trabajo se mecaniza al menos durante un tiempo de mecanizado consabido simultáneamente por embutición mediante el punzón y la matriz y por la exposición al efecto del rodillo de conformación. El dispositivo está equipado correspondientemente para garantizar un mecanizado simultáneo de la pieza de trabajo por la matriz y el punzón, así como por el rodillo de conformado.

35 Por la embutición de la pieza de trabajo se constituye una sección, que sobresale del plano de la pieza de trabajo o de la zona radialmente exterior y que se designa como sección formada axial. La sección formada axial puede presentar, por ejemplo, una pared anular, en particular cilíndrica o cónica, que se extiende alrededor del eje central de la pieza de trabajo. En la configuración de la sección formada axial, en la zona radialmente exterior se origina una zona exterior radial de la pieza de trabajo designada como sección de brida.

40 El rodillo de conformación puede ser en particular un rodillo prensor o cilindro prensor. Mediante la exposición al efecto en la pieza de trabajo se disminuye el espesor de la zona radialmente exterior y el material desplazado en este caso se presiona radialmente hacia dentro. La conformación se realiza cuando la pieza de trabajo rota. También se puede usar un rodillo de perfilado para el recalado o engrosamiento del material que se aproxima preferentemente radialmente.

45 Básicamente puede ser suficiente generar sólo una fuerza de apriete axial por parte del rodillo de conformación, de modo que el material se desvíe radialmente hacia dentro. No obstante, se genera un desplazamiento de material más efectivo cuando el rodillo de conformación conforma la sección de brida de la pieza de trabajo por un movimiento radial.

50 En particular se puede obtener un flujo de material eficaz dirigido hacia dentro porque el rodillo de conformación se aproxima en la dirección de la zona radialmente interior de la pieza de trabajo o en la dirección de la sección formada axial. El rodillo de conformación se aproxima en este caso en primer lugar axialmente a la zona exterior de la pieza de trabajo y luego se desplaza radialmente hacia dentro. Mediante el desplazamiento del material hacia dentro se reduce la extensión axial, es decir el espesor, de la zona exterior radial en la zona expuesta al efecto.

Preferentemente la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo se soporta periféricamente para la limitación de un

- 5 flujo de material dirigido hacia fuera. El soporte se realiza preferentemente a través de un contraapoyo, por ejemplo un anillo, que limita una migración del material hacia fuera. Preferentemente el contraapoyo constituye un tope para la zona exterior de la pieza de trabajo. Por consiguiente el material se puede desviar ampliamente sólo hacia dentro al exponerlo al efecto del rodillo de conformación, por lo que se produce un flujo de material efectivo en la dirección de la rendija de embutición entre el punzón y la matriz o el borde de transición entre la sección de brida y la sección formada axial.
- 10 Para impedir en lo posible un abombado de la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo, la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo se sujeta hacia abajo preferentemente mediante un rodillo pisador. El rodillo pisador está en contacto con la zona exterior de la pieza de trabajo y presiona axialmente contra ésta, de modo que se impide un abombado en la dirección axial. Al contrario del rodillo de conformación, mediante el rodillo pisador no se realiza preferentemente ninguna conformación activa de la pieza de trabajo.
- 15 Se puede obtener un procedimiento especialmente económico porque la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo se conforma sobre una superficie de presión de la matriz. La matriz sirve así en cierto modo como útil de conformado para la embutición de la pieza de trabajo y como mandril de presión para la conformación mediante el rodillo de conformación. La pieza de trabajo se puede conformar por consiguiente simultáneamente sobre la matriz por embutición o embutición profunda y por apriete o laminación a presión.
- 20 Por la embutición de la zona radialmente interior de la pieza de trabajo se puede modelar, por ejemplo, un contorno en forma de escudilla o casquillo. Para el diseño de un contorno en forma de casquillo se puede incorporar, por ejemplo, en primer lugar una abertura central en la pieza de trabajo o usar una pieza de trabajo de partida con una abertura central. La abertura central se puede ensanchar mediante el punzón y la matriz por embutición. Mediante el proceso de embutición se puede aumentar la abertura durante la conformación, de modo que el material se puede desplazar del centro a un diámetro mayor por el útil de embutición.
- 25 En una configuración preferida del procedimiento, la zona interior de la pieza de trabajo se estira durante la embutición mediante un anillo de estiraje. De este modo se puede disminuir eficientemente el grosor de pared de la sección axial durante la embutición y generar un endurecimiento adicional del material. El al menos un rodillo de conformación le suministra a la rendija de embutición el material necesario para el estiraje y/o la conformación.
- 30 Preferentemente durante la conformación de la pieza de trabajo mediante el rodillo de conformación se forma una estructura definida en la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo. La superficie de presión de la matriz presenta para ello preferentemente una estructura definida correspondiente en la que se forma el material mediante el rodillo de conformación. Como estructura definida se entiende en particular, salientes, muescas, ranuras, estrías o dentados. Por consiguiente, la zona exterior de la pieza de trabajo se puede configurar de forma especialmente efectiva simultáneamente a la embutición. Mediante el procedimiento se pueden conformar rigidizaciones axiales, que discurren por ejemplo radialmente en la sección de brida de la pieza de trabajo.
- 35 La fiabilidad de la conformación de la pieza de trabajo se puede aumentar aun más porque el punzón se mete de forma pulsante en la matriz. A este respecto se realiza preferentemente, en particular en sucesión temporal muy corta, después de cada recorrido de aproximación un recorrido de retorno más corto. La combinación de un movimiento continuo del rodillo de conformación con un movimiento pulsante del punzón durante el proceso de prensado provoca un marcado de forma especialmente bueno y endurecimiento del material, en particular en el borde de transición entre la brida exterior y la sección formada axial. Además, se reduce la fuerza durante el modelado axial de dentados mediante el punzón.
- 40 Una embutición o embutición profunda incremental disminuye además el peligro de una formación de grietas en la pieza de trabajo.
- En otra configuración preferida del procedimiento está previsto que la pieza de trabajo se preembuta en primer lugar en parada, es decir sin rotación, mediante el punzón y a continuación, cuando la pieza de trabajo rota, se embuta aun más y bajo exposición al efecto del rodillo de conformación. La preembutición sin exposición al efecto del rodillo de conformación posibilita un centrado fiable de la pieza de trabajo y una reducción del tiempo de ciclo o el tiempo de conformación.
- 45 En una configuración preferida, la conformación de la pieza de trabajo se realiza al menos ampliamente manteniendo el diámetro, es decir, esencialmente sin reducción del diámetro. La zona exterior radial de la pieza de trabajo se puede fijar para ello correspondientemente en la matriz.
- Preferentemente se realiza una aproximación de interpolación del rodillo de conformación al punzón.
- 50 Para el reformado de la pieza de trabajo, después de la embutición se efectúan preferentemente otras etapas de conformación, en particular por apriete, laminación a presión, formación por estiraje, hendido y/o perfilado, mientras que la pieza de trabajo está sujeta entre la matriz y el punzón. Por ejemplo, a continuación la zona de embutición se puede deformar ampliamente en el dispositivo por al menos un rodillo prensor. La zona de embutición también se puede deformar ampliamente por al menos un cilindro prensor y reducir al menos parcialmente el espesor de pared. A este

respecto, el material desplazado puede constituir un dentado exterior.

- 5 Sobre una y la misma máquina se puede realizar con ello preferentemente una multiplicidad de etapas de conformación, manteniéndose la retención de la pieza de trabajo entre la matriz y el punzón. No obstante, alternativamente o adicionalmente a la sujeción de la pieza de trabajo entre la matriz y el punzón también pueden estar previstos eventualmente otros dispositivos de retención.
- En términos del dispositivo se prefiere que la matriz constituya un mandril de presión para el rodillo de conformación y presente una superficie de presión anular. La superficie de presión se extiende en este caso transversalmente al eje central de la pieza de trabajo o transversalmente al eje de rotación del dispositivo. Sobre la superficie de presión, la zona exterior de la pieza de trabajo se puede exponer al efecto de o conformar por el rodillo de conformación.
- 10 Para la conformación de una estructura superficial definida en la zona radialmente exterior de la pieza de trabajo, la matriz presenta preferentemente una superficie de presión con una estructura definida correspondiente. La superficie de presión estructurada puede presentar, por ejemplo, salientes, muescas, ranuras, estrías, dentados o similares.
- 15 Además, la matriz y/o del punzón para el modelado de un contorno definido en la zona radialmente interior de la pieza de trabajo puede presentar un contorno definido correspondiente, en particular un contorno poligonal y/o un perfilado. Por ejemplo, el espacio de recepción de la matriz puede presentar un contorno interior definido que se corresponde con el contorno exterior a modelar de la pieza de trabajo en la zona de la sección formada axial. Para el modelado de un contorno interior definido de la pieza de trabajo en la zona de la sección formada axial, el punzón puede presentar un contorno exterior correspondiente. El dispositivo según la invención puede estar equipado en particular para fabricar, junto a formas simétricas en rotación, también formas no simétricas en rotación. Por ejemplo, se puede fabricar una sección formada axial, poligonal o estriada de la pieza de trabajo.
- 20 Durante el proceso de embutición se puede conformar en la zona de embutición una forma interior y/o una exterior, preferentemente un dentado enchufable. En el procedimiento se puede conformar o estampar además un dentado de Hirth fuera de y/o dentro de, preferentemente en la zona de escudilla o cubo en el fondo y/o en la zona de brida.
- 25 Para una generación eficaz de un flujo de material dirigido hacia dentro por parte del rodillo de conformación está previsto preferentemente un anillo de soporte, en particular en una pieza, que para la limitación de un flujo de material hacia fuera proporciona una superficie de tope para una periferia exterior de la pieza de trabajo y/o sirve para el centrado de la pieza de trabajo y/o para la transferencia del par a la pieza de trabajo. El anillo de soporte también se puede realizar de forma dividida, pudiéndose desplazar las partes o segmentos individuales luego preferentemente en la dirección radial.
- 30 Para el estiraje de la zona interior de la pieza de trabajo durante la embutición, la matriz comprende preferentemente un anillo de estiraje. El anillo de estiraje puede provocar un adelgazamiento del material durante la embutición de la sección axial de la pieza de trabajo.
- 35 Según la invención se prefiere que tanto la matriz, como también el punzón se puedan accionar de forma rotativa. Preferentemente está previsto un dispositivo de sincronización, que sincroniza las velocidades de rotación de la matriz y del punzón. Mediante el accionamiento rotativo de la matriz y del punzón se puede obtener una conformación especialmente precisa.
- En el dispositivo o durante el proceso se usa preferentemente un medio separador, en particular un lubricante, que facilita el proceso de embutición y la extracción posterior del componente. Como medio separador también se puede usar una emulsión que posibilita una evacuación de calor más elevada durante el proceso.
- 40 Para evitar la formación de pliegues, durante el proceso de embutición se puede usar un anillo de embutición para la sujeción hacia abajo del material. Para evitar la formación de pliegues, también se puede usar un rodillo adicional como contrasorte.
- El dispositivo puede estar provisto preferentemente de un eyector y/o una carga y descarga automática.
- La aproximación del punzón y/o del rodillo de conformación se puede realizar preferentemente como eje controlado por recorrido o fuerza, en particular como eje de interpolación por recorrido o fuerza.
- 45 Con el procedimiento según la invención también es posible la conformación de una segunda zona en forma de cubo, la cual se extiende axialmente y también se puede extender en sentido contrario a la zona de embutición. La conformación de otro cubo se puede realizar, por ejemplo, por laminación a presión o hendido y/o con un rodillo de conformación de cámara. También es posible el uso de útiles de casquillo deslizante para la conformación de un tercer cubo en una sujeción.
- 50 El procedimiento posibilita la conformación de cubos que casi tienen el grosor de pared del material de partida.

La invención se describe a continuación aun más mediante formas de realización preferidas que están representadas en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestra:

- Fig. 1 una primera forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- 5 Fig. 2 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 3 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 4 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 5 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 6 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- 10 Fig. 7 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 8 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 9 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 10 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 11 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- 15 Fig. 12 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 13 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 14 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 15 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 16 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- 20 Fig. 17 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 18 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 19 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 20 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 21 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- 25 Fig. 22 las etapas de conformación para la fabricación de un componente completo;
- Fig. 23 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 24 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación
- Fig. 25 otra forma de realización de un dispositivo de conformación y de un procedimiento de conformación;
- Fig. 26 una etapa de conformación para el recalado de un cubo, y
- 30 Fig. 27 diferentes componentes y formas intermedias que se pueden fabricar mediante el procedimiento de conformación y el dispositivo de conformación según la invención.

En todas las figuras los componentes iguales o equivalentes están caracterizados con las mismas referencias. Los aspectos de la invención explicados mediante las figuras se pueden combinar entre sí básicamente libremente y no se deben entender como alternativas que se excluyen mutuamente.

35 Las figuras 1 y 2 muestran aspectos básicos del procedimiento según la invención y del dispositivo 10 según la invención en el ejemplo de la formación libre de virutas de una escudilla o un cubo en una pieza de trabajo 100 preferentemente ampliamente simétrica en rotación, por ejemplo, una rodaja o preforma.

El dispositivo 10 para la conformación de la pieza de trabajo 100 presenta una matriz 20 con una abertura de recepción 22 aproximadamente central, en la que se puede introducir un punzón 30 de forma lineal en una dirección axial. La matriz 20

y el punzón 30 están adaptados uno a otro, de modo que entre éstos se configura una rendija de embutición en la que se tira hacia dentro una zona interior 102 de la pieza de trabajo 100 al entrar el punzón 30 en la matriz 20.

5 La matriz 20 y el punzón 30 están montados de forma rotativa alrededor de un eje de rotación 12 en una bancada no representada y se pueden accionar en rotación. La pieza de trabajo 100 se puede posicionar en la matriz 20 e igualmente se puede poner en rotación sobre ésta. La pieza de trabajo 100 se puede centrar eventualmente en la matriz 20 y se sujeta en posición por la matriz 20 y el punzón 30 durante la conformación. Para una conformación especialmente efectiva, el punzón 30 se puede accionar de forma síncrona en velocidad de rotación o ángulo de rotación adicionalmente a la matriz 20.

10 Además, el dispositivo 10 comprende uno o varios rodillos de conformación 40 que están equipados para aproximarse axialmente y/o radialmente a una zona exterior 104, que se extiende esencialmente radialmente, de la pieza de trabajo 100, mientras que la zona interior 102 de la pieza de trabajo 100 se conforma mediante el punzón 30 y la matriz 20. El al menos un rodillo de conformación 40 está montado de forma rotativa alrededor de un eje de rotación 42 que discurre preferentemente de forma transversal u oblicua respecto al eje de rotación 12. La matriz 20 presenta una superficie de presión 24 que se extiende esencialmente transversalmente al eje de rotación 12, y está montada sobre un árbol 14.

15 Para la conformación de la pieza de trabajo 100, ésta se dispone en la matriz 20. El punzón 30 se desplaza axialmente a lo largo del eje de rotación 12 o coaxialmente al eje de rotación 12 en la dirección de la matriz 20, de modo que la pieza de trabajo 100 se aprisiona entre la matriz 20 y el punzón 30. La matriz 20 y el punzón 30 se ponen en rotación alrededor del eje de rotación 12 que a la par representa un eje central 112 de la pieza de trabajo. La pieza de trabajo 100 se pone en rotación igualmente sobre la matriz 20.

20 Debido a la aproximación axial adicional del punzón 30, éste se introduce en el espacio libre o la abertura de recepción 22 de la matriz 20 y embute la pieza de trabajo 100 en una rendija de embutición constituida entre la matriz 20 y el punzón 30, de modo que se constituyen una sección formada 106 axial y una sección de brida 108 radial. El punzón 30 y la matriz 20 están dispuestos y conducidos de forma centrada o coaxial entre sí. Mediante el punzón de embutición 30 actúa una tensión de compresión y/o tracción sobre la pieza de trabajo 100.

25 Simultáneamente a la embutición de la pieza de trabajo 100, un rodillo de conformación 40 se aproxima a la zona radialmente exterior 104 de la pieza de trabajo 100 y provoca de forma activa un flujo de material desde la zona radialmente exterior 104 en la dirección de la zona radialmente interior 102. Mediante el rodillo de conformación 40 se desplaza el material a la zona conformada en la dirección radial y/o axial y se reduce un espesor axial de la zona 104. El rodillo de conformación 40 empuja en particular el material radialmente hacia dentro y lo suministra a la rendija de embutición. Para ello el rodillo de conformación 40 se desplaza preferentemente radialmente hacia dentro, según se puede deducir de las figuras 1.b y 1.c o 2.b y 2.c.

30 Mediante el rodillo de conformación 40, en particular rodillo prensor o cilindro prensor, se ejerce una tensión de compresión y/o tensión de tracción sobre la pieza de trabajo 100 a conformar, que favorece el flujo de material durante el proceso de conformación del punzón 30.

35 La conformación de la pieza de trabajo 100 se realiza entonces por una combinación de un procedimiento de embutición profunda y un procedimiento de laminación a presión axial y/o radial.

40 La fig. 1 muestra un procedimiento según la invención y los componentes del dispositivo según la invención en el ejemplo de la conformación de una pieza de trabajo 100 en forma de rodaja formando un componente con una sección formada 106 axial en forma de una zona interior en forma de escudilla. El punzón 30 presenta una forma preferentemente esencialmente cilíndrica con una superficie exterior 32 cilíndrica.

45 La fig. 2 muestra una configuración del procedimiento según la invención mediante la conformación de una pieza de trabajo 100 esencialmente en forma de rodaja con una abertura media 110 central formando un componente con una sección formada 106 axial en forma de una zona interior en forma de casquillo. El punzón 30 presenta en este caso una sección 34 aproximadamente cónica para el ensanchamiento de la pieza de trabajo 100 y una sección de introducción 35 para la introducción y centrado de la pieza de trabajo 100. La sección de introducción 35 se introduce en primer lugar en la abertura media 110 central de la pieza de trabajo 100. Luego, el punzón 30 se mete en la abertura de recepción 22 y la pieza de trabajo 100 se embute en la rendija de embutición entre la matriz 20 y el punzón 30, ensanchándose la abertura media 110. Análogamente a la forma de realización según la fig. 1, la zona radialmente exterior 104 se expone a la acción de un rodillo de conformación 40 durante la embutición de la pieza de trabajo 100 y así se genera un flujo de material dirigido en la dirección de la rendija de embutición.

50 La fig. 3 muestra una configuración del procedimiento en la que la pieza de trabajo 100 se preforma por el rodillo de conformación 40 antes de la conformación por embutición de la zona radialmente interior 102 y la pieza de trabajo 100 se centra en la matriz 20. El centrado se realiza por el apriete de la pieza de trabajo 100 en un contorno de la matriz 20. En el ejemplo representado la zona exterior de la pieza de trabajo 100 se aprieta en un anillo anular en la matriz 20.

- Mediante la preformación de la zona radialmente exterior 104 de la pieza de trabajo 100 se fija la pieza de trabajo 100 en la dirección radial en la matriz 20. En la etapa de conformación siguiente por embutición mediante la matriz 20 y el punzón 30, debido al perfil de la zona 104 que discurre en la dirección periférica queda invariable en consecuencia la extensión radial de la pieza de trabajo 100. De este modo, durante la embutición de la pieza de trabajo 100, se originan fuerzas de embutición especialmente grandes que sin una exposición a la acción de la zona radialmente exterior 104 durante la conformación por embutición significarían una pérdida del centrado y/o un peligro de rotura considerable de la pieza de trabajo 100.
- La fig. 4 muestra otra posibilidad de fijar la pieza de trabajo en la matriz 20. En la variante representada en la fig. 4, la matriz 20 comprende una zona periférica exterior 26 que está en ángulo respecto a una sección de superficie interior, con la que está en contacto la pieza de trabajo 100. Mediante el rodillo de conformación 40 se aplica la pieza de trabajo 100 configurando un pliegue que discurre aproximadamente de forma anular en la zona periférica exterior 26 de la matriz 20. A continuación la pieza de trabajo 100 se puede fijar mediante un anillo pisador 28, aprisionándose la pieza de trabajo 100 entre la matriz 20 y el anillo pisador 28. Subsiguientemente se conforma la zona radialmente interior 102 de la pieza de trabajo 100, según se describe anteriormente, por embutición, en el que simultáneamente la zona radialmente exterior 104 se expone a la acción de o se conforma por el rodillo de conformación 40.
- En la representación inferior en la fig. 4, adicionalmente al rodillo de conformación 40 está representado un rodillo pisador 66 que sujeta la pieza de trabajo 100 en la dirección axial e impide un encabritado de la pieza de trabajo 100 o del material.
- La fig. 5 se corresponde esencialmente con la representación de las figuras 1.b o 2.b, estando soportado el punzón 30 adicionalmente por un rodillo de soporte 54. El rodillo de soporte 54 está montado de forma rotativa esencialmente en paralelo al punzón 30 y está en contacto con una superficie periférica del punzón 30. También pueden estar dispuestos varios rodillos de soporte 54 en la dirección periférica de forma distribuida alrededor del punzón 30.
- Las figuras 6 a 8 muestran posibilidades de limitar o impedir y/o favorecer un flujo de material hacia fuera durante la conformación de la zona exterior 104.
- En la fig. 6 está dispuesto radialmente en el exterior del rodillo de conformación 40 un rodillo de apriete 68, el cual presiona la pieza de trabajo 100 radialmente hacia dentro. De este modo se evita un flujo de material hacia fuera y mediante el efecto del rodillo de conformación 40 genera un flujo de material dirigido esencialmente exclusivamente radialmente hacia dentro. En este caso el flujo de material radial se favorece por el desplazamiento radial del rodillo 68. Un recalcado axial del material en la zona exterior 104 se evita o minimiza por el uso por parejas de los rodillos 66 y 67.
- La fig. 7 muestra un anillo de soporte 60 que está dispuesto alrededor de la pieza de trabajo 100 para impedir un flujo de material hacia fuera. Una zona periférica exterior de la pieza de trabajo 100 está en contacto con el anillo de soporte 60.
- La fig. 8 muestra otra configuración de un rodillo de apriete 68 que a diferencia del diseño representado en la fig. 6 presenta una recámara que fija la pieza de trabajo 100 en la dirección axial y/o se puede usar para el engrosamiento dirigido de la zona radial exterior 104.
- Las figuras 6 y 8 muestran además un rodillo pisador 66 por encima de la pieza de trabajo 100 y un contrarrodillo 67 en un lado de la pieza de trabajo 100 opuesto al rodillo pisador 66, junto a la matriz 20. Además, los rodillos 66 y 67 pueden limitar el flujo de material axial en la zona 104.
- En la fig. 9 está representada una forma de realización de un anillo de soporte 60. El anillo de soporte 60 comprende varios segmentos anulares 62 que están dispuestos cada vez de forma desplazable radialmente. Mediante el movimiento radial hacia dentro de los segmentos anulares 62 se puede sujetar o soportar la pieza de trabajo 100, según se muestra en las respectivas representaciones inferiores de la fig. 9.
- La fig. 10 ilustra una posibilidad de incorporar una estructura definida en la zona radialmente exterior 104 de la pieza de trabajo 100. La matriz 20 comprende para ello en su superficie de presión 24 una estructura definida 25 con varios elementos estructurales, por ejemplo para la formación de nervios de rigidización, puntos de refuerzo o un dentado en la zona radialmente exterior 104 de la pieza de trabajo. Los elementos estructurales pueden estar dispuestos básicamente a voluntad, siendo posible también una disposición no simétrica en rotación.
- Las figuras 11 a 13 muestran posibilidades de el diseño de un contorno o perfilado en la zona radialmente interior 102 de la pieza de trabajo 100. En la fig. 11 la matriz 20 presenta en su abertura de recepción 22 un contorno definido 23 en forma de un perfilado en el que se aprieta el material durante la embutición, de modo que se puede modelar una sección axial perfilada o estriada de la pieza de trabajo 100. De manera correspondiente, el punzón 30 presenta en la fig. 12 un contorno exterior estructurado 33, mediante el que se puede incorporar una zona estructurada en la sección axial de la pieza de trabajo 100. En la sección axial de la pieza de trabajo 100 también se pueden conformar, por ejemplo, contornos poligonales 118, según está representado en la fig. 13. Mediante el empuje posterior activo de material mediante el rodillo

de conformación se puede realizar de forma especialmente precisa la formación de tales contornos y se evita de forma fiable una rotura de la pieza de trabajo 100.

5 La fig. 14 muestra una configuración del procedimiento en la que el material se estira durante la embutición. De este modo el espesor del material se puede reducir a un espesor deseado en la zona de embutición o la sección formada 106 axial de la pieza de trabajo 100. En la matriz 20 se incorpora un anillo de estiraje 56 que rodea de forma anular la abertura de recepción 22 y presenta una sección de estiraje, cuyo diámetro es menor que el diámetro de la abertura de recepción 22. En el lado izquierdo de la fig. 14 está representado un estadio del procedimiento al comienzo de la conformación y en el lado derecho un estadio del procedimiento con el proceso de embutición terminado.

10 La fig. 15 muestra una forma de realización en la que el árbol 14 o el empujador está configurado como contrapunzón. Mediante la embutición o prensado de la pieza de trabajo 100 entre el punzón 30 y el empujador o contrapunzón se puede modelar de manera contorneada una sección de fondo 114 en la zona de embutición de la pieza de trabajo 100. El punzón 30 y el contrapunzón comprenden para ello respectivamente una superficie frontal axial que se corresponde con el contorno de la pieza de trabajo 100 formada terminada.

15 Las figuras 16 a 27 muestran otras etapas de conformación, que se pueden efectuar en particular después del proceso de embutición realizado. A este respecto, la fig. 16 muestra una forma de realización en la que la pieza de trabajo 100 queda entre la matriz 20 y el punzón 30 en la matriz 20 después del proceso de embutición y el punzón 30 se retira. Mediante un rodillo de reformado 70, que está realizado como rodillo interior en el presente caso, se forma posteriormente, en particular estira, la sección formada 106 axial de la pieza de trabajo 100. En este caso se reduce el diámetro interior de la sección formada 106. Simultáneamente, según está representado, la sección radialmente exterior 104 de la pieza de trabajo 100 se puede exponer a la acción del rodillo de conformación 40 para presionar otro material a la sección formada 106 axial.

20 La fig. 17 muestra una posibilidad de conformar una segunda sección formada 106 axial en el lado opuesto axialmente a la sección formada 106 axial de la pieza de trabajo 100. Para ello en la pieza de trabajo 100 sujeta entre la matriz 20 y el punzón 30 y después del proceso de embutición se desplaza hacia dentro material adicional de la zona radialmente exterior 104 mediante preferentemente un rodillo de conformación 40a, 40b y se conforma en el punzón 30. Según está representado en la fig. 17, en este caso el punzón y/o el rodillo de conformación 40a, 40b puede presentar una recámara 38. Los rodillos 40a, 40b también pueden ser básicamente el mismo rodillo de conformación 40 que se usa durante el proceso de embutición.

30 En las figuras 18 y 19 está representado el uso de un casquillo deslizante 74 para aumentar aun más la flexibilidad del procedimiento y poder fabricar componentes complejos. El casquillo deslizante 74 está dispuesto anularmente alrededor del punzón 30 y se puede desplazar axialmente respecto al punzón 30. El casquillo deslizante se puede retirar durante el proceso de embutición para posibilitar que el rodillo de conformación 40 se pueda acercar hasta el punzón 30, a fin de desplazar el material de forma eficaz radialmente hacia dentro en la dirección de la rendija de embutición. Después del proceso de embutición el casquillo deslizante 74 se puede acercar axialmente hasta la pieza de trabajo 100, a fin de constituir un mandril de presión para una segunda sección axial, según se muestra en la fig. 19. En este caso, la extensión radial del casquillo deslizante 74 se puede seleccionar básicamente libremente, de modo que se pueden fabricar las más diferentes formas de la pieza de trabajo 100.

35 Básicamente también es posible disponer varios casquillos deslizantes y usarlos uno tras otro para fabricar componentes complejos, según se muestra por ejemplo en la fig. 22. Por ejemplo, es posible usar en primer lugar un casquillo deslizante interior y a continuación un casquillo deslizante exterior para la conformación de otras secciones formadas 106 axiales. Se puede obtener una flexibilidad aun más aumentada respecto a los componentes a modelar dado que la matriz 20 está diseñada en varias piezas o se puede desplazar preferentemente al menos una parte, según está representado en las figuras 20 y 21, de modo que es posible una conformación posterior en la zona radial exterior 104.

40 En las figuras 23 y 24 están representadas otras etapas de reforma para modelar una zona exterior de la pieza de trabajo 100. En este caso la matriz 20 y el casquillo deslizante 74 sirven como mandril de presión contra cuyas periferias exteriores se presiona el material.

La fig. 25 muestra un componente complejo que se puede fabricar mediante el procedimiento según la invención. Para el diseño de varias secciones del cubo se usan diferentes casquillos deslizantes 74.

45 La fig. 26 muestra el recalado de un cubo de una pieza de trabajo 100 como un mecanizado posterior a la fabricación del cubo mediante embutición y conformación simultánea de la sección de brida 108.

La fig. 27 muestra otros ejemplos de componentes que se pueden fabricar mediante el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención.

En conjunto mediante el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención se posibilitan una

## ES 2 532 217 T3

conformación especialmente flexible y fiable de una pieza de trabajo 100 en particular en forma de rodaja. Se pueden fabricar componentes complejos sin virutas y de manera económica.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la conformación de una pieza de trabajo (100) con un eje central (112), una zona radialmente interior (102) y una zona radialmente exterior (104), en la que la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100) se conforma mediante un punzón (30) y una matriz (20) por embutición en la dirección axial, constituyéndose una sección formada (106) axial,
- caracterizado porque**
- la pieza de trabajo (100) se pone en rotación alrededor del eje central (112) durante la conformación por embutición, y
  - 10 - durante la conformación por embutición, cuando la pieza de trabajo (100) rota, la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100) se expone a la acción de al menos un rodillo de conformación (40), generándose un flujo de material en la dirección de la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1,
- caracterizado porque**
- 15 el rodillo de conformación (40) se aproxima en la dirección de la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2,
- caracterizado porque**
- 20 la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100) se soporta periféricamente para la limitación de un flujo de material dirigido hacia fuera.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- caracterizado porque**
- la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100) se sujeta hacia abajo mediante al menos un rodillo pisador (66).
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 25 **caracterizado porque**
- la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100) se conforma sobre una superficie de presión (24) de la matriz (20).
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado porque**
- 30 la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100) se estira durante el embutido mediante un anillo de estiraje (56).
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,
- caracterizado porque**
- 35 durante la conformación de la pieza de trabajo (100) mediante el rodillo de conformación (40) se forma una estructura definida en la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100).
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,
- caracterizado porque**
- el punzón (30) se introduce en la matriz (20) de manera pulsante.
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8,
- 40 **caracterizado porque**

se realiza una aproximación de interpolación del rodillo de conformación (40) al punzón (30).

10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,

**caracterizado porque**

5 después de la embutición se efectúan otras etapas de conformación, en particular por apriete, laminación a presión, formación por estiraje, hendido y/o perfilado, mientras que la pieza de trabajo (100) está sujeta entre la matriz (20) y el punzón (30).

11.- Dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo (100), en particular para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, con una matriz (20) y un punzón (30) para la conformación de una zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100) por embutición,

10 **caracterizado porque**

- la matriz (20) y el punzón (30) están montados de forma rotativa, y

- está dispuesto al menos un rodillo de conformación (40) a la acción del que se expone, durante la conformación de la pieza de trabajo (100) por embutición, una zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100), pudiéndose generar un flujo de material en la dirección de la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100).

15 12.- Dispositivo según la reivindicación 11,

**caracterizado porque**

la matriz (20) constituye un mandril de presión para el rodillo de conformación (40) y presenta una superficie de presión (24) anular.

13.- Dispositivo según la reivindicación 11 ó 12,

20 **caracterizado porque**

la matriz (20), para la formación de una estructura superficial definida en la zona radialmente exterior (104) de la pieza de trabajo (100), presenta una superficie de presión (24) con una estructura definida (25) correspondiente.

14.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 13,

**caracterizado porque**

25 la matriz (20) y/o el punzón (30), para el modelado de un contorno definido en la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100), presenta un contorno definido (23, 33) correspondiente, en particular un contorno poligonal y/o un perfilado.

15.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 14,

**caracterizado porque**

30 está previsto un anillo de soporte (60) en una pieza o varias piezas que, para la limitación de un flujo de material hacia fuera, proporciona una superficie de tope para una periferia exterior de la pieza de trabajo (100) y/o sirve para el centrado de la pieza de trabajo y/o para la transferencia del par a la pieza de trabajo.

16.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 15,

**caracterizado porque**

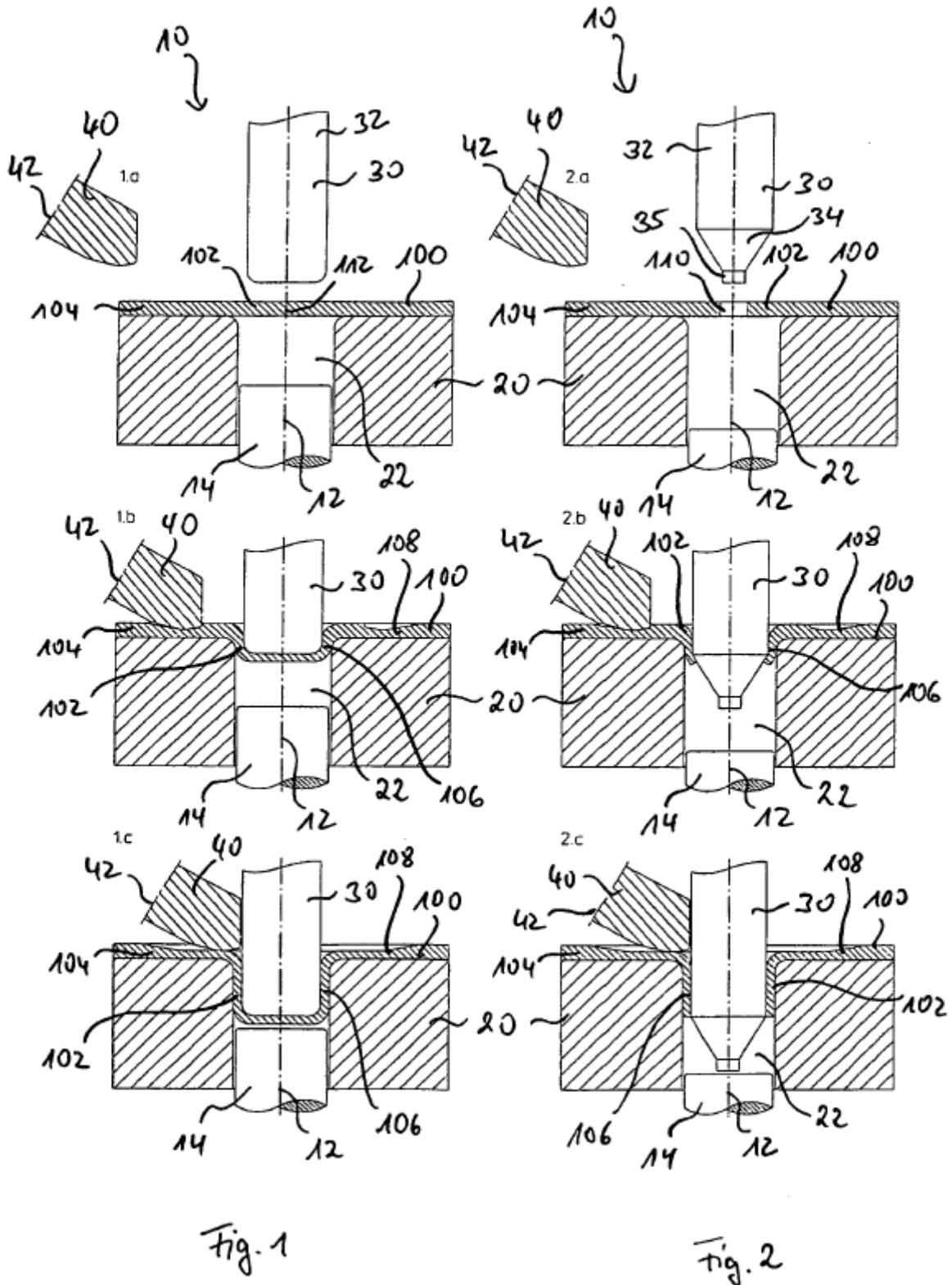
35 la matriz (20) comprende un anillo de estiraje (56) para el estiraje de la zona radialmente interior (102) de la pieza de trabajo (100) durante la embutición.

17.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 16,

**caracterizado porque**

tanto la matriz (20) como también el punzón (30) se pueden accionar de forma rotativa.

40



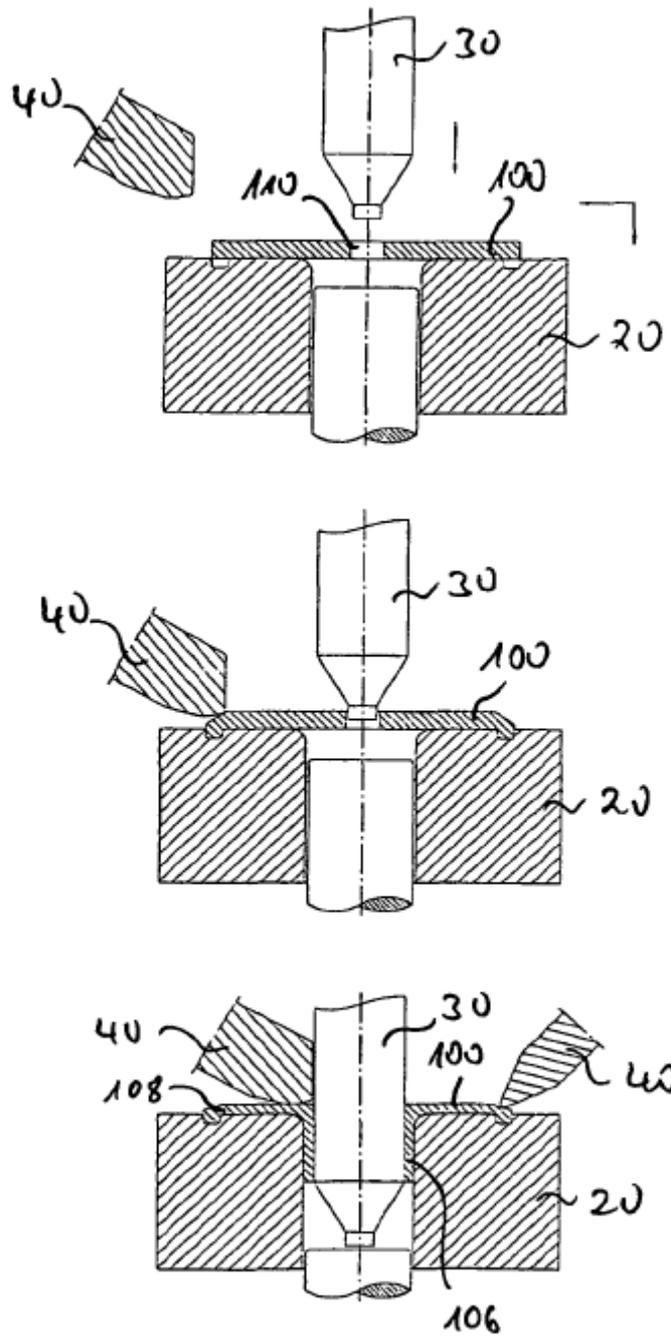


Fig. 3

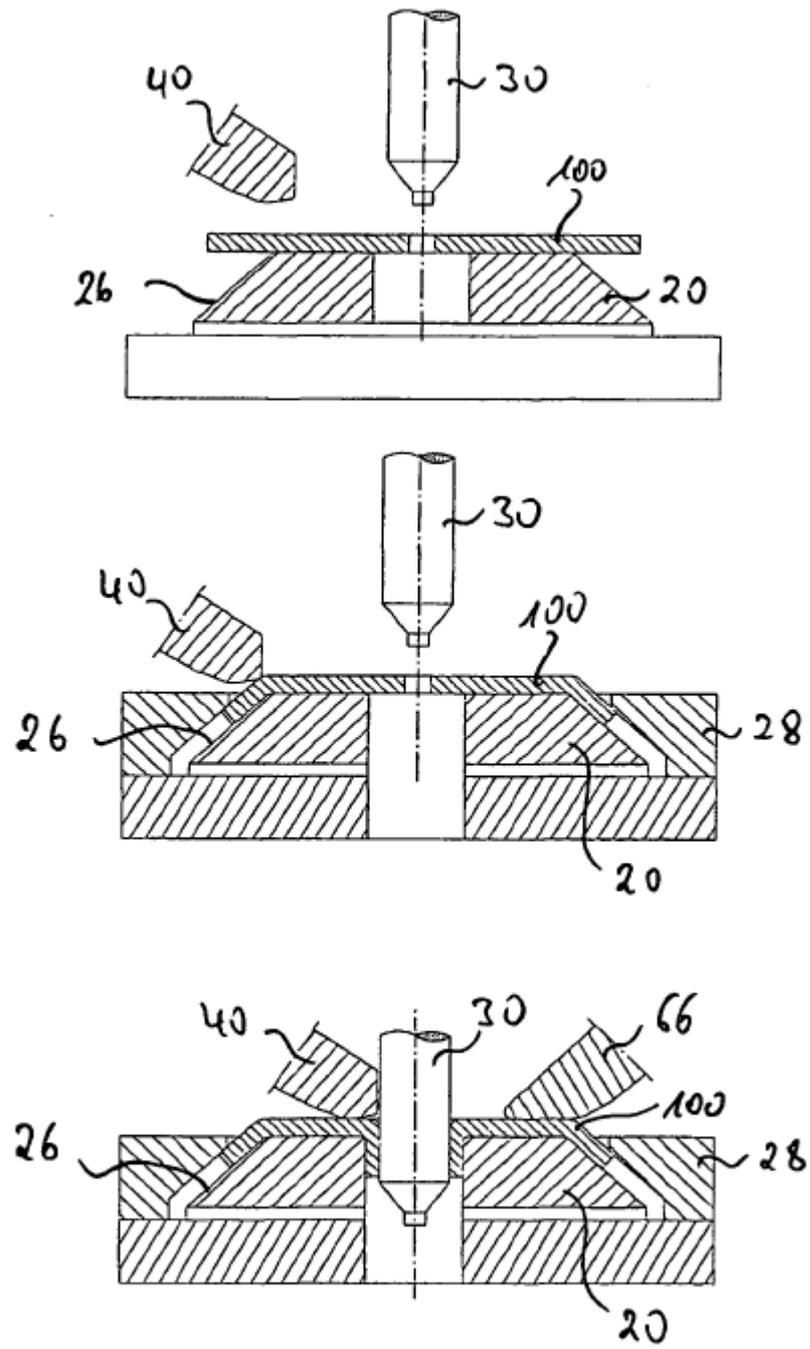


Fig. 4

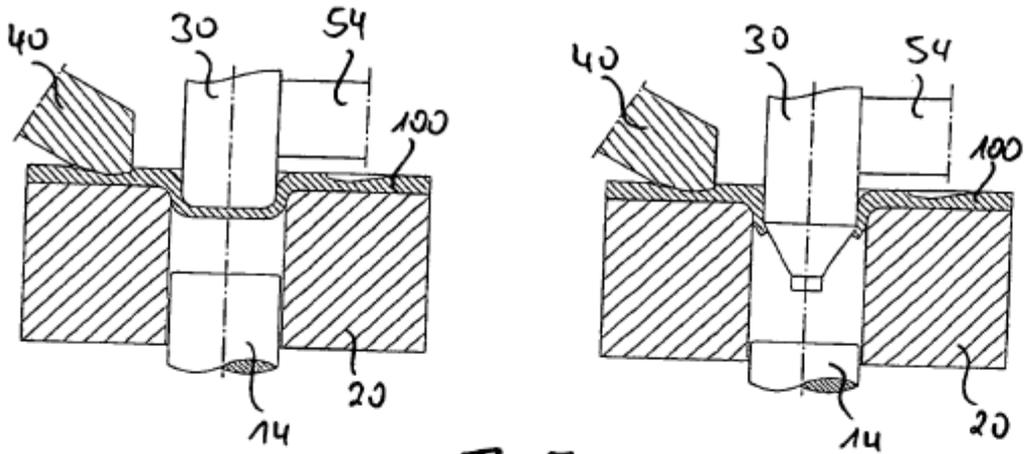


Fig. 5

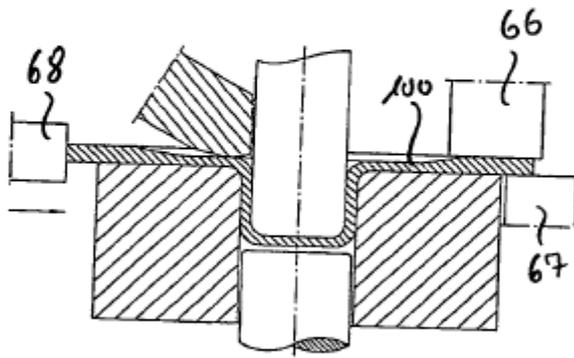


Fig. 6

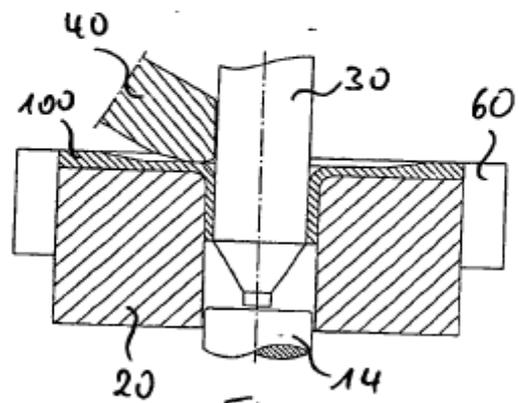


Fig. 7

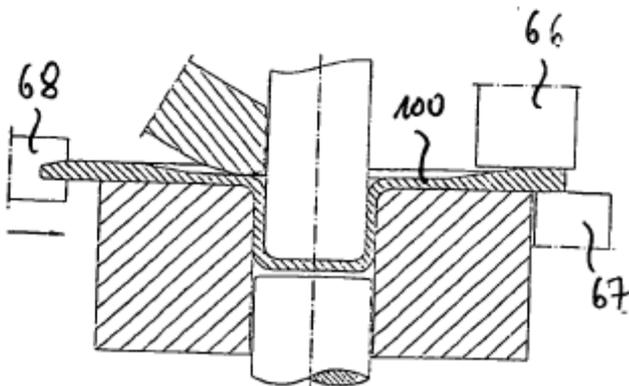


Fig. 8

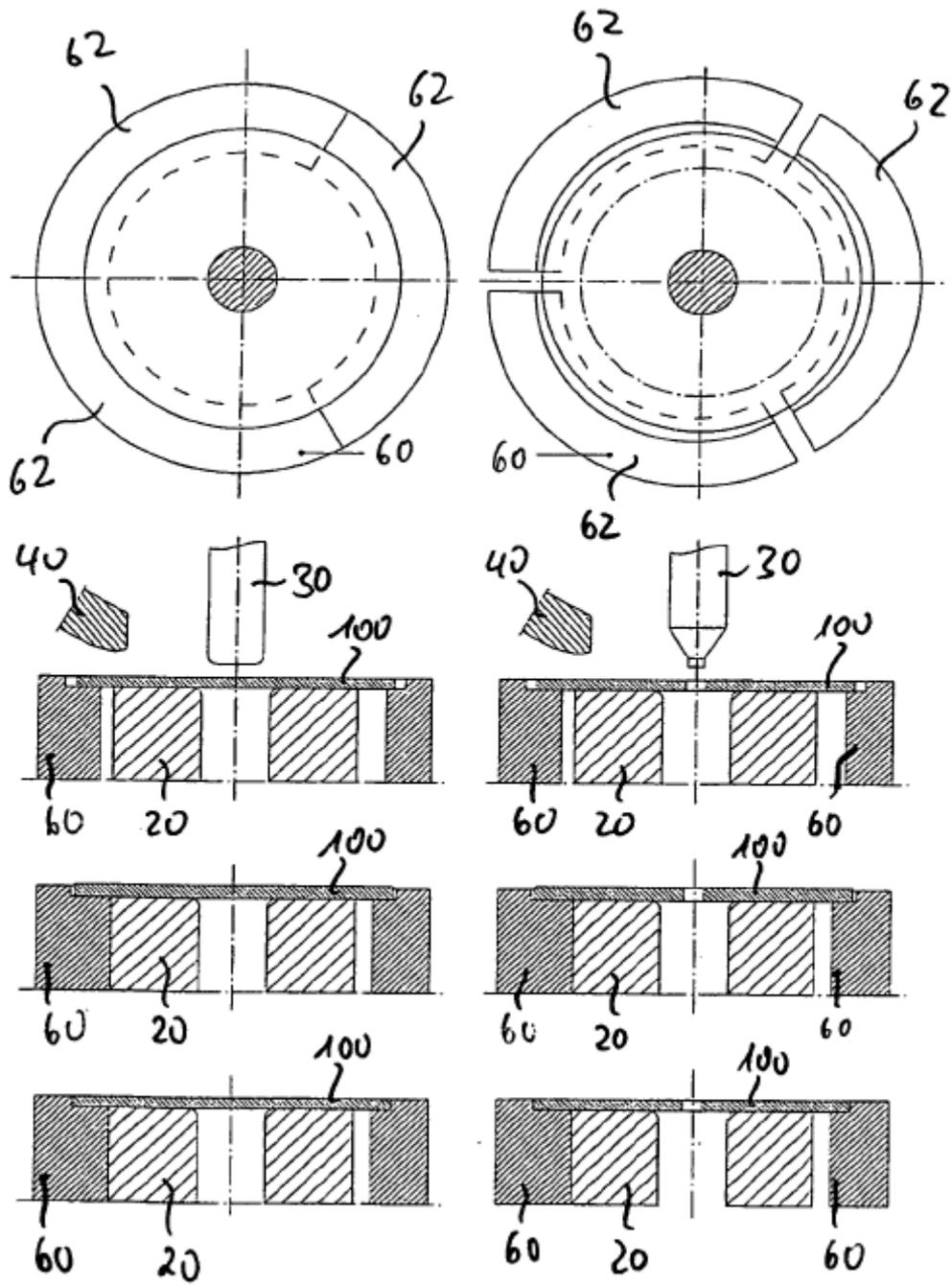


Fig. 9

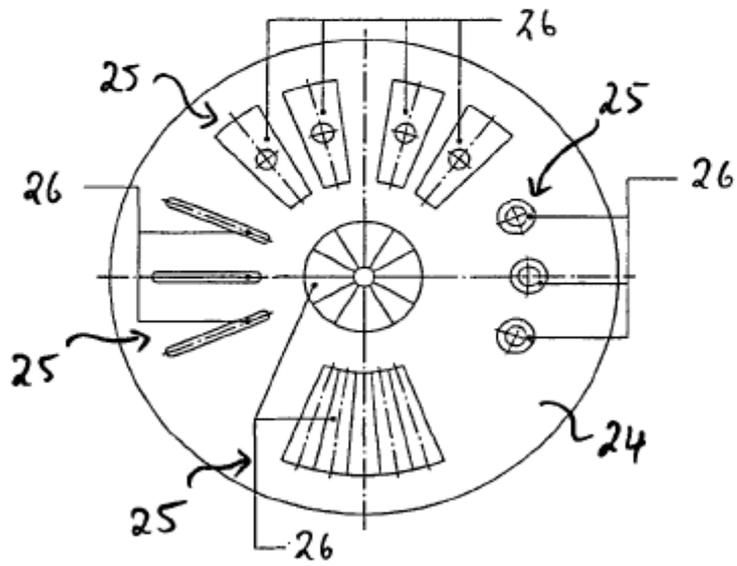
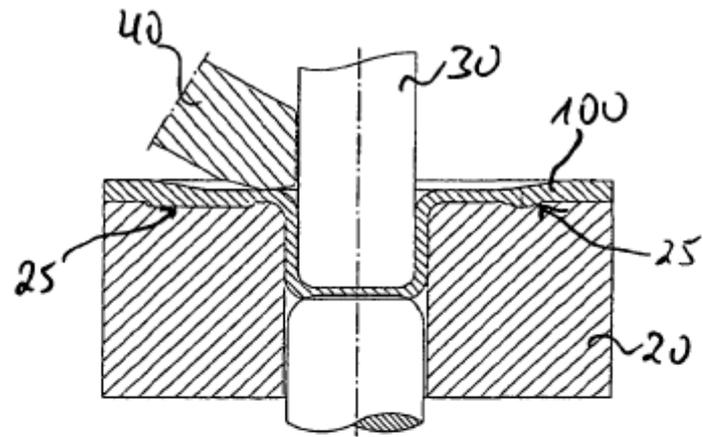


fig. 10

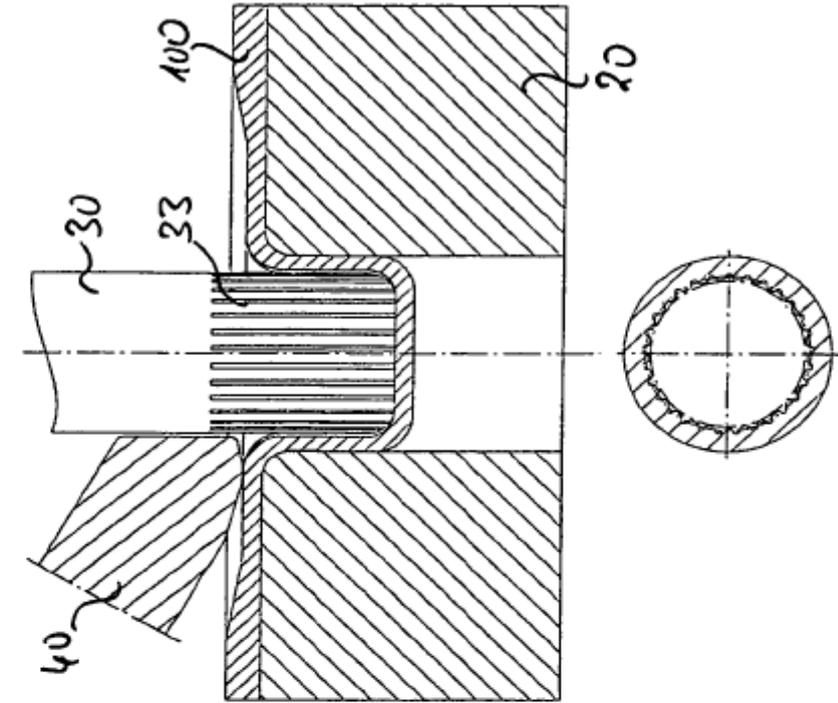


Fig. 12

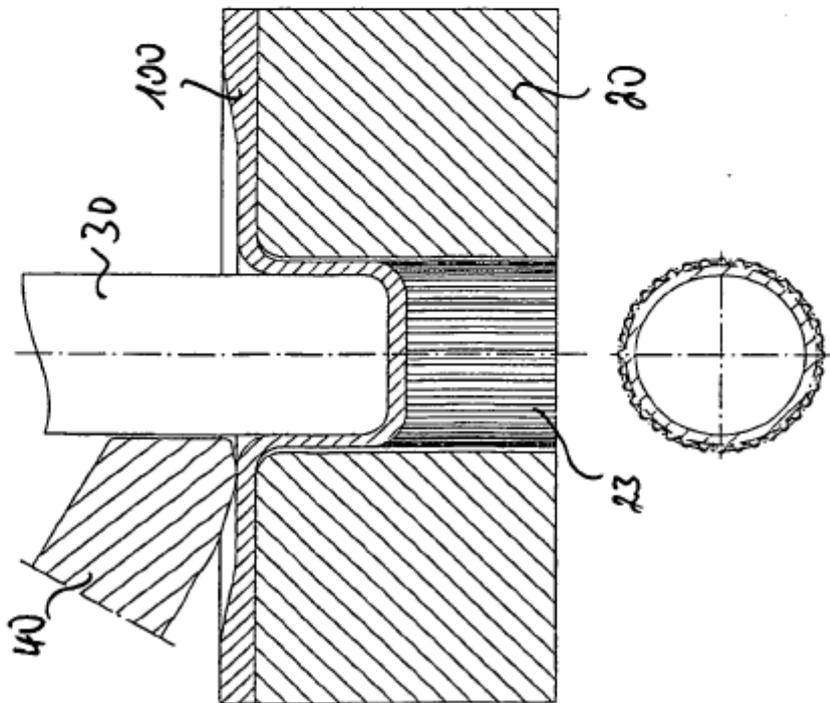


Fig. 11

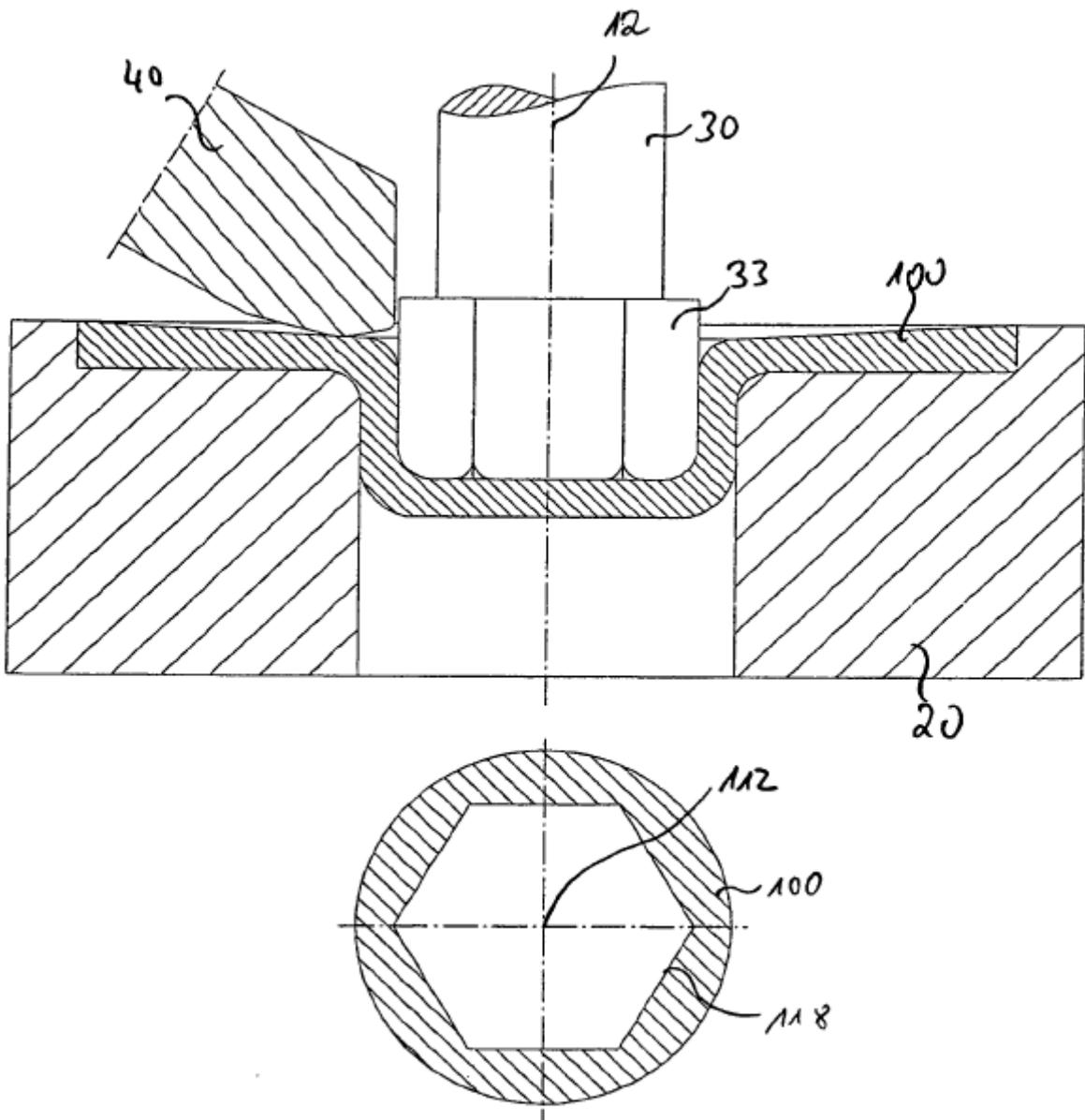


Fig. 13

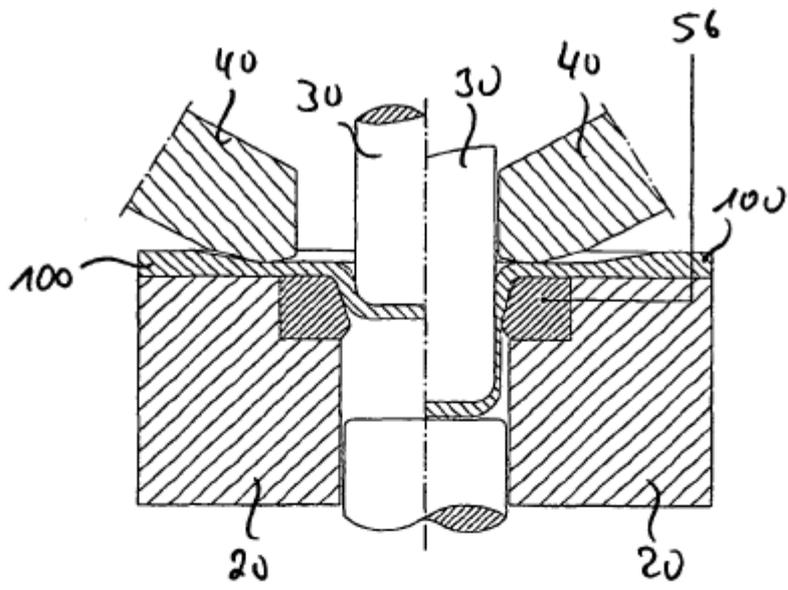


Fig. 14

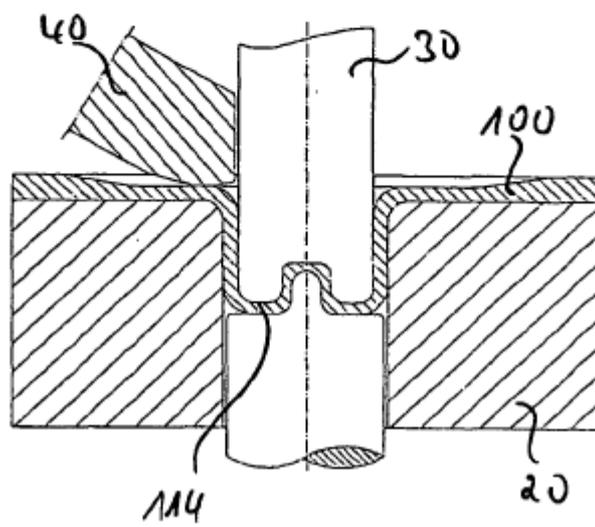


Fig. 15

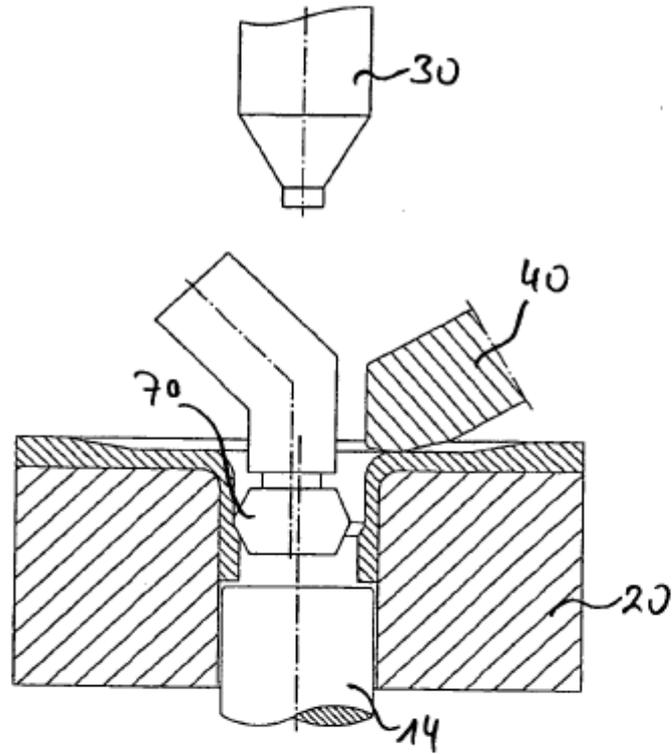


fig. 16

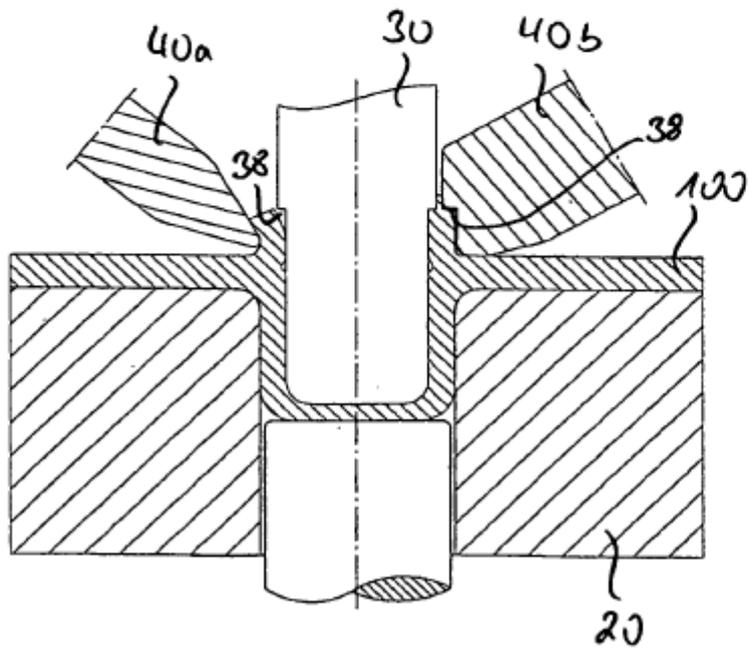


fig. 17

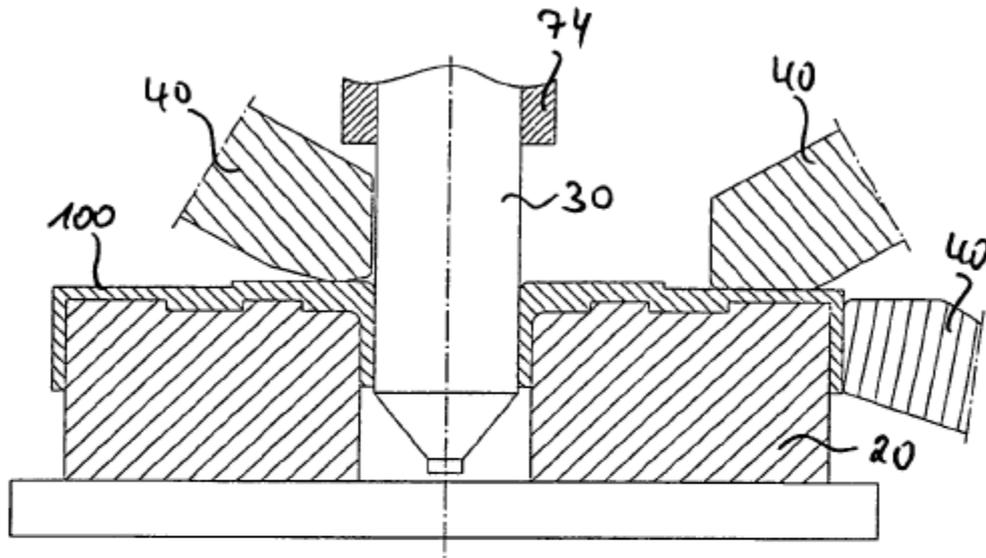


Fig. 18

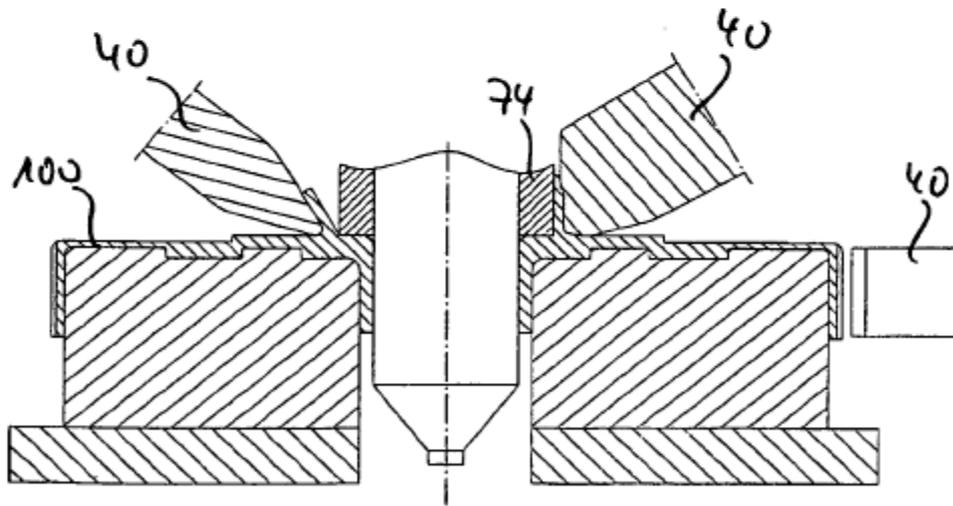
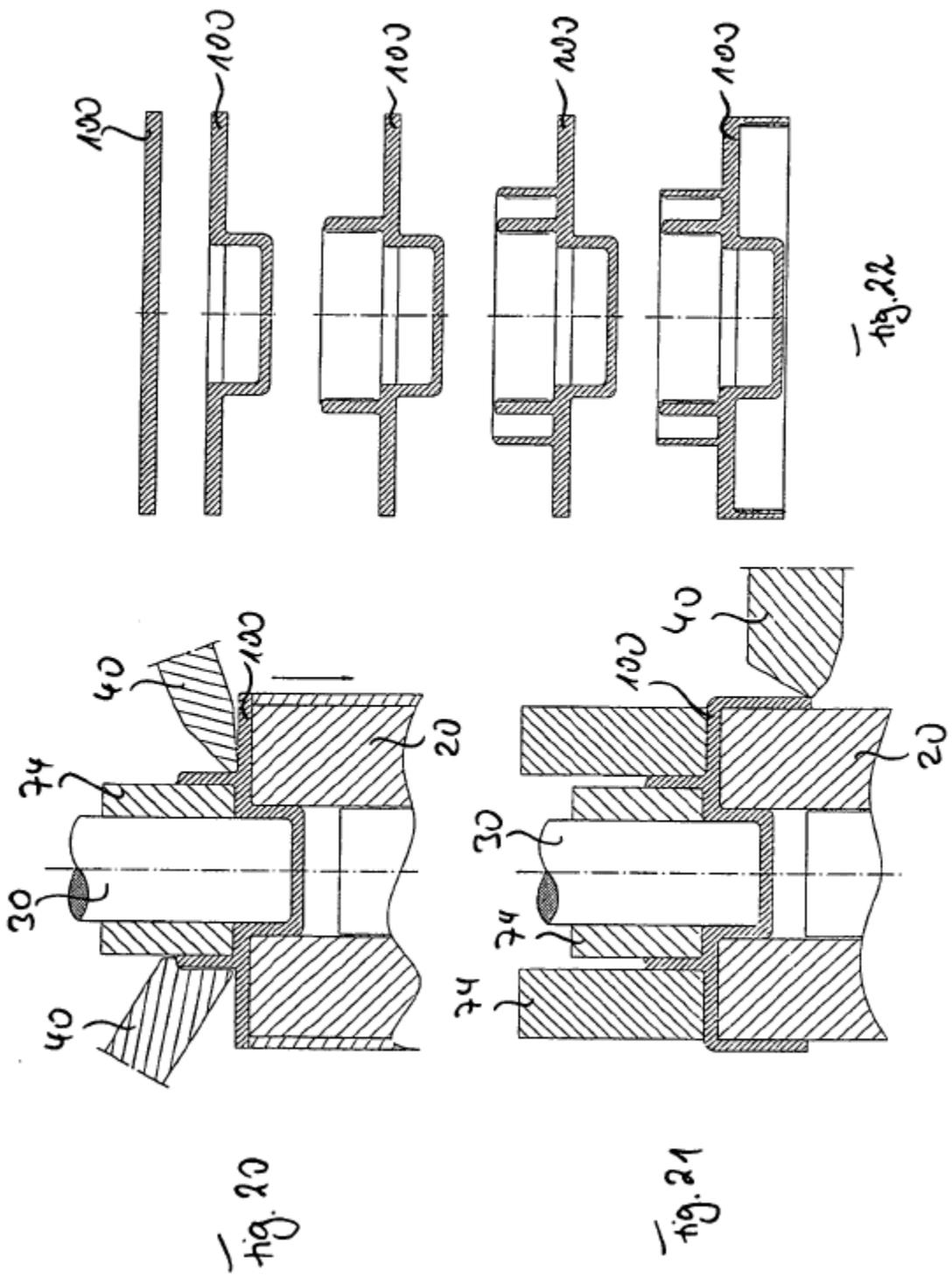
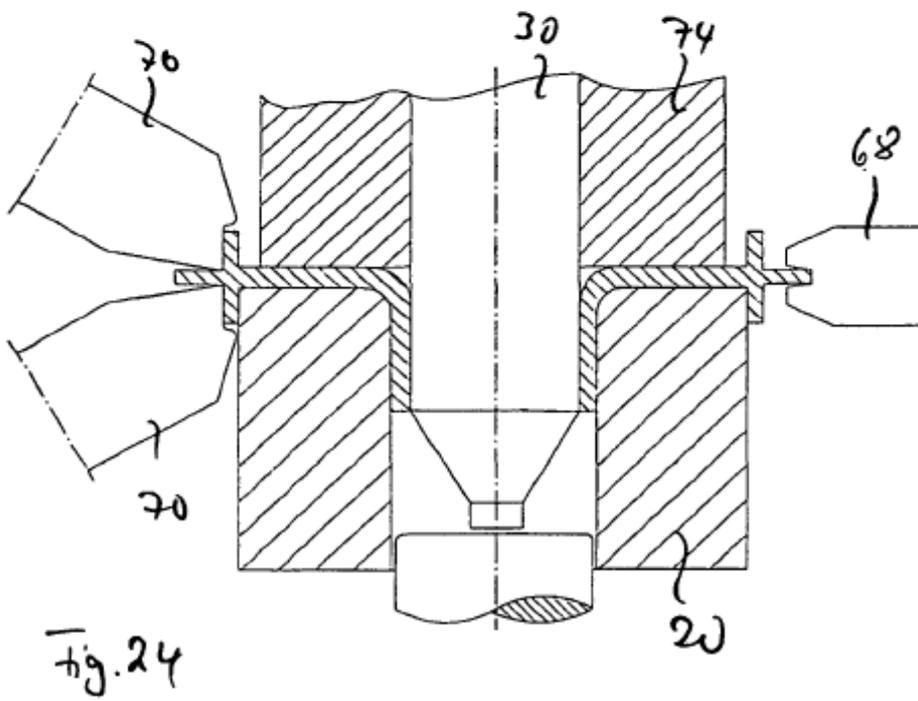
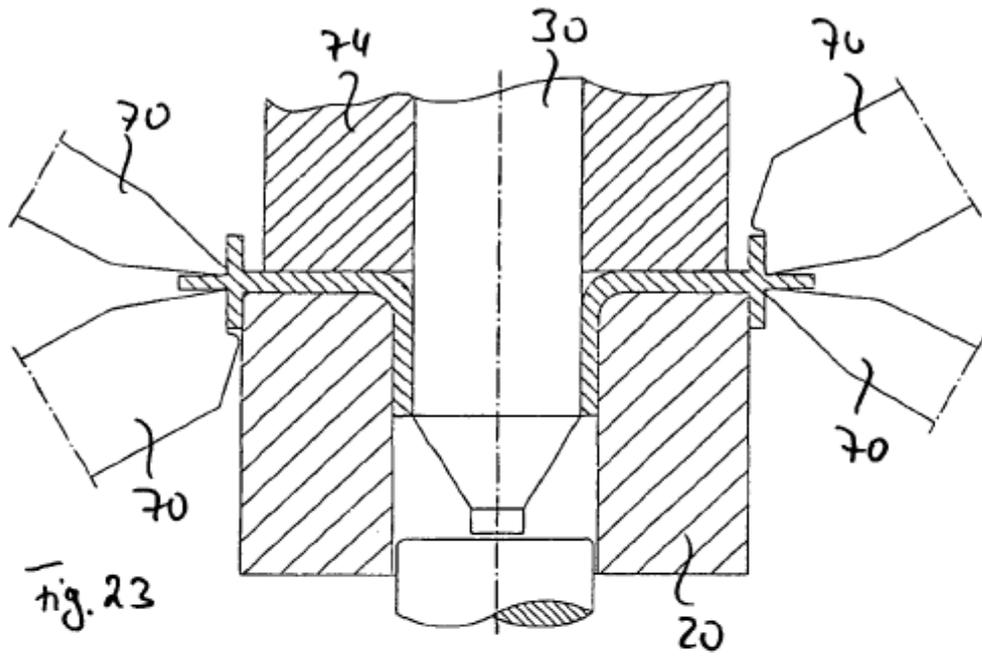


Fig. 19





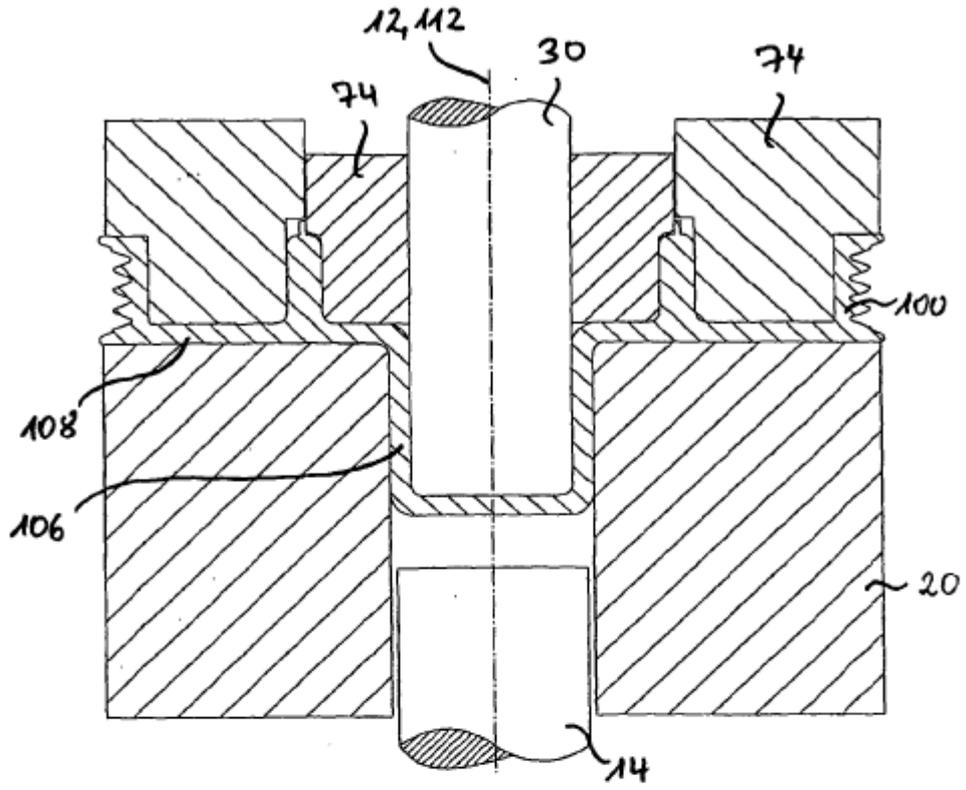


Fig. 25

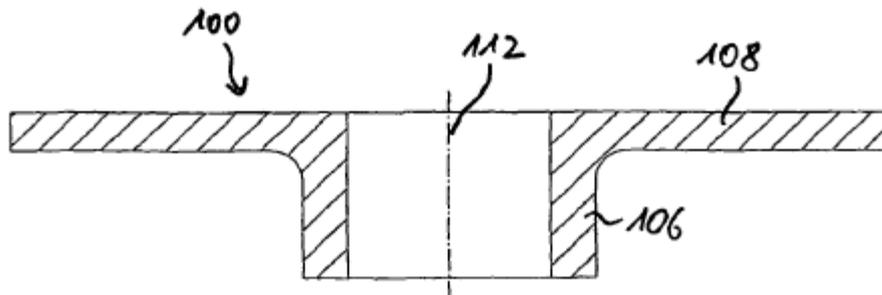
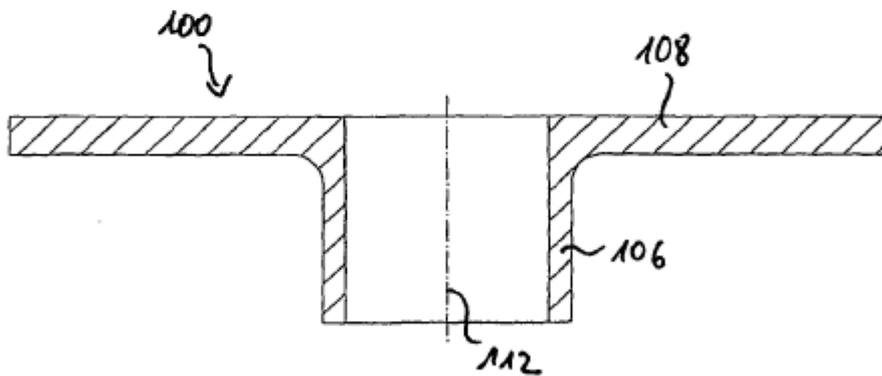


Fig. 26

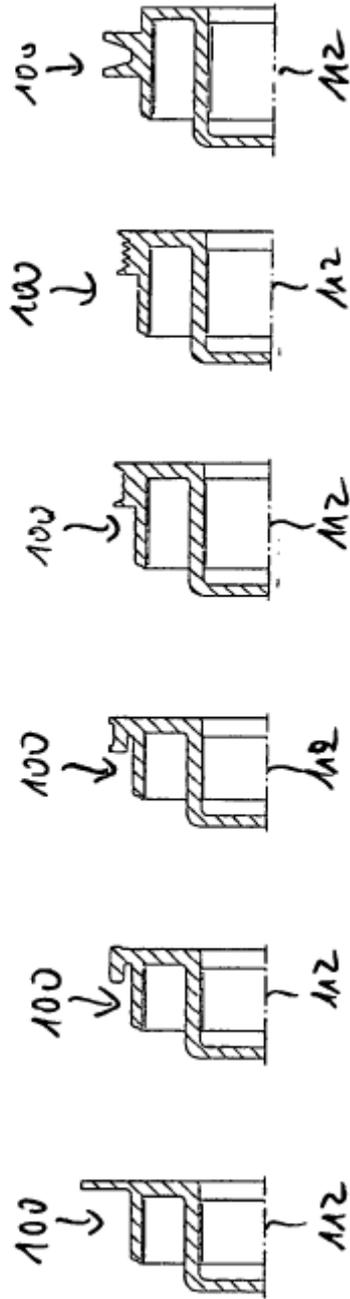


Fig. 27