

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 558**

51 Int. Cl.:

B22F 3/02 (2006.01)

B22F 3/03 (2006.01)

B28B 3/08 (2006.01)

B30B 11/00 (2006.01)

B30B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2018** **PCT/EP2018/056349**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2018** **WO18167127**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2018** **E 18711320 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2023** **EP 3595831**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un compacto verde con una herramienta de prensado, una herramienta de prensado, un compacto verde y una pieza sinterizada**

30 Prioridad:

14.03.2017 DE 102017105364

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.01.2024

73 Titular/es:

GKN SINTER METALS ENGINEERING GMBH
(100.0%)
Krebsöge 10
42477 Radevormwald, DE

72 Inventor/es:

TILLER, STEFAN;
SCHMITT, RAINER y
BORNEMANN, NILS

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 957 558 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 para la producción de un compacto verde con una herramienta de prensado, una herramienta de prensado, un compacto verde y una pieza sinterizada

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir un compacto verde con una herramienta de prensado, una herramienta de prensado, un compacto verde y una pieza sinterizada (o un componente producido por tratamiento térmico del compacto verde, en lo sucesivo también denominado pieza sinterizada). La herramienta de prensado se utiliza en particular para producir compactos verdes sinterizables o compactos verdes que pueden procesarse posteriormente como se desee (por ejemplo, mediante tratamiento térmico), es decir, compactos verdes que pueden sinterizarse después del proceso de prensado, por ejemplo. En particular, los polvos metálicos y/o cerámicos pueden
10 prensarse en compactos verdes en la matriz. En particular, el procedimiento puede utilizarse para accionar la herramienta de prensado y producir el compacto verde o la pieza sinterizada. En particular, la herramienta de prensado puede utilizarse para producir el compacto verde.

15 Una matriz se extiende a lo largo de una dirección axial entre una primera cara extrema y una segunda cara extrema y forma una superficie periférica interior entre las caras extremas, formando la superficie periférica interior un receptáculo para un material en polvo o para un compacto verde fabricado a partir del material mediante prensado. Se proporciona al menos un punzón de la herramienta de prensado que se puede mover a lo largo de la dirección axial sobre una (primera) cara extrema en la matriz y que presiona el material dispuesto en el receptáculo en el compacto verde. Por supuesto, también es conocido el uso de otros punzones que pueden moverse a lo largo de la dirección axial y que entran en la matriz a través de la otra (segunda) cara extrema.

20 Para producir una socavadura geométrica en el compacto verde, puede preverse una abertura en la superficie periférica interior, a través de la cual puede introducirse en el receptáculo al menos un segundo punzón, que puede desplazarse en dirección radial a través de un canal de la matriz y hacia el receptáculo, llenando así la abertura.

25 Por una parte, la superficie periférica interior de la matriz forma el receptáculo para el polvo o el compacto verde a producir. En particular, al menos un punzón superior de la herramienta de prensado puede moverse dentro de la matriz a lo largo de la dirección axial a través de la primera cara del extremo de la matriz abierta hacia arriba. El al menos un punzón superior se desliza a lo largo de la superficie periférica interior de la matriz y comprime cada vez más el polvo. En particular, puede preverse adicionalmente al menos un punzón inferior, que se desplaza en la matriz a lo largo de la dirección axial a través de una segunda cara extrema de la matriz abierta hacia abajo, o se desplaza en la matriz entre una posición superior y una posición inferior, con lo que la matriz también puede
30 desplazarse con respecto al punzón inferior posiblemente inmóvil. De este modo, el polvo se presiona entre el al menos un punzón superior y el al menos un punzón inferior para formar un compacto verde; la superficie periférica interior de la matriz define, en particular, un contorno lateral del compacto verde.

35 Los compactos verdes producidos en matrices pueden tener una variedad de geometrías. Sin embargo, hasta ahora ha resultado difícil producir compactos verdes que se estrechen a lo largo de la dirección axial, al menos en partes del compacto verde. Pueden producirse faltas de homogeneidad en la distribución de la densidad del compacto verde, especialmente en las secciones del compacto verde que tienen superficies laterales inclinadas con respecto a la dirección axial, es decir, que se estrechan de forma cónica. Esto significa que estas piezas no pueden fabricarse o no tienen la resistencia o las propiedades deseadas ni siquiera como piezas sinterizadas, especialmente en estas secciones. Hasta ahora, no se conoce ningún proceso de compresión con el que se puedan producir tales
40 geometrías con un esfuerzo razonable o con unas propiedades óptimas de los componentes.

45 El documento DE 201 15 860 U1 se refiere a un dispositivo de prensado para producir una sección tubular a partir de un material a granel. En este caso, una superficie circunferencial exterior de la sección está formada por mordazas de prensado que pueden moverse en dirección radial. La cámara de llenado está delimitada por mordazas angulares que mantienen su posición incluso durante el prensado. En comparación con las mordazas angulares, las mordazas de prensado se desplazan lateralmente desde una posición de llenado a una posición de prensado.

Partiendo de esto, es objeto de la presente invención resolver, al menos parcialmente, los problemas descritos con referencia a la técnica anterior. En particular, también debería ser posible producir geometrías particularmente exigentes de compactos verdes que se fabricarán mediante un proceso y/o mediante una herramienta de prensado, por lo que en particular se pueden reducir o evitar las faltas de homogeneidad de la densidad en el compacto verde.

50 Para resolver este problema, se propone un procedimiento según las características de la reivindicación 1 de la patente, una herramienta de prensado según las características de la reivindicación 6 de la patente, un compacto verde según las características de la reivindicación 7 de la patente y una pieza sinterizada según las características de la reivindicación 11 de la patente. Otros desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones de patente dependientes. Las características enumeradas individualmente en las reivindicaciones de la patente pueden
55 combinarse entre sí de una manera tecnológicamente razonable y pueden complementarse con hechos explicativos de la descripción y detalles de las figuras, por lo que se muestran otras realizaciones de la invención.

Un procedimiento para producir al menos un compacto verde con una herramienta de prensado contribuye con esto. La herramienta de prensado comprende al menos una matriz, un primer punzón y un segundo punzón. La matriz se extiende a lo largo de una dirección axial entre una primera cara extrema y una segunda cara extrema y forma una superficie periférica interior con una abertura entre las caras extremas. La superficie periférica interior forma un receptáculo para el compacto verde. El al menos un primer punzón puede desplazarse dentro del receptáculo a lo largo de una dirección axial a través de una de las caras extremas de la matriz. El al menos un segundo punzón puede desplazarse a través de un canal de la matriz y hacia el receptáculo a lo largo de una dirección radial, preferentemente llenando la abertura (cuando se ha desplazado hacia el receptáculo). El procedimiento comprende al menos las siguientes etapas:

a) proporcionar la matriz y el segundo punzón, estando el segundo punzón desplazado hacia el exterior en la dirección radial con respecto a la superficie periférica interior (y la abertura) antes o durante la etapa b);

b) llenar un material en polvo en el receptáculo;

c) desplazar al menos el (al menos un) primer punzón y el (al menos un) segundo punzón y prensar el material en el receptáculo, desplazándose el (al menos un) segundo punzón en dirección radial hacia el receptáculo sólo hasta el punto en que al menos una región de la superficie periférica interior dispuesto a lo largo de la dirección axial entre una cara extrema sobre la cual el (al menos un) primer punzón se mueve hacia el interior del receptáculo y la abertura, está dispuesta

- al ras o

- como máximo 0,1 mm [milímetro], en particular como máximo 0,05 mm, que sobresalga en el receptáculo en dirección radial al menos con respecto a esta región de la superficie periférica interior

Aquí, el segundo punzón, que puede moverse en dirección radial, no se utiliza en particular para producir un destalonado. Para crear un destalonado, el segundo punzón se desplaza más allá de la abertura en el receptáculo, por lo que antes de retirar el compacto verde del receptáculo, el segundo punzón debe desplazarse fuera del receptáculo para que se anule el ajuste de forma creado en la dirección axial entre el segundo punzón y el compacto verde. Este "movimiento de reajuste" del segundo émbolo no es necesario para extraer el compacto verde del soporte, pero el compacto verde también puede extraerse, en particular, cuando el segundo émbolo se encuentra en la posición final "a ras" o "ligeramente saliente" indicada anteriormente. En particular, el segundo punzón para retirar el compacto verde sólo se desplaza hacia atrás a lo largo de la dirección radial un máximo de 0,1 mm en comparación con la posición final (es decir, la posición en la que el segundo punzón se ha desplazado más lejos a lo largo de la dirección radial hacia la recolección durante la etapa c).

En consecuencia, el segundo punzón se utiliza para efectuar la compresión del material en polvo presionando en la dirección radial. Para ello, se permite que el material en polvo entre en el canal a través de la abertura. De este modo, se puede transportar una cantidad adicional de material a esta región del compacto verde posterior, por lo que esta cantidad adicional es alimentada por el segundo punzón a través de la abertura del receptáculo y, por tanto, al compacto verde. De este modo, el transporte del material en polvo a lo largo de la dirección axial por el primer punzón durante el prensado se sustituye y/o complementa (parcialmente) por un transporte del material en polvo a lo largo de la dirección radial.

Especialmente en el caso de componentes cónicos, por ejemplo con paredes laterales cónicas, el material en polvo no puede desplazarse con suficiente precisión y/o sólo con un alto riesgo de falta de homogeneidad en esta sección de la parte verde posterior. El uso de un segundo punzón que puede moverse en dirección radial permite ahora desplazar la cantidad necesaria de material a esta sección de forma dirigida y medida con precisión.

Con ello se pueden producir compactos verdes que tienen una densidad muy alta y/o muy uniforme en toda la sección transversal.

En particular, en la posición final indicada, el segundo punzón tiene una cara final que forma el asiento junto con la superficie periférica interior, extendiéndose la cara final paralela a la dirección axial. Preferentemente, la superficie periférica interior también se extiende paralela a la dirección axial, especialmente en la región comprendida entre la abertura y la primera cara extrema de la matriz. Una alineación "paralela" debe estar todavía presente aquí, en la medida en que esto es generalmente ajustable con las tolerancias de fabricación de los componentes especificados aquí, de modo que, por ejemplo, las desviaciones de a lo sumo dos (2) grados angulares, preferentemente de a lo sumo un (1) grado angular, particularmente preferentemente de a lo sumo 0,3 grados angulares de la dirección axial deben ser incluidas.

De acuerdo con la invención, el (al menos un) segundo punzón se dispone en la etapa a) o durante la etapa b) desplazado en la dirección radial con respecto a la superficie periférica interior hasta tal punto que el material llenado en la etapa b) (antes de la etapa c)) también se dispone en el canal.

Preferentemente, el llenado del material y el desplazamiento del segundo punzón se realizan al menos parcialmente en paralelo. En particular, el segundo émbolo está dispuesto sustancialmente a ras de la superficie periférica interior antes de que se llene el material, estando el segundo émbolo retraído a lo largo de la dirección radial durante el llenado del material. El movimiento del segundo émbolo actúa como una bomba de vacío y arrastra el material hacia el interior del canal.

Según la invención, el material dispuesto en el canal se desplaza hacia el receptáculo a través de la abertura moviendo el (al menos un) segundo punzón en la etapa c).

Preferentemente, el (al menos un) segundo punzón comprende al menos una primera parte de punzón y una segunda parte de punzón que son móviles independientemente uno del otro. También es posible que se proporcionen dos segundos punzones. Esto permite adaptar el proceso con mayor precisión a las condiciones imperantes en cada caso. Z. Por ejemplo, se pueden rellenar y compactar sucesivamente volúmenes parciales del compacto verde posterior.

En particular, todos los punzones (y eyectores) provistos en el proceso pueden ser movidos y controlados de manera acoplada o completamente independientes unos de otros.

En particular, los punzones divisores están dispuestos uno al lado del otro a lo largo de la dirección axial. Sin embargo, también es posible una disposición diferente de las partes del punzón. También pueden estar dispuestas coaxialmente entre sí o una al lado de la otra a lo largo de una dirección circunferencial.

Según la invención, en la etapa c), una región parcial de una región de la pared del compacto verde que se extiende a lo largo de la dirección axial desde un primer extremo hasta un segundo extremo es compactada por el (al menos un) segundo punzón, estando la región parcial dispuesta espaciada del primer extremo y/o del segundo extremo. Según la invención, el área de la pared entre el primer extremo y la región parcial es presionada por el primer punzón. En esta región, el material en polvo se desplaza a lo largo de la superficie periférica interior principalmente a lo largo de la dirección axial. La porción de pared se extiende desde un primer extremo hasta un segundo extremo de la porción de pared o del compacto verde, donde los extremos no tienen por qué denotar la máxima extensión del compacto verde a lo largo de la dirección axial. En la etapa c), una región parcial del área de la pared es compactada por el segundo punzón. La región parcial aquí es el área del compacto verde que se encuentra radialmente delante de la cara del segundo punzón.

En particular, la región parcial entre una primera línea divisoria y una segunda línea divisoria en o hacia la región de la pared se extiende a lo largo de la dirección axial, en la que al menos una de las líneas divisorias tiene un curso curvo, en particular meandriforme. Por un lado, estas líneas divisorias pueden generarse debido al desplazamiento mínimo en la dirección radial de la región parcial en comparación con las regiones de pared que no están compactadas en la dirección radial y, por lo tanto, pueden identificarse fácilmente. En segundo lugar, en la región parcial se crea un aspecto superficial diferente y/o una segunda estructura superficial diferente, que puede distinguirse visualmente de la primera estructura superficial de la región de la pared, fuera de la región parcial.

Preferentemente, el (al menos un) segundo punzón está dispuesto en una porción del compacto verde que se estrecha a lo largo de la dirección axial, en la que una relación entre una sección transversal mayor, transversal a la dirección axial, de la porción y una sección transversal menor es de al menos 2:1, preferentemente de al menos 3:1. En este caso, la sección transversal más grande de la sección cónica está dispuesta en particular entre la primera línea divisoria y la segunda línea divisoria. Preferentemente, la sección transversal más pequeña también está situada entre la primera línea divisoria y la segunda línea divisoria.

En particular, la conicidad es continua sobre las superficies laterales de la superficie periférica interior o del receptáculo que están inclinadas con respecto a la dirección axial.

Se propone además una herramienta de prensado para producir al menos un compacto verde. La herramienta de prensado puede utilizarse en particular para el procedimiento propuesto de producción de un compacto verde. La herramienta de prensado comprende al menos una matriz, al menos un primer punzón y al menos un segundo punzón. La matriz se extiende a lo largo de una dirección axial entre una primera cara extrema y una segunda cara extrema y forma una superficie periférica interior con una abertura entre las caras extremas. La superficie periférica interior forma un receptáculo para el compacto verde. El al menos un primer punzón puede desplazarse a lo largo de una dirección axial. El al menos un segundo punzón se desplaza en dirección radial a través de un canal de la matriz y hacia el receptáculo, preferentemente (cuando se desplaza hacia el receptáculo) llenando la abertura. El primer punzón puede introducirse en el receptáculo a lo largo de la dirección axial a través de una de las caras extremas de la matriz. La herramienta de prensado está ahora configurada de tal manera que el segundo punzón sólo puede moverse en la dirección radial hacia el receptáculo hasta tal punto que pueda disponerse enrasado con al menos una región de la superficie periférica interior, que está dispuesta a lo largo de la dirección axial entre la cara extrema sobre la que se mueve el primer punzón hacia el receptáculo y la abertura, o puede disponerse sobresaliendo como máximo 0,1 mm [milímetro], en particular como máximo 0,05 mm, al menos con respecto a esta región de la superficie periférica interior en la dirección radial hacia el receptáculo.

- En particular, el segundo punzón no tiene un contorno en su cara extrema orientada hacia el receptáculo para formar un destalonado en el compacto verde. En este contexto, por socavadura se entiende preferentemente un escalón en la superficie exterior del compacto verde que tiene un tamaño inferior (a lo largo de la dirección radial) de más de 2 o 1 mm, o incluso de sólo 0,1 mm [milímetro], en particular de más de 0,05 mm, en relación con cualquier (otra) superficie del compacto verde entre la superficie del compacto verde formada por la cara extrema del segundo punzón y el primer extremo y/o el segundo extremo de la región de la pared o del compacto verde a lo largo de la dirección axial.
- En particular, el primer extremo y el segundo extremo están dispuestos inmediatamente adyacentes a la región de la pared.
- En particular, el (al menos un) segundo punzón tiene una cara extrema que forma el receptáculo junto con la superficie periférica interior, extendiéndose la cara extrema paralela a la dirección axial.
- Preferentemente, la superficie periférica interior también se extiende paralela a la dirección axial, en particular en la región comprendida entre la abertura y la primera cara extrema de la matriz.
- Las explicaciones relativas al proceso descrito anteriormente se aplican igualmente a la herramienta de prensado y viceversa.
- Se propone un compacto verde, fabricado por compresión de un material en polvo, el compacto verde tiene un eje longitudinal que se extiende a lo largo de una dirección axial y una porción de pared paralela al eje longitudinal y que se extiende a lo largo de la dirección axial desde un primer extremo hasta un segundo extremo. La porción de pared incluye una porción espaciada del primer extremo y espaciada del segundo extremo. Una primera estructura superficial de la región de la pared fuera de la subregión establecida por el prensado difiere de una segunda estructura superficial de la subregión.
- En particular, la primera estructura superficial fuera de la región parcial se produce por cizallamiento, es decir, moviendo las partículas a lo largo de la superficie periférica interior en la dirección axial, durante la compactación, lo que resulta en una superficie brillante con partículas aplanadas.
- En particular, la región parcial se extiende entre una primera línea de separación con la región de la pared y una segunda línea de separación con la región de la pared a lo largo de la dirección axial, formando la línea de separación la transición de la primera estructura superficial a la segunda estructura superficial.
- El área de pared parcial se forma presionando a lo largo de la dirección radial con el segundo punzón. Como resultado del prensado radial, se forma una segunda estructura superficial en la región parcial, que ya puede distinguirse visualmente de la primera estructura superficial (fuera de la región parcial).
- En particular, la segunda estructura superficial de la región parcial no se forma por cizallamiento. Aquí, las partículas se compactan a lo largo de la dirección radial. El resultado es una superficie mate con partículas aplanadas.
- Según una realización preferente, al menos una (en particular ambas) de las líneas divisorias tiene un curso curvo, en particular serpenteante. Existe un trazado "curvo" de una línea divisoria si no discurre en línea recta, es decir, si la línea divisoria tiene al menos un radio de curvatura. Si el curso tiene varias secciones con diferente radio de curvatura, en particular diferente orientación (opuesta) en relación con el curso de la línea divisoria, se puede suponer un curso meandriforme o serpenteante. El trazado curvo o serpenteante contrarresta la formación de un punto de ruptura predeterminado, que es más probable que se produzca con líneas divisorias rectas. Este punto de rotura predeterminado del compactado en verde se debe, en particular, a que en la región de la línea de separación se produce la transición entre la región parcial compactada por el segundo punzón y la región de la pared formada por la compactación axial. Estos bordes mínimos y/o diferencias de gradiente pueden formar el punto de rotura predeterminado. Esta transición de una posible diferencia de densidad en el compacto verde entre la región parcial y la región de la pared queda "difuminada" por la línea divisoria curva.
- Según la invención, la región parcial está diseñada sin socavar la región de la pared y está a ras con la región de la pared o está dispuesta desplazada como máximo 0,1 mm [milímetro], en particular como máximo 0,05 mm, con respecto a la región de la pared en una dirección radial dentro de la parte verde. En este contexto, se entiende preferentemente por socavado cualquier forma del compacto verde que tenga un tamaño inferior (a lo largo de la dirección radial) de más de 0,1 mm, en particular de 0,05 mm como máximo, con respecto a cualquier superficie del compacto verde comprendida entre la región parcial del compacto verde formada por la cara extrema del segundo punzón y el primer extremo y/o el segundo extremo de la región de la pared o del compacto verde a lo largo de la dirección axial.
- En particular, la región parcial está dispuesta en una sección del compacto verde que se estrecha a lo largo de la dirección axial, donde una relación entre una sección transversal mayor, transversal a la dirección axial, de la sección y una sección transversal menor es de al menos 2:1, en particular de al menos 3:1.

En este caso, la sección transversal más grande de la sección cónica está dispuesta en particular entre la primera línea divisoria y la segunda línea divisoria. Preferentemente, la sección transversal más pequeña también está dispuesta entre la primera línea divisoria y la segunda línea divisoria.

- 5 En particular, la conicidad es continua sobre las superficies laterales de la porción del compacto verde que están inclinadas con respecto a la dirección axial, en donde al menos la superficie lateral del compacto verde que tiene la porción se extiende paralela al eje longitudinal al menos en la porción.

El compacto verde puede producirse mediante el proceso y/o utilizando la herramienta de prensado. Las explicaciones sobre el proceso y la herramienta de prensado se aplican del mismo modo al compacto verde y viceversa.

- 10 Se propone además una pieza sinterizada o una pieza tratada térmicamente (en lo sucesivo denominada pieza sinterizada) producida por sinterización o tratamiento térmico del compacto verde descrito anteriormente, en la que la pieza sinterizada tiene una tercera estructura superficial formada en la región del compacto verde donde estaba previamente presente la primera estructura superficial, y una cuarta estructura superficial (diferente de la tercera estructura superficial) formada en la región del compacto verde donde estaba previamente presente la segunda estructura superficial.

La tercera microestructura superficial y la cuarta microestructura superficial se refieren a los cambios en las microestructuras superficiales causados por la sinterización y el tratamiento térmico, respectivamente, a partir de las microestructuras superficiales en el compacto verde. Las diferencias en la estructura de la superficie entre la región parcial y el área de la pared también pueden identificarse en la pieza sinterizada.

- 20 Las observaciones sobre el compacto verde se aplican igualmente a la pieza sinterizada y viceversa.

Como precaución, debe tenerse en cuenta que las palabras numéricas utilizadas aquí ("primero", "segundo",...) sirven principalmente (sólo) para distinguir entre varios objetos o cantidades similares, es decir, en particular no especifican necesariamente una dependencia y/o secuencia de estos objetos o cantidades entre sí. En caso de que se requiera una dependencia y/o secuencia, esto se indica explícitamente aquí o resulta obvio para el experto en la materia al estudiar la realización concretamente descrita.

- 30 La invención y el entorno técnico se explican con más detalle a continuación haciendo referencia a las figuras. Cabe señalar que la invención no pretende limitarse a las realizaciones mostradas. En particular, a menos que se indique explícitamente lo contrario, también es posible extraer aspectos parciales de los hechos explicados en las figuras y combinarlos con otros componentes y conclusiones de la presente descripción y/o figuras. En particular, debe tenerse en cuenta que las figuras y especialmente las proporciones mostradas son sólo esquemáticas. Los signos de referencia idénticos indican objetos idénticos, de modo que las explicaciones de otras figuras pueden utilizarse como complemento en caso necesario. Mostrando:

Fig. 1: un compacto verde en una primera vista en perspectiva;

Fig. 2: el compacto verde según la Fig. 1 en una segunda vista en perspectiva;

- 35 Fig. 3: una vista lateral del compacto verde según las Figs. 1 y 2;

Fig. 4: una pieza sinterizada en una vista lateral;

Fig. 5: la pieza sinterizada según la Fig. 4 en una vista en perspectiva;

Fig. 6: una primera herramienta de prensado durante la etapa b) del proceso en una vista en perspectiva en sección;

- 40 Fig. 7: la primera herramienta de prensado según la Fig. 6 durante la etapa c) en una vista en perspectiva parcialmente cortada;

Fig. 8: una segunda herramienta de prensado antes de la etapa b) del procedimiento en una vista en perspectiva en sección; y

Fig. 9: otra pieza sinterizada en una vista en perspectiva.

- 45 La Fig. 1 muestra un compacto verde 1 en una primera vista en perspectiva. La Fig. 2 muestra el compacto verde 1 según la Fig. 1 en una segunda vista en perspectiva. La Fig. 3 muestra una vista lateral del compacto verde 1 según las Figs. 1 y 2. A continuación se describen conjuntamente las figuras 1 a 3.

Los compactos verdes 1 producidos en las matrices 3 pueden tener una variedad de geometrías. Hasta ahora ha resultado difícil fabricar compactos verdes 1 que se estrechen a lo largo de la dirección axial 4, al menos en las secciones 24 del compacto verde 1. Las faltas de homogeneidad en la distribución de la densidad del compacto verde 1 pueden producirse en particular en las secciones 24 del compacto verde 1 que tienen superficies laterales

- 50

inclinadas con respecto a la dirección axial 4, es decir, que se estrechan de forma cónica. Esto significa que estas piezas no pueden fabricarse o no tienen la resistencia o las propiedades deseadas incluso como piezas sinterizadas 30 en estas mismas secciones 24.

El compacto verde 1 que se muestra aquí se produjo prensando un material en polvo 14. El compacto verde 1 tiene un eje longitudinal 27 que se extiende a lo largo de una dirección axial 4 y una porción de pared 21 paralela al eje longitudinal 27 y que se extiende a lo largo de la dirección axial 4 desde un primer extremo 19 hasta un segundo extremo 20, comprendiendo la porción de pared 21 una región parcial 18 espaciada desde el primer extremo 19 y desde el segundo extremo 20. Una primera estructura superficial 28 de la porción de pared 21 fuera de la región parcial 18, establecida por el prensado, es diferente de una segunda estructura superficial 29 de la región parcial 18. La región parcial 18 del área de la pared 21 se forma presionando a lo largo de la dirección radial 11 con un segundo punzón 13.

Se puede observar que la subárea 18 está diseñada sin socavaduras en la región de la pared 21 y está enrasada con la región de la pared 21. En este contexto, se entiende por destalonado cualquier forma del compacto verde 1 que tiene un cierto tamaño inferior mínimo (a lo largo de la dirección radial 11) con respecto a cualquier superficie del compacto verde 1 comprendida entre la región parcial 18 del compacto verde 1 formada por la cara extrema 15 del segundo punzón 13 y el primer extremo 19 y/o el segundo extremo 20 de la región de la pared 21 o del compacto verde 1 a lo largo de la dirección axial 4.

La porción 18 está dispuesta en una sección 24 del compacto verde 1 que se estrecha a lo largo de la dirección axial 4, en la que una relación entre una sección transversal mayor 25, transversal a la dirección axial 4, de la sección 24 y una sección transversal menor 26 es de al menos 2:1.

En el compacto verde 1 mostrado, la conicidad de la sección 24 es continua sobre las superficies laterales de la sección 24 que están inclinadas con respecto a la dirección axial 4, por lo que aquí sólo la superficie lateral del compacto verde 1 que tiene la sección 18 se extiende paralela al eje longitudinal 27.

La Fig. 4 muestra una pieza sinterizada 30 en una vista lateral. La Fig. 5 muestra la pieza sinterizada 30 según la Fig. 4 en una vista en perspectiva. Las figuras 4 y 5 se describen conjuntamente a continuación. La pieza sinterizada 30 se produce sinterizando un compacto verde 1. El miembro sinterizado 30 tiene un eje longitudinal 27 que se extiende a lo largo de una dirección axial 4 y una porción de pared 21 paralela al eje longitudinal 27 y que se extiende a lo largo de la dirección axial 4 desde un primer extremo 19 a un segundo extremo 20, comprendiendo la porción de pared 21 una región parcial 18 espaciada desde el primer extremo 19 y desde el segundo extremo 20.

La región parcial 18 está dispuesta sobre una porción 24 de la parte sinterizada 30 que se estrecha a lo largo de la dirección axial 4, en la que una relación entre una sección transversal mayor 25, transversal a la dirección axial 4, de la parte sinterizada 30 y una sección transversal menor 26 es de al menos 2:1. En el caso de la pieza sinterizada 30 mostrada, el ahusamiento tiene lugar de forma continua sobre las superficies laterales de la pieza sinterizada que están inclinadas con respecto a la dirección axial 4. La superficie lateral de la pieza sinterizada 30, que tiene la región parcial 18, se extiende paralela al eje longitudinal 27.

La Fig. 6 muestra una primera herramienta de prensado 2 durante la etapa b) del procedimiento en una vista en perspectiva en sección. La herramienta de prensado 2 consta de una matriz 3, un primer punzón 10 y un segundo punzón 13. La matriz 3 se extiende a lo largo de una dirección axial 4 entre una primera cara extrema 5 y una segunda cara extrema 6 y forma una superficie periférica interior 7 con una abertura 8 entre las caras extremas 5, 6. La superficie periférica interior 7 forma un receptáculo 9 para el compacto verde 1. El primer punzón 10 es móvil a lo largo de una dirección axial 4. El segundo punzón 13 puede desplazarse a lo largo de una dirección radial 11 a través de un canal 12 de la matriz 3 y hacia el receptáculo 9, llenando la abertura 8 (cuando se ha desplazado hacia el receptáculo 9) (véase la posición del segundo punzón 13 en la Fig. 7). El primer punzón 10 puede desplazarse sobre la primera cara extrema 5 de la matriz 3 hacia el interior del receptáculo 9 a lo largo de la dirección axial 4. En la etapa a) del procedimiento, se proporcionan la matriz 3 y el segundo punzón 13, estando el segundo punzón 13 desplazado hacia el exterior en la dirección radial 11 con respecto a la superficie periférica interior 7 (y con respecto a la abertura 8) y estando dispuesto en el canal 12. En la etapa b) del procedimiento, se introduce un material en polvo 14 en el receptáculo 9.

Aquí, el segundo punzón 13, que puede moverse en la dirección radial 11, obviamente no se utiliza para crear un destalonado. Para crear un destalonado, el segundo punzón 13 se desplazaría más allá de la abertura 8 hacia el interior del receptáculo 9, por lo que antes de retirar el compacto verde 1 del receptáculo 9, el segundo punzón 13 tendría que desplazarse fuera del receptáculo 9, de forma que se anulara el ajuste de forma creado en la dirección axial 4 entre el segundo punzón 13 y el compacto verde 1.

En este caso, por lo tanto, no se produce socavado, sino que la compresión del material en polvo 14 se efectúa presionando en la dirección radial 11. Para ello, se permite que el material en polvo 14 entre en el canal 12 a través de la abertura 8. Sólo de este modo puede transportarse una cantidad adicional de material 14 a esta región del posterior compacto verde 1, con lo que esta cantidad adicional se devuelve al receptáculo 9 y, por tanto, al compacto verde 1 a través de la abertura 8 mediante el segundo punzón 13. Así, el transporte del material en polvo 14 a lo

largo de la dirección axial 4 por el primer punzón 10 durante el prensado se complementa aquí con un transporte del material en polvo 14 a lo largo de la dirección radial 11.

Especialmente en el caso de componentes cónicos, por ejemplo con paredes laterales cónicas, el material en polvo 14 no puede desplazarse a esta sección 24 del posterior compacto verde 1, o sólo puede desplazarse con gran dificultad. La utilización de un segundo punzón 13 desplazable en la dirección radial 11 permite ahora desplazar con precisión la cantidad necesaria de material 14 hasta esta sección 24.

El segundo punzón 13 tiene una cara extrema 15 que forma el asiento 9 junto con la superficie periférica interior 7, extendiéndose la cara extrema 15 paralela a la dirección axial 4. La superficie periférica interior 7 también se extiende en la región comprendida entre la abertura 8 y la primera cara extrema 5 de la matriz 3, paralela a la dirección axial 4.

El segundo punzón 13 está dispuesto en la etapa a) desplazado en la dirección radial 11 con respecto a la superficie periférica interior 7 hasta tal punto que el material 14 llenado en la etapa b) también está dispuesto en el canal 12 como se muestra aquí. El material 14 dispuesto en el canal 12 se desplaza a través de la abertura 8 hacia el receptáculo 9 moviendo el segundo punzón 13 en la etapa c).

La Fig. 6 muestra además un tercer punzón 33, un eyector 34 y (cuarto) punzón adicional 35. El tercer punzón 33 y, en caso necesario, el punzón adicional 35 sirven también para compactar el material en polvo 14. Debido a la sección cónica 24, el eyector 34 no puede utilizarse (o sólo puede utilizarse de forma limitada) para compactar el material 14. Esto provocaría tensiones de cizallamiento en el compacto verde 1, que podrían llevar al fallo del compacto verde 1. El expulsor 34 se utiliza aquí exclusivamente para extraer el compacto verde 1 de la matriz 3 (junto con el tercer punzón 33 y el punzón adicional 35).

La Fig. 7 muestra la primera herramienta de prensado 2 según la Fig. 6 durante la etapa c) en una vista en perspectiva parcialmente cortada. Véanse las explicaciones de la Fig. 6.

En la etapa c) del procedimiento, el primer punzón 10 y el segundo punzón 13 se desplazan para prensar el material 14 en el receptáculo 9, en el que el segundo punzón 13 se desplaza en la dirección radial 11 hacia el receptáculo 9 sólo hasta tal punto que queda enrasado con una región 36 de la superficie periférica interior 7, que está dispuesta a lo largo de la dirección axial 4 entre la primera cara extrema 5 y la abertura 8, o está dispuesta de manera que sobresalga como máximo 0,1 mm de esta región 36 de la superficie periférica interior 7 en la dirección radial 11 hacia el receptáculo 9.

En la etapa c) del procedimiento, una porción 18 de una porción de pared 21 del compacto verde 1 que se extiende a lo largo de la dirección axial 4 desde un primer extremo 19 a un segundo extremo 20 es compactada por el segundo punzón 13, estando la porción 18 espaciada del primer extremo 19 y del segundo extremo 20.

[0065] La Fig. 8 muestra una segunda herramienta de prensado 2 antes de la etapa b) del procedimiento en una vista en perspectiva en sección. Véanse las explicaciones de las figuras 6 y 7.

A diferencia de la primera herramienta de prensado según las Figs. 6 y 7, el segundo punzón 13 comprende un primer punzón divisor 16 y un segundo punzón divisor 17, que pueden moverse independientemente uno del otro. Esto permite adaptar el proceso con mayor precisión a las condiciones imperantes en cada caso. Z. Por ejemplo, se pueden rellenar y compactar sucesivamente volúmenes parciales del compacto verde posterior 1. Las partes de punzón 16, 17 pueden verse dispuestos uno junto al otro a lo largo de la dirección axial 4.

La Fig. 9 muestra otra pieza sinterizada 30 en una vista en perspectiva. Consulte las explicaciones de las figuras 1 a 3. La pieza sinterizada 30 se produjo sinterizando el compacto verde 1 según las Figs. 1 a 3.

La región parcial 18 del compacto verde 1 o la parte sinterizada se extiende entre una primera línea divisoria 22 a la región de la pared 21 y una segunda línea divisoria 23 a la región de la pared 21 a lo largo de la dirección axial 4, teniendo la primera línea divisoria 22 un curso meandriforme. Las líneas divisorias 22, 23 son reconocibles, por un lado, debido al mínimo desplazamiento en la dirección radial 11 de la subregión 18 en comparación con las regiones de pared 21 que no están compactadas en la dirección radial 11. En segundo lugar, en la subregión 18 se establece un aspecto superficial diferente o una cuarta estructura superficial 32 diferente, que puede distinguirse visualmente de la tercera estructura superficial 31 de la región de la pared 21.

Reconociblemente, la mayor sección transversal 25 de la porción cónica 24 está dispuesta aquí entre la primera línea de separación 22 y la segunda línea de separación 23. Además, la sección transversal más pequeña 26 de la sección cónica 24 está situada entre la primera línea divisoria 22 y la segunda línea divisoria 23.

Lista de signos de referencia

1 compacto verde

2 herramienta de prensado

	3 matriz
	4 dirección axial
	5 primera cara
	6 segunda cara
5	7 superficie periférica interior
	8 abertura
	9 receptáculo
	10 primer punzón
	11 dirección radial
10	12 canal
	13 segundo punzón
	14 material
	15 cara frontal
	16 primera parte de punzón
15	17 segunda parte de punzón
	18 región parcial
	19 primer extremo
	20 segundo extremo
	21 superficie de la pared
20	22 primera línea divisoria
	23 segunda línea divisoria
	24 porción
	25 mayor sección transversal
	26 sección transversal más pequeña
25	27 Eje longitudinal
	28 primera estructura superficial
	29 segunda estructura superficial
	30 pieza sinterizada
	31 estructura de la tercera superficie
30	32 tercera estructura superficial
	33 tercer punzón
	34 eyector
	35 punzón
	36 región
35	

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir al menos un compacto verde (1) con una herramienta de prensado (2), en el que la herramienta de prensado (2) comprende al menos una matriz (3) que se extiende a lo largo de una dirección axial (4) entre una primera cara extrema (5) y una segunda cara extrema (6) y forma una superficie periférica interior (7) con una abertura (8) entre las caras extremas (5, 6), donde la superficie periférica interior (7) forma un receptáculo (9) para el compacto verde (1), y además al menos un primer punzón (10) desplazable sobre una de las caras extremas (5, 6) de la matriz (3) hacia el receptáculo (9) a lo largo de la dirección axial (4) y al menos un segundo punzón (13) desplazable a través de un canal (12) en la matriz (3) y hacia el receptáculo (9) a lo largo de una dirección radial (11); el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas:
 - a) proporcionar la matriz (3) y el segundo punzón (13), estando el segundo punzón (13) dispuesto desplazado hacia el exterior en la dirección radial (11) con respecto a la superficie periférica interior (7) antes o durante la etapa b);
 - b) llenar un material en polvo (14) en el receptáculo (9);
 - c) desplazar al menos el primer punzón (10) y el segundo punzón (13) y prensar el material (14) en el receptáculo (9), en el que el segundo punzón (13) se desplaza en la dirección radial (11) hacia el receptáculo (9) sólo hasta tal punto en que queda enrasado con al menos una región (36) de la superficie periférica interior (7), que está dispuesta a lo largo de la dirección axial (4) entre una cara extrema (5, 6), a través de la cual el primer punzón (10) se desplaza hacia el receptáculo (9), y la abertura (8), de manera que quede al ras o de manera que sobresalga dentro del receptáculo (9) no más de 0,1 mm al menos con respecto a esta región de la superficie periférica interior (7) en la dirección radial (11);en el que el segundo punzón (13) se desplaza en la dirección radial (11) con respecto a la superficie periférica interior (7) en la etapa a) o durante la etapa b) hasta tal punto que el material (14) llenado en la etapa b) también se dispone en el canal (12); en el que el material (14) dispuesto en el canal (12) se desplaza hacia el receptáculo (9) a través de la abertura (8) por el movimiento del segundo punzón (13) en la etapa c); donde en la etapa c) una región parcial (18) de una región de la pared (21) del compacto verde (1) que se extiende a lo largo de la dirección axial (4) desde un primer extremo (19) a un segundo extremo (20) es comprimida por el segundo punzón (13), estando la región parcial (18) dispuesta al menos espaciada del primer extremo (19); en donde la región de la pared (21) entre el primer extremo (19) y la región parcial (18) es comprimida por el primer punzón (10).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el segundo punzón (13) comprende al menos una primera parte de punzón (16) y un segunda parte de punzón (17) que son móviles independientemente una de la otra.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que las partes de punzón (16, 17) están dispuestas una al lado de la otra a lo largo de la dirección axial (4).
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la región parcial (18) está separada del segundo extremo (20).
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo punzón (13) está dispuesto sobre una porción (24) del compacto verde (1) que se estrecha a lo largo de la dirección axial (4), en la que una relación entre una sección transversal mayor (25), transversal a la dirección axial (4), de la porción (24) y una sección transversal menor (26) es de al menos 2:1.
6. Herramienta de prensado (2) para producir al menos un compacto verde (1) por el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la herramienta de prensado (2) comprende al menos una matriz (3) que se extiende a lo largo de una dirección axial (4) entre una primera cara extrema (5) y una segunda cara extrema (6) y forma una superficie periférica interior (7) con una abertura (8) entre las caras extremas (5, 6), donde la superficie periférica interior (7) forma un receptáculo (9) para el compacto verde (1), y además al menos un primer punzón (10) desplazable sobre una de las caras extremas (5, 6) de la matriz (3) hacia el receptáculo (9) a lo largo de una dirección axial (4) y al menos un segundo punzón (13) desplazable a lo largo de una dirección radial (11) a través de un canal (12) en la matriz (3) y hacia el receptáculo (9); donde una región parcial (18) de una región de la pared (21) del compacto verde (1) que se extiende a lo largo de la dirección axial (4) desde un primer extremo (19) hasta un segundo extremo (20) es comprimida por el segundo punzón (13), estando la región parcial (18) dispuesta a una distancia del primer extremo (19) y del segundo extremo (20); en el que la porción de pared (21) comprendida entre el primer extremo (19) y la región parcial (18) es comprimida por el primer punzón (10) y en el que el segundo punzón (13) puede moverse en la dirección radial (11) sólo tanto hacia el receptáculo (9) como para que quede enrasado con al menos una región (36) de la superficie periférica interior (7), que está dispuesta entre la cara extrema (5, 6) a través de la cual el primer punzón (10) se mueve hacia el interior del receptáculo (9), y la abertura (8), de manera que quede al ras o sobresalga dentro del receptáculo (9) no más de 0,1 mm al menos con respecto a esta región (36) de la

superficie periférica interior (7) en la dirección radial (11), de modo que la región parcial (18) está diseñada sin socavaduras con respecto a la región de la pared (21) y termina al ras con la región de la pared (21) o está dispuesta desplazada como máximo 0,1 mm con respecto a la región de la pared (21) en la dirección radial (11).

- 5 7. Un compacto verde (1) producido por prensado de un material en polvo (14) con la herramienta de prensado según la reivindicación 6 o según el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 5, en el que el compacto verde (1) tiene un eje longitudinal (27) que se extiende a lo largo de una dirección axial (4) y una región de la pared (21) que se extiende paralela al eje longitudinal (27) y a lo largo de la dirección axial (4) desde un primer extremo (19) a un segundo extremo (20), comprendiendo dicha porción de pared (21) una región parcial (18) separada del primer extremo (19) y del segundo extremo (20); en el que la región parcial (18) es compactada por el segundo punzón (13) que puede moverse a lo largo de la dirección radial (11); en el que la región de la pared (21) entre el primer extremo (19) y la región parcial (18) es compactada por el primer punzón (10) que puede moverse a lo largo de la dirección axial (4); en el que una primera estructura superficial (28) de la región de la pared (21) fuera de la región parcial (18) creada mediante compresión es diferente de una segunda estructura superficial (29) de la región parcial (18); en el que la región parcial (18) está diseñada para estar libre de socavaduras con respecto a la región de la pared (21) y termina al ras con la región de la pared (21) o está dispuesta desplazada como máximo 0,1 mm con respecto a la región de la pared (21) en una dirección radial (11).
- 10 8. Compacto verde (1) según la reivindicación 7, en el que la región parcial (18) se extiende entre una primera línea divisoria (22) hacia la región de la pared (21) y una segunda línea divisoria (23) hacia la región de la pared (21) a lo largo de la dirección axial (4), en el que las líneas divisorias (22, 23) forman la transición desde la primera estructura superficial (28) hacia la segunda estructura superficial (29).
- 15 9. Compacto verde (1) según la reivindicación 8, en el que al menos una de las líneas divisorias (22, 23) tiene una forma curva.
- 20 10. Compacto verde (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 precedentes, en el que la región parcial (18) está dispuesta en una porción (24) del compacto verde (1) que se estrecha a lo largo de la dirección axial (4), en la que una relación entre una sección transversal mayor (25), transversal a la dirección axial (4), de la porción (24) y una sección transversal menor (26) es de al menos 2:1.
- 25 11. Pieza sinterizada (30) producida por un tratamiento térmico del compacto verde (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 7 a 10, en la que la pieza sinterizada (30) tiene una tercera estructura superficial (31) en la región de la primera estructura superficial (28) del compacto verde (1) y una cuarta estructura superficial (32) en la región de la segunda estructura superficial (29) del compacto verde (1).
- 30

Fig. 1

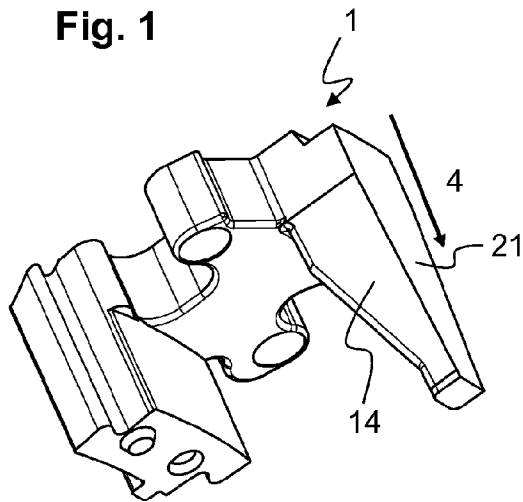


Fig. 2

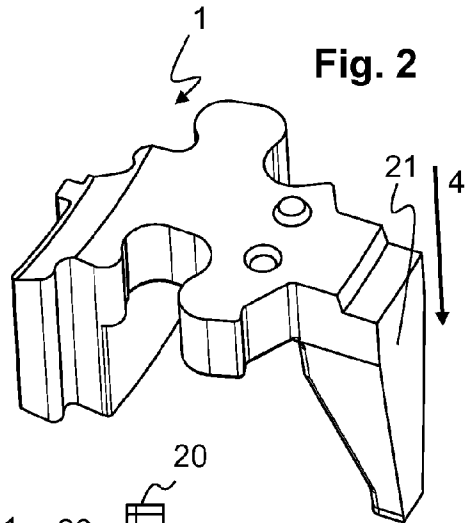


Fig. 3

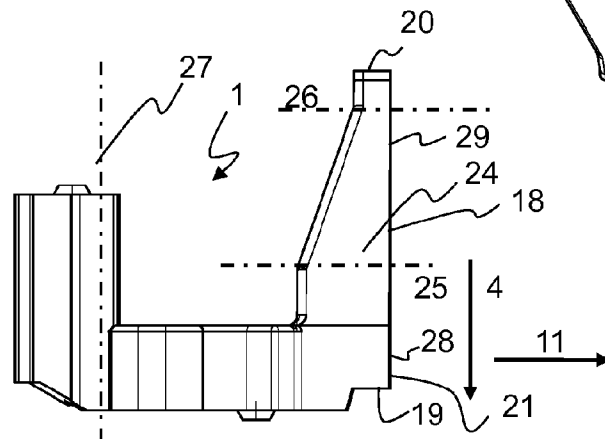


Fig. 4

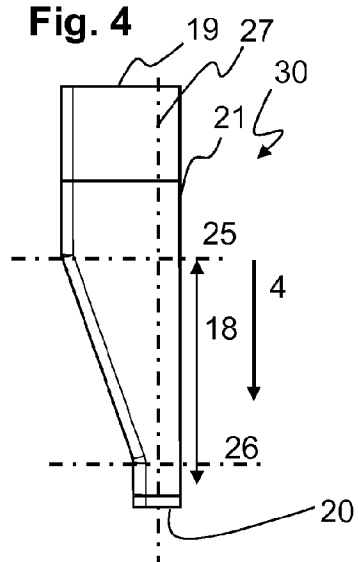
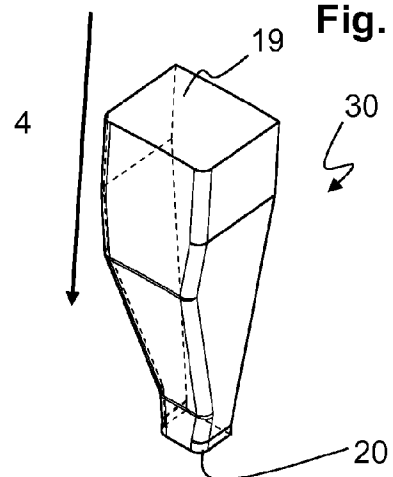


Fig. 5



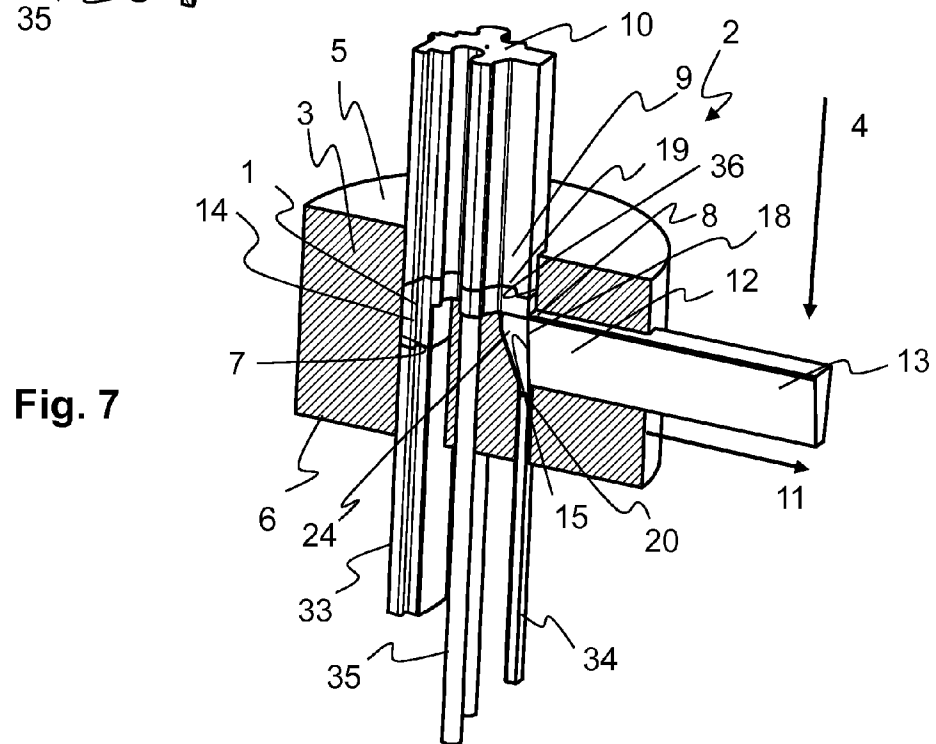
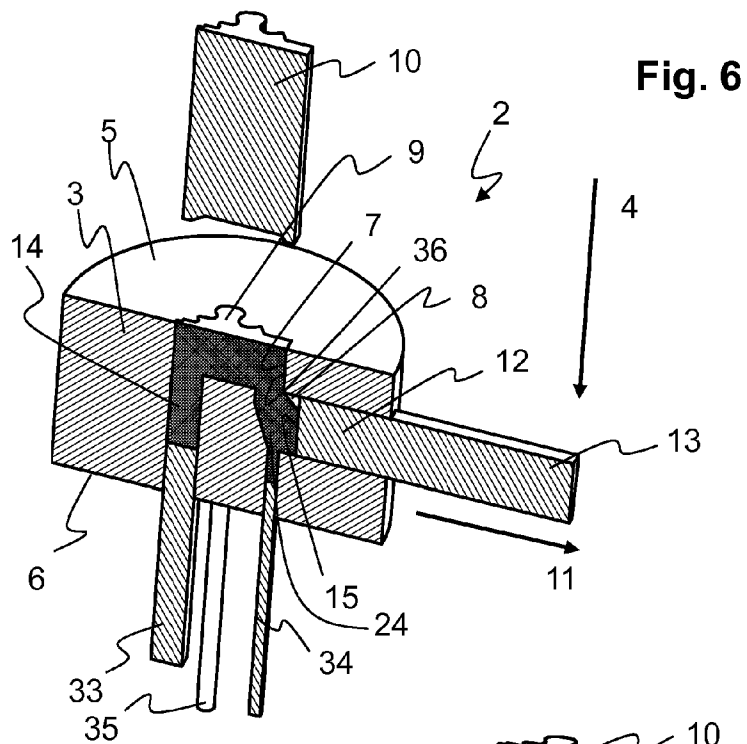


Fig. 8

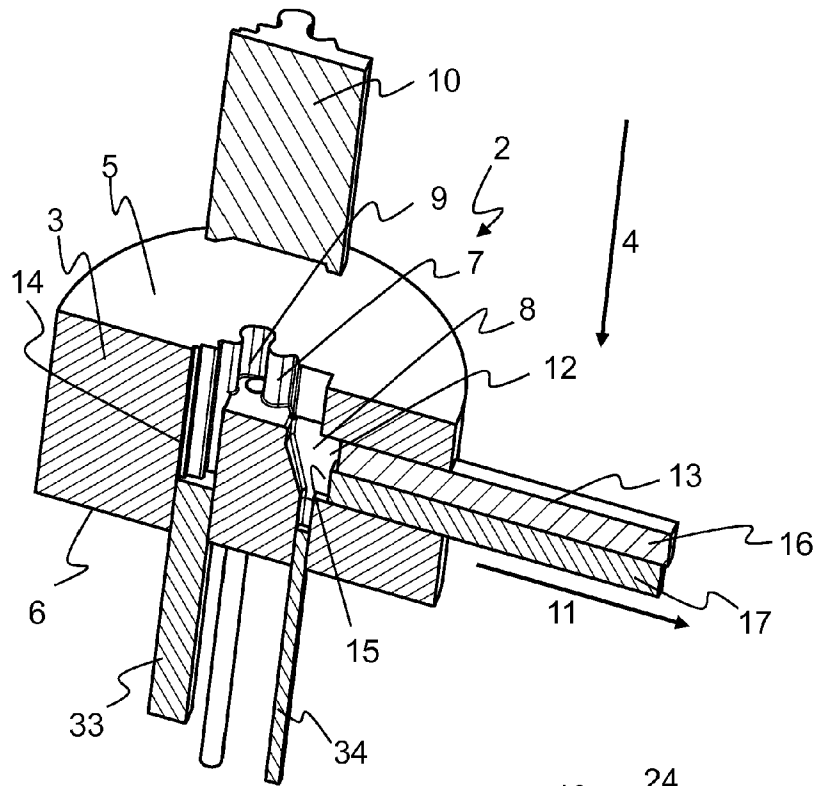


Fig. 9

