

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 781**

51 Int. Cl.:

**B21D 22/02** (2006.01)

**B21D 22/06** (2006.01)

**C21D 1/673** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2017 PCT/EP2017/052605**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017 WO17137379**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2017 E 17703744 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3414028**

54 Título: **Método y dispositivo para producir componentes de acero endurecido**

30 Prioridad:

**10.02.2016 DE 102016102344**

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

**13.10.2020**

73 Titular/es:

**VOESTALPINE STAHL GMBH (50.0%)**

**voestalpine-Straße 3**

**4020 Linz, AT y**

**VOESTALPINE METAL FORMING GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KOLNBERGER, SIEGFRIED y**

**HASLMAYR, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 786 781 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**

Método y dispositivo para producir componentes de acero endurecido

[0001] La invención se refiere a un método y a un dispositivo para producir componentes de acero endurecido.

5 [0002] Los componentes de acero endurecido tienen la ventaja, en particular en la construcción de carrocería de vehículos de motor, de que, debido a sus propiedades mecánicas sobresalientes, es posible crear un compartimiento de pasajeros particularmente estable sin tener que usar componentes que, a resistencias normales, se hacen mucho más macizos y por lo tanto más pesados.

10 [0003] Para producir dichos componentes de acero endurecido se utilizan tipos de acero que pueden endurecerse por temple. Dichos tipos de acero son, por ejemplo, aceros al carbono de manganeso aleado con boro, en donde el más utilizado es, en este caso, 22MnB5. Sin embargo, también se utilizan para este fin otros aceros al carbono de manganeso aleados con boro.

[0004] Para producir los componentes endurecidos a partir de estos tipos de acero, el material de acero debe calentarse a la temperatura de austenización ( $>A_{c3}$ ) y esperar hasta que el material de acero se austenice. Dependiendo del grado deseado de dureza, aquí se pueden lograr austenizaciones parciales o completas.

15 [0005] Si dicho material de acero se enfría después de la austenización a una velocidad por encima de la velocidad de endurecimiento crítica, la estructura austenítica se convierte en una estructura martensítica muy dura. De esta manera, se pueden alcanzar resistencias a la tracción  $R_m$  de hasta 1500 MPa.

[0006] Actualmente hay dos métodos para producir los componentes de acero.

20 [0007] En el denominado endurecimiento y conformación, una pletina de chapa de acero se separa, por ejemplo, se recorta o se troquela de una banda de acero, y a continuación se embute al componente terminado en un proceso de embutición convencional de, por ejemplo, cinco etapas. Este componente terminado se dimensiona un poco más pequeño para compensar una posterior dilatación térmica durante la austenización.

25 [0008] El componente así producido se austeniza a continuación, y luego se introduce en una herramienta de endurecimiento y conformación en la que se prensa, pero no se conforma o se conforma solo muy ligeramente, y mediante el prensado el calor fluye desde el componente hacia la herramienta de prensado a una velocidad por encima de la velocidad de endurecimiento crítica.

30 [0009] El otro método es el denominado endurecimiento por presión por el que una pletina se separa, por ejemplo, se recorta o se troquela de una banda de chapa de acero, a continuación la pletina se austeniza, y la pletina caliente se conforma a una temperatura por debajo de 782 °C en un paso preferiblemente de una sola etapa, y se enfría simultáneamente a una velocidad por encima de la velocidad de endurecimiento crítica.

[0010] En ambos casos, se pueden utilizar pletinas provistas de capas anticorrosión metálicas, por ejemplo con zinc o una aleación a base de zinc. El endurecimiento y conformación también se denomina proceso indirecto y el endurecimiento por presión proceso directo. La ventaja del proceso indirecto es que se pueden realizar geometrías más complejas en las piezas de trabajo.

35 [0011] La ventaja del proceso directo es que se puede lograr un mayor aprovechamiento del material. Sin embargo, la complejidad del componente alcanzable es menor, especialmente en el caso de un proceso de conformación de una sola etapa.

[0012] No obstante, el endurecimiento por presión tiene la desventaja de que se forman microgrietas en la superficie, particularmente en pletinas de chapa de acero galvanizado.

40 [0013] En este caso se distingue entre microgrietas de primer orden y microgrietas de segundo orden.

[0014] Las microgrietas de primer orden se atribuyen a la denominada fragilización por metal en estado líquido. Se supone que las fases líquidas de zinc interaccionan con las fases de austenita aún existentes durante la conformación, es decir, durante las tensiones de tracción aplicadas al material, por lo que en el material se producen microgrietas con profundidades de hasta unos pocos 100  $\mu\text{m}$ .

45 [0015] La solicitante ha logrado prevenir estas microgrietas de primer orden enfriando activa o pasivamente el material entre la extracción del horno de calentamiento y antes del inicio del proceso de conformación en caliente a temperaturas

a las que ya no están presentes las fases líquidas de zinc. Esto significa que la conformación en caliente tiene lugar a temperaturas inferiores a unos 750 °C.

5 [0016] Hasta ahora, las microgrietas de segundo orden no han sido controlables durante la conformación en caliente a pesar del enfriamiento previo, y también surgen a temperaturas de conformación en caliente por debajo de 600 °C. Las profundidades de las grietas, en este caso, son de hasta unos 10 pm.

[0017] Ni las microgrietas de primer orden ni las microgrietas de segundo orden son aceptadas por los usuarios ya que son una posible fuente de daño.

[0018] Con los métodos anteriores sigue sin asegurarse una producción de componentes sin microgrietas de segundo orden.

10 [0019] Por DE 10 2011 055 643 A1 se conoce un método y herramienta de conformación para el endurecimiento por presión y conformación en caliente de piezas de trabajo hechas de chapa de acero, y en particular de piezas de trabajo galvanizadas hechas de chapa de acero. En este caso, la matriz utilizada para la conformación en caliente y el endurecimiento por presión debe recubrirse en forma líquida con un material en su región del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, o debe estar provista de una pieza de inserción que tenga una conductividad térmica que sea inferior en al menos 10 W/(m × K) a la conductividad térmica de la sección de la matriz adyacente a la región del borde de estirado que entra en contacto con esta durante la conformación en caliente y el endurecimiento por presión de la pieza de trabajo. La superficie orientada hacia la pieza de trabajo del material aplicado en la región del borde de estirado o de la pieza de inserción colocada debe tener una dimensión transversal que se extienda sobre el borde de estirado y que esté en el intervalo de 1,6 veces a 10 veces el radio de estirado positivo de la matriz. Por ello, las propiedades de flujo de las piezas de trabajo hechas de chapa de acero deben mejorarse durante la conformación en caliente, y con ello reducirse considerablemente el riesgo de que aparezcan grietas durante la conformación en caliente de piezas de trabajo hechas de chapa de acero, preferiblemente pletinas de acero galvanizado. Sin embargo, las microgrietas del segundo orden no pueden evitarse con una herramienta de este tipo.

25 [0020] Por DE 10 2011 052 773 A1 se conoce una herramienta para una herramienta de endurecimiento por presión, en donde la superficie conformadora de la herramienta forma una microestructura, región por región, mediante dos microdepresiones introducidas en la superficie del molde. Esta medida está destinada a limitar el área de contacto efectiva para la formación de una pieza bruta entre la superficie del molde y una pieza bruta a las porciones de área ubicadas entre las depresiones. Esto hace que deba reducirse el rozamiento.

30 [0021] Por DE 10 2004 038 626 B3 se conoce un método para la fabricación de componentes endurecidos hechos de chapas de acero, en donde antes, durante o después de la conformación de la pieza conformada se realiza un recorte final necesario de la pieza conformada y eventualmente el troquelado necesario o la generación de un patrón de agujeros, y la pieza conformada a continuación se calienta, al menos parcialmente, a una temperatura que permite una austenización del material de acero, y en donde el componente se transfiere a continuación a una herramienta de endurecimiento y conformación, y se lleva a cabo un endurecimiento y conformación en la herramienta de endurecimiento y conformación en la que el componente se enfría y, de este modo, se endurece al colocar y prensar el componente, a menos en parte, en las herramientas de endurecimiento y conformación, en donde el componente es sostenido, al menos en parte, por la herramienta de endurecimiento y conformación en la región de los radios positivos y es sujetado preferiblemente por dos pinzas en la región de los bordes de los recortes y, en regiones en las que el componente no está sujeto, el componente está separado por un espacio de al menos una mitad de la herramienta de conformación. Esta medida sirve para poder sujetar el componente sin deformarlo y establecer diferentes gradientes de dureza mediante diferentes velocidades de endurecimiento. DE 10 2011 114 691 describe un método para la conformación en caliente y el endurecimiento de una pieza de trabajo hecha de acero en una prensa para hundir matrices mediante la introducción de uno o más fluidos de enfriamiento en huecos de la matriz.

45 [0022] La tarea de la invención es evitar microgrietas del segundo orden en componentes conformados en caliente directamente, es decir, endurecidos por presión. La tarea se resuelve con un método con las características de la reivindicación 1.

[0023] Se señalan desarrollos ventajosos en las reivindicaciones dependientes.

[0024] Además, una tarea es crear un dispositivo con el que las pletinas de chapa de acero se puedan conformar en caliente y endurecer con el método de endurecimiento por presión y con el que se eviten microgrietas.

50 [0025] La tarea se resuelve con un dispositivo con las características de la reivindicación 5. Se señalan desarrollos ventajosos en reivindicaciones dependientes de esta.

[0026] Los inventores han reconocido que surgen microgrietas de un segundo orden si el vapor de zinc que aparece en regiones sometidas a tracción llega al acero en concentración suficiente, lo que se denomina fragilización por metal en

5 estado gaseoso (VME, por sus siglas en inglés). El vapor de zinc surge al rasgarse la capa de zinc-hierro debido al estiramiento durante el proceso de conformación. La concentración suficiente aparece en particular en aquellas regiones en las que predomina el contacto directo de la chapa con la herramienta o hay una distancia muy pequeña de la chapa a la herramienta. Una distancia muy pequeña en el sentido de la invención es inferior a 0,5 mm. Según la invención, deben evitarse las microgrietas de segundo orden, conservando una ventana de trabajo lo más grande posible en términos de material y temperatura y con una puesta en práctica económica. Con al menos el mismo tiempo de pasada, no debe haber aumento en el tiempo de ciclo ni reducción en el rendimiento durante la fabricación de componentes.

10 [0027] Según la invención, el vapor de zinc que aparece es evacuado o soplado por corrientes de gas (convección) o suficientemente diluido en las regiones sometidas a tracción (expansión de la fibra de los bordes). Además o como alternativa, el zinc se puede convertir rápidamente en un compuesto estable como óxido de zinc o ZnJ2 mediante la admisión de fluidos. Además, la protección del acero frente a microgrietas de segundo orden también se puede lograr mediante la producción de una capa protectora, como por ejemplo una capa de óxido, mediante el suministro de un fluido. Todas las medidas descritas han demostrado que las microgrietas se reducen notablemente.

15 [0028] La evitación de las microgrietas de segundo orden se asegura en este caso por el hecho de que en la pletina de chapa metálica que se conforma durante el proceso de conformación y endurecimiento se intercambia medio ambiente en aquellas regiones en las que surgen expansiones de tracción en la fibra de los bordes. A través del intercambio se diluye o elimina el vapor de zinc que se produce. El intercambio del medio ambiente puede hacerse, en particular, mediante una continua introducción o evacuación, es decir, inyección o succión de un medio. El medio para este fin puede ser aire, oxígeno, nitrógeno u otros fluidos o bien gases.

20 [0029] Especialmente preferibles son fluidos gaseosos que contengan oxígeno como, por ejemplo aire u oxígeno, ya que estos no pueden contaminar excesivamente la herramienta y además puede regularse más fácilmente un eventual efecto de enfriamiento masivo no deseado como, por ejemplo, mediante agua, controlando la temperatura del fluido.

25 [0030] Estos medios se introducen a través de orificios u otros accesos como por medio de huecos en la herramienta, y se inyectan en particular preferiblemente a una sobrepresión de más de 1 bar. En el caso de succión, esta se realiza también preferiblemente a una presión superior a 1 bar. Se prefiere especialmente un intercambio continuo del medio durante la operación, ya que con ello se crean condiciones de producción lo más uniformes posible.

30 [0031] Además, se puede proporcionar una unidad de precalentamiento para calentar el fluido antes de la introducción con el fin de lograr un cierto control de temperatura, así como de reducir el efecto de enfriamiento, ya que el endurecimiento del componente preferiblemente debe tener lugar solo al final del proceso de conformación, es decir, cuando la herramienta está completamente cerrada.

35 [0032] Además, puede haber un hueco en la herramienta que esté dimensionado de tal manera que, por un lado, no se vea afectada la embutición ni se ondule la pletina o la pieza de trabajo y, por otro lado, que esté dimensionado de tal manera que la salida de calor, que es necesaria para el endurecimiento, tampoco se vea afectada significativamente. Sin embargo, los huecos se dimensionan de tal modo que forman un depósito para fluidos, en particular oxígeno, de tal manera que llegue suficiente oxígeno al material o a la pletina que se estira para suministrar fases de zinc o fases de zinc-hierro que se liberan para la oxidación con oxígeno.

40 [0033] Ventajosamente, los huecos en el lado de la herramienta se pueden alimentar continuamente con fluidos o fluidos que contengan oxígeno durante la conformación, por ejemplo a través de aberturas de acceso adecuadas, en donde ventajosamente se puede formar un colchón de corrientes. Además, la cavidad de la herramienta se puede enjuagar con un fluido que contenga oxígeno, que luego está presente en los huecos, después de dar forma a una pieza de trabajo y antes de insertar otra pletina. Ejemplos de un fluido que contenga oxígeno es el aire que se suministra en forma gaseosa así como los fluidos ya mencionados.

45 [0034] Se ha demostrado que el intercambio del medio ambiente en los puntos sometidos a tracción, incluso si este medio no se introduce directamente en estos puntos sometidos a tracción, impide eficazmente la formación de microgrietas de segundo orden mediante la evacuación del vapor de zinc que se produce.

[0035] La invención se explica a modo de ejemplo mediante un dibujo. En este muestran:

50 Figura 1, la región de herramienta adyacente a un borde de estirado con un rebaje según la invención;  
 Figura 2 la región del borde de estirado de una herramienta con otra forma de realización del rebaje según la invención;  
 Figura 3 la región del borde de estirado de una herramienta con una disposición de ranura según la invención en una vista lateral parcialmente seccionada;  
 Figura 4 la disposición según la Figura 3 en una vista en planta;  
 Figura 5 la región del borde de estirado de una herramienta con un pisador de chapa y boquillas de suministro de fluido.

[0036] La región del borde de estirado 1 o región de un radio positivo 1 está dispuesta en una herramienta de conformación y tiene dos superficies del lado de la pieza de trabajo 3, 4 que se encuentran en la región de un borde de estirado o un radio positivo 2.

5 [0037] Se dispone un rebaje 5 en el borde de estirado 2 en la dirección de estirado que sigue a la superficie 4. En este caso, el rebaje 5 está dimensionado de modo que el espesor restante del borde de estirado 2 entre la superficie 3 y el rebaje 5 corresponda aproximadamente a su radio con el fin de ofrecer un efecto de soporte suficiente para el material que estirar.

[0038] El rebaje 5 tiene, entre el borde de estirado 2 y la superficie 4, una altura que es aproximadamente de 25 a 35 mm por una profundidad de 5 a 9 mm.

10 [0039] En otra forma de realización ventajosa (Figura 2), en lugar de un rebaje 5 de mayor superficie adyacente al borde de estirado 2, y dejando este último en el grosor ya descrito, se introduce una muesca 6 en la superficie 4. En este caso, la muesca 6 tiene una altura entre la superficie 4 y el borde de estirado 2, que es aproximadamente de 8 a 12 mm por una profundidad de 5 a 9 mm.

15 [0040] En otra forma de realización ventajosa, en lugar de un rebaje 5 continuo en la región de la pared 4 adyacente al borde de estirado 2, hay una pluralidad de muescas 7 que se extienden en la dirección de estirado, en donde las muescas 7 o ranuras 7 tienen, por ejemplo, un ancho de ranura de 4 a 8 mm y una separación de ranura de 7 a 11 mm, de modo que las nervaduras restantes tienen un ancho de 1 a 5 mm. Las muescas 7 o ranuras 7 aquí también tienen una profundidad de 5 a 9 mm.

20 [0041] Ha resultado sorprendente que, en las geometrías mencionadas anteriormente, la cantidad de fluido relativamente pequeña dentro de los rebajes 5, 6, 7 también es suficiente, dado el caso, a pesar de las nervaduras 4, para impedir eficazmente la formación de microgrietas del segundo orden mediante la provisión de oxígeno.

25 [0042] En una forma de realización ventajosa (que no se muestra), se puede suministrar al rebaje 5, la muesca 6, las ranuras 7 un fluido que contenga oxígeno por la parte trasera, es decir desde la herramienta, mediante alimentaciones y líneas perforadas correspondientes con el fin de aumentar aún más, dado el caso, la presión parcial de oxígeno en la región de los rebajes 5, las muescas 6 y las ranuras 7.

[0043] Con el fin de mantener el contenido de oxígeno dentro de estos rebajes 5, muescas 6 y ranuras 7 a un nivel alto en procesos continuos, la cavidad de conformación también se puede enjuagar con un fluido que contenga oxígeno de tal modo que siempre haya suficiente depósito de oxígeno en los rebajes 5, muescas 6 y ranuras 7.

30 [0044] Según la invención, se asegura un suministro de gas que contiene oxígeno en todos los casos dado que puede suministrarse gas con presión a través de orificios de suministro 8 en la herramienta 1 o en un pisador de chapa o en un punzón 9. En este caso, este gas se puede dirigir hacia dentro de un rebaje (Figuras 1 a 4) y/o la superficie 4 (Figura 2) o hacia las superficies 4, 3. En presencia de una herramienta superior o un pisador de chapa 9, los orificios 8 correspondientes, que llegan a una superficie del pisador 10, también pueden estar presentes aquí. Esto es particularmente importante cuando también se producen dilataciones de la chapa en esta región.

35 [0045] Cada uno de los orificios de suministro 8 tiene un diámetro preferiblemente de 3 a 8 mm. Sin embargo, también se pueden utilizar, dado el caso, diámetros más pequeños si la cantidad de fluido que fluye hacia fuera es lo suficientemente grande.

40 [0046] Por ejemplo, se ha demostrado que a una velocidad de punzón de 250 mm/segundo, un suministro de aire de 0,01 l/segundo por cm<sup>2</sup> de superficie de chapa que conformar ya era suficiente para evitar eficazmente microgrietas de segundo orden a una temperatura de conformación inferior a 600 °C. A temperaturas de conformación más altas se requieren mayores cantidades de aire.

[0047] Además del 22MnB5, también se utilizan el 20MnB8, el 22MnB8 y otros aceros al manganeso-boro, especialmente en el proceso directo de endurecimiento por presión.

45 [0048] Los aceros de esta composición de aleación son por lo tanto adecuados para la invención (todos los datos en % en masa):

C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ti	B	N
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
0,20	0,18	2,01	0,0062	0,001	0,054	0,03	0,032	0,0030	0,0041

## ES 2 786 781 T3

siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición, en donde en particular los elementos de aleación boro, manganeso, carbono, y opcionalmente cromo y molibdeno, se utilizan como retardadores de conversión en aceros de este tipo.

5 [0049] Los aceros de esta composición de aleación generalmente son también adecuados para la invención (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,6
Manganeso (Mn)	0,8-3,0
Aluminio (Al)	0,01-0,07
Silicio (Si)	0,01-0,8
Cromo (Cr)	0,02-0,6
Titanio (Ti)	0,01-0,08
Nitrógeno (N)	< 0,02
Boro (B)	0,002-0,02
Fósforo (P)	< 0,01
Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

[0050] En particular, han demostrado ser adecuadas las siguientes composiciones de acero (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,35
Manganeso (Mn)	1,00-3,00
Aluminio (Al)	0,03-0,06
Silicio (Si)	0,01-0,20
Cromo (Cr)	0,02-0,3
Titanio (Ti)	0,03-0,04
Nitrógeno (N)	< 0,007
Boro (B)	0,002-0,006
Fósforo (P)	< 0,01
Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

10 [0051] El lugar de introducción óptimo del medio que contiene oxígeno depende de la geometría del componente, ya que también se deben tener en cuenta acanaladuras o contradespullas.

[0052] También puede ser ventajoso proporcionar, en lugar de unos pocos orificios más grandes, un patrón en forma de tamiz de pequeñas inserciones sobre una superficie mayor de la herramienta.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para el endurecimiento por presión de componentes de chapa de acero en donde una pletina se separa de una banda de chapa de acero de una aleación de acero que se puede endurecer, y la pletina se austeniza a continuación calentándola a una temperatura mayor que  $A_{c3}$  e introduciéndola a continuación en una herramienta de conformación y conformándola en la herramienta de conformación y enfriándola durante la conformación a una velocidad por encima de la velocidad de endurecimiento crítica, caracterizado por que, para evitar microgrietas de segundo orden en la pletina de chapa que conformar durante el proceso de conformación y endurecimiento, se inyecta o succiona el medio ambiente en puntos sometidos a tracción, en donde el medio ambiente es aire u oxígeno o nitrógeno, en donde se utiliza una capa anticorrosión metálica con zinc o una aleación con base de zinc.
- 10 2. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que el medio ambiente se inyecta a una sobrepresión de más de 1 bar.
3. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que el medio ambiente se inyecta o se succiona de forma continua.
- 15 4. Dispositivo para llevar a cabo el método según una de las reivindicaciones anteriores con dos mitades de la herramienta de conformación, donde las dos mitades de la herramienta de conformación cooperan en la embutición de una pletina y están diseñadas de manera que puedan acercarse y alejarse, en donde al menos una línea de suministro o descarga (8) para intercambiar un medio fluido está dispuesta en puntos sometidos a tracción, en donde se puede suministrar un fluido que contenga oxígeno a rebajes (5, 6, 7) y/o superficies de la herramienta (3, 4, 10) por la parte trasera, es decir desde la herramienta (1), mediante alimentaciones y líneas (8) perforadas correspondientes.
- 20 5. Dispositivo según la reivindicación 4 caracterizado por que al menos un hueco está dispuesto en regiones de la chapa sometida a tracción.

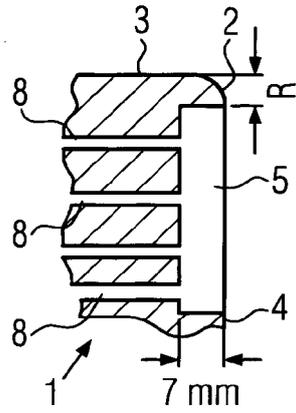


FIG. 1

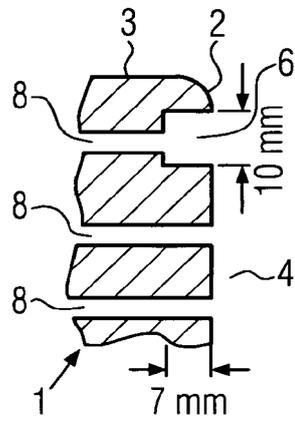


FIG. 2

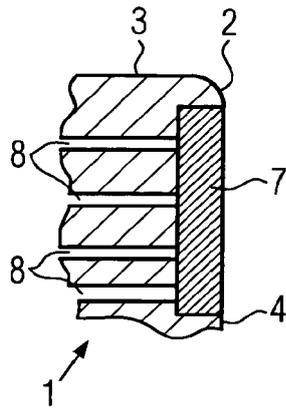


FIG. 3

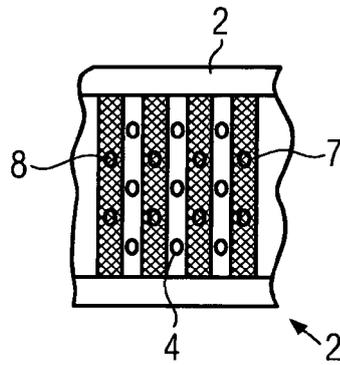


FIG. 4

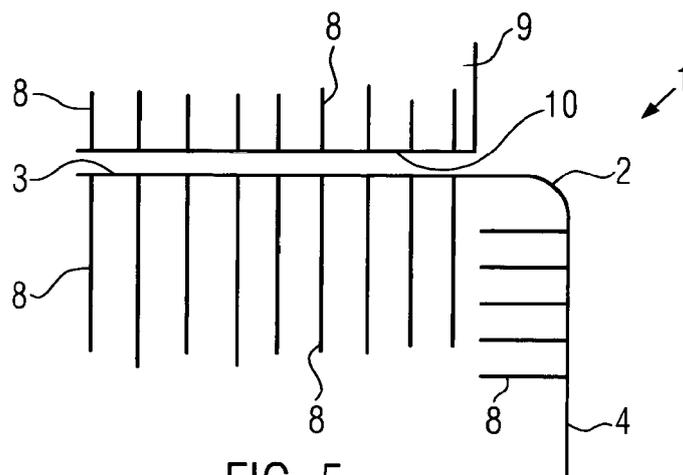


FIG. 5