

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 255**

51 Int. Cl.:

B23Q 3/06 (2006.01)

B25B 11/00 (2006.01)

B23Q 3/08 (2006.01)

F15B 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2009 E 09752791 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 2496385**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la fijación de piezas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2015

73 Titular/es:

FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION (33.3%)
Parque Tecnológico de San Sebastián, Mikeletigi Pasalekua, 2
20009 San Sebastián (Gipuzkoa), ES;
ACITURRI METALLIC PARTS, S.L. (33.3%) y
SC INTREPRINDEREA METALURGICA PENTRU AERONAUTICA METAV SA (33.3%)

72 Inventor/es:

RODRÍGUEZ MIJANGOS, MARÍA DE LA O;
COLLADO JIMÉNEZ, VALENTÍN;
PORRAS TORROBA, ESTER;
MAZQUIARÁN PINEDA, CARLOS;
BARLADEANU, MIHAIL;
IONESCU, MARIA;
MAY, CHRISTOPHER;
HOLZ, BENEDIKT;
WÜRTZ, THOMAS;
GERLACH, THOMAS;
TRENDLER, ALEXANDRA-MARIA y
BOESE, HOLGER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 255 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

Dispositivo y procedimiento para la fijación de piezas

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la fijación de piezas (piezas no magnéticas), que presenta una aplicación en la industria del mecanizado de piezas y, más específicamente, en el área del mecanizado de piezas diferentes con una geometría compleja y grandes dimensiones.

Antecedentes de la invención

10 Dadas las demandas y exigencias en la industria moderna hoy en día, el tiempo empleado, así como el coste asociado en llevar a cabo la sujeción, fijación o inmovilización de piezas en el equipo de mecanizado, es un factor determinante en la fabricación de piezas, especialmente para lograr una producción flexible, en la que se requiere cada vez más una fabricación flexible que comporta una producción muy rápida de una amplia variedad de piezas en lotes de producción pequeños.

15 Este factor es incluso más importante cuando se trata con piezas que son difíciles de manipular, posicionar y sujetar en el equipo de mecanizado, debido al hecho de que presentan geometrías con curvas complejas, superficies no rígidas o son simplemente estructuras que son débiles frente al mecanizado o no presentan caras de referencia.

Actualmente hay varios dispositivos que permiten fijar o agarrar piezas por medio del empleo de fluidos generalmente denominados fluidos magnetorreológicos. La reología es un campo de la física que comporta la relación que existe entre esfuerzo y deformación en materiales que presentan la capacidad de fluir.

20 Los fluidos magnetorreológicos son suspensiones de partículas de hierro diminutas distribuidas uniformemente en un medio líquido, generalmente aceite mineral o silicona que, en estado líquido, presentan la consistencia de un aceite viscoso. Cuando se aplica un campo magnético, las partículas de hierro se distribuyen en fracciones de segundo de acuerdo con las líneas de dicho campo y, de esta manera, se modifica el comportamiento mecánico del fluido. A medida que se incrementa la intensidad del campo magnético, estos fluidos se transforman en una masa de tipo gel sólido.

25 Dadas sus características, para aplicaciones en la fijación de piezas, los fluidos magnetorreológicos se adaptan a las pequeñas variaciones geométricas o fluctuaciones que puedan presentar las piezas, de tal modo que se pueden usar para aplicar fuerzas de fijación uniformes, incluso en piezas que presentan superficies grandes, para compensar las imprecisiones dimensionales o cambios en la forma que puedan presentar las piezas. Es más, los fluidos magnetorreológicos absorben las vibraciones que, por ejemplo, se producen mientras se llevan a cabo las operaciones de mecanizado, tales como fresado, sin transmitirse dichas vibraciones a la pieza, lo que permite procesar piezas muy pequeñas con gran precisión, por cuya razón el empleo de estos fluidos para la fijación de piezas durante su mecanizado está extendido en el campo de piezas de relojería.

35 La solicitud de patente alemana número DE-10209783-A1 describe un procedimiento y un dispositivo para soportar, posicionar y agarrar piezas pequeñas, por ejemplo, en el campo de la industria de la relojería, tecnología médica o microelectrónica, por medio del empleo de un fluido reológico como un medio de soporte. Para ello, se introduce una parte de la pieza en el fluido que está alojado en un recipiente, de tal modo que se mantiene una distancia menor de 5 mm entre la pieza y las paredes del recipiente. Dado el pequeño tamaño de las piezas, es posible crear un campo magnético que atraviese el fluido y el recipiente de un lado al otro. Sin embargo, la principal desventaja de este dispositivo es que en caso de que la distancia entre los extremos del recipiente sea mayor de 50 mm, el valor del flujo magnético es muy débil y, por lo tanto, la fuerza de fijación no es suficientemente grande para mantenerla inmovilizada, de modo que dichos dispositivo y procedimiento no sirven con piezas que presentan un tamaño de más de 50 mm.

45 Por otro lado, la solicitud de patente alemana número DE-10352037-A1 y la solicitud internacional número WO-2006/074650-A1 describen dispositivos de fijación para piezas irregulares que comprenden un amortiguador elástico que contiene herméticamente un fluido magnetorreológico, en el que dicho amortiguador elástico se proyecta desde el almacén de la herramienta. La desventaja de estos dispositivos es que no son capaces de resistir esfuerzos de cizalladura grandes sin que la pieza se mueva durante el procesamiento de mecanizado. Tampoco los dispositivos contemplan medios para el posicionamiento y orientación correctos de la pieza en una posición de fijación concreta, la propia superficie del amortiguador elástico, que se adapta a la forma de la pieza, siendo lo que determina la orientación y la posición finales de la pieza en una manera no controlada.

50 La solicitud de patente británica número GB-2317157-A describe un dispositivo de agarre por medio de un fluido electrorreológico, en el que el fluido ER no está en contacto directo con la pieza que se va a soportar o con el elemento que genera el campo magnético, que comprende una mordaza, cuya función es deslazar un objeto desde una posición a otra, en la que la pieza no está sometida a esfuerzos de mecanizado grandes.

Las patentes de EE. UU. números US-6267364-B1, US-6647611-B2 y US-6182954-B1 describen dispositivos para soportar piezas por medio de fluidos magnetorreológicos, que consisten en dispositivos muy complejos en los que las piezas se posicionan dentro de un recipiente que aloja el fluido magnetorreológico por medio de tornillos de posicionamiento que están diseñados para ejercer una fuerza mínima sobre la pieza, con objeto de mantenerla en la posición y orientación requeridas durante el mecanizado sin dañarla. La desventaja de estos dispositivos es que no permiten mecanizar piezas complejas grandes que están sometidas a esfuerzos grandes durante su mecanizado, dado que no presentan la capacidad de mantener dichas piezas en su posición de fijación durante el mecanizado. En estas patentes, así como en la patente alemana DE 10209783-A1, el campo magnético atraviesa el fluido y el recipiente de un lado al otro. Esta configuración únicamente permite la fijación de piezas pequeñas con fuerzas de retenida altas o piezas de tamaño medio con fuerzas pequeñas.

Por último, la patente alemana DE 10244867- A1 describe un dispositivo para la fijación y posicionamiento de piezas que emplea fluidos magnetorreológicos. El dispositivo comprende un recipiente para el fluido MR y la pieza se introduce parcialmente en el fluido MR sin contacto directo con el recipiente. En la patente no hay indicación del campo magnético necesario para sostener una pieza grande sometida a gran esfuerzo durante las operaciones de mecanizado.

Algunos otros dispositivos en el estado de la técnica, de manera similar a la analizada anteriormente, se dan a conocer en la patente de Estados Unidos n.º US-2770823-A, las solicitudes de patente alemana n.º DE-2357672-A1 y DE-19654864-A1, y la solicitud de patente de la Unión Soviética n.º SU-1007901-A1.

Por lo tanto, y especialmente en los campos que están sometidos a costes muy altos, tales como las industrias aeronáutica y aeroespacial, por ejemplo, hay una enorme necesidad de tener medios de sujeción adecuados, seguros y rápidos que permitan fijar firmemente piezas con geometrías complejas y grandes dimensiones durante su mecanizado, cualesquiera que puedan ser su geometría y características mecánicas, permitiendo también su posicionamiento y orientación rápidos e inequívocos en una posición de fijación determinada.

Descripción de la invención

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un dispositivo para la fijación de piezas, que permite inmovilizar, sostener y mantener piezas con una geometría compleja y grandes dimensiones fijadas firmemente en su sitio, sin necesidad de que dichas piezas presenten caras de referencia, manteniéndolas inmovilizadas por medio del empleo de un fluido magnetorreológico mientras se llevan a cabo fuertes operaciones de mecanizado sobre las mismas, en cuyas operaciones la pieza se somete a esfuerzos grandes.

El dispositivo de la invención presenta una aplicación particular en el mecanizado, específicamente en el fresado, de elementos estructurales tales como larguerillos aeronáuticos de titanio con forma de "T", en los que se requieren una alta precisión y fijación firme, mientras que al mismo tiempo se requiere especial cuidado para no dañar la pieza como consecuencia de dicha fijación.

El dispositivo para la fijación de piezas propuesto por la invención comprende un elemento generador magnético, que puede consistir en un electroimán o placa magnética, configurado para generar flujo magnético, en que dicho elemento generador magnético presenta una cara superior.

El dispositivo también comprende un recipiente que no presenta una tapa o fondo y que únicamente está formado por paredes sustancialmente verticales. Dicho recipiente está perfectamente sujeto sobre la superficie superior del elemento generador magnético.

El dispositivo comprende un fluido magnetorreológico que presenta un punto de fluencia alto localizado directamente encima de la superficie superior del elemento generador magnético. El fluido magnetorreológico está contenido lateralmente por el recipiente formando una capa destinada a ser una capa exenta de burbujas. A su vez, el elemento generador magnético presenta la capacidad de generar un flujo magnético en el fluido magnetorreológico mayor de 100 mT, que provoca la inmovilización o la fijación de una pieza localizada sumergida parcialmente en dicho fluido magnetorreológico, mientras que se llevan a cabo operaciones de mecanizado sobre la parte no sumergida superior de la pieza. De acuerdo con la invención, y a diferencia de los dispositivos del estado de la técnica, el dispositivo puede fijar piezas que son de varios metros de largo, resistiendo fuerzas mayores de 1000 N.

El fluido magnetorreológico está, de esta manera, en contacto directo con la pieza que se va a fijar, sin haber bolsas de aire en dicho fluido, que reducirían la capacidad de sostén del dispositivo, así como la uniformidad del flujo magnético que actúa sobre dicho fluido, y, por lo tanto, sobre la pieza.

El fluido magnetorreológico incrementa su resistencia mecánica en fracciones de segundo bajo la acción de un campo magnético, fijando la pieza de manera segura, pero sin dañarla.

El hecho de que el fluido esté en contacto directo con el elemento generador magnético permite lograr flujos magnéticos altos en el fluido que son suficientes para resistir esfuerzos de cizalladura, lo que no es posible cuando el fluido está alojado en un contenedor con fondo, como en la mayoría de los dispositivos del estado de la técnica.

5 En el caso de la invención, el fluido está en contacto directo con la placa magnética, de tal modo que haya muy poca distancia, preferentemente menor de 5 mm, entre los imanes del elemento generador magnético y el fluido magnetorreológico, aunque también se contempla la posibilidad de que haya una capa de recubrimiento de los imanes entre el fluido magnetorreológico y los imanes, aunque la distancia entre los imanes y el fluido magnetorreológico debe ser, en todo caso, menor de 2 mm.

10 Por lo tanto, por medio del dispositivo de la invención se logra que el campo magnético sea cerrado a través del fluido magnetorreológico. En caso de que el recipiente presente un fondo, se introduciría una separación entre dicho recipiente y el elemento generador magnético, que reduciría el campo magnético. En el caso de la invención, las separaciones, tales como bolsas de aire, no tienen lugar en ningún punto entre la pieza y el fluido, o entre el fluido y el elemento generador magnético.

15 El dispositivo de la invención, de esta manera, puede fijar piezas muy largas, de varios metros de largo, que presentan rigidez muy baja, sin dañarlas, cuyas piezas no presentan caras de referencia, piezas fabricadas de materiales no magnéticos tales como aluminio y piezas fabricadas de materiales a los que no se pueden aplicar fuerzas grandes porque provocarían deformaciones permanentes en el material como consecuencia de la fijación, como en el caso de titanio debido al efecto de memoria de este material.

20 Cuando una pieza se fija mediante inmersión en el fluido magnetorreológico, los esfuerzos principales que tienen lugar son esfuerzos de cizalladura, así como cargas de compresión y tracción. Con objeto de fijar de manera segura y sostener piezas con grandes dimensiones, el fluido magnetorreológico debe tener una resistencia alta y, en particular, un punto de fluencia alto, que determina la fuerza que se debe aplicar para producir la fluencia del material.

25 En el caso de la invención, dado que el fluido magnetorreológico presenta un punto de fluencia alto, únicamente un área o parte pequeña de la pieza se deben sumergir en el fluido, con lo que se incrementa el área disponible para ser mecanizada. Dependiendo de la geometría de la pieza y del grado de inmersión, en el fluido magnetorreológico actúan esfuerzos de tracción y de compresión de diferentes valores, además de los esfuerzos de cizalladura, de modo que es necesario presentar una densidad alta del flujo magnético en el área localizada debajo de la pieza, es decir, en el área del fluido localizado por debajo de la pieza.

30 El elemento generador magnético preferentemente consiste en, al menos, un electroimán en que el campo magnético se activa eléctricamente, que permite generar campos magnéticos con valores altos, que, al mismo tiempo, son elementos compactos para integrarse en el dispositivo, que también se pueden fabricar en grandes dimensiones. Es más, los electroimanes son fáciles de usar, y el campo magnético se puede activar y desactivar simplemente pulsando un interruptor.

No obstante, también se contempla que el elemento generador magnético consista en un imán mecánicamente activado capaz de generar una densidad alta del flujo magnético.

35 La posibilidad de que el dispositivo esté configurado para posicionar y fijar una pieza, que se sumerja parcialmente en el fluido magnetorreológico, en que dicha pieza presente una superficie inferior con una configuración que coincida con la superficie superior del elemento generador magnético, en que la distancia entre dicha superficie inferior de la pieza y la superficie superior del elemento generador magnético sea menor de aproximadamente 5 mm, es decir, se contempla que el espesor de la capa de fluido magnetorreológico sea menor de 5 mm. En dicho caso, si la superficie inferior de la pieza que se va a fijar es plana, la superficie superior del elemento generador magnético es plana, mientras que si la superficie inferior de la pieza que se va a fijar es cilíndrica, la superficie superior del elemento generador magnético es cilíndrica.

40 Con objeto de lograr el máximo flujo magnético en el fluido magnetorreológico, dicho fluido está en contacto directo con el elemento generador magnético y el espesor de la capa de fluido magnetorreológico es tan pequeña como sea posible, menor de 5 mm, de tal modo que la geometría del dispositivo, es decir, la superficie superior del elemento generador magnético, es muy similar a la geometría de la pieza que se va a fijar.

45 Esto hace al campo magnético mayor porque, si hay mucho fluido, el campo magnético no penetra completamente y las fuerzas logradas son más bajas.

50 También se contempla la posibilidad de que el recipiente esté fabricado de material magnético con objeto de maximizar la fuerza generada en el fluido magnetorreológico. Por lo tanto, las líneas de flujo son cerradas a través del recipiente, incrementando el flujo magnético en los lados de la pieza, dado que se permite la circulación del flujo magnético a través del recipiente, con lo que se logra sellado magnético en la superficie del fluido magnetorreológico.

De acuerdo con una realización preferente, el recipiente presenta una geometría en vista en planta similar a la geometría en vista en planta de la pieza que se va a fijar, siendo mayor la geometría en vista en planta del recipiente, preferentemente en no más de 10 mm, que la geometría en vista en planta de la pieza que se va a fijar.

55 Se contempla la posibilidad de que el dispositivo comprenda, al menos, un elemento de referencia móvil o pasador configurado para adaptar la geometría en vista en planta del recipiente a la geometría en vista en planta de la pieza

que se va a fijar, permitiendo colocar la pieza en una posición y orientación de fijación deseadas para llevar a cabo las operaciones de mecanizado.

5 De esta manera, se logra que el recipiente sea capaz de adaptarse a diferentes perfiles, con longitudes y secciones transversales diferentes. Para ello, también se contempla que el recipiente pueda comprender varias piezas o partes que se puedan montar en posiciones diferentes. El dispositivo también puede comprender varias piezas o partes montadas en una y en la misma posición, además de los elementos o placas del recipiente, lo que permite adaptar dicho recipiente a la longitud de la pieza que se va a fijar.

10 Desde un punto de vista magnético, la altura de los elementos de referencia móviles es tan pequeña como sea posible. La pieza se puede sostener mediante elementos de referencia móviles que están dispuestos directamente sobre la superficie superior del elemento generador magnético. En dicho caso, la altura de los elementos de referencia móviles es la misma que la anchura de la capa de fluido magnetorreológico, es decir, la distancia entre la pieza y el elemento generador magnético.

15 Además de los elementos de referencia móviles, la pieza se puede posicionar por medio de dispositivos de referencia que pueden consistir en dos piezas localizadas en oposición lateral, siendo una ellas un pasador con que se ensambla y la otra un elemento de posicionamiento móvil o propulsor, cuya posición se puede ajustar contra la pieza, ambos siendo capaces de ser ensartados al elemento generador magnético.

De esta manera, se logra que el dispositivo presente una configuración flexible que permita un cambio rápido para la fabricación de una pluralidad de longitudes y secciones de pieza en la que el montaje y desmontaje de los pasadores se lleve a cabo fácilmente.

20 También se contempla la posibilidad de que el elemento generador magnético presente la capacidad de generar una pluralidad de flujos magnéticos independientes muy cercanos entre sí en el fluido magnetorreológico, de tal modo que dichos flujos magnéticos estén conducidos a través del fluido magnetorreológico y se cierren en el elemento generador magnético.

25 En caso de que la anchura de la pieza sea demasiado grande, mayor de 50 mm, para ser capaz de generar un campo magnético continuo que atraviese dicha anchura, se crea una pluralidad de flujos magnéticos independientes que estén muy cercanos entre sí por medio del dispositivo de la invención, cuyas líneas de campo salgan del elemento generador magnético, atraviesen el fluido magnetorreológico y entren o terminen en el propio elemento generador magnético.

30 Se contempla la posibilidad de que el elemento generador magnético comprenda una placa fija de material no magnético con un espesor no mayor de 2 mm, y una placa móvil de material no magnético que tenga insertada en la misma una pluralidad de imanes permanentes en que la cara superior de la placa fija esté en contacto con el fluido magnetorreológico y la placa móvil esté localizada sobre, al menos, un cilindro hidráulico capaz de mover dicha placa móvil.

35 Asimismo, dependiendo del tipo y del valor de las fuerzas que se van a resistir mientras la pieza se mecaniza, puede ser necesario emplear un dispositivo regulador de flujo magnético, también llamado adaptador de polos, a fin de incrementar la densidad de flujo magnético en un área localizada bajo de la pieza fija. El dispositivo regulador de flujo magnético permite cambiar la dirección de los polos en 90°, reduciendo la distancia entre los polos del campo magnético en más de un 50 % para una pareja de polos, además de proporcionar una clase de sellado magnético en los lados de la pieza (6).

40 La distancia más pequeña entre polos en placas magnéticas comerciales es demasiado grande (es decir, 50 mm para una pareja de polos) y dicha distancia no se puede reducir porque se requieren contener los bobinados necesarios para activar y desactivar la placa o elemento generador magnético.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la fijación de piezas que comprende emplear un dispositivo, tal como el descrito anteriormente. El procedimiento comprende:

- 45
- disponer una capa de fluido magnetorreológico que presente un punto de fluencia alto directamente sobre la superficie superior del elemento generador magnético dentro del recipiente,
 - posicionar la pieza sumergida parcialmente que se va a fijar en contacto directo con el fluido magnetorreológico, con el objetivo de evitar que queden burbujas entre la pieza que se va a fijar y el fluido magnetorreológico, de tal modo que la distancia entre la superficie inferior de la pieza y la superficie superior del elemento generador magnético sea menor de aproximadamente 5 mm, y
 - generar un flujo magnético en el fluido magnetorreológico con un valor mayor de 100 mT.
- 50

Descripción de los dibujos

Para completar la descripción que se está realizando y a fin de ayudar a comprender mejor las características de la invención de acuerdo con una realización práctica preferente de la misma, se adjunta un conjunto de dibujos como parte integral de dicha descripción, en que se ha descrito lo siguiente con un carácter ilustrativo y no limitante:

- 5 La figura 1 muestra una vista esquemática, de acuerdo con una sección transversal, del dispositivo de la invención, en que se han representado las líneas de flujo de campo magnético por medio de flechas.

La figura 2 muestra una vista esquemática como la de la figura 1, en que se han representado dos elementos de referencia móviles localizados dentro de la pieza, así como dos elementos de posicionamiento móviles localizados lateralmente con respecto a la pieza.

- 10 La figura 3 muestra una vista esquemática como la de las figuras 1 y 2, en que se han representado una pluralidad de elementos de referencia móviles y un solo elemento de posicionamiento móvil localizados lateralmente.

La figura 4 muestra una vista esquemática parcial en perspectiva del dispositivo de la invención, en que se ha representado una pieza con dimensiones intermedias en una posición de fijación.

- 15 La figura 5 muestra una vista esquemática parcial como la de la figura 4, en que se ha representado una pieza en una posición de fijación, cuya longitud es virtualmente la longitud de pieza máxima que el dispositivo puede fijar.

La figura 6 muestra una vista esquemática general en perspectiva del dispositivo de la invención.

La figura 7 muestra una vista esquemática en despiece de una realización del elemento generador magnético que comprende una placa fija de aluminio y una placa móvil de material no magnético que tiene insertada en la misma una pluralidad de imanes permanentes y se desplaza mediante una pluralidad de cilindros hidráulicos.

- 20 La figura 8 muestra una vista esquemática, de acuerdo con una sección transversal a la altura correspondiente a un cilindro hidráulico, del dispositivo de la invención con el elemento generador magnético de la realización representada en la figura 7, en que se ha representado una pieza en la posición de fijación.

La figura 9 muestra un detalle de la figura 8.

- 25 La figura 10 muestra una vista esquemática parcial de una variante de realización del dispositivo que comprende un dispositivo regulador de flujo magnético (adaptador de polos).

La figura 11 muestra una sección transversal esquemática de una placa magnética convencional en un estado desmagnetizado.

La figura 12 muestra una sección transversal esquemática de una placa magnética convencional en un estado magnetizado.

- 30 **Realización preferente de la invención**

En vista de las figuras mencionadas, se puede observar cómo en una de las realizaciones posibles de la invención, el dispositivo para la fijación de piezas propuesto por la invención comprende un elemento generador magnético (1) configurado para generar flujo magnético (2), en que dicho elemento generador magnético (1) presenta una cara superior (3).

- 35 El dispositivo comprende un recipiente (4), cuya superficie en vista en planta presenta una longitud del orden de varios metros, de un material magnético que únicamente está formado por paredes verticales y está perfectamente sujeto sobre la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1).

- 40 El dispositivo comprende un fluido magnetorreológico (5) que presenta un punto de fluencia alto localizado directamente sobre la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) y está contenido lateralmente por el recipiente (4) formando capa exenta de burbujas.

Se entiende que el fluido magnetorreológico (5) presenta un punto de fluencia alto en la medida en que dicho fluido magnetorreológico (5) es capaz de resistir esfuerzos bajo cargas de compresión de un orden de 200 kPa y bajo cargas de tracción de un orden de 70 kPa bajo un flujo magnético (2) de 400 mT.

- 45 El elemento generador magnético (1) presenta la capacidad de generar un flujo magnético (2) en el fluido magnetorreológico (5) mayor de 100 mT, lo que provoca la inmovilización o la fijación de una pieza (6) que consiste en un larguero aeronáutico de titanio con forma de "T" localizada en una manera sumergida parcialmente en dicho fluido magnetorreológico (5), mientras se llevan a cabo operaciones de fresado sobre la parte no sumergida de dicha pieza (6).

El fluido magnetorreológico (5) está en contacto directo con el elemento generador magnético (1), de tal modo que la profundidad de fluido magnetorreológico (5) es menor de 5 mm entre el elemento generador magnético (1) y la pieza (6).

5 De acuerdo con una realización preferente, el elemento generador magnético (1) consiste en un electroimán en que el campo magnético está eléctricamente activado, lo que permite generar campos magnéticos con valores altos.

10 Por lo tanto, el dispositivo está configurado para posicionar y fijar una pieza (6), que está sumergida parcialmente en el fluido magnetorreológico (5), en que dicha pieza (6) presenta una superficie inferior (7) con una configuración que coincide con la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1), en que la distancia entre dicha superficie inferior (7) de la pieza (6) y la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) es menor de aproximadamente 5 mm.

Asimismo, de acuerdo con una realización preferente, el recipiente (4) presenta una geometría en vista en planta similar a la geometría en vista en planta de la pieza (6) que se va a fijar, siendo la geometría en vista en planta del recipiente (4) mayor en no más de 10 mm que la geometría en vista en planta de la pieza (6) que se va a fijar.

15 El dispositivo comprende una pluralidad de elementos de referencia móviles (8) configurados para regular la distancia entre dicha superficie inferior (7) de la pieza (6) y dicha superficie superior (3) del elemento generador magnético (1).

Como se puede ver esquemáticamente en la figura 1, el elemento generador magnético (1) presenta la capacidad de generar una pluralidad de flujos magnéticos (2) independientes muy cercanos entre en el fluido magnetorreológico (5), de tal modo que dichos flujos magnéticos (2) estén conducidos a través del fluido magnetorreológico (5) y se cierren en el elemento generador magnético (1).

20 En caso de que la anchura de la pieza (6) sea demasiado grande, mayor de 50 mm, para ser capaz de generar un campo magnético continuo que atravesase dicha anchura, por medio del dispositivo de la invención se crea una pluralidad de flujos magnéticos (2) que son independientes, pero muy cercanos entre sí, cuyas líneas de campo salen del elemento generador magnético (1), atraviesan el fluido magnetorreológico (5) y entran o terminan en el propio elemento generador magnético (1).

25 Asimismo, como se puede ver en la figura 3, el dispositivo comprende un elemento de posicionamiento móvil (9) de referencia para el posicionamiento y orientación de la pieza (6) que se va a fijar en una posición predeterminada en el dispositivo, permitiendo la colocación de la pieza (6) en una posición y orientación de fijación deseadas para llevar a cabo las operaciones de mecanizado.

30 Por otro lado, de acuerdo con la variante de realización representada en las figuras 7 a 9, el elemento generador magnético (1) comprende una placa fija (10) de material no magnético, aluminio en la presente realización, con un espesor no mayor de 2 mm, y una placa móvil (11) de material no magnético que tiene insertada en la misma una pluralidad de imanes permanentes (12) en que la cara superior de la placa fija (10) está en contacto con el fluido magnetorreológico (5) y la placa móvil (11) está localizada sobre, al menos, un cilindro hidráulico (13), preferentemente una pluralidad, capaz de mover dicha placa móvil (11). En este caso, el campo magnético en el fluido magnetorreológico se puede regular cambiando la distancia entre la placa móvil (11) y la placa fija (10) por medio del cilindro hidráulico (13).

35 Asimismo, como se ha representado en la variante representada en la figura 10, el dispositivo comprende un dispositivo regulador de flujo magnético (14), a fin de incrementar la densidad de flujo magnético en un área localizada bajo la pieza fija (6). El dispositivo regulador de flujo magnético (14) permite cambiar la dirección de los polos según 90°, reduciendo la distancia entre los polos del campo magnético en más de un 50 % para una pareja de polos, además de proporcionar una clase de sellado magnético en los lados de la pieza (6). Por ejemplo, empleando una placa magnética de 1414 mm de longitud y 135 mm de ancho, se puede reducir la distancia entre los polos hasta aproximadamente 12 mm.

40 Por lo tanto, de acuerdo con dicha realización el elemento generador magnético (1) comprende el dispositivo regulador de flujo magnético (14), cuya función es concentrar el flujo magnético (2) en el área localizada bajo la pieza (6) que se va a fijar. El dispositivo regulador de flujo magnético (14) cambia la dirección del flujo magnético (2) según 90° y permite reducir la distancia entre polos en más de un 50 %. El dispositivo regulador de flujo magnético (14) presenta la capacidad de transmitir e incrementar la pluralidad de flujos magnéticos (2) independientes generados por el elemento generador magnético (1), conduciéndolos a través del fluido magnetorreológico (5) y cerrándolos en el elemento generador magnético (1).

45 Las figuras 11 y 12 muestran una placa magnética convencional (1) que comprende un elemento generador magnético, que puede consistir en imanes de neodimio (2, 2'') e imanes de álnico reversibles (2'), configurado para generar flujo magnético, en que dicha placa magnética (1) presenta una cara superior (3).

50 Si se aplica una corriente eléctrica a los imanes de álnico reversibles (2'), la polaridad del elemento generador magnético (1) cambia y el campo magnético emerge a través de la superficie superior (3) de la placa magnética (1),

como se puede ver en la figura 12, mientras que, cuando no se aplica ninguna corriente el campo magnético, está confinado en el interior de la placa magnética (1).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la fijación de piezas, **caracterizado porque** comprende:
 - 5 - un elemento generador magnético (1), configurado para generar flujo magnético (2), que presenta una cara superior (3),
 - un recipiente (4) formado por paredes sustancialmente verticales, sin fondo o tapa, perfectamente sujeto sobre la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1),
 - un fluido magnetorreológico (5) que presenta un punto de fluencia alto localizado sobre la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) y contenido por el recipiente (4) formando una capa exenta de burbujas,
 - 10 - en el que el elemento generador magnético (1) presenta la capacidad de generar un flujo magnético (2) en el fluido magnetorreológico (5) mayor de 100 mT.
2. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo está configurado para posicionar y fijar una pieza (6) que está sumergida parcialmente en el fluido magnetorreológico (5), en el que dicha pieza (6) presenta una superficie inferior (7) con a una configuración que coincide con la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1), siendo la distancia entre dicha superficie inferior (7) de la pieza (6) y dicha superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) menor de aproximadamente 5 mm.
3. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el recipiente (4) es de material magnético.
4. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recipiente (4) presenta una geometría en vista en planta similar a la geometría en vista en planta de la pieza (6) a fijar, siendo la geometría en vista en planta del recipiente (4) más grande que la geometría en vista en planta de la pieza (6) que se va a fijar.
5. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la geometría en vista en planta del recipiente (4) sobrepasa en no más de 10 mm la geometría en vista en planta de la pieza (6) a fijar.
6. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, que comprende, al menos, un elemento de referencia móvil (8) configurado para regular la distancia entre dicha superficie inferior (7) de la pieza (6) y dicha superficie superior (3) del elemento generador magnético (1).
7. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento generador magnético (1) presenta la capacidad de generar una pluralidad de flujos magnéticos (2) independientes muy cercanos entre sí en el fluido magnetorreológico (5), de tal modo que dichos flujos magnéticos (2) están conducidos a través del fluido magnetorreológico (5) y se cierran en el elemento generador magnético (1).
8. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un elemento de posicionamiento móvil (9) de referencia para el posicionamiento y orientación de la pieza (6) a fijar en una posición predeterminada en el dispositivo.
9. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento generador magnético (1) comprende una placa fija (10) de material no magnético, con un espesor no mayor de 2 mm, y una placa móvil (11) de material no magnético que tiene insertada en la misma una pluralidad de imanes permanentes (12), en el que la cara superior de la placa fija (10) está en contacto con el fluido magnetorreológico (5) y la placa móvil (11) está localizada sobre, al menos, un cilindro hidráulico (13) capaz de mover dicha placa móvil (11).
10. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento generador magnético (1) comprende un dispositivo regulador de flujo magnético (14) capaz de concentrar el flujo magnético (2) en un área localizada bajo la pieza (6) que se va a fijar, siendo el dispositivo regulador de flujo magnético (14) capaz de cambiar la dirección del flujo magnético (2) en 90° y permitiendo una reducción en más de un 50 % de la distancia entre polos, en el que dicho dispositivo regulador de flujo magnético (14) presenta la capacidad transmitir e incrementar una pluralidad de flujos magnéticos (2) independientes generados por el elemento generador magnético (1), conduciéndolos a través del fluido magnetorreológico (5) y cerrándolos en el elemento generador magnético (1).
11. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el fluido magnetorreológico (5) presenta un punto de fluencia alto, de tal modo que dicho fluido magnetorreológico es capaz de resistir esfuerzos bajo cargas de compresión de un orden de 200 kPa y bajo cargas de tracción de un orden de 70 kPa bajo un flujo magnético (2) de 400 mT.

12. Dispositivo para la fijación de piezas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie en vista en planta del recipiente (4) presenta una longitud del orden de metros.

13. Procedimiento para la fijación de piezas, **caracterizado porque** comprende emplear un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

5 - disponer una capa de fluido magnetorreológico (5) que presenta un punto de fluencia alto directamente sobre la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) dentro del recipiente (4),

 - posicionar la pieza sumergida parcialmente (6) a fijar en contacto directo con el fluido magnetorreológico (5), evitando que queden burbujas entre la pieza (6) que se va a fijar y el fluido magnetorreológico (5), de tal modo que la distancia entre la superficie inferior (7) de la pieza (6) y la superficie superior (3) del elemento generador magnético (1) sea menor de aproximadamente 5 mm, y

10

 - generar un flujo magnético (2) en el fluido magnetorreológico (5) con un valor mayor de 100 mT.

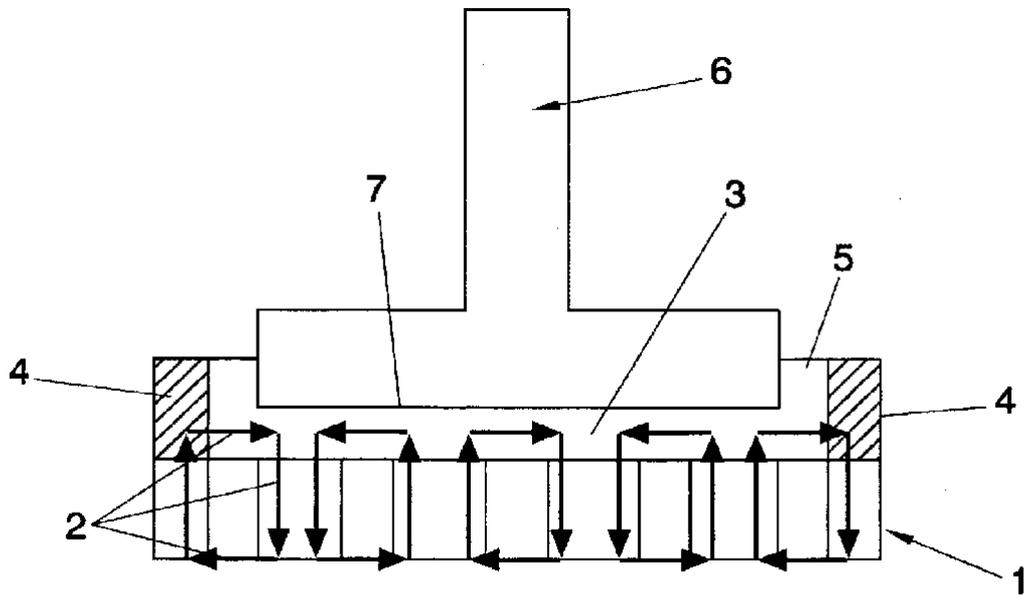


FIG. 1

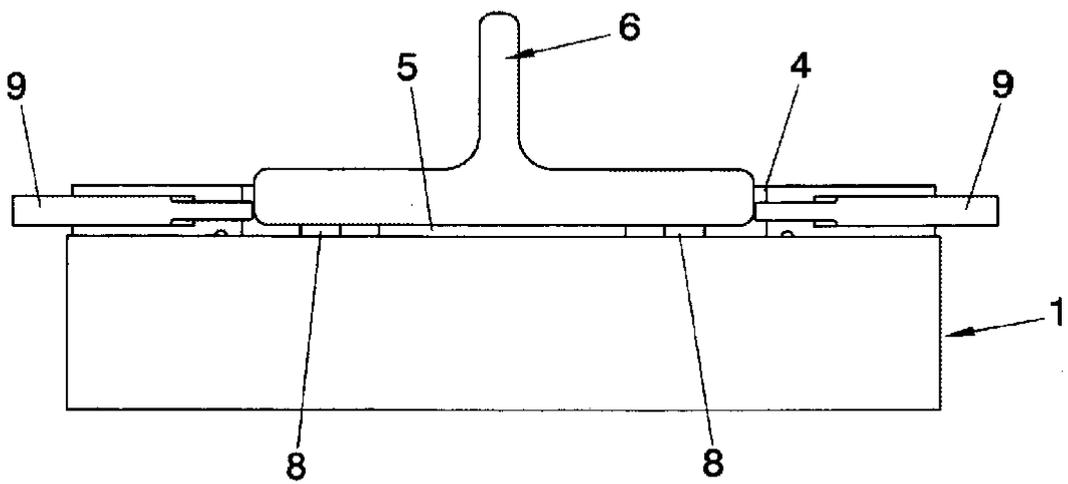


FIG. 2

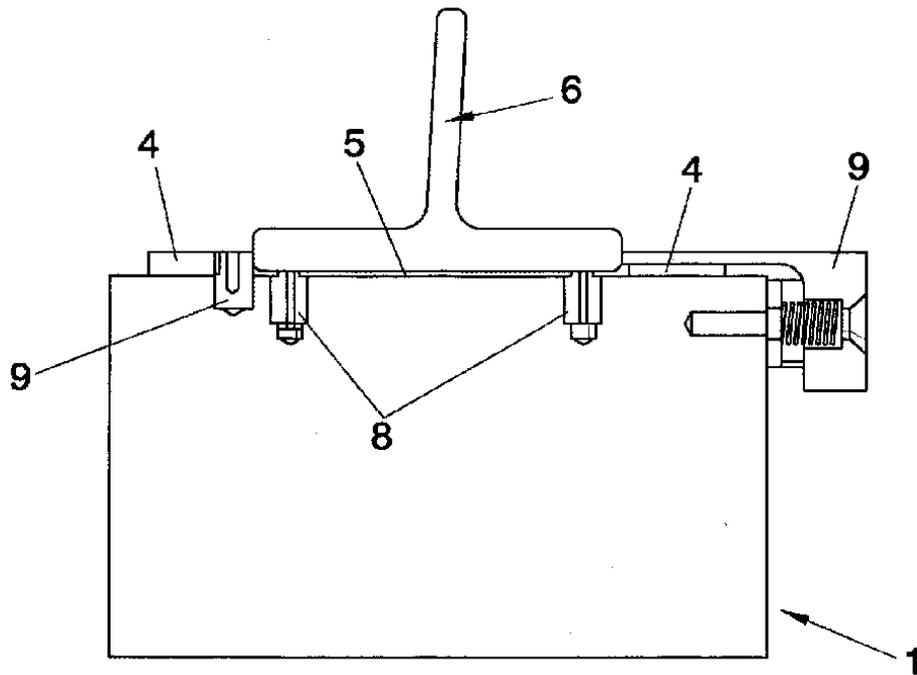


FIG. 3

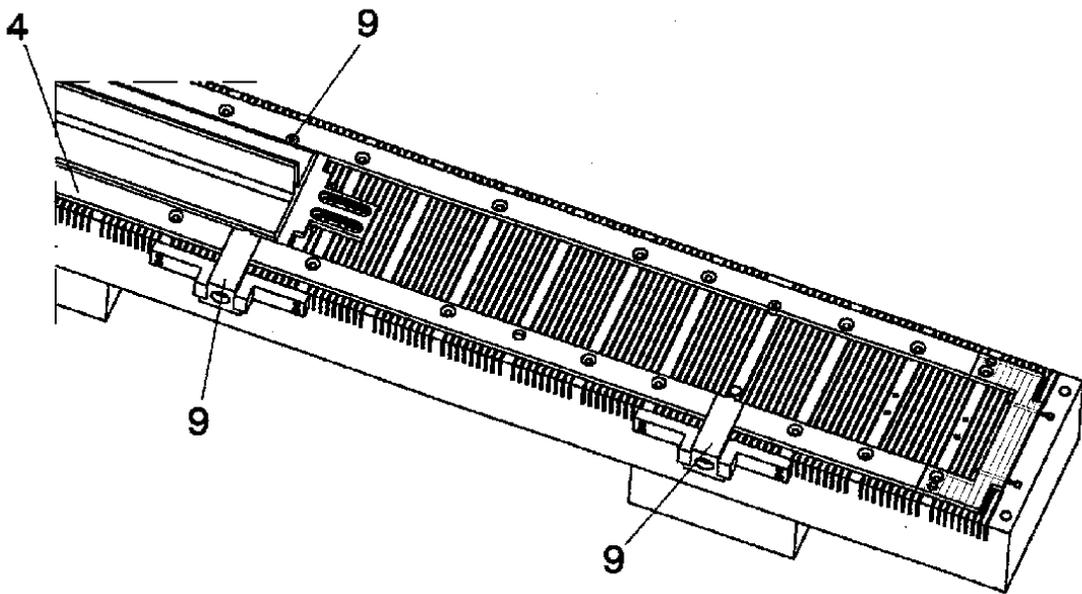


FIG. 4

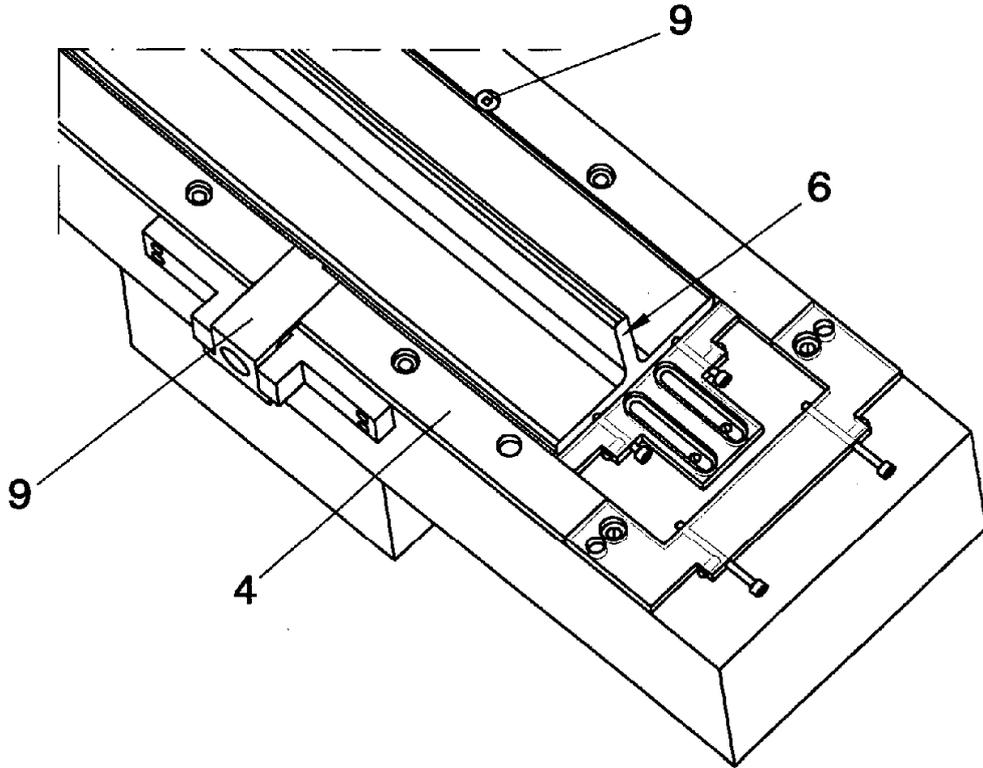


FIG. 5

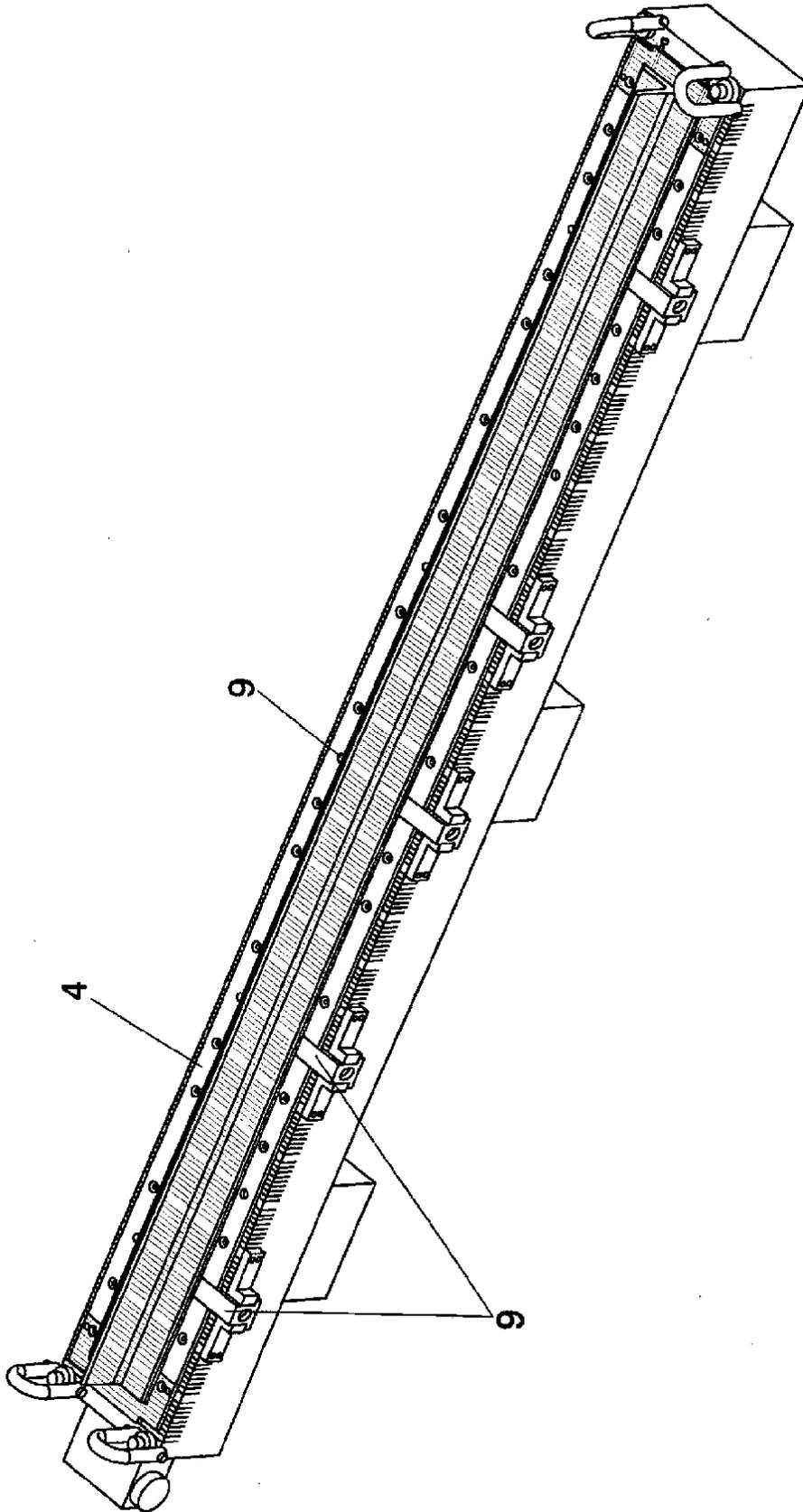


FIG. 6

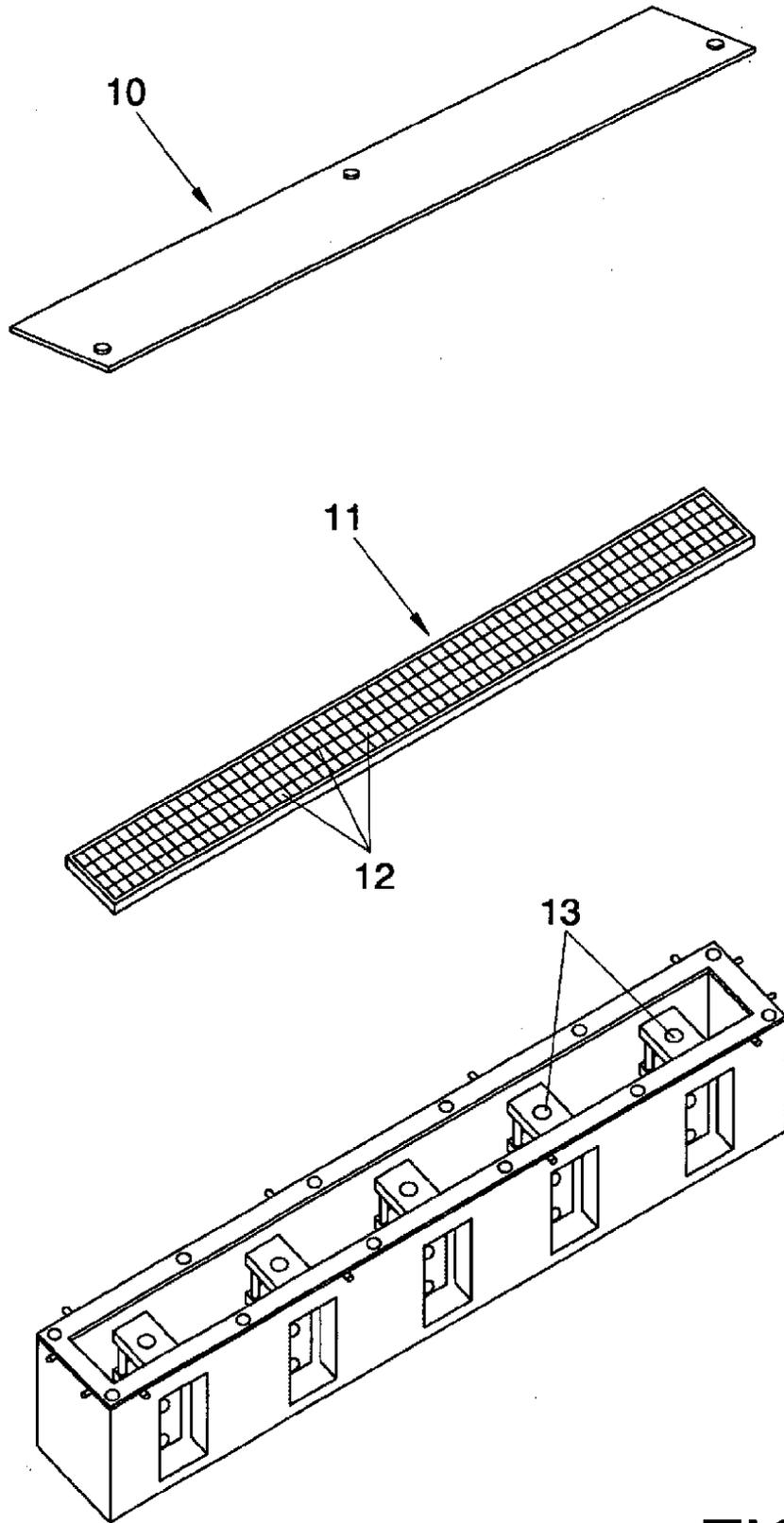


FIG. 7

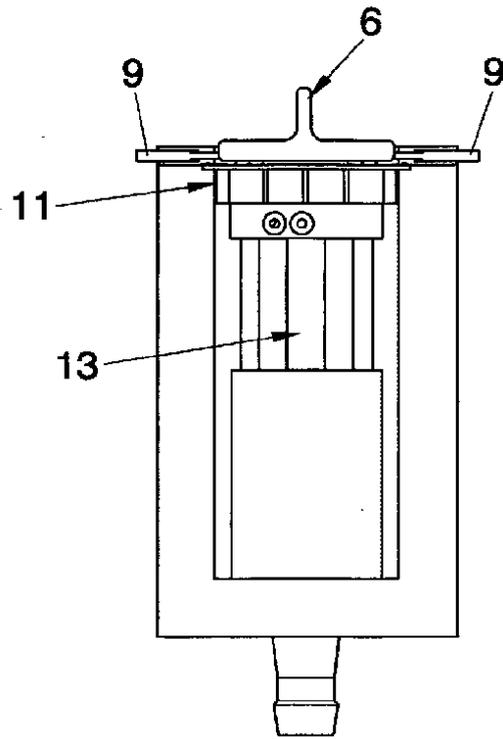


FIG. 8

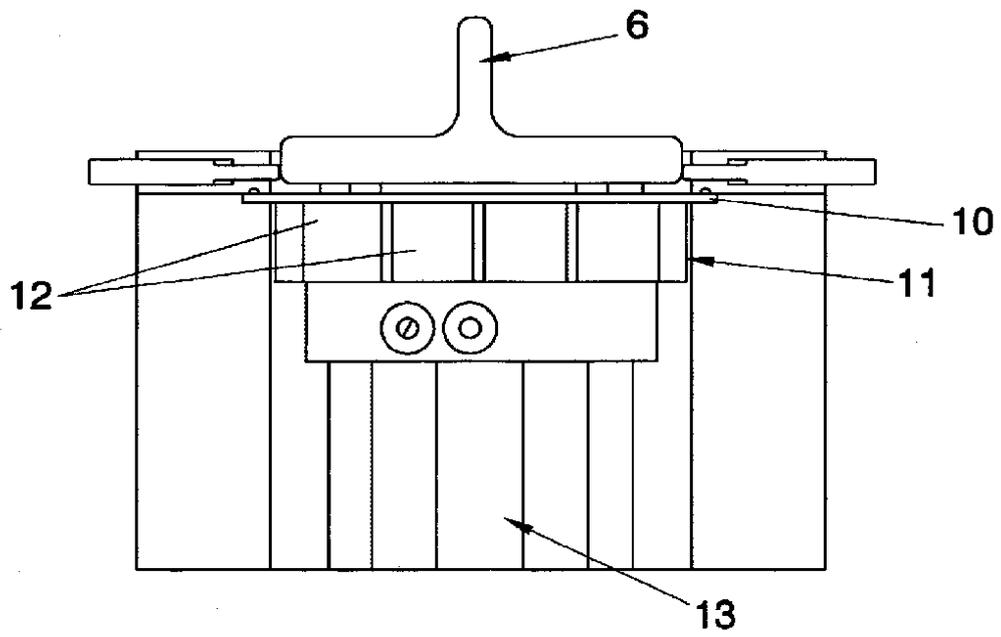


FIG. 9

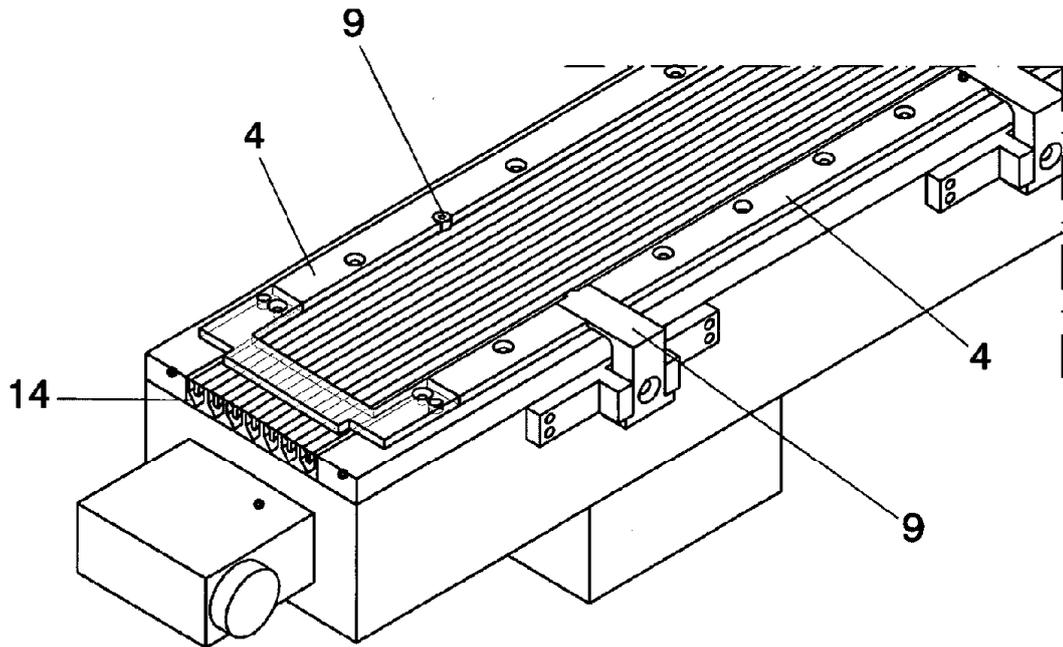


FIG. 10

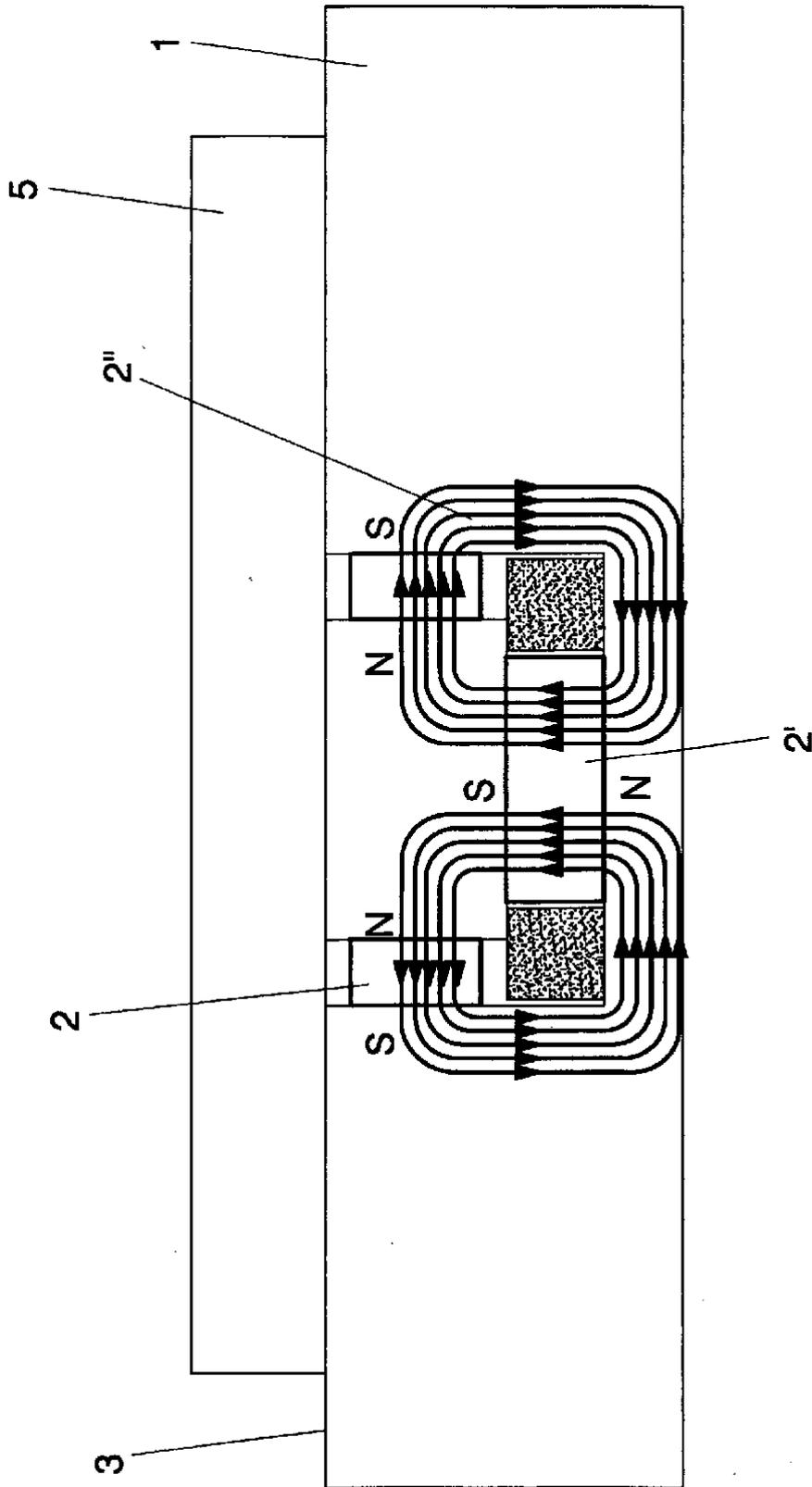


FIG. 11

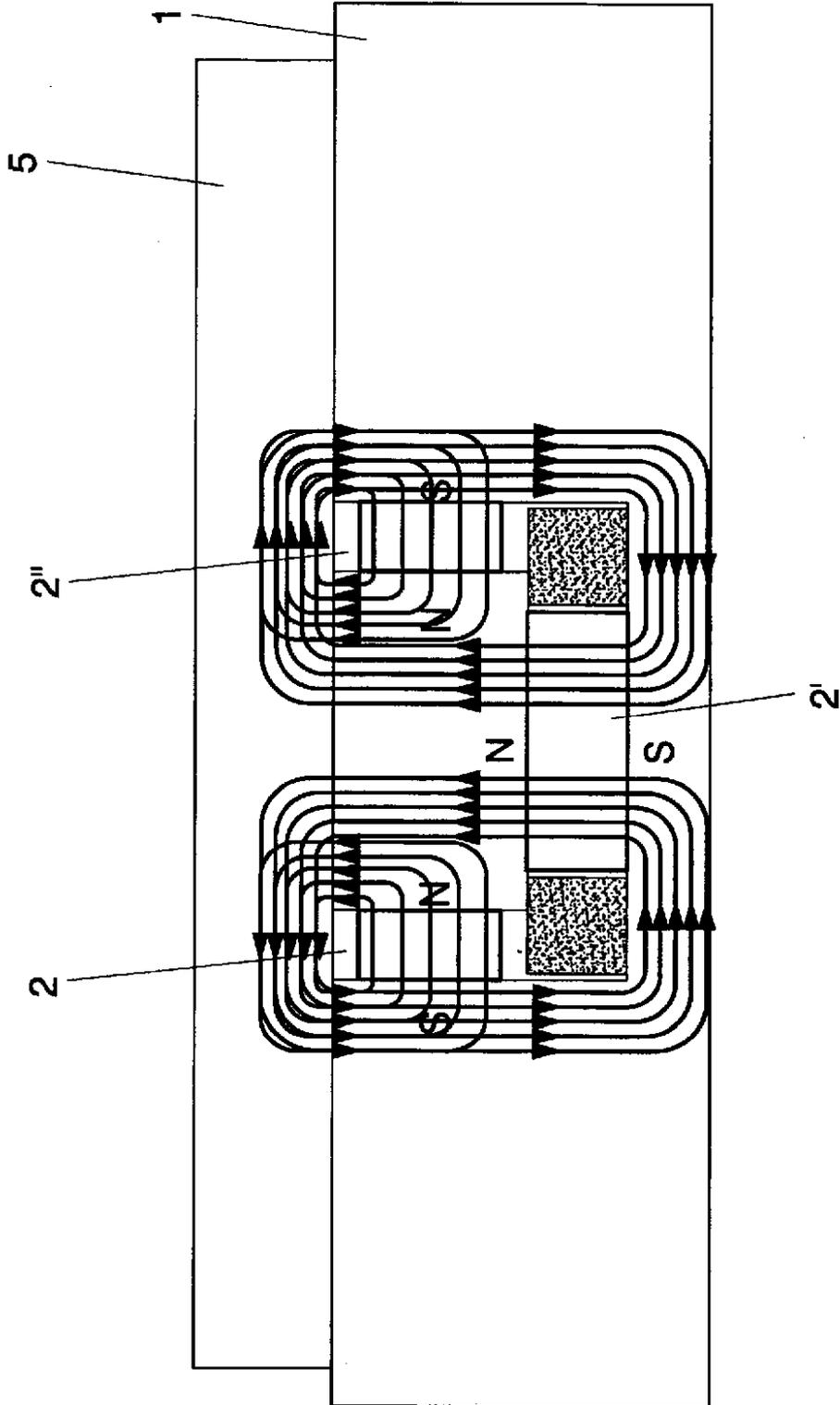


FIG. 12