

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 715**

51 Int. Cl.:

**B23Q 3/154** (2006.01)

**B25B 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2008 E 08763830 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **09.02.2011 EP 2280803**

54 Título: **Aparato magnético monolítico y procedimiento para fabricar dicho aparato magnético monolítico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.02.2013**

73 Titular/es:

**TECNOMAGNETE S.P.A. (100.0%)  
Piazzale Luigi Cadorna 10  
Milano, IT**

72 Inventor/es:

**CARDONE, MICHELE;  
COSMAI, GIOVANNI;  
FARANDA, ROBERTO y  
GIGLIO, ANTONINO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 394 715 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**

Aparato magnético monolítico y procedimiento para fabricar dicho aparato magnético monolítico.

5 La presente invención se refiere a un aparato magnético monolítico y a un procedimiento para fabricar dicho aparato según se define en el preámbulo de la reivindicación 1. Dicho un aparato es conocido a partir del documento de solicitud de patente WO-A-2007/119245.

Tal como se usa en la presente memoria, el aparato magnético término pretende indicar:

- 10
- un aparato de imanes permanentes, es decir, un aparato que no requiere ninguna fuente de alimentación cuando se usa para enclavar o para cambiar su estado desde activo a inactivo y vice versa, y está formado de imanes permanentes en una disposición apropiada en el interior del aparato;
  - 15 – un aparato electro-permanente, es decir, un aparato que no requiere ninguna fuente de alimentación cuando se usa para enclavamientos y requiere una fuente de energía cuando está activado y desactivado, y está formado con imanes permanentes reversibles y, si es necesario, con imanes permanentes estáticos en una disposición apropiada en el interior del aparato;
  - un aparato electromagnético, es decir, un aparato que requiere una fuente de alimentación cuando se usa para enclavar, cuyo núcleo magnético está realizado en material ferromagnético.

20– En la técnica anterior, con referencia también a las Figuras 1A y 1B, el procedimiento para fabricar un aparato 1 de enclavamiento magnético, por ejemplo del tipo electro-permanente de doble imán, incluye una primera etapa en la una carcasa 2 es realizada a partir de un bloque, para formar una parte 2B inferior, con un número "N" de piezas 3A polares dispuestas sobre su superficie 2C interior.

25 Si no, la carcasa 2 puede ser formada ensamblando entre sí varios componentes con procedimientos bien conocidos por las personas con conocimientos en la materia.

30 Cada pieza 3A polar (véase la Figura 1B), en el caso de un aparato electro-permanente de doble imán, comprende al menos:

- un colector 5 de pieza polar,
- un núcleo 4 magnético permanente reversible y
- 35 – una bobina 3 eléctrica (conocida también como solenoide) para cambiar el estado de magnetización del núcleo 4 magnético permanente reversible, que se extiende alrededor del núcleo 4 magnético permanente reversible. Particularmente, a partir de dicha Figura 1B puede observarse que las bobinas 3 eléctricas tienen una configuración para definir un espacio para recibir el imán 4 permanente reversible, tal como un imán del tipo AlNiCo, sobre el cual se coloca el colector 5 de pieza polar.

40 Además, las piezas 3A polares pueden comprender también uno o más imanes 9 estáticos, por ejemplo realizados en ferrita o NdFeB, también orientados de manera adecuada, que pueden generar un campo magnético permanente adicional para enclavar el elemento P de hierro.

45 Todavía con referencia a las Figuras 1A y 1B, puede observarse que el colector 5 de pieza polar de cada pieza 3A polar consiste en una pieza ferromagnética, sustancialmente con forma de paralelepípedo, que tiene una planta con forma cuadrada.

50 Cabe señalar que, tal como se usa en la presente memoria, el término colector 5 de pieza polar pretende indicar un elemento que tiene un lado 5A cuya superficie es magnéticamente neutra cuando el aparato 1 magnético es inactivado y es magnéticamente activa cuando el aparato 1 magnético es desactivado.

55 De esta manera, en otras palabras, el colector 5 de pieza polar puede tener cuatro de sus seis superficies en las que el campo magnético está orientado en una dirección, la quinta superficie en la que la dirección del campo magnético puede cambiarse a una polaridad que es idéntica u opuesta al campo magnético en las otras cuatro superficies y una sexta superficie 5A, que es:

- magnéticamente neutra cuando el campo magnético generado en la quinta superficie tiene una polaridad opuesta al campo magnético de las otras cuatro superficies (el aparato magnético está inactivo) o
- 60 – magnéticamente activa cuando el campo magnético generado en la quinta superficie tiene la misma polaridad que el campo magnético de las otras cuatro superficies (el aparato magnético es activado).

## ES 2 394 715 T3

- Brevemente, el colector 5 de pieza polar es un elemento diseñado para transmitir el flujo magnético generado por el núcleo 4 magnético permanente reversible a la superficie 5A para formar la superficie 2A de enclavamiento magnético. Deberá observarse que las superficies 5A de los "N" colectores 5 de pieza polar forman conjuntamente la superficie 2A de enclavamiento magnético para enclavar firmemente los elementos P de hierro a mecanizar y/o para otras operaciones.
- 5 En otras palabras, cuando el aparato 1 está en el estado activo, las superficies 5A de los "N" colectores 5 de pieza polar se activan para enclavar magnéticamente los elementos P de hierro.
- 10 Debería observarse además que el término activar/inactivar, en relación al aparato magnético, pretende indicar la posibilidad de cambiar el estado de magnetización del imán 4 permanente reversible mediante la acción de un campo electromagnético adecuado generado por la bobina 3 eléctrica.
- 15 Entonces, el procedimiento incluye la etapa de asociar las piezas 3A polares con la carcasa 2, por ejemplo, por medio de un tornillo 6 recibido en un orificio 7 adecuado, de manera que el conjunto imán 4 reversible por solenoide 3 puede ser enclavado en un paquete.
- 20 Particularmente, cada colector 5 de pieza polar, que se sabe que es un elemento separado, es alojado en el interior de la carcasa 2 y es fijado a su parte 2B inferior mediante el tornillo 6.
- El tornillo 6 se coloca normalmente en una posición central con relación al colector 5 de pieza polar.
- Sin embargo, fijando simplemente el colector 5 de pieza polar a la parte 2B inferior de la carcasa 2, no hay garantía de que el colector de pieza polar mantenga su estabilidad durante el mecanizado de la pieza P de trabajo enclavada.
- 25 De hecho, los colectores 5 de piezas polares de cada pieza 3A polar son muy sensibles a las vibraciones producidas durante el mecanizado de la pieza P de trabajo enclavada, lo que causa efectos perjudiciales en términos de precisión y de vida del aparato de enclavamiento magnético.
- 30 Además, unas extensiones 14 polares pueden ser asociadas respectivamente con una o más piezas 3A polares, cuando el uso de dichas extensiones es necesario específicamente para el mecanizado de los elementos P de hierro.
- El uso de extensiones 14 polares aumenta los esfuerzos mecánicos inducidos sobre los colectores 5 de piezas polares respectivos, porque actúan, en cierta manera, como brazos de palanca y mejoran adicionalmente las vibraciones.
- 35 Además, se proporciona también una etapa 10 de llenado, mediante la cual el aparato 1 magnético puede realizarse sustancialmente impermeable a infiltraciones de impurezas y/o de líquidos, y puede rellenarse cualquier hueco.
- Un material ejemplar para ser usado para el llenado es la resina 100.
- 40 La superficie 2A de enclavamiento, obtenida de esta manera, es coherente pero se forma usando varios tipos diferentes de materiales.
- 45 De esta manera, la superficie 2A de enclavamiento está realizada tanto en el material ferromagnético que forma cada colector 5 de pieza polar como en el material de relleno que rodea dicho colector 5 de pieza polar.
- Esto resulta en una robustez diferente de la superficie 2A de enclavamiento, debido principalmente al material de relleno (por ejemplo, resina); la resina es menos resistente y afecta a la robustez global de la superficie 2A de enclavamiento y establece el límite de los esfuerzos que pueden ejercerse sobre la pieza P de trabajo a mecanizar.
- 50 Además, la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica de los materiales que forman la superficie 2A de enclavamiento afecta a la calidad y a la precisión del mecanizado de las piezas P de trabajo de hierro conforme cambian la temperatura de funcionamiento del aparato 1 magnético y la temperatura de la superficie 2A de enclavamiento.
- 55 Sin embargo, la parte 2B inferior de la carcasa 2 del aparato 1 magnético está formada de un tipo de material, por ejemplo, material ferromagnético.
- Esto imparte una mayor robustez a la parte 2B inferior, en comparación con la superficie 2A de enclavamiento, debido a que el material ferromagnético monolítico es más resistente que el conjunto de diferentes materiales que forma la superficie 2A de enclavamiento.
- 60 Por lo tanto, la parte 2B inferior de la carcasa 2 tiene una resistencia mayor que la superficie 2A de enclavamiento.

## ES 2 394 715 T3

- Con el fin de compensar parcialmente la menor resistencia de la superficie 2A de enclavamiento, la carcasa 2 del aparato 1 magnético debe ser reforzada, por ejemplo, mediante la formación de nervios y/o aumentando el espesor de la parte 2B inferior
- 5 Los problemas de una resistencia y una estabilidad mecánicas menores de la superficie 2A de enclavamiento no pueden ser eliminados incluso si, por ejemplo, se forman los nervios y/o se aumenta el espesor de la parte 2B inferior, ya que dichas medidas no tienen efecto sobre las malas condiciones de estabilidad del colector de piezas polares.
- 10 Sin embargo, la provisión de nervios reduce el área magnéticamente activa de la superficie 2A de enclavamiento, y un mayor espesor de la parte 2B inferior aumenta la cantidad de material requerida para formar el aparato 1 magnético, por lo que se reduce el espacio útil disponible para que la máquina-herramienta mecanice la pieza de trabajo a mecanizar.
- 15 Debería observarse además que los esfuerzos generados durante el mecanizado pueden causar fracturas en el material 100 de relleno con el tiempo.
- Esto puede causar infiltraciones de líquidos de refrigeración, que pueden llegar a las bobinas 3 eléctricas y pueden generar cortocircuitos.
- 20 Además, considerando que cada colector 5 de pieza polar es retenido sólo por un tornillo 5 recibido en un orificio 7 apropiado, de manera que el conjunto solenoide 3 - imán 4 reversible puede ser ensamblado en un paquete, el colector 5 de pieza polar tiene una baja capacidad para soportar los esfuerzos mecánicos generados durante el mecanizado de piezas de trabajo de hierro.
- 25 Lo indicado anteriormente muestra claramente que, tanto para los fabricantes de aparatos magnéticos para enclavar elementos de hierro como para los usuarios de los mismos, se percibe fuertemente una necesidad de unos procedimientos de ensamblado más rápidos, más simples y más fiables, así como de un aparato magnético más resistente y fiable.
- 30 Por lo tanto, la presente invención se basa en el problema de proporcionar un aparato magnético para el enclavamiento de piezas de trabajo de hierro, que tenga dichas características estructurales y funcionales para satisfacer las necesidades indicadas anteriormente, mientras se superan las desventajas de la técnica anterior.
- 35 Este problema se aborda por medio de un aparato magnético para enclavar magnéticamente elementos de hierro, tal como se define en la reivindicación 1.
- El problema se aborda también por medio de un procedimiento para fabricar un aparato magnético para enclavar magnéticamente elementos de hierro, tal como se define en la reivindicación 16.
- 40 La presente invención proporciona un aparato magnético monolítico que proporciona una amortiguación significativa de las vibraciones mecánicas transmitidas por la máquina herramienta a la pieza de trabajo de hierro que está siendo mecanizada e imparte una estabilidad mecánica mejorada.
- 45 Además, la presente invención proporciona un aparato magnético cuya superficie de enclavamiento está realizada completamente en metal, y puede reducir también las vibraciones entre la superficie de enclavamiento y la pieza de trabajo a mecanizar.
- 50 Además, la presente invención permite además el uso de una pieza de material ferromagnético para formar lo que se obtiene en la técnica anterior a partir de una serie de piezas de trabajo separadas, consiguiendo, de esta manera, ahorros en el tiempo de mecanizado.
- También se consiguen ahorros de tiempo adicionales durante el montaje, ya que se manipula una sola pieza y no se requieren operaciones de apretado de tornillos.
- 55 Además, el aparato magnético, obtenido de esta manera, está protegido efectivamente contra infiltraciones de líquido cerca de las bobinas eléctricas, ya que la estructura monolítica crea una superficie metálica continua.
- 60 Finalmente, además de un montaje fácil del imán estático en el receptáculo formado por extracción de material, este procedimiento proporciona una única pieza polar independiente, no limitada por dimensiones específicas, tales como la distancia y la orientación vertical/horizontal de las diversas piezas polares y permitiendo cualquier disposición deseada de las piezas polares.

Otras características y ventajas del aparato magnético de la presente invención se aclararán a partir de la descripción siguiente de una realización preferente del mismo, que se proporciona a modo de ilustración y sin limitación con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 5
- La Figura 1A es una vista en perspectiva de un aparato magnético de la técnica anterior;
  - La Figura 1B es una vista, en sección parcial, tomada a lo largo de la línea II - II del aparato magnético de la Figura 1A, cuando este último funciona en el modo de doble imán;
  - La Figura 2A es una vista en perspectiva de una primera realización del aparato magnético;
  - 10 - La Figura 2B es una vista en perspectiva, en sección parcial, del aparato magnético de la Figura 2 A;
  - La Figura 2C es una vista en detalle de los dispositivos que forman la pieza polar del aparato magnético de la Figura 2 A;
  - Las Figuras 2D y 2E son una vista en planta y una vista en sección de la estructura de soporte del aparato magnético de la Figura 2A, respectivamente;
  - 15 - La Figura 2F es una vista en sección del aparato magnético de la Figura 2A con ambas superficies magnéticamente activas;
  - La Figura 3A es una vista en perspectiva de una segunda realización del aparato magnético;
  - La Figura 3B es una vista en sección del aparato magnético de la Figura 3A;
  - 20 - La Figura 4 muestra una posible condición de uso del aparato magnético que se muestra con referencia a la Figura 3A.

A continuación, en la presente memoria, la presente invención se describirá con referencia a un aparato magnético de tipo electro-permanente de doble imán, pero se conseguirán resultados similares usando un imán permanente o un aparato electromagnético.

25 Con referencia a las Figuras 2A a 2E adjuntas, el número 10 de referencia designa en, general, un aparato de enclavamiento magnético según una primera realización de la presente invención.

30 El aparato 10 magnético comprende una estructura 11 de soporte, que tiene al menos una pieza 30A polar en el interior de su espesor S.

Esta estructura 11 de soporte tiene al menos un receptáculo o rebaje R para alojar la pieza 30A polar.

35 Preferentemente, el aparato magnético comprende una pluralidad "N" de piezas 30A polares, cada una alojada en su rebaje R respectivo.

Particularmente, la estructura 11 de soporte se forma con un primer lado 12 y un segundo lado 13 respectivos en las superficies opuestas más grandes.

40 Preferentemente, el primer lado 12 y el segundo lado 13 se extienden en paralelo entre sí, definiendo, de esta manera, unas superficies respectivas.

45 Tal como se explica mejor a continuación, la superficie definida por el primer lado 12 actúa como una superficie de enclavamiento para enclavar magnéticamente un elemento P1 de hierro a mecanizar, mientras que la superficie definida por el segundo lado 13 actúa como una base para el aparato magnético y/o como una superficie de enclavamiento adicional para enclavar magnéticamente un elemento P2 de hierro adicional, siempre que se satisfagan ciertas condiciones.

50 Debería observarse que una pieza 30A polar tiene al menos un colector 50 de pieza polar respectivo, una parte 50A lateral del mismo forma una parte de dicho primer lado 12.

Preferentemente, la pluralidad N de piezas 30 polares incluyen, cada una, un colector 50 de pieza polar respectivo, de manera que todas las partes 50A laterales pueden formar la superficie de enclavamiento del aparato 10 magnético.

55 Con referencia ahora a las Figuras 2B y 2C, es decir, una vista en sección parcial del aparato 10 magnético y una vista en detalle de una unidad 30A de pieza polar respectivamente, puede observarse que dicha unidad 30A de pieza polar comprende además un núcleo 40 magnético, tal como un núcleo magnético permanente reversible, y un núcleo 30 eléctrico para cambiar el estado de magnetización del núcleo 40 magnético permanente reversible.

60 Por ejemplo, el núcleo 40 magnético permanente reversible se materializa en un imán AlNiCo.

## ES 2 394 715 T3

Todavía con referencia a las Figuras 2B y 2C puede observarse además que las piezas 30A polares pueden incluir núcleos 90 magnéticos adicionales, tales como núcleos magnéticos de tipo no reversible, imantados permanentemente.

5 Los núcleos 90 magnéticos no reversibles, tales como los realizados en ferrita o NdFeB están orientados y colocados, de manera adecuada, próximos a las caras 50C laterales del primer colector 50 de pieza polar.

Además, la pieza 30A polar comprende también un elemento 60 ferromagnético que está diseñado para ser colocado contra el primer núcleo 40 magnético para llenar el hueco que queda después de introducir el primer núcleo 40 magnético en el rebaje R y la bobina 30 eléctrica contra la parte 50B inferior del primer colector 50.

10 Particularmente, un parte 60A lateral del elemento 60 ferromagnético forma una parte del segundo lado 13.

Además, todavía con referencia a las Figuras 2B y 2C, se proporciona una etapa de llenado de hueco, para cubrir las bobinas 30 eléctricas y asegurar también la cohesión del elemento 60 ferromagnético, el primer núcleo 40 magnético y la bobina 30 eléctrica, por ejemplo, mediante un moldeo de resina 100.

15 Por lo tanto, la resina 100 está diseñada para asegurar que estos elementos no se suelten y para asegurar la impermeabilidad contra infiltraciones de impurezas y/o líquido en la zona de la bobina 30 eléctrica.

20 En la realización preferente del aparato 10 magnético, estos elementos que forman la pieza 30A polar están materializados por elementos con una planta con forma circular.

Ventajosamente, el primer colector 50 de pieza polar está formado ventajosamente de una sola pieza con la estructura 11 de soporte, para crear un aparato 10A magnético monolítico.

25 De esta manera, tal como se muestra en las Figuras 2B, 2C y 2E, la primera pieza 50 polar es parte de la estructura 11 de soporte.

30 Para este propósito, los rebajes (o receptáculos) R se retienen en el interior del espesor S de la estructura 11 de soporte y son parte de la estructura de soporte.

Particularmente, con referencia también a las Figuras 2C y 2E, los rebajes R tienen una forma particular, incluyendo:

35 – una primera parte del rebaje R que tiene un diámetro D1 y una profundidad S', determinada a partir de la superficie del segundo lado 13, y  
– una segunda parte del rebaje R, que tiene un diámetro exterior igual al diámetro D1 de la primera parte del rebaje y un diámetro D2 interior y una profundidad  $\hat{S}$  determinada a partir de la superficie del segundo lado 13, de manera que dicha segunda parte forma una cavidad anular con forma de anillo.

40 En particular, dicho anillo anular tiene una profundidad S'' igual a la diferencia entre la profundidad  $\hat{S}$  de la segunda parte del rebaje R y la profundidad S' de la primera parte del rebaje R.

En otras palabras, en un aspecto preferente del aparato 10 magnético:

45 – además de formar la parte 50B inferior del primer colector 50 de pieza polar, la primera parte de los rebajes R recibe también el núcleo 40 magnético, la bobina 30 eléctrica para cambiar el estado de magnetización del núcleo 40 magnético y el elemento 60 ferromagnético; y  
50 – además de formar la superficie 50C lateral del colector 50, que se extiende en una dirección transversal a la parte 50A lateral, la segunda parte de los rebajes R recibe también los imanes 90 estáticos permanentes no reversibles.

Por lo tanto, el primer colector 50 de pieza polar está formado ventajosamente de una sola pieza con la estructura 11 de soporte.

55 De hecho, el primer colector 50 es integral con la estructura de soporte a través de un espesor S''' definido por la relación siguiente:

$$S''' = S - \hat{S}$$

60 en la que:

- S es el espesor de la estructura 11 de soporte,
- $\hat{S}$  es la profundidad del rebaje R, lo que significa que la profundidad  $\hat{S}$  es igual a la suma de la profundidad S' de la primera parte del rebaje R y la profundidad S'' del anillo anular.

5 Brevemente, el primer colector 50 de pieza polar está formado en una sola pieza a partir de la estructura 11 y es monolítico con la misma.

La estructura 11 de soporte, obtenida de esta manera, crea, de manera inherente, nervios 11A de refuerzo del aparato 10 y forma una estructura con forma de panal de abeja.

10 Con referencia a los elementos que pueden formar la pieza 30A polar, debería observarse que, en la realización preferente del aparato 10 magnético, además de tener forma circular, los elementos indicados anteriormente deben ser dispuestos también para ser mantenidos enteramente en el interior del espesor  $\hat{S}$  del rebaje R y en el diámetro D1.

15 Para este propósito, también con referencia a la Figura 2C:

- el núcleo 40 magnético está materializado por un cuerpo cilíndrico que tiene una altura H y un diámetro D,
- la bobina 30 eléctrica está materializada por un elemento anular que tiene una altura H1 y un diámetro D3 exterior y un diámetro interior ligeramente mayor que el diámetro D, de manera que el núcleo 40 magnético pueda ser incluido,
- el elemento 60 ferromagnético está materializado por un cuerpo cilíndrico que tiene una altura H2 y un diámetro que puede ser igual a D, es decir, el diámetro del núcleo 40 magnético.

20 Sin embargo, con referencia al núcleo 90 magnético, preferentemente, este se mantiene en el interior de la profundidad S'' del anillo anular.

25 Particularmente, el núcleo 90 magnético está materializado por una pluralidad de partes cuya composición forma un elemento anular. Dicho elemento anular tiene una altura H3 que es igual o menor que la profundidad S'' y unos diámetros exterior e interior iguales o ligeramente menores que el diámetro D1 exterior y el diámetro D2 interior de la segunda parte del rebaje R.

30 En particular, tal como se muestra en las figuras adjuntas, la conexión de los elementos que forman la pieza 30A polar no requiere sujeciones con tornillos, ya que los mayores esfuerzos mecánicos generados durante el mecanizado son soportados por el primer lado 12 del aparato magnético que es más resistente que el segunda lado 13.

35 El uso de sujeciones con tornillos en las piezas 30A polares puede evitarse ya que la cohesión está garantizada por el material de relleno (tal como resina) aplicado al segundo lado 13; dicho material de relleno es suficiente para soportar los menores esfuerzos mecánicos ejercidos sobre dicho segundo lado 13 que está siempre firmemente acoplado a una superficie de trabajo (véase la superficie 17), del tipo mostrado con referencia a la Figura 4.

40 Además, la falta de sujeciones con tornillos permite el uso, de manera ventajosa, de un núcleo 40 magnético sólido en la pieza 30A polar.

45 Esto resulta en unos rendimientos considerablemente mayores del aparato 10 magnético o en ahorros en la cantidad de material magnético requerido para fabricar dicho núcleo 40 magnético.

Cabe señalar también que el diseño monolítico del primer colector 50 con la estructura 11 permite que el aparato 10 magnético distribuya mejora los esfuerzos mecánicos, en comparación con la realización mostrada en las Figuras 1A y 1B.

50 Por lo tanto, la estructura 11 de soporte, definida de esta manera, permite una absorción más efectiva de los esfuerzos y las vibraciones que surgen durante el mecanizado de la pieza de trabajo (no mostrada).

55 Cabe señalar además que las "N" piezas 30A polares pueden disponerse libremente en el interior de la estructura 11, es decir, sin seguir un patrón geométrico predeterminado.

Sin embargo, según una realización preferente, las "N" piezas 30A polares están dispuestas en el interior de la estructura 11 según un patrón predeterminado en el que las "N" piezas 30A polares están dispuestas según un patrón matricial.

60 Preferentemente, en este patrón matricial de las "N" piezas 30A polares, el centro C se encuentra a lo largo de las líneas y/o columnas que forman la matriz.

## ES 2 394 715 T3

También, según los modos normales de uso del aparato 10, pueden formarse orificios 15 ciegos en el centro C del colector 50 de pieza polar.

5 Preferentemente, estos orificios 15 ciegos pueden ser orificios ciegos roscados debilitados o pueden rellenarse con un inserto roscado separado de tipo helicoidal.

Un accesorio puede estar asociado con el orificio 15 ciego roscado para facilitar el mecanizado, tal como el vástago de una extensión de polo (no mostrado).

10 En particular, si los orificios 15 ciegos roscados están formados en el centro C de una pieza 30A polar y las piezas 30A polares están dispuestas en un patrón matricial, entonces dichos orificios 15 ciegos roscados están alineados a lo largo de ejes predeterminados que son paralelos a los ejes de un sistema de referencia con ejes X-Y cartesianos ortogonales.

15 Además, la estructura 11 de soporte comprende una pluralidad adicional de orificios 15A ciegos que están situados en el primer lado 12 del aparato 10.

Particularmente, los orificios 15A ciegos están interpuestos entre las "N" piezas 30A polares.

20 Si las "N" piezas 30A polares están dispuestas en un patrón matricial, entonces dichos orificios 15A ciegos están alineados a lo largo de los ejes X-Y cartesianos ortogonales predeterminados.

Ventajosamente, los orificios 15A ciegos están formados en el primer lado 12 con resolución centesimal con respecto a un punto de referencia, tal como un vértice del aparato 10A magnético, para formar una máscara de referencia.

25 La presencia de los orificios 15A ciegos adicionales facilita, de manera ventajosa, un posicionamiento apropiado de las piezas de trabajo de hierro que están siendo mecanizadas o proporciona una referencia absoluta para que se realice el mecanizado sobre las piezas de trabajo de hierro por una máquina-herramienta.

30 Además, estos orificios 15 y 15A puede estar formados con diferentes diámetros de perforación para determinar más fácilmente qué orificios están diseñados para recibir los accesorios y qué orificios están diseñados para ser orificios de referencia.

35 Cabe señalar que, además de la característica de estructura soporte de monolítica, el aparato 10 magnético tiene también la característica de que la superficie definida por el primer lado 12 es lo que se denomina una "superficie de enclavamiento totalmente ferromagnética".

En otras palabras, la superficie de enclavamiento formada por el primer lado 12 está dispuesta, de manera ventajosa, para no contener material de relleno.

40 Este aspecto es altamente ventajoso en el sentido de que la falta de resina u otro material (tal como latón) sobre la superficie de enclavamiento garantiza que no se produzca ningún fallo, deformación (por ejemplo, resina desprendida) en el caso de procedimientos de mecanizado que implican un aumento de la temperatura de la superficie de enclavamiento.

45 En otras palabras, la superficie del primer lado 12 es una superficie plana formada de un material, tal como el material que forma la estructura 11 de soporte del aparato 10 magnético, así como el material que forma cada colector 50 de pieza polar de las piezas 30A polares.

50 Por lo tanto, en la realización específica del aparato 10 magnético, la superficie de enclavamiento definida por el primer lado 12 parece una superficie ferromagnética continua en la que no hay zonas de piezas polares separadas visibles, con excepción de los orificios 15 y/o 15A.

55 Deberá observarse que dicha superficie ferromagnética continua tiene un rendimiento mejorado cuando sujeta piezas P de trabajo pequeñas, ya que la superficie ferromagnética continua ayuda a distribuir, de manera más efectiva, el flujo magnético y hacerlo disponible incluso donde esto no era posible anteriormente.

Ahora, con referencia particularmente a las Figuras 2D y 2E, puede observarse que la superficie 11 de soporte del aparato 10 magnético está formada a partir de una placa ferromagnética de anchura L, longitud 1 predeterminadas y con un espesor igual al espesor S de dicha estructura 11.

60 En la vista específica de la Figura 2E, de la estructura 11 de soporte tiene dos rebajes R para alojar los elementos que forman las piezas 30A polares.

Cabe señalar que la primera parte de los rebajes R puede obtenerse eliminando material usando una máquina de fresado, mientras que la segunda parte de los rebajes R puede obtenerse usando un sacamaterial.

5 Esta herramienta se emplea normalmente para realizar receptáculos para juntas tóricas o para formar orificios pasantes de gran diámetro eliminando muy poco material con ahorros de tiempo y de energía de la máquina aparentes.

10 Sin embargo, en este caso específico, se realizan un número de etapas de extracción de material en la placa ferromagnética anterior, para delimitar la superficie 50C lateral del colector 50 de pieza polar que se extiende en una dirección transversal a la superficie 50A lateral.

En otras palabras, los pasos de extracción de material se repite sucesivamente para definir el anillo anular que forma la parte de la segunda de los rebajes R.

15 En particular, el procedimiento de extracción de material permite, de manera ventajosa, que la profundidad  $\hat{S}$  del rebaje R sea al menos el doble de la diferencia entre el diámetro D1 exterior y el diámetro D2 interior.

20 De todas maneras, se apreciará que el procedimiento para formar los rebajes R mediante extracción de material es más rentable que el giro, fresado o taladrado ordinario, si la diferencia entre el diámetro D1 exterior y el diámetro D3 interior del rebaje R no es mayor de 6 mm.

Esto proporciona ahorros considerables en términos de costes de fabricación para el aparato magnético, debido a que:

- 25 – la cantidad de material ferromagnético a eliminar para formar el aparato puede alcanzar valores de aproximadamente el 50% más pequeñas que la cantidad de material eliminado del aparato magnético según la técnica anterior;
- la cantidad de material ferromagnético requerida para formar el aparato puede alcanzar valores aproximadamente un 35% menores que la cantidad requerida según la técnica anterior.

30 Además, deberá observarse que, si el primer colector 50 está formado de una pieza con la estructura 11 de soporte, no habrá necesidad de formar y manipular individualmente los colectores de piezas polares.

Esto permite conseguir ahorros considerables en términos de tiempos de montaje y de calibración del aparato magnético.

35 De manera ventajosa, el procedimiento de extracción de material que se lleva a cabo para obtener la segunda parte de los rebajes proporciona un colector 50 de pieza polar de una pieza 30A polar única e independiente, con la consiguiente ventaja de no estar limitada por dimensiones específicas, tales como la distancia vertical / horizontal entre las piezas 30A polares o la única pieza 30A polar.

40 Ahora, con referencia a la Figura 2F, el aparato 10 magnético, tal como se ha descrito anteriormente, se muestra en el estado operativo en el que ambos lados 12 y 13 están magnéticamente activos y, de esta manera, en la configuración de auto-enclavamiento.

45 De esta manera, el aparato 10 magnético puede ser implementado de manera que tanto la superficie 12 de enclavamiento como la superficie 13 de soporte pueden ser activadas magnéticamente.

50 Esto es posible cuando el elemento 60 ferromagnético está formado de manera que sea capaz de transmitir la totalidad o la mayor parte del flujo magnético generado por los núcleos 40 magnéticos también a través de dicho elemento 60 ferromagnético.

55 En esta situación, las piezas polares magnéticas pueden proporcionarse en el segundo lado 13 del aparato 10 magnético próximo a la segunda pieza 60 polar, lo que convierte la superficie de dicho segundo lado 13 en magnéticamente activa y, de esta manera, adaptada para el auto-enclavamiento de los elementos de hierro sobre la superficie de dicho segundo lado 13.

Si el aparato 10 magnético es del tipo auto-enclavamiento, entonces el elemento 60 ferromagnético se materializa en un segundo colector de pieza polar.

60 En esta situación, debe observarse, en primer lugar, que las piezas 30A polares generan al menos un primer flujo F1 magnético sobre dicho primer lado 12, cuando el aparato 10A magnético está activo.

Dicho flujo F1 magnético puede enclavar magnéticamente los primeros elementos de hierro, por ejemplo, colocados en contacto con la superficie del primer lado 12.

5 Ventajosamente, el primer flujo F1 magnético define una superficie de enclavamiento magnético adicional en el segundo lado 13, para enclavar magnéticamente los segundos elementos P2 de hierro.

En otras palabras, cuando el aparato 10 magnético está en un estado operativo, las piezas 30A polares generan al menos el mismo flujo F1 magnético adaptado para garantizar un enclavamiento magnético de los segundos elementos P2 de hierro.

10 De esta manera, al menos el primer flujo F1 magnético es emitido desde el segundo lado 13 a una profundidad T de campo predeterminada.

15 Cabe señalar que, tal como se usa en la presente memoria, el término profundidad T de campo pretende indicar el espesor mínimo del material ferromagnético requerido para que el flujo magnético sea totalmente cortocircuitado entre dos piezas 30A polares diferentes.

20 En particular, el campo magnético generado por el aparato 10 magnético desde la superficie del lado 13 y emitido desde dicho segundo lado 13, puede tener una profundidad T de campo que es, como máximo, igual a la dimensión lineal máxima del segundo colector 60 de pieza polar.

Cabe señalar que la expresión dimensión lineal máxima del segundo colector 60 de pieza polar pretende indicar el valor de diámetro y/o espesor máximo.

25 Por lo tanto, puede generarse un flujo magnético desde la superficie del lado 13, que tiene una profundidad T de campo como para generar una fuerza magnética suficiente para asegurar firmemente un elemento P2 de hierro al aparato 10 magnético.

30 Además, los núcleos 90 magnéticos son capaces de generar un segundo flujo F2 magnético sobre dicho primer lado 12 de enclavamiento, de manera que dichos primeros elementos P1 de hierro pueden ser enclavados magnéticamente por dicho primer flujo F1 y dicho segundo flujo F2.

35 De esta manera, en la configuración de auto-enclavamiento anterior, puede proporcionarse una fuerza magnética suficiente sobre el segundo lado 13, para enclavar el aparato 10 magnético a una bancada de máquina herramienta, una configuración de funcionamiento típica que se muestra en la Figura 4.

40 Cabe señalar que la expresión fuerza magnética suficiente para enclavar el aparato 10 magnético a la bancada de la máquina pretende indicar un valor de fuerza de al menos un 15% mayor que la fuerza máxima que dicho aparato 10 magnético puede ejercer desde el primer lado 12 sobre la pieza de trabajo que está siendo mecanizada.

Cabe señalar que, de nuevo en esta realización, la parte 60A lateral de dicho segundo colector 60 de pieza polar forma una parte del segundo lado 13.

45 Ahora, con referencia a las Figuras 3A y 3B, se muestra una segunda realización de un aparato 10A magnético en la que los elementos descritos anteriormente se designan con números de referencia idénticos.

A diferencia de la realización descrita anteriormente con referencia a las Figuras 2A a 2E, el aparato 10A magnético no tiene los orificios 15 ciegos para la asociación de extensiones polares.

50 Es útil señalar, además, en este caso, que la segunda parte de los rebajes R no está diseñada para contener el imán 90 estático, si no que sólo sirve para localizar las superficies 50C laterales del primer colector 50 de pieza polar.

Particularmente, el aparato 10A magnético de las Figuras 3 A y 3B puede ser formado sólo en la configuración de auto-enclavamiento.

55 Ventajosamente, además de la característica monolítica, el aparato 10A magnético tiene también la característica de que la superficie del lado 12 es una "superficie de enclavamiento totalmente ferromagnética", es decir, una superficie plana sin orificios formados en la misma.

60 Ventajosamente, la superficie de enclavamiento definida por el primer lado 12 está formada de un material, tal como el material que forma la estructura 11 de soporte del aparato magnético.

5 Cabe señalar además que el aparato 10 magnético en la configuración de auto-enclavamiento y el aparato 10A magnético descrito anteriormente con referencia a las Figuras 3A y 3B, bajo las mismas condiciones de rendimiento, tienen un espesor S menor que los aparatos de la técnica anterior, debido a la falta de flujo magnético que cortocircuita la parte inferior del aparato.

10 Además, el aparato 10 magnético en la configuración de auto-enclavamiento y el aparato 10A magnético pueden aumentar la fuerza de enclavamiento de la superficie del lado 12, aumentando el número de piezas 30A polares que pueden instalarse en el primer lado 12, ya que ya no hay necesidad de formar nervios de refuerzo sobre la carcasa 2 del aparato.

15 Si no, en otra realización, el elemento 60 ferromagnético puede ser formado también manera que se cortocircuite la totalidad o la mayor parte del flujo magnético generado por los núcleos 40 magnéticos, para que la superficie de dicho segundo lado 13A sea magnéticamente neutra, es decir, un valor de fuerza magnética que sea insuficiente para enclavar el aparato 10A magnético por su segundo lado 13.

Ahora, con referencia a la Figura 4, se muestra una posible configuración operativa del aparato 10 o 10A magnético.

20 Cabe señalar que, tal como se muestra en dicha Figura 4, el segundo lado 13 del aparato 10 o 10A magnético puede ser sujetado magnéticamente contra una bancada 18 de una máquina herramienta, o puede ser fijado mecánicamente mediante medios mecánicos interpuestos entre el aparato 10 o 10A magnético y la bancada de la máquina.

25 En esta realización del aparato 10 o 10A magnético, cuando el elemento P1 de hierro está siendo mecanizado, la provisión del aparato 10 o 10A magnético con una estructura monolítica, y la provisión de una superficie de enclavamiento del aparato 10 o 10A magnético que es una "superficie de enclavamiento totalmente ferromagnética" previene cualquier esfuerzo mecánico no deseado sobre el lado 12, impartiendo, de esta manera, una mayor resistencia al aparato 10 o 10A magnético y mejorando, de esta manera, la precisión con la que el elemento P1 de hierro es mecanizado.

30 Tal como se ha mostrado claramente en la descripción anterior, el aparato magnético de la presente invención satisface la necesidad indicada anteriormente y evita también las desventajas de la técnica anterior, tal como se ha expuesto en la introducción de la presente divulgación.

35 Las personas con conocimientos en la materia apreciarán, obviamente, que pueden realizarse una serie de cambios y variaciones a la descripción descrita anteriormente, en la presente memoria, sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato magnético para el enclavamiento magnético de elementos (P1) de hierro, que comprende:  
 5       – una estructura (11) de soporte formada de material ferromagnético que tiene una anchura (L), longitud (l) y espesor (S) predeterminados;  
        – lados primero y segundo (12, 13), formados en dicha estructura (11) de soporte en las superficies opuestas más grandes;  
        – al menos una pieza (30A) polar que comprende un elemento (60) ferromagnético, al menos un primer colector (60) de pieza polar, un primer núcleo (40) magnético interpuesto entre la parte (50B) inferior de dicho primer colector (50) de pieza polar y dicho elemento (60) ferromagnético, y una bobina (30) eléctrica para cambiar el estado de magnetización del primer núcleo (40) magnético, en el que dicho al menos un primer colector (50) de pieza polar está adaptado para transmitir al menos un primer flujo (F1) magnético generado por dicho aparato magnético a dicho primer lado (12); en el que al menos un primer colector (50) de pieza polar está formado en una pieza con dicha estructura (11) de soporte para crear un aparato (10A) magnético monolítico **caracterizado por que** dicha al menos una pieza (30A) polar es sujeta en el interior del espesor (S) de dicha estructura (11) de soporte.
2. Aparato magnético según la reivindicación 1, en el que una parte (50A) lateral de cada primer colector (50) de pieza polar forma una parte de dicho primer lado (12), en el que dicho primer lado (12) es una superficie plana formada en dicho material ferromagnético, de manera que dicho primer lado (12) es una superficie totalmente metálica, en el que cada primer colector (50) de pieza polar está formado en una pieza con dicha estructura (11) de soporte.
3. Aparato magnético según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha estructura (11) de soporte comprende al menos un rebaje (R) mantenido en el interior del espesor (S) de dicha estructura (11) de soporte.
4. Aparato magnético según la reivindicación 3, en el que dicho rebaje (R) comprende una primera parte que tiene una primera profundidad (S') definida a partir de la superficie de dicho segundo lado (13) y un diámetro (D1), en el que dicha primera parte de dicho rebaje (R) forma una parte (50B) inferior de dicho primer colector (50) de pieza polar.
5. Aparato magnético según la reivindicación 3 ó 4, en el que dicho rebaje (R) comprende una segunda parte que tiene una segunda profundidad (Ŝ) definida a partir de la superficie de dicho segundo lado (13) y un diámetro exterior igual al diámetro (D1) de la primera parte del rebaje y un diámetro (D2) interior, dicha segunda parte de dicho rebaje (R) formando la superficie (50C) lateral de dicho primer colector (50) de pieza polar, en el que dicha superficie (50C) lateral se extiende transversal a dicha parte (50A) lateral.
6. Aparato magnético según la reivindicación 5, en el que la segunda profundidad (S) de dicha segunda parte de dicho rebaje (R) es al menos el doble de la diferencia entre el diámetro (D1) de dicha primera parte de dicho rebaje (R) y el diámetro (D2) interior de dicha segunda parte de dicho rebaje (R).
7. Aparato magnético según las reivindicaciones 1 a 6, en el que en dicha pieza (30A) polar una parte (60A) lateral de dicho elemento (60) ferromagnético forma una parte de dicho segundo lado (13).
8. Aparato magnético según las reivindicaciones 1 a 7, en el que la pieza (30A) polar comprende segundos núcleos (90) magnéticos.
9. Aparato magnético según la reivindicación 7, en el que dicha primera parte de dicho rebaje (R) está adaptada para alojar dicho elemento (60) ferromagnético, dicho núcleo (40) magnético y dicha bobina (30) eléctrica para cambiar el estado de magnetización de dicho al menos un primer núcleo (40) magnético.
10. Aparato magnético según la reivindicación 8 ó 9, en el que dicha segunda parte de dicho rebaje (R) está adaptada para alojar dichos segundos núcleos (90) magnéticos.
11. Aparato magnético según la reivindicación 7, en el que dicho elemento (60) ferromagnético es un segundo colector de pieza polar que está diseñado para transmitir dicho al menos un primer flujo (F1) magnético a dicho segundo lado (13), en el que dicho elemento (60) ferromagnético tiene un diámetro igual al diámetro (D) de dicho primer núcleo (40) magnético y una altura (H2) predeterminada.
12. Aparato magnético según la reivindicación 11, en el que dichas piezas (30a) polares, en al menos un estado operativo de dicho aparato magnético, dicho al menos un primer flujo (F1) magnético define una segunda superficie

de enclavamiento magnético en dicho segundo lado (13) para enclavar magnéticamente los segundos elementos (P2) de hierro, en el que dicho al menos un primer flujo (F1) magnético sale desde dicho segundo lado (13) con una profundidad (T) de campo predeterminada.

- 5 13. Aparato magnético según la reivindicación 12, en el que la fuerza magnética requerida para asegurar firmemente dicho segundo elemento (P2) de hierro contra dicha segunda superficie de enclavamiento de dicho segundo lado (13) es un valor de fuerza de al menos un 15% mayor que la fuerza máxima que dicho aparato magnético puede ejercer sobre la superficie de enclavamiento de dicho primer lado (12).
- 10 14. Aparato magnético según la reivindicación 13, en el que dicha profundidad (T) de campo predeterminada de dicho al menos un primer flujo (F1) magnético que sale desde dicho segundo lado (13) es igual o mayor que la máxima dimensión lineal de dicho segundo colector (60) de pieza polar, en el que dicha profundidad de campo está adaptada para enclavar firmemente dichos segundos elementos (P2) de hierro.
- 15 16. Aparato magnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que las piezas (30A) polares tienen una planta con forma circular.
16. Procedimiento para fabricar un aparato magnético según la reivindicación 1, en el que dicho procedimiento comprende las etapas de:
- 20 – proporcionar una placa de material ferromagnético que tiene una anchura (L), longitud (1) y espesor predeterminados, en el que dicha placa define unos lados primero y segundo (12, 13) en las superficies opuestas más grandes, **caracterizado por que** incluye las etapas adicionales de:
- 25 – eliminar de dicha placa (11) de material (11) ferromagnético dicha una cantidad de dicho material ferromagnético, de la superficie de dicho segundo lado (13) para crear al menos un rebaje (R), en el que dicho rebaje (R) está formado por una primera parte de profundidad (S') y diámetro (D1) predeterminados, en el que dicha primera parte de dicho rebaje (R) forma una parte (50B) inferior de un primer colector (50) de pieza polar,
- 30 – eliminar de dicha placa de material ferromagnético una cantidad adicional de dicho material ferromagnético para formar una segunda parte de dicho rebaje (R), en el que dicha segunda parte de dicho rebaje (R) forma la superficie (50C) lateral de dicho primer colector (50) de pieza polar,
- de manera que dicha primera pieza (50) polar está formada de una pieza con dicha estructura (11) de soporte.
- 35 17. Procedimiento para fabricar un aparato magnético según la reivindicación 16, en el que dicha segunda parte de dicho rebaje (R) forma una parte (50C) lateral que se extiende transversalmente a dicha parte (50A) lateral y en el que dicha segunda parte de dicho rebaje (R) comprende:
- un diámetro exterior igual al diámetro (D1) de dicha primera parte y un diámetro (D2) interior y
- 40 – una profundidad (S) definida a partir de la superficie de dicho segundo lado (13), en el que dicha profundidad (S) es al menos el doble de la diferencia entre el diámetro exterior igual al diámetro (D1) de dicha primera parte y el diámetro interior de dicha segunda parte del rebaje (R).
18. Procedimiento para fabricar un aparato magnético según la reivindicación 16, que incluye las etapas adicionales de:
- 45 – proporcionar un primer núcleo (40) magnético;
- proporcionar una bobina (30) eléctrica;
- proporcionar un elemento (60) ferromagnético en el que una parte (60A) lateral de dicho elemento (60) ferromagnético define una parte de dicho segundo lado (13);
- 50 – alojar dicho primer núcleo (40) magnético y dicha bobina (30) eléctrica, con esta última rodeando dicho primer núcleo (40) magnético, en dicha primera parte de dicho rebaje (R), entre la parte (50B) inferior de dicho primer colector (50) y dicho elemento (60) ferromagnético.
19. Procedimiento para fabricar un aparato magnético según la reivindicación 17, que incluye las etapas adicionales de:
- 55 – proporcionar un segundo núcleo (90) magnético;
- alojar dicho segundo núcleo (90) magnético en dicha segunda parte de dicho rebaje (R).
20. Procedimiento según la reivindicación 18, que incluye la etapa adicional de llenar los huecos mediante moldeo de resina (100).
- 60

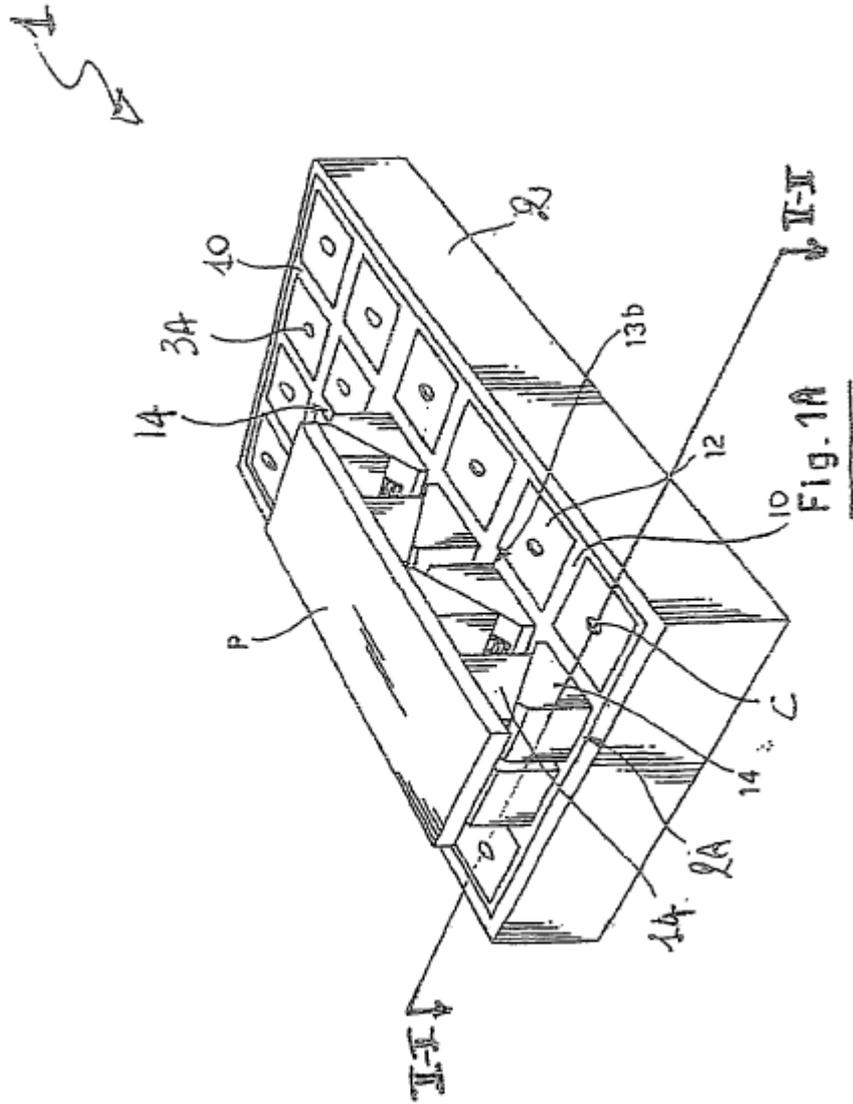
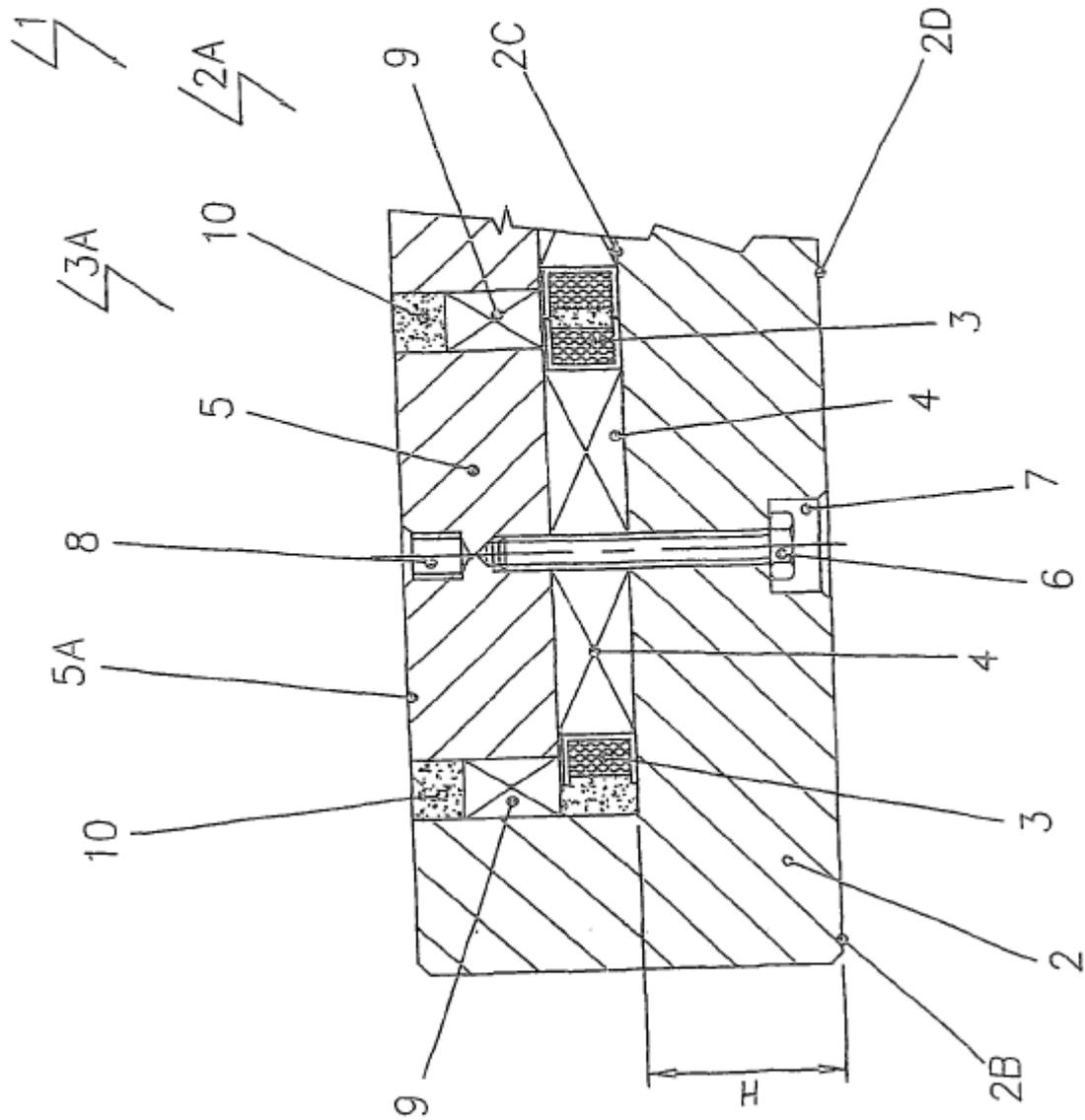


Fig. 1 B



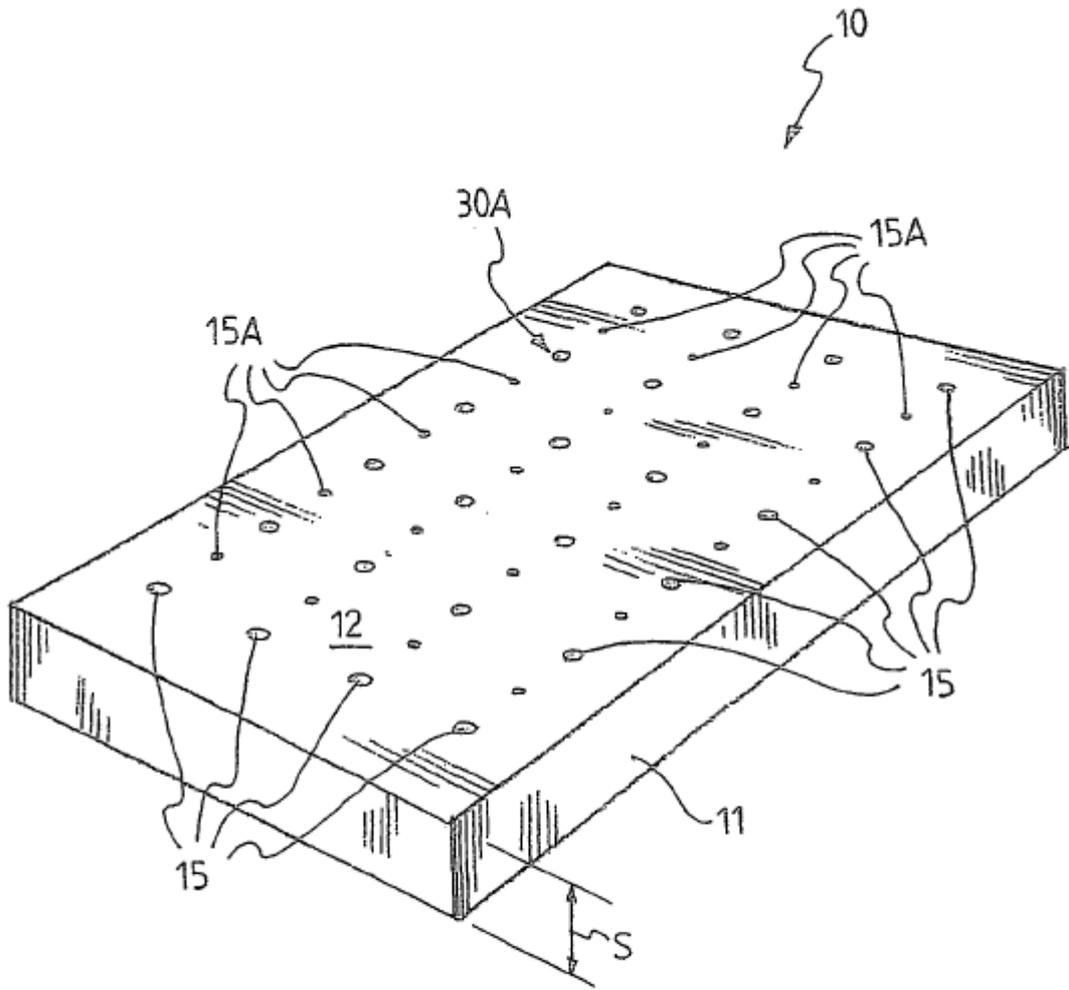
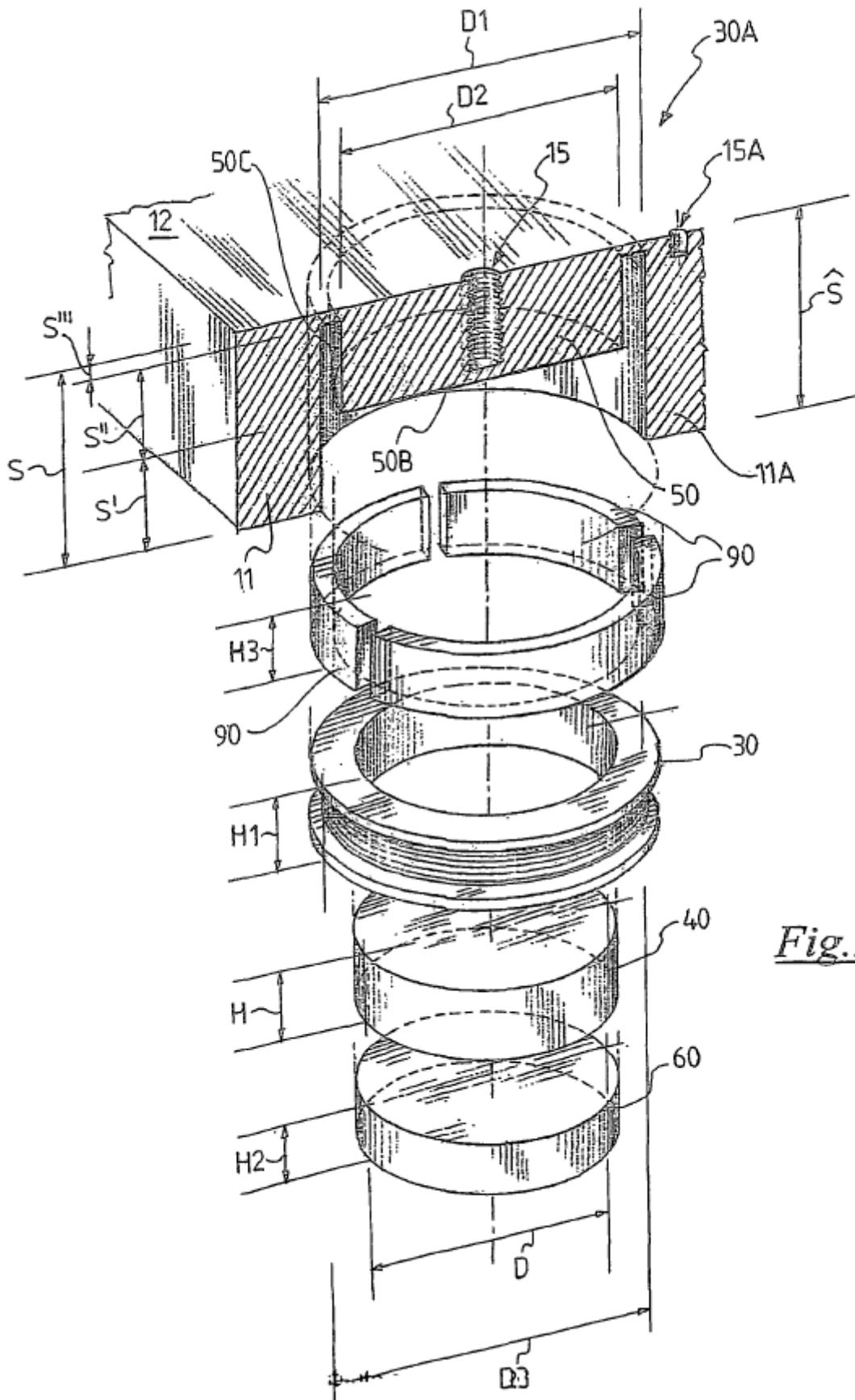
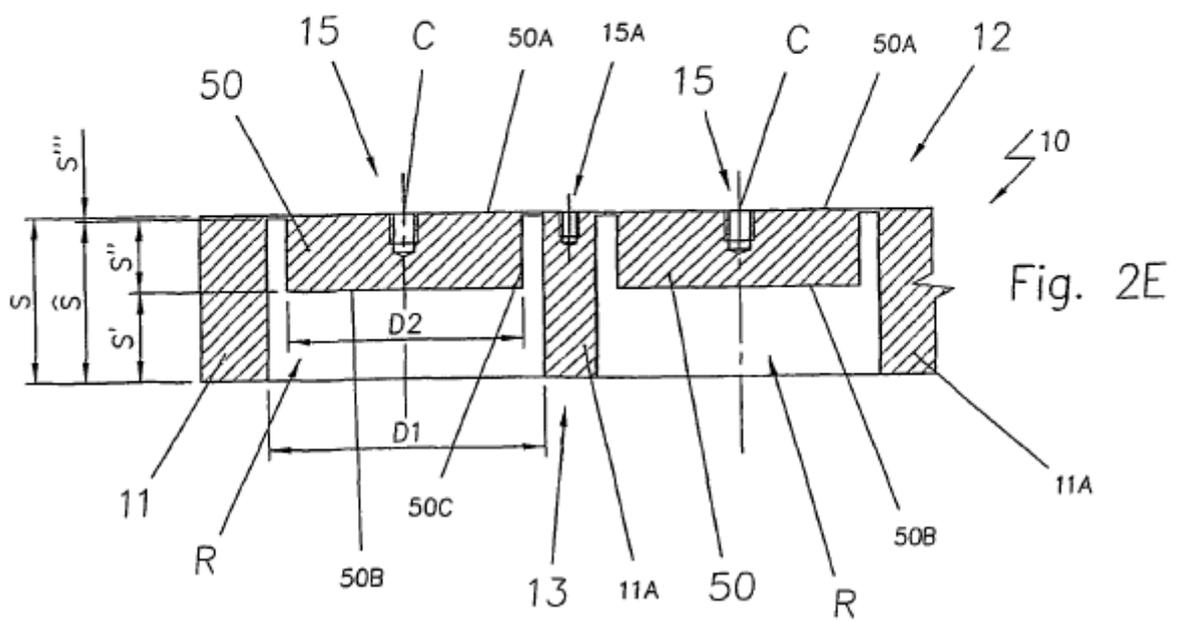
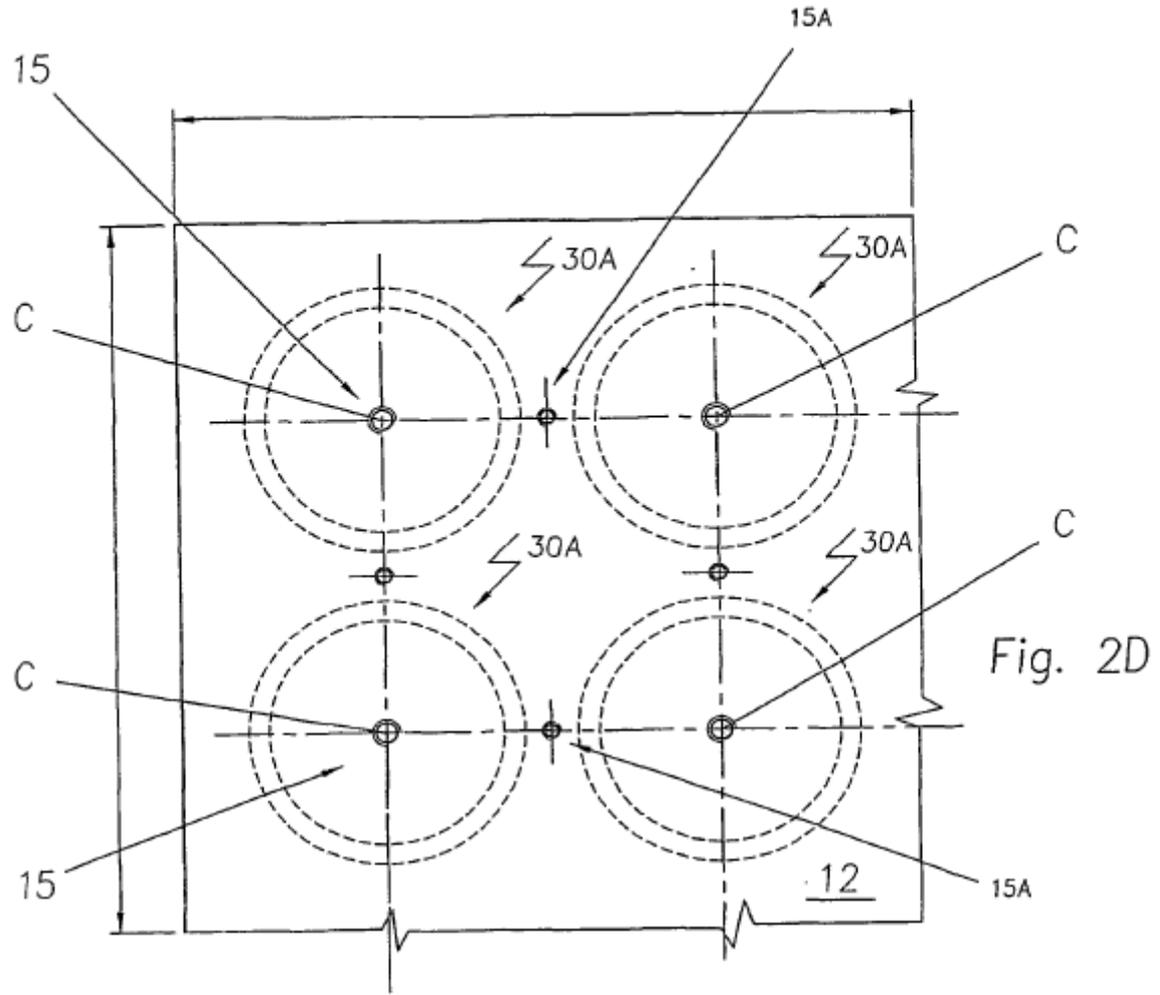


Fig. 2A





*Fig. 2C*



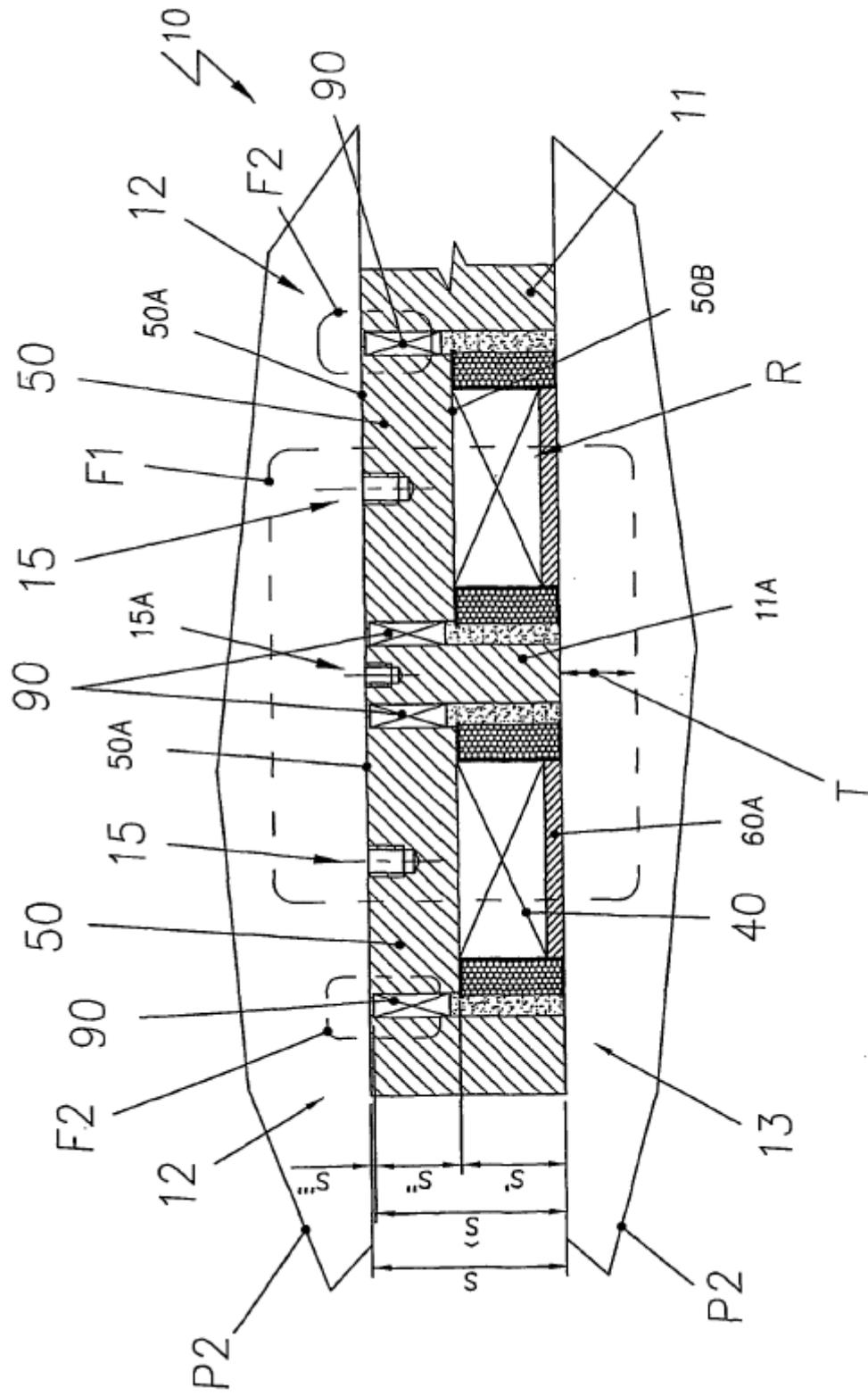


Fig. 2F

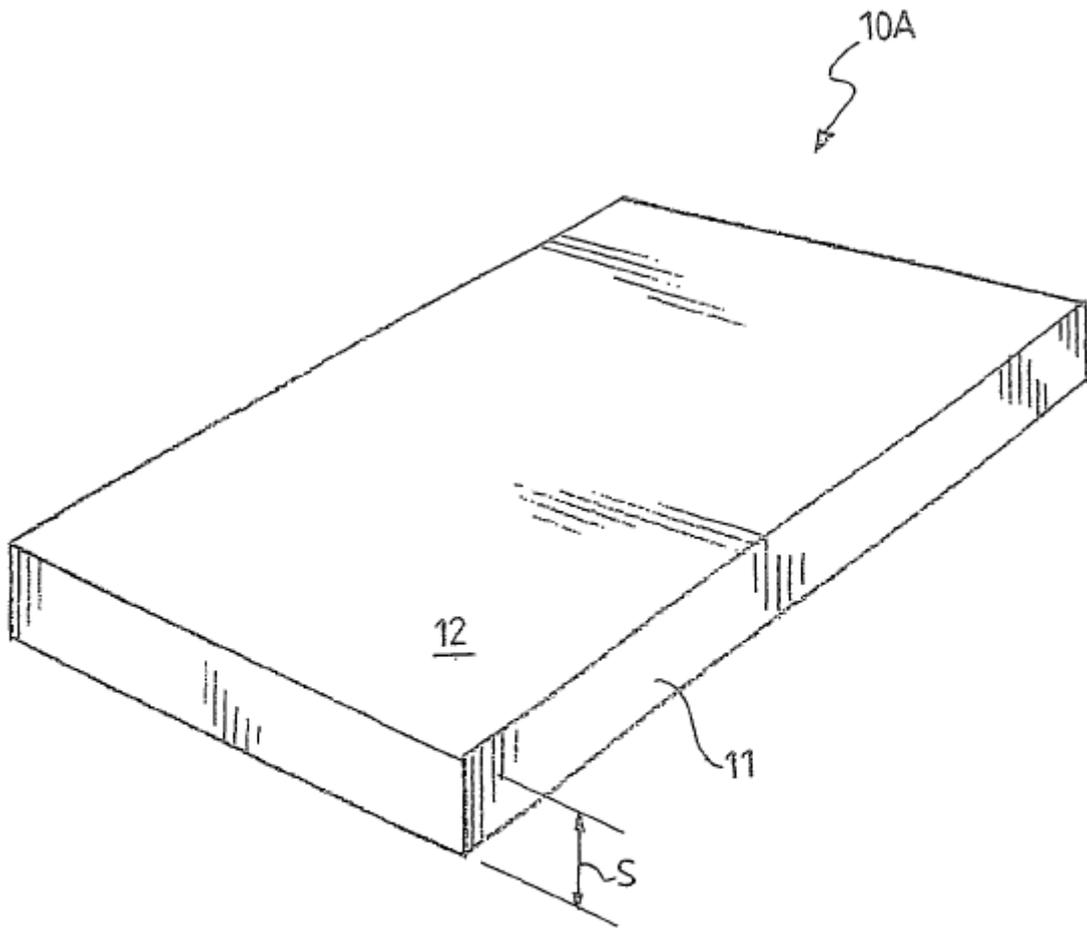


Fig.3A

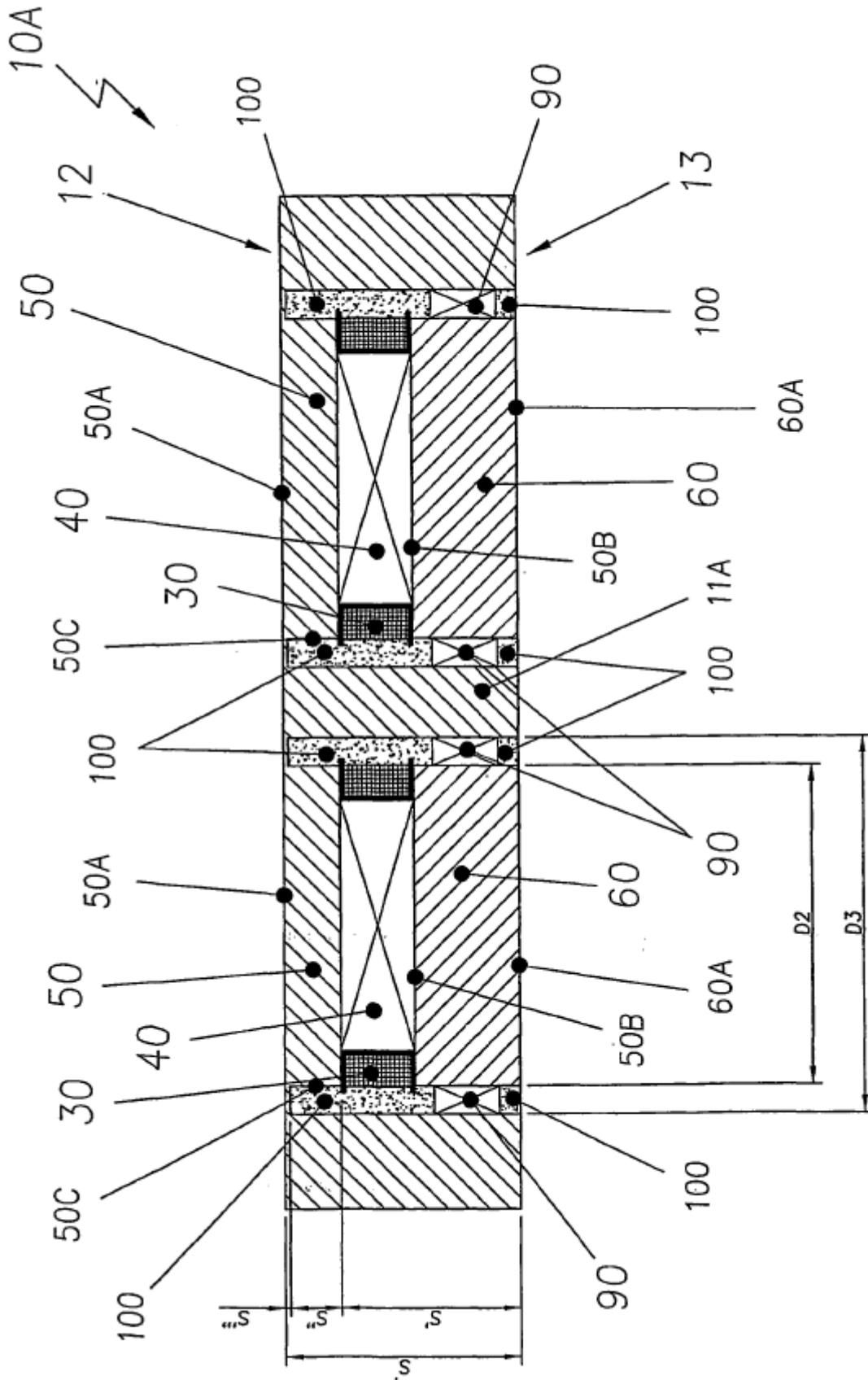
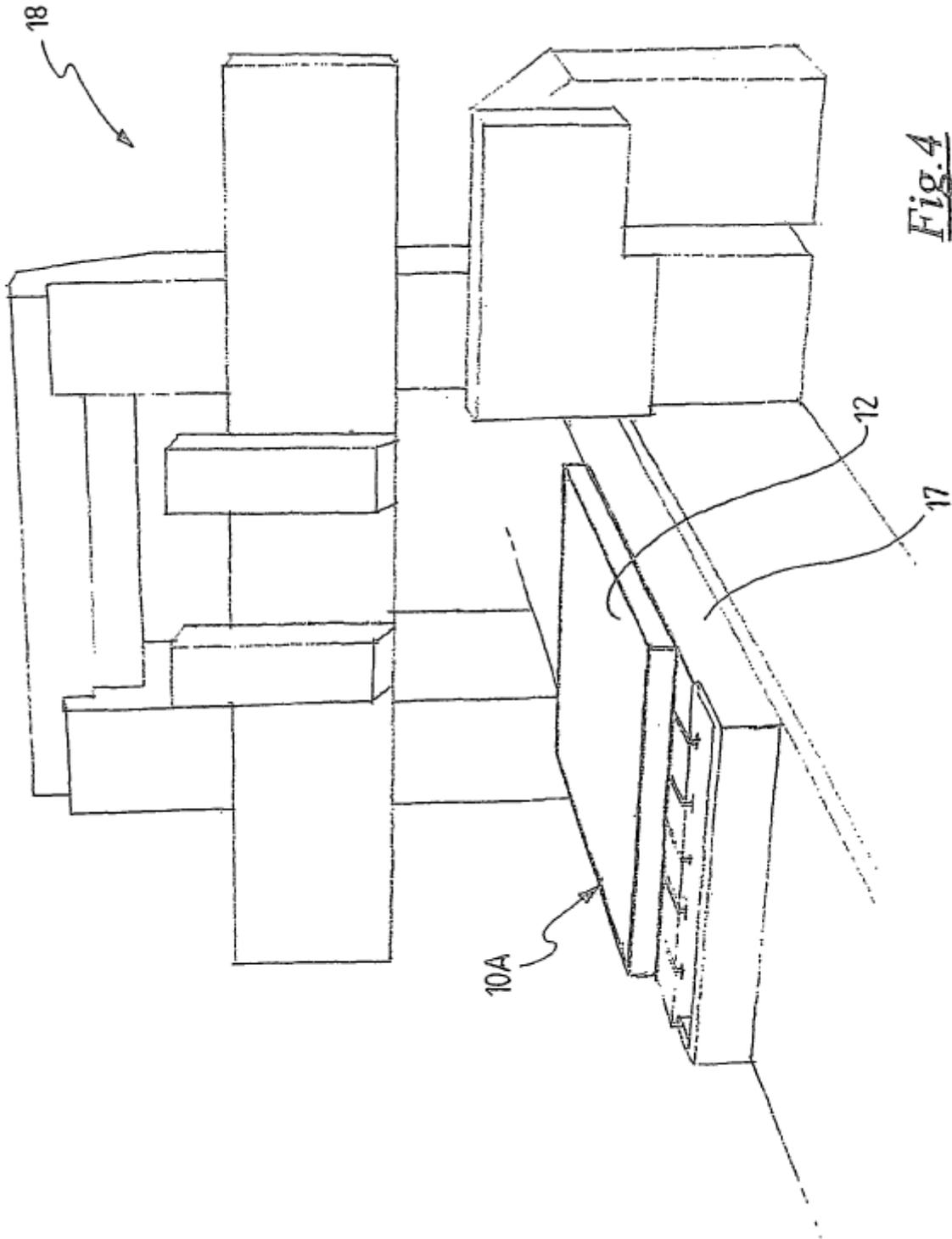


Fig. 3B



*Fig. 4*