

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 534**

51 Int. Cl.:

**B30B 11/00** (2006.01)

**B22F 3/035** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2004** **E 04723797 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016** **EP 1612036**

54 Título: **Aparato para el moldeo de polvo con matriz y procedimiento de moldeo para obtener un producto moldeado a partir de polvo**

30 Prioridad:

**28.03.2003 JP 2003092386**

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

**08.06.2016**

73 Titular/es:

**DIAMET CORPORATION (100.0%)**  
**1-1, Kogane-cho 3-chome Higashi-ku**  
**Niigata-shi, Niigata-ken, JP**

72 Inventor/es:

**NAKAI, TAKASHI y**  
**KAWASE, KINYA**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

**ES 2 573 534 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 para el moldeo de polvo con matriz y procedimiento de moldeo para obtener un producto moldeado a partir de polvo

5

Sector técnico de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de moldeo de polvos en matriz y a un procedimiento de moldeo para obtener un producto de polvo moldeado.

10

Descripción de la técnica relacionada

Un producto compactado en crudo, que se utiliza para la fabricación de productos sinterizados, se forma prensando en un molde polvos en crudo tales como polvos basados en Fe, polvos basados en Cu o similares, y formando a continuación un producto sinterizado mediante un proceso de sinterización. En el proceso de moldeo, el producto compactado experimenta un proceso de moldeo por compresión, utilizando un molde. Sin embargo, en el momento del moldeo por compresión, se genera una fricción entre el producto compactado y el molde. Por esta razón, cuando se mezclan polvos en crudo, se añade un lubricante de ácido graso insoluble en agua, tal como estearato de zinc, estearato de calcio, estearato de litio, etc., de manera que imparte lubricación.

15

20

Sin embargo, el procedimiento de aplicación de un lubricante a polvos en crudo tiene limitaciones en la mejora de la densidad de un producto compactado. Por consiguiente, para obtener un producto compactado de alta densidad, se ha propuesto un procedimiento para formar un producto compactado que pueda compensar la ausencia de lubricación aplicando a un molde el mismo lubricante que el añadido a los polvos en crudo, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de lubricante añadido a los polvos en crudo.

25

Este procedimiento convencional de moldeo se da a conocer, por ejemplo, en la publicación de la patente japonesa registrada número 3309970 (ver los párrafos 0012 y 0013) que corresponden al documento EP 1170075. Este procedimiento comprende las etapas de: aplicar mediante una pistola de pulverización agua dispersada en un lubricante alto en ácidos grasos a una superficie interior de un molde calentado, para recubrir la superficie interior con la misma; y moldear por compresión polvos de metal llenando el molde con los polvos de metal y comprimiéndolos a una presión tal que el lubricante alto en ácidos grasos se une químicamente a los polvos de metal de manera que producen una película de jabón metálico, en que el molde se calienta y la superficie interior del mismo se recubre con un lubricante alto en ácidos grasos tal como estearato de litio; los polvos de metal calientes llenan este molde y son sometidos a moldeo por compresión, a una presión tal que el lubricante alto en ácidos grasos se une químicamente a los polvos metálicos de manera que se produce la película de jabón metálico, por lo que la película de jabón metálico se produce sobre la superficie interior del molde para reducir, de ese modo, la fricción entre el producto compactado de los polvos metálicos y el molde, permitiendo de este modo la reducción de la fuerza para expulsar el producto compactado.

30

35

40

Dado que, el hecho de que se utilice para el molde el mismo lubricante que el añadido a los polvos en crudo tiene como resultado la utilización del lubricante insoluble en agua, el lubricante aplicado al metal se aplicará en un estado de polvo sólido. Por esta razón, son conocidos asimismo otros procedimientos de aplicación de lubricante, tales como la aplicación electrostática de polvos lubricantes o la aplicación en seco de lubricante dispersado en agua mediante detergente y a continuación secado.

45

Según la técnica convencional mencionada anteriormente, en la que un líquido de dispersión de lubricante obtenido dispersando el mismo en agua se aplica a un molde, el líquido de dispersión es repelido de la superficie del molde debido a la tensión superficial en el momento de esta aplicación, de tal manera que existe el problema de que el líquido de dispersión no se fije uniformemente a la parte de moldeo de polvos del molde, es decir, a la superficie del orificio pasante del mismo y, por lo tanto, resulta imposible formar una capa lubricante sobre toda la superficie de la parte de moldeo (es decir, del orificio pasante). Este problema se hace particularmente destacable en el caso de llevar a cabo una formación en caliente a una temperatura elevada de 150 grados Celsius o superior, habiendo impedido por lo tanto un mayor incremento de la densidad en el pasado.

50

55

Por otra parte, en caso de que el líquido de dispersión obtenido dispersando lubricante en agua se aplique a un molde mediante pulverización, el líquido de dispersión está expuesto a ser fijado no solo en la parte de moldeo sino asimismo en la superficie superior del molde o de la matriz. Dado que la superficie superior de la matriz es una superficie en la que se permite el deslizamiento de una masa de material suministrado que se denomina normalmente "alimentador" o similar, ha existido la preocupación de que el polvo en crudo tiende a apelmazarse fácilmente debido a que el líquido de dispersión se fija en la superficie superior del molde.

60

Asimismo, en el párrafo 0006 de la publicación de la patente japonesa no examinada número 2002-129201 se da a conocer una aparato de moldeo de polvos en matriz que comprende una matriz que incluye un orificio interior para definir el contorno de un producto compactado y está fabricada de un material duro, estando la matriz ajustada en el orificio interior de un soporte de la matriz que tiene un orificio interior, en que el orificio interior de la matriz tiene una

65

5 forma de cono invertido en la dirección en la que se extrae el producto compactado, mientras que la superficie de la matriz está formada con una sola o bien con múltiples capas de recubrimiento que se componen, por lo menos, en una capa de TiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>C y DLC, y en que el soporte de la matriz se compone del material cuya temperatura de revenido utilizada normalmente es mayor que la del proceso de recubrimiento mencionado anteriormente.

10 Según la matriz convencional cuya superficie está formada con una sola o bien con múltiples capas de recubrimiento que se componen, por lo menos, de una capa de TiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>C y DLC, el líquido de dispersión no se fijaría uniformemente a la superficie del orificio pasante del mismo, aunque se conseguiría una mejora de la resistencia de la matriz a la abrasión y de reducción de fricción en la superficie de la matriz.

15 El documento JP2004 298892 da a conocer un procedimiento y un aparato para moldeo de polvos que incluye una serie de unidades de pulverización y partes de almacenamiento de soluciones en crudo diferentes entre sí para formar una solución combinada conectada a cada una de las unidades de pulverización, estando dispuestas las direcciones de pulverización de las toberas de manera que se cruzan entre sí. Dos clases de soluciones en crudo se pulverizan hacia la unidad de moldeo, se hacen colisionar y se mezclan entre sí en el aire, y la solución se adhiere a la unidad de moldeo. La solución, que normalmente forma grumos si se mezclan entre sí las soluciones en crudo, no forma grumos cuando se pulveriza, y se puede impedir el taponamiento de las toberas.

20 El documento JP2004 322156 da a conocer un medio de electrificación dispuesto en la parte de pulverización de un dispositivo de moldeo de polvos en matriz. Un medio de electrificación de polaridad inversa está dotado de una placa eléctrica para electrificar con polaridad inversa un medio de electrificación para la solución y está dispuesto en el orificio pasante. Un medio de electrificación de polaridad directa está dotado de una placa de electrodos para electrificar con la misma polaridad que el dispositivo de electrificación para la solución y está dispuesto en la parte superior de la matriz. La solución se adhiere a la placa de electrodos electrificando y pulverizando la solución y asimismo electrificando la placa de electrodo con polaridad inversa con la polaridad de electrificación de la solución. En la situación en que la parte superior está electrificada con la misma polaridad que la polaridad de la solución, se reduce la adherencia de las gotas de la solución a la parte superior de la matriz. Se forma uniformemente una capa cristalizada adhiriendo uniformemente la solución a la superficie de la parte de moldeo en la que se carga el polvo de material.

35 El documento EP 1563986 da a conocer un procedimiento para formar un producto compactado a partir de polvos, en el que la parte de formación en el cuerpo del molde se llena con un polvo en crudo y se disponen unos punzones superior e inferior en la parte de formación, para formar el producto compactado. Antes de llenar la parte de formación con el polvo en crudo, se aplica una solución con un lubricante que está disuelto uniformemente en un disolvente a la parte periférica de la parte de formación, y a continuación la solución se evapora, formando de ese modo una capa cristalizada en la misma. Por lo tanto, se logra la reducción de la fuerza de expulsión del producto compactado, mejorándose al mismo tiempo la densidad del producto compactado.

40 El documento JPH09272901 da a conocer un procedimiento para moldeo de polvos, mediante el que se puede obtener un producto compactado en crudo de alta densidad. Se utiliza una matriz de moldeo que tiene una superficie del molde que separa la cavidad del molde, y polvo para moldeo que no contiene lubricante, y se lleva a cabo una operación de calentamiento en la que se calienta tanto la matriz de moldeo como el polvo para moldeo a una temperatura de 150 a 400 °C y, además, se lleva a cabo la operación de aplicar el lubricante sobre la superficie del molde de la matriz de moldeo. El polvo calentado para moldeo se carga en la cavidad de moldeo -17- calentada. El polvo para moldeo es moldeado por compresión mediante un punzón superior del molde para obtener el compuesto en crudo.

50 Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un aparato de moldeo de polvos en una matriz para formar un producto compactado, que permite la fabricación estable de un producto compactado de alta densidad mediante la formación de una capa de lubricante sobre toda la superficie de la parte de moldeo.

55 Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento de moldeo de polvos que permite la fabricación estable de un producto compactado de alta densidad mediante la formación de una capa lubricante sobre toda la superficie de la parte de moldeo.

60 Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer un aparato de moldeo de polvos en una matriz que permite la fabricación estable de un producto compactado de alta densidad mediante la formación de una capa lubricante sobre toda la superficie de la parte de moldeo, en el que se elimina el efecto negativo del lubricante sobre la superficie de la matriz.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

65 Para conseguir los objetivos anteriores, un primer aspecto de la presente invención propone un aparato de moldeo de polvos en matriz para moldear polvos, que comprende: una matriz con un orificio pasante para formar un lado de un producto compactado, estando el orificio pasante definido verticalmente en la superficie superior de la matriz; un

5 punzón inferior a ajustar en el orificio pasante desde abajo; un punzón superior a ajustar en el orificio pasante desde arriba; y un medio de aplicación de lubricante para aplicar un lubricante al orificio pasante, permitiendo dicho medio de aplicación de lubricante que se aplique el lubricante al orificio pasante antes de llenar desde arriba un polvo en crudo basado en Fe o basado en Cu en el orificio pasante, estando ajustado el punzón inferior en el mismo, de tal manera que se permite que el punzón superior se ajuste en el orificio pasante después de llenar dicho orificio pasante con el polvo en crudo para formar un producto compactado, y en el que el lubricante es un líquido de dispersión o bien una solución producida dispersando o disolviendo lubricante en agua, y en el que el orificio pasante es sometido a un tratamiento superficial de manera que tenga una capa de tratamiento superficial que tenga propiedades hidrófobas y que esté formada por un medio seleccionado del grupo que consiste en: un recubrimiento de óxido, fluoruro, nitruro, cloruro, sulfuro, bromuro, yoduro, carburo o hidróxido; sometiendo un recubrimiento de óxido de titanio o de óxido de zinc a una reacción fotocatalítica mediante irradiación de luz; creando hidróxido mediante álcali o un tratamiento hidrotérmico; o mediante bombardeo iónico con iones de potasio o iones de sodio; y utilizando el cambio en la tensión superficial de la solución para formar poros diminutos en la superficie, de tal modo que el ángulo de contacto con la capa de tratamiento superficial en relación con el lubricante sea menor que el ángulo de contacto de la propia matriz en relación con el lubricante.

10 Según la estructura definida en el primer aspecto, es posible que el orificio pasante tenga un menor ángulo de contacto con el lubricante fijado al orificio pasante, de tal manera que se mejora la acción humectante del lubricante con respecto al orificio pasante, permitiendo de ese modo que el lubricante se extienda completamente sobre el orificio pasante. Por consiguiente, se puede conseguir un rendimiento mejorado de la lubricación en el momento del moldeo del polvo.

15 La formación de una capa de lubricante se asegura evaporando el contenido de humedad en el lubricante fijado al orificio pasante.

20 Un segundo aspecto de la presente invención propone que la capa de tratamiento superficial se forme mediante el recubrimiento de cualquier compuesto seleccionado del grupo que se define en la reivindicación dependiente 2.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un primer proceso, según una primera realización de la presente invención;

35 la figura 1A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -P- de una matriz, según la primera realización.

la figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un segundo proceso, según la primera realización de la presente invención;

40 la figura 2A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -Q- de una matriz, según la primera realización.

45 la figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un tercer proceso, según la primera realización de la presente invención;

la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra un cuarto proceso, según la primera realización de la presente invención;

50 la figura 5 es un diagrama esquemático que muestra un primer proceso, según un ejemplo no reivindicado, para información de antecedentes;

la figura 5A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -R- de la matriz, según la figura 5;

55 la figura 6 es un diagrama esquemático que muestra un segundo proceso, según un ejemplo no reivindicado, para información de antecedentes;

60 la figura 6A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -S- de la matriz, según la figura 6;

La figura 7 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un primer proceso, según otra realización de la presente invención;

65 la figura 7A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -T- de la matriz, según la figura 7;

la figura 8 es un diagrama esquemático que muestra un segundo proceso, según otra realización de la presente invención;

5 la figura 8A es una vista, en sección transversal, parcialmente a mayor escala, que muestra una parte -U- de la matriz de la figura 8.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERENTE

10 A continuación se explicará una primera realización de la presente invención, haciendo referencia a las figuras 1 a 4. En la figura 1A, que muestra un primer proceso, el numeral -1- indica un orificio pasante formado verticalmente en la superficie superior de una matriz -2- que sirve de molde para formar los lados de un producto compactado -A- como una masa moldeada de polvo, descrita posteriormente. Un punzón inferior -3- está ajustado en el orificio pasante -1- desde debajo del mismo y un punzón superior -4- está ajustado asimismo en el orificio pasante -1- desde arriba del mismo. Un alimentador -5-, que proporciona un polvo -M- en crudo, está dispuesto de manera deslizante sobre la superficie superior de la matriz -2-. Encima del orificio pasante está dispuesto un elemento -6- de pulverización que sirve como medio de aplicación de una solución para pulverizar la solución -L- de tal manera que fija la misma a una parte de moldeo -1A- del molde. El elemento -6- de pulverización está dispuesto de manera que está frente al orificio pasante -1-, y está conectado a un depósito de la solución -L- (no mostrado) a través de una válvula de apertura y cierre automático (no mostrada). Alternativamente, la solución -L- se puede sustituir por un líquido de dispersión producido dispersando en agua el lubricante dado a conocer en la publicación de patente japonesa registrada número 3309970 mencionada anteriormente. Un calentador -7- y un detector de temperatura -8- están dispuestos en torno a la periferia de la parte de moldeo -1A- para formar el producto compactado -A-, estando definida la parte de moldeo mediante el orificio pasante -1- y el punzón inferior -3- acoplado al mismo. El calentador -7- y el detector de temperatura -8- están conectados a un dispositivo -9- de control de la temperatura que sirve como un medio de control de la temperatura, el cual mantiene la temperatura en el orificio pasante -1- por encima de la temperatura de evaporación de la solución -L-, y por debajo de la temperatura de fusión del lubricante.

30 Una superficie -10- del orificio pasante -1- está formada con una capa -11- de tratamiento superficial mediante un tratamiento para impartir propiedades hidrófilas a la superficie -10- para mejorar la acción humectante de la solución -L- con respecto a la superficie -10-, o disponiendo un material hidrófilo en la misma. El ángulo -X- de contacto de la capa -11- de tratamiento superficial con respecto a la solución -L- es menor que el ángulo -Y- de contacto de la superficie -10-, que está fabricada del material de la propia matriz -2-, o de la superficie superior -2A- donde el material está al descubierto, con respecto a la solución -L- (es decir,  $X < Y$ ), permitiendo de este modo que se mejore dicha acción humectante. Se debe observar, en este caso, que estos ángulos de contacto -X-, -Y- no están medidos en unas condiciones tales como las mostradas en la figura 1, donde se muestran solo esquemáticamente en aras de la explicación, sino que están medidos en iguales condiciones, tal como manteniendo horizontalmente la superficie -10- y la superficie superior -2A-.

40 Específicamente, la capa -11- de tratamiento superficial está formada mediante: la pulverización térmica, PVD, CVD o granallado de óxido, fluoruro, nitruro, cloruro, sulfuro, bromuro, yoduro, carburo, hidróxido, etc., que tienen enlaces químicos tales como los mostrados en la tabla 1; someter el recubrimiento de titanio, óxidos de zinc o similares a reacción fotocatalítica irradiándolos con luz; crear hidróxido mediante álcali o tratamiento hidrotérmico; el tratamiento superficial mediante bombardeo iónico con iones de potasio o iones de sodio; y utilizar el cambio en la tensión superficial de la solución -L- mediante la formación de poros diminutos en la superficie mediante recubrimiento con pulverización o matriz pulvimetalúrgica, de manera que la capa de tratamiento superficial obtenida de este modo permite reducir el ángulo de contacto de la solución con respecto a la superficie -10- del orificio pasante -1-, mejorando de ese modo la acción humectante de la solución en la misma. Alternativamente, la superficie -10- del orificio pasante -1- puede sufrir la eliminación de organismos grasos a través de un procesamiento con ácido o a la llama, pulido electrolítico, etc., de manera que se pueda reducir el ángulo de contacto -X-. Si ello no provoca problemas en la resistencia, la matriz se puede fabricar preferentemente de los materiales hidrófilos mostrados en las tablas 1 y 2. Alternativamente, los metales tales como hierro o metal duro pueden tener dispersadas en los mismos las sustancias mostradas en la tabla 1, para mejorar la resistencia y la dureza. La aleación con metales fácilmente oxidables tales como Ti, V, Si y Al, etc., a utilizar como el material de la matriz es asimismo efectiva para mejorar las propiedades hidrófilas. En el caso de recubrimiento, el recubrimiento de hierro o metal duro junto con los materiales hidrófilos es deseable dado que dicho recubrimiento puede satisfacer tanto la larga duración como las propiedades hidrófilas de la matriz.

Tabla 1

Ejemplos de sustancias hidrófilas

Elementos de enlace hidrófilo o sustancias hidrófilas	Ionicidad aproximada del enlace	Razón principal de la propiedad hidrófila
Cs-F, Fr-F	93%	debido a la gran ionicidad (polaridad) de los enlaces
K-F, Rb-F	92%	
Na-F, Ba-F, Ra-F	91%	
Li-F, Ca-F, Sr-F	89%	
Ac-F, lantánido-F	88%	
Mg-F, Y-F, Cs-O, Fr-O	86%	
Se-F, Hf-F, Th-F, K-O, Rb-O	84%	
Zr-F, Pa-F, U-F, Na-O, Ba-O, Ra-O	82%	
Be-F, Al-F, Ti-F, Ta-F, Mn-F, Li-O, Ca-O, Sr-O	79%	
Nb-F, V-F, Cr-F, Zn-F, Ga-F, Ac-O, lantánido-O	76%	
W-F, Cd-F, In-F, Mg-O, Y-O, Cs-O, Fr-O, Cs-N, Fr-N, Cs-Cl, Fr-Cl	73%	
Mo-F, Fe-F, Tl-F, Si-F, Ge-F, Sn-F, Se-O, Hf-O, Th-O, K-N, Rb-N, K-Cl, Rb-Cl	70%	
Re-F, Tc-F, Co-F, Ni-F, Cu-F, Ag-F, Hg-F, Pb-F, Sb-F, Bi-F, Zr-O, Pa-O, U-O, Na-N, Ba-N, Ra-N, Na-Cl, Ba-Cl, Ra-Cl, Cs-Br, Fr-Br	67%	
B-F, As-F, Po-F, Be-O, Al-O, Ti-O, Ta-O, Mn-O, Li-N, Ca-N, Sr-N, Li-Cl, Ca-Cl, Sr-Cl, K-Br, Rb-Br	63%	
P-F, Te-F, Nb-O, V-O, Cr-O, Zn-O, Ga-O, Ac-N, lantánido-N, Ac-Cl, lantánido-Cl, Na-Br, Ba-Br, Ra-Br	59%	
Ru-F, Os-F, Rh-F, Ir-F, Pd-F, Pt-F, At-F, W-O, Cd-O, In-O, Mg-N, Y-N, Cs-N, Fr-N, Mg-Cl, Y-Cl, Cs-Cl, Fr-Cl, Li-Br, Ca-Br, Sr-Br, Cs-C, Fr-C, Cs-S, Fr-S, Cs-I, Fr-I	55%	

5

Tabla 2

Ejemplos de sustancias hidrófilas

Elementos de enlace hidrófilo o sustancias hidrófilas	Ionicidad aproximada del enlace	Razón principal de la propiedad hidrófila	
Mo-O, Fe-O, Tl-O, Si-O, Ge-O, Sn-O, Se-N, Hf-N, Th-N, Se-Cl, Hf-Cl, Th-Cl, Ac-Br, lantánido-Br, K-C, Rb-C, K-S, Rb-S, K-I, Rb-I	51%	debido a la gran ionicidad (polaridad) de los enlaces	
Au-F, Se-F, Re-O, Tc-O, Co-O, Ni-O, Cu-O, Ag-O, Hg-O, Pb-O, Sb-O, Bi-O, Zr-N, Pa-N, U-N, Zr-Cl, Pa-Cl, U-Cl, Mg-Br, Y-Br, Na-C, Ba-C, Ra-C, Na-S, Ba-S, Ra-S, Na-I, Ba-I, Ra-I	47%		
B-O, As-O, Po-O, Be-N, Al-N, Ti-N, Ta-N, Mn-N, Be-Cl, Al-Cl, Ti-Cl, Ta-Cl, Mn-Cl, Se-Br, Hf-Br, Th-Br, Li-C, Ca-C, Sr-C, Li-S, Ca-S, Sr-S, Li-I, Ca-I, Sr I	43%		
P-O, Te-O, Nb-N, V-N, Cr-N, Zn-N, Ga-N, Nb-Cl, V-Cl, Cr-Cl, Zn-Cl:Ga-Cl, Zr-Br, Pa-Br, U-Br, Ac-C, lantánido-C, Ac-S, lantánido-S, Ac-I, lantánido-I	39%		
Ru-O, Os-O, Rh-O, Ir-O, Pd-O, Pt-O, At-O, W-N, Cd-N, In-N, W-Cl, Cd-Cl, In -Cl, Be-Br, Al-Br, Ti-Br, Ta-Br, Mn-Br, Mg-C, Y-C, Cs-C, Fr-C, Mg-S, Y-S, Cs-S, Fr-S, Mg-I, Y-I, Cs-I, Fr-I	35%		
Mo-N, Fe-N, Tl-N, Si-N, Ge-N, Sn-N, Mo-Cl, Fe-Cl, Tl-Cl, Si-Cl, Ge-Cl, Sn-Cl, Nb-Br, V-Br, Cr-Br, Zn-Br, Ga-Br, Se-C, Hf-C, Th-C, Se-S, Hf-S, Tb-S, Se-I, Hf-I Th-I	30%	debido a la inclusión del grupo hidroxilo	
Sustancias generales que incluyen un grupo hidroxilo			
Óxidos en general			debido a que la superficie cambia para incluir hidroxilo
Sustancias solubles en agua, en general			debido a ser solubles en agua
Algunos óxidos específicos (por ejemplo, óxido de titanio, óxido de zinc)		debido a la foto-excitación	

10

En el primer proceso, debido a que el calor del calentador -7- está controlado previamente por el sistema de control -9- de la temperatura, la temperatura de la superficie -10- del orificio pasante -1- se mantiene por encima de la temperatura de evaporación de la solución -L-, y por debajo de la temperatura de fusión del lubricante. A continuación, la válvula de apertura y cierre automático se abre para aplicar la solución -L- del lubricante mediante pulverización desde el elemento de pulverización -6- a la parte de moldeo -1A- de la matriz -2- calentada por el calentador -7-, estando el punzón inferior -3- encajado en el orificio pasante -1- para definir la parte de moldeo -1A-. En este momento, se permite que el ángulo -X- de contacto de la solución -L-, que sería el ángulo -Y- de contacto sin la capa -11- de tratamiento superficial, sea menor que el ángulo -X- debido a la capa -11- de tratamiento superficial, lo que permite impedir que la solución -L- sea repelida, por lo que se aplica a toda la superficie del orificio pasante -1- y lo humedece. Como resultado, la solución -L- se evapora y se seca, y de este modo se permite que crezcan cristales en toda la capa -11- de tratamiento superficial del orificio pasante -1-, de modo que se forma uniformemente una capa cristalizada -B- que sirve como capa de lubricación del lubricante.

A continuación, tal como se muestra en un segundo proceso mostrado en la figura 2, el alimentador -5- se desplaza hacia adelante de manera que cae polvo -M- en crudo en la parte de moldeo -1A- para llenarla. Posteriormente, tal como se muestra en un tercer proceso mostrado en la figura 3, la matriz -2- se desplaza hacia abajo, mientras el punzón superior -4- se introduce en la parte de moldeo -1A- del orificio pasante -1- desde arriba del mismo, de tal modo que el polvo -M- en crudo se comprime de manera que queda intercalado entre el punzón superior -4- y el punzón inferior -3-. En esta etapa, un extremo inferior del punzón inferior -3- está retenido firmemente en posición. En este tercer proceso, el polvo -M- de material se comprime al ser presionado contra la capa cristalizada -B- formada por el lubricante, siendo impartida al mismo una propiedad de lubricación mediante la capa -B-.

El producto compactado -A- moldeado por compresión de este modo, se hace extraíble cuando la matriz -2- se desplaza más hacia abajo hasta que la superficie superior de la matriz -2- llega a estar esencialmente a la misma altura que la superficie superior del punzón inferior -3-, tal como se ilustra en un cuarto proceso mostrado en la figura 4. Cuando éste se extrae, se permite que el producto compactado -A- contacte con la capa cristalizada -B- formada por el lubricante en estado lubricado. Después de extraer el producto compactado -A- de este modo, se repite el primer proceso y por lo tanto se aplica de nuevo la solución -L- a la parte de moldeo -1A- para formar la capa cristalizada -B-, y a continuación se llena con el polvo -M- en crudo la parte de moldeo -1A-.

Tal como resulta evidente a partir de lo anterior, la superficie -10- del orificio pasante -1- está formada con la capa -11- de tratamiento superficial, de manera que tiene el mismo ángulo -X- de contacto con la solución -L- que el ángulo -Y- de contacto de la matriz -2- con la solución -L-, según la realización anterior. Por lo tanto, cuando se aplica la solución -L-, se mejora la acción humectante de la solución -L- con respecto al orificio pasante -1- de manera que la solución -L- se puede extender sobre la capa -11- de tratamiento superficial, eventualmente sobre toda la superficie del orificio pasante -1-. Por consiguiente, toda la superficie del mismo puede estar formada con la capa cristalizada -B- llevando a cabo la evaporación del agua. Como resultado, se pueden obtener productos compactados -A- de alta densidad.

Asimismo, antes de llenar la parte de moldeo -1A- con el polvo -M- en crudo, se aplica a la parte de moldeo -1A- la solución -L- con un lubricante disuelto en un disolvente formando una fase uniforme, y a continuación la solución -L- se evapora para formar de ese modo la capa cristalizada -B- sobre la parte de moldeo -1A-. Por lo tanto, la capa fina cristalizada -B- para la lubricación se forma sobre la superficie periférica de la parte de moldeo -1A-, permitiendo de este modo la reducción de la fuerza necesaria para extraer el producto compactado -A- desde la parte de moldeo -1A- mejorando asimismo la densidad del mismo.

Sigue una descripción de una segunda y una tercera realizaciones haciendo referencia a las figuras 5 y 6, 7 y 8, respectivamente, en las que los mismos símbolos de referencia que los de la primera realización se indicarán mediante los mismos símbolos, y se omite su descripción detallada repetida. La segunda realización no se reivindica, pero es útil para la comprensión de antecedentes.

Según la segunda realización, la superficie superior -2A- de la matriz -2- está formada con una capa -21- de tratamiento superficial mediante un tratamiento para impartir un carácter hidrófobo a la superficie -2A- para mejorar su capacidad de repelencia a los líquidos (es decir, reduciendo la acción humectante de la solución -L-) con respecto a la superficie -2A-, o disponiendo sobre la misma un material hidrófobo. El ángulo -Y'- de contacto de la capa -21- de tratamiento superficial con respecto a la solución -L- es mayor que el ángulo -X'- de contacto de la superficie fabricada del material de la propia matriz -2-, o de la superficie -10- del orificio pasante -1-, con respecto a la solución -L- (es decir,  $Y' > X'$ ), permitiendo por lo tanto que se reduzca dicha acción humectante. La capa -21- de tratamiento superficial puede estar formada a partir de una resina basada en silicona o basada en flúor, tal como las que incluyen enlaces Si-H, enlaces C-H, etc., o de sustancias no polares, tal como las mostradas en la siguiente tabla 3.

Tabla 3

Ejemplos de sustancias hidrófobas

Elementos con enlaces hidrófobos o sustancias hidrófobas	Ionicidad aproximada del enlace	Razón principal para el carácter hidrófobo
Re-H, Tc-H, Co-H, Ni-H, Cu-H, Ag-H, Hg-H	1%	debido a la reducida ionicidad (polaridad) de los enlaces
Mo-H, Fe-H, Tl-H, Si-H	3%	
H-C, P-C, Te-C, H-S, P-S, Te-S, H-I, P-I, Te-I, W-H, Cd-H, In-H	4%	
B-C, As-C, Po-C, B-S, As-S, Po-S, B-I, As-I, Po-I, Nb-H, V-H, Cr-H, Zn-H, Ga -H,	7%	
Re-C, Tc-C, Co-C, Ni-C, Cu-C, Ag-C, Hg-C, Pb-C, Sb-C, Bi-C, Re-S, Tc-S, Co-S, Ni-S, Cu-S, Ag-S, Hg-S, Pb-S, Sb-S, Bi-S, Re-I, Tc-I, Co-I, Ni-I, Cu-I, Ag-I, Hg-I, Pb-I, Sb-I, Bi-I, Be-H, Al-H, Ti-H, Ta-H, Mn-H,	9%	
Mo-C, Fe-C, Tl-C, Si-C, Ge-C, Sn-C, Mo-S, Fe-S, Tl-S, Si-S, Ge-S, Sn-S, Mo-I, Fe-I, Tl-I, Si-I, Ge-I, Sn-I, Zr-H, Pa-H, U-H	11%	
Sustancias no polares en general		debido a ser no polar

5 Según la segunda realización, por lo tanto, la válvula de apertura y cierre automático se abre, de manera que la solución -L- del lubricante se pulveriza desde el elemento -6- de pulverización y se aplica a la parte de moldeo -1A- de la matriz -2- que está precalentada mediante el calentador -7-. En este momento, es probable que parte de la solución -L- se fije a la superficie superior -2A- de la matriz -2-. Sin embargo, el ángulo mencionado anteriormente -Y'- de contacto de la solución -L- con la superficie superior -2A- sobre la que está dispuesta la capa -21- de tratamiento superficial, resulta mayor que el ángulo -X'- de contacto directo de la misma con la matriz -2-, por lo que permite que se repela la solución -L-, impidiendo por lo tanto que la solución -L- se recoja sobre la superficie -2A-.

15 Tal como resulta evidente a partir de lo anterior, dado que la capa superior -2A- de la matriz -2- está formada con la capa -21- de tratamiento superficial de manera que tiene un ángulo -Y'- de contacto con la solución -L- mayor que el ángulo -X'- de contacto de la matriz -2- con la solución -L-, se pueden mejorar por lo tanto las propiedades hidrófobas en la superficie superior -2A-, haciendo menos probable que la solución -L- se acumule o se recoja sobre la superficie superior -2A- (la capa -21- de tratamiento superficial), impidiendo por lo tanto que la solución -L- se recoja sobre la superficie superior -2A- (capa -21- de tratamiento superficial) lo que, a su vez, hace menos probable que el polvo -M- en crudo contenido en el alimentador -5- contacte con la solución -L-, permitiendo por lo tanto impedir que el polvo -M- en crudo se apelmace.

25 Según la tercera realización, encima del orificio pasante -1- está dispuesto el elemento -6- de pulverización que sirve como un medio de aplicación de soluciones para pulverizar la solución -L- de manera que fija la misma a la parte de moldeo -1A-. El elemento -6- de pulverización está dispuesto de manera que está situado frente al orificio pasante -1-. La solución -L- contiene componentes que mejoran la acción humectante de la solución -L- con respecto a la superficie -10- del orificio pasante -1-. Los componentes de mejora de la acción humectante son aquellos que pueden hacer menor el ángulo -X"- de contacto de la solución -L- con la superficie -10-, tales como los agentes de acción superficial. Alternativamente, se puede utilizar el líquido de dispersión producido dispersando lubricante en agua en lugar de la solución -L-. También en este caso, dicho líquido de dispersión debería contener componentes de mejora de la acción humectante.

35 Por lo tanto, la válvula de apertura y cierre automáticos se abre para aplicar la solución -L- del lubricante mediante pulverización desde el elemento de pulverización -6- a la parte de moldeo -1A- de la matriz -2- calentada por el calentador -7-, estando el punzón inferior -3- ajustado en el orificio pasante -1- para definir la parte de moldeo -1A-. En este momento, se permite que el ángulo -X"- de contacto de la solución -L-, que sería mayor sin los componentes de mejora de la acción humectante, sea lo suficientemente pequeño debido a los componentes, permitiendo por lo tanto impedir la repulsión de la solución -L-, para que de ese modo ésta se aplique a toda la superficie -10- del orificio pasante -1- y la humedezca. Como resultado, la solución -L- se evapora y se seca, y por lo tanto se permite que crezcan cristales en todo el entorno de la capa -11- de tratamiento superficial del orificio pasante -1-, de manera que se forma uniformemente una capa cristalizada -B- del lubricante.

45 Tal como resulta evidente por lo anterior, dado que la solución -L- contiene componentes que mejoran la acción humectante para reducir el ángulo -X"- de contacto con la superficie -10-, la acción humectante de la solución -L- en el orificio pasante -1- mejora cuando se aplica la solución -L-, permitiendo por lo tanto que la solución -L- se extienda sobre toda la superficie -10- del orificio pasante -1-, de manera que la solución -L- se evapora y se seca para permitir de ese modo que la capa cristalizada -B- crezca completamente, permitiendo de ese modo que se obtengan de manera estable productos compactados de alta densidad.

## ES 2 573 534 T3

Se explicarán a continuación ejemplos preferentes y ejemplos comparativos haciendo referencia a la tabla 4. En cada uno de los ejemplos preferentes y de los ejemplos comparativos mostrados en la tabla 4, se han utilizado polvos de hierro (diámetro promedio de las partículas: 90, μm) como el polvo en crudo, y se llenaron 7 g de la mezcla de polvo en crudo en un molde formando una columna cilíndrica con un área de compresión de 1 cm<sup>2</sup>, y a continuación se formaron los productos compactados a una presión de formación de 8 t/cm<sup>2</sup>. En los ejemplos preferentes, se aplicó una solución al 1 % de fosfato de hidrógeno dipotásico como lubricante soluble en agua a la parte de moldeo de la matriz recubierta con material hidrófilo y se calentó a 250°C, a continuación se evaporó y se secó para formar la capa cristalizada, y después se llenó con polvos en crudo en esta parte de moldeo. En el ejemplo comparativo 1, después de aplicar el lubricante a la parte de moldeo de una matriz normal calentada a 250°C, éste se secó y se llenó a continuación esta parte de moldeo con el polvo en crudo. En el ejemplo comparativo 2, después de aplicar el lubricante a la parte de moldeo de la matriz normal calentada a 150°C, éste se secó y se llenó a continuación la parte de moldeo con el polvo en crudo. El ejemplo comparativo 3 es un caso en el que se calentó una matriz normal a 150°C y se llenó a continuación la parte de moldeo con el polvo en crudo sin aplicación de lubricante. En otro ejemplo, si utilizó SKH-51, que se emplea habitualmente para acero de herramientas, para la parte de moldeo de dicha matriz normal.

Tabla 4

	1º ej.	2º ej.	3º ej.	4º ej.	5º ej.	6º ej.	1º ej. c.	2º ej. c.	3º ej. c.
Elemento de enlace hidrófilo	Al-O Ti-O	Al-O	Ti-O	Al-O Mg-O	Al-O Si-O	Al-O Ca-O	ninguno	ninguno	ninguno
Componentes de recubrimiento hidrófilo	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60% TiO <sub>2</sub> 60%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Espinela	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60% SiO <sub>2</sub> 40%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60% CaO 40%	ninguno	ninguno	ninguno
Proceso para recubrimiento hidrófilo	Recubrimiento por pulverización	Recubrimiento por pulverización	Recubrimiento por pulverización	Recubrimiento por pulverización	Recubrimiento por pulverización	Recubrimiento por pulverización	ninguno	ninguno	ninguno
Lubricación de la matriz	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Temperatura de formación	250°C	250°C	250°C	250°C	250°C	250°C	256°C	150°C	150°C
Densidad de formación	7,68g/cm <sup>3</sup>	7,67g/cm <sup>3</sup>	7,68g/cm <sup>3</sup>	7,67g/cm <sup>3</sup>	7,68g/cm <sup>3</sup>	7,67g/cm <sup>3</sup>	no moldeable	7,58g/cm <sup>3</sup>	no moldeable

ej. c.: ejemplo comparativo

Los resultados de la comparación a partir de la tabla 4 indican que el moldeo de polvo se consideró imposible si se llevaba a cabo a 250°C utilizando matrices sin el recubrimiento hidrófilo, debido a que el lubricante no se fijaba completamente a la parte de moldeo. Según los ejemplos preferentes 1 a 6 en los que se utilizó moldeo de polvo, utilizando matrices con el recubrimiento hidrófilo, el moldeo de polvo se consideró posible a una temperatura mayor de 150°C, y se encontró que se pueden obtener materiales compactados de alta densidad, más densos que los formados a 150°C.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de moldeo de polvos en matriz para moldeo de polvo, que comprende:

5 una matriz (2) con un orificio pasante (1) para formar un lado de un producto compactado (A), estando definido verticalmente el orificio pasante (1) por una superficie superior (2A) de la matriz (2);

un punzón inferior (3) a ajustar en el orificio pasante (1) desde abajo;

10 un punzón superior (4) a ajustar en el orificio pasante (1) desde arriba; y

unos medios de aplicación de lubricante para aplicar un lubricante (L) al orificio pasante (1), permitiendo dichos medios de aplicación de lubricante que se aplique el lubricante (L) al orificio pasante (1) antes de llenar desde arriba el orificio pasante (1) con un polvo (M) en crudo basado en Fe o basado en Cu, estando el punzón inferior (3) ajustado en el interior del mismo, de tal manera que se permite que el punzón superior (4) se ajuste en el orificio pasante (1) después de llenar el orificio pasante (1) con el polvo (M) en crudo para formar el producto compactado (A),

caracterizado porque

20 el lubricante (L) es un líquido de dispersión o una solución producida dispersando o disolviendo lubricante en agua, y porque el orificio pasante (1) es sometido a un tratamiento superficial de manera que tiene una capa de tratamiento superficial (11) que tiene propiedades hidrófilas y está formada por cualquiera de los medios seleccionado del grupo que consiste en

25 un recubrimiento de óxido, fluoruro, nitruro, cloruro, sulfuro, bromuro, yoduro, carburo o hidróxido;

someter un recubrimiento de óxido de titanio o de óxido de zinc a una reacción fotocatalítica mediante irradiación de luz;

30 crear hidróxido mediante álcali o tratamiento hidrotérmico; o mediante bombardeo iónico con iones de potasio o iones de sodio;

y utilizar el cambio en la tensión superficial de la solución para formar poros finos en la superficie;

35 de tal manera que el ángulo (X) de contacto de la capa (11) de tratamiento superficial con respecto al lubricante (L) es menor que el ángulo (Y) de contacto de la propia matriz (2) con respecto al lubricante (L).

40 2. Aparato para moldeo de polvo con matriz, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha capa (11) de tratamiento superficial está formada mediante el recubrimiento de cualquier compuesto seleccionado del grupo que consiste en:

Cs-F, Fr-F,

45 K-F, Rb-F,

Na-F, Ba-F, Ra-F,

50 Li-F, Ca-F, Sr-F,

Ac-F, lantánido-F

Mg-F, Y-F, Cs-O, Fr-O,

55 Se-F, Hf-F, Th-F, K-O, Rb-O,

Zr-F, Pa-F, U-F, Na-O, Ba-O, Ra-O,

Be-F, Al-F, Ti-F, Ta-F, Mn-F, Li-O, Ca-O, Sr-O

60 Nb-F, V-F, Cr-F, Zn-F, Ga-F, Ac-O, lantánido-O

W-F, Cd-F, In-F, Mg-O, Y-O, Cs-N, Fr-N, Cs-Cl, Fr-Cl,

65 Mo-F, Fe-F, Tl-F, Si-F, Ge-F, Sn-F, Se-O, Hf-O, Th-O, K-N, Rb-N, K-Cl, Rb-Cl, Re-F, Tc-F, Co-F, Ni-F, Cu-F, Ag-F, Hg-F, Pb-F, Sb-F, Bi-F, Zr-O, Pa-O, U-O, Na-N, Ba-N, Ra-N, Na-Cl, Ba-Cl, Ra-Cl, Cs-Br, Fr-Br,

## ES 2 573 534 T3

- B-F, As-F, Po-F, Be-O, Al-O, Ti-O, Ta-O, Mn-O, Li-N, Ca-N, Sr-N, Li-Cl, Ca-Cl, Sr-Cl, K-Br, Rb-Br,
- 5 P-F, Te-F, Nb-O, V-O, Cr-O, Zn-O, Ga-O, Ac-N, lantánido-N, Ac-Cl, lantánido-Cl, Na-Br, Ba-Br, Ra-Br
- Ru-F, Os-F, Rh-F, Ir-F, Pd-F, Pt-F, At-F, W-O, Cd-O, In-O, Mg-N, Y-N, Cs-N, Fr-N, Mg-Cl, Y-Cl, Cs-Cl, Fr-Cl, Li-Br, Ca-Br, Sr-Br, Cs-C, Fr-C, Cs-S, Fr-S, Cs-I, Fr-I,
- 10 Mo-O, Fe-O, Tl-O, Si-O, Ge-O, Sn-O, Se-N, Hf-N, Th-N, Se-Cl, Hf-Cl, Th-Cl , Ac-Br, lantánido-Br, K-C, Rb-C, K-S, Rb-S, K-I, Rb-I
- Au-F, Se-F, Re-O, Tc-O, Co-O, Ni-O, Cu-O, Ag-O, Hg-O, Pb-O, Sb-O, Bi-O, Zr-N, Pa-N, U-N, Zr-Cl, Pa-Cl, U-Cl, Mg-Br, Y-Br, Na-C, Ba-C, Ra-C, Na-S, Ba-S, Ra-S, Na-I, Ba-I, Ra-I
- 15 B-O, As-O, Po-O, Be-N, Al-N, Ti-N, Ta-N, Mn-N, Be-Cl, Al-Cl, Ti-Cl, Ta-Cl, Mn-Cl, Se-Br, Hf-Br, Th-Br, Li-C, Ca-C, Sr-C, Li-S, Ca-S, Sr-S, Li-I, Ca-I, Sr I
- P-O, Te-O, Nb-N, V-N, Cr-N, Zn-N, Ga-N, Nb-Cl, V-Cl, Cr-Cl, Zn-Cl:Ga-Cl, Zr-Br, Pa-Br, U-Br, Ac-C, lantánido-C, Ac-S, lantánido-S, Ac-I, lantánido-I
- 20 Ru-O, Os-O, Rh-O, Ir-O, Pd-O, Pt-O, At-O, W-N, Cd-N, In-N, W-Cl, Cd-Cl, In-Cl, Be-Br, Al-Br, Ti-Br, Ta-Br, Mn-Br, Mg-C, Y-C, Mg-S, Y-S, Mg-I, Y-I.
- 25 Mo-N, Fe-Ne-N, Tl-N, Si-N, Ge-N, Sn-N, Mo-Cl, Fe-Cl, Tl-Cl, Si-Cl, Ge-Cl, Sn-Cl, Nb-Br, V-Br, Cr-Br, Zn-Br, Ga-Br, Se-C, Hf-C, Th-C, Se-S, Hf-S, Th-S, Se-I, Hf-I y Th-I.

FIG. 1

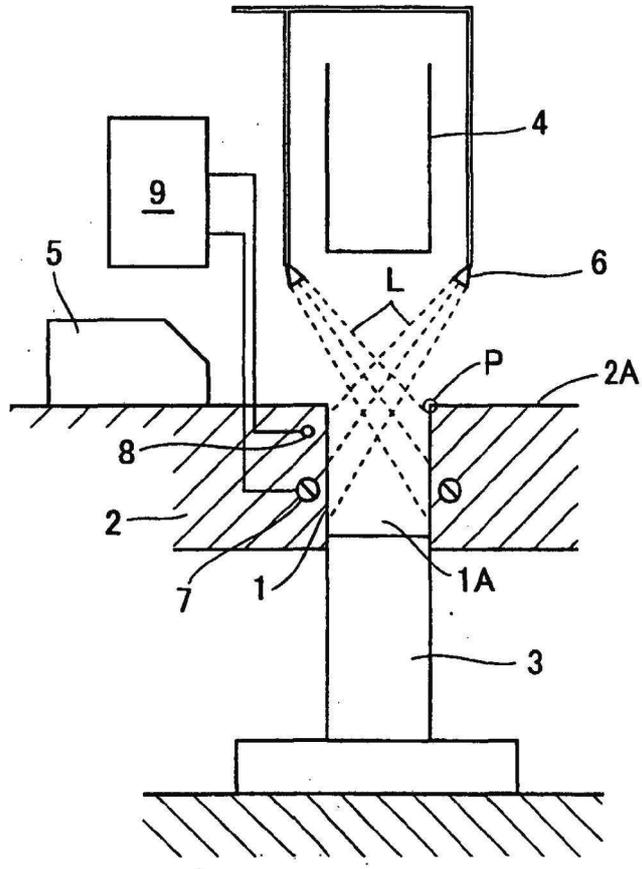


FIG. 1A

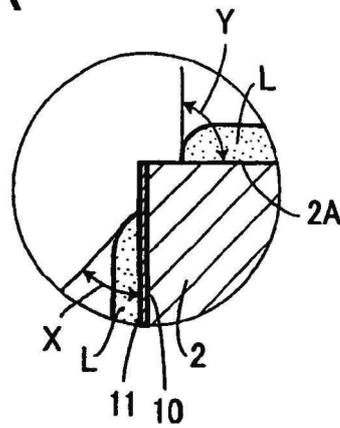


FIG. 2

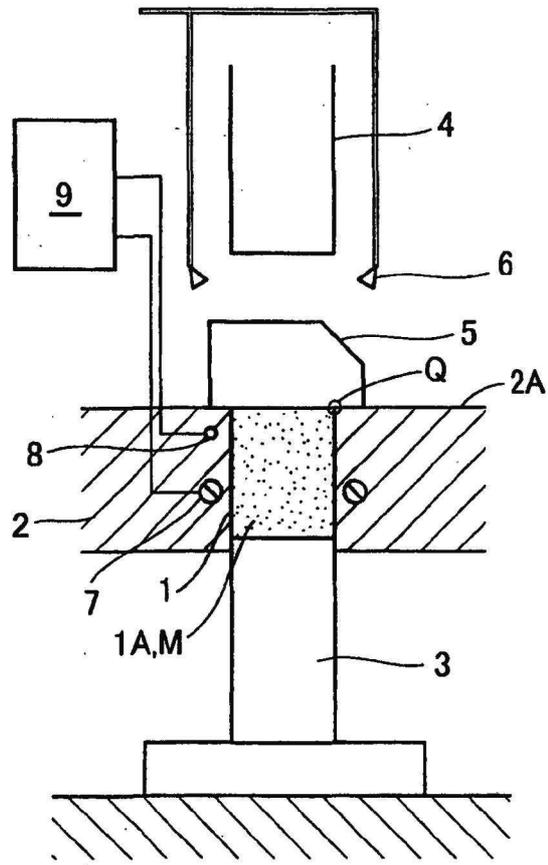


FIG. 2A

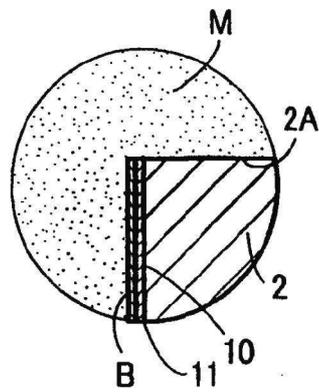


FIG. 3

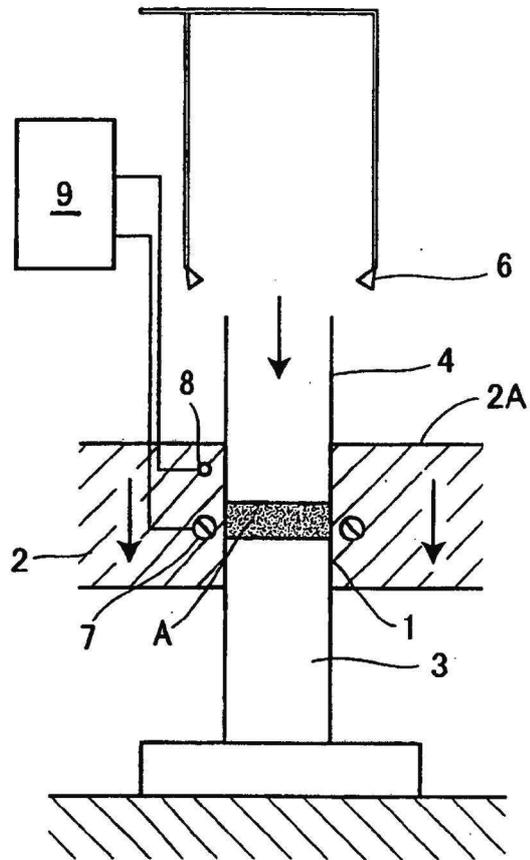






FIG. 6

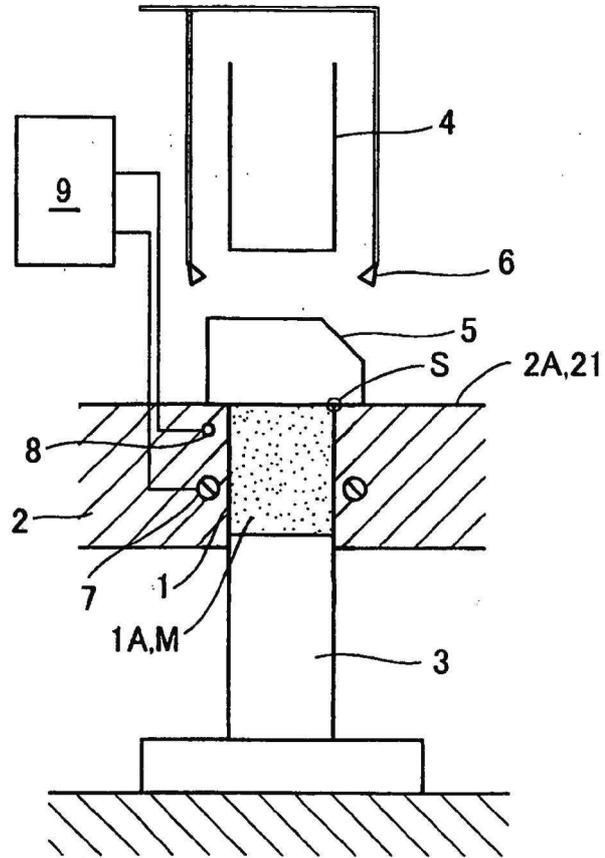


FIG. 6A

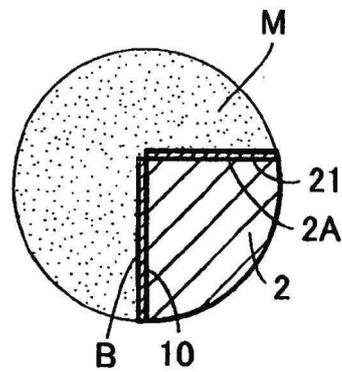


FIG. 7

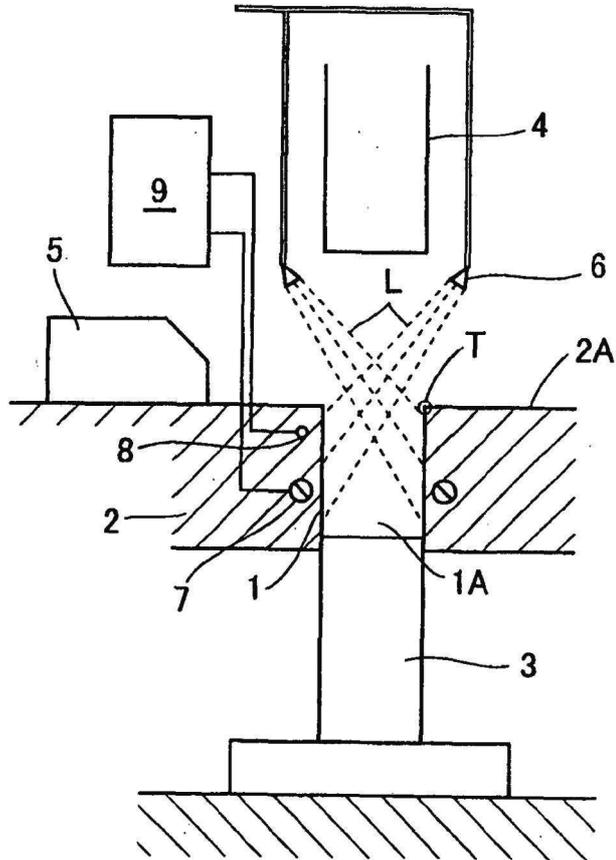


FIG. 7A

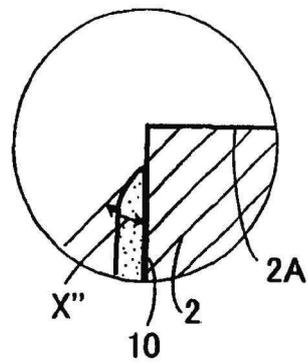


FIG. 8

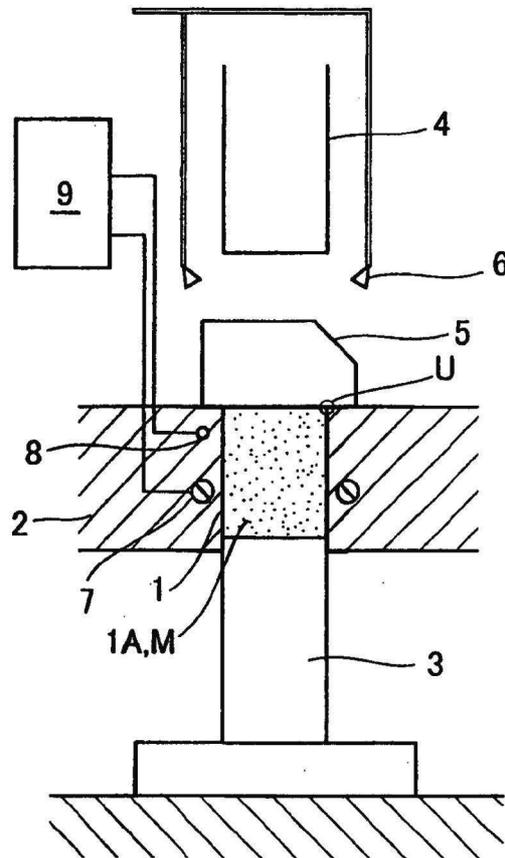


FIG. 8A

