



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 447**

51 Int. Cl.:
B22F 3/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02709934 .0**

86 Fecha de presentación : **16.01.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1379346**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.01.2004**

54 Título: **Paneles, cuerpos y pellets metálicos espumados o espumables.**

30 Prioridad: **16.01.2001 US 261218 P**
29.01.2001 CA 2332674
12.04.2001 CA 2344088

73 Titular/es: **Ags Taron Investments Inc.**
1405 Transcanada, Suite 410
Dorval, Quebec H9P 2V9, CA

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

72 Inventor/es: **Vatchiants, Serguei**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Paneles, cuerpos y pellets metálicos espumados o espumables.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de metalurgia en polvo. Más específicamente, se refiere a un método para manufacturar metal espumable o cuerpos compuestos de metal y su uso, particularmente como material ligero y rígido, con impacto mejorado, energía, absorción de sonido y propiedades retardantes al calor. También preferiblemente de interés ambientalmente amistoso y materiales de bajo costo producidos de aleaciones de aluminio reciclados o desechos con amplio intervalo de composiciones químicas.

Antecedentes de la invención

Conocida ya en la técnica anterior, está la Patente Alemana N° 4101630 (Patente Estadounidense N° 5.151.246), la cual describe un método para la producción de productos semi-acabados porosos a partir de polvos de aleación a base de aluminio y cobre. El método descrito en este documento, comprende las etapas de mezclar un polvo de aleación con un agente espumante, llenar un recipiente de presión con la mezcla, calentar simultáneamente el recipiente lleno y aplicar presión en la cual el agente espumante no se descompone, enfriar simultáneamente y remover la presión, desmontar el recipiente seguido empujando la briqueta sólida de este, la cual es inmediatamente tratada con calor para producir un cuerpo poroso o es sometido a deformación en caliente preliminar vía extrusión o laminado, seguido por tratamiento en caliente. Un intervalo muy estrecho de productos en términos de tamaños y formas, se puede producir con tal método, puesto que el peso de la briqueta es 2-5 kg. Además, este método demuestra un muy bajo rendimiento, debido al calentamiento prolongado del recipiente de prensa de tamaño grande con la mezcla en polvo. Aún en el caso en donde la mezcla en polvo podría ser calentada en un recipiente que tiene 100 mm de diámetro y 400 mm de altura, la operación de calentamiento podría ser económicamente no factible.

También conocido, existe un método para la producción de productos semi-acabados porosos a partir de polvos metálicos que incorporan variantes diferentes.

Una primera variante incluye las etapas de revestir el piso inferior de un recipiente de prensa con una capa metálica libre de agente espumante, cubrir la capa metálica con una mezcla en polvo que comprende un agente espumante, y después, cubrir la capa de mezcla en polvo con una segunda capa metálica libre del agente espumante. El recipiente es entonces calentado, y se lleva a cabo la compactación por calor. La forma del cuerpo producido se puede cambiar vía deformación. Entonces, el cuerpo es alveolar por formación de un nuevo cuerpo en donde una capa metálica altamente alveolar porosa aparece entre las dos capas metálicas.

Una segunda variante incluye las etapas de disponer un disco metálico denso en un recipiente de prensa vacío, adaptado para extrusión y llenar el recipiente con una mezcla en polvo que contiene un agente espumante. Después, el recipiente con la mezcla en polvo, es sometido a calentamiento seguido por la aplicación de una presión de aproximadamente 60 MPa. Debido a la presión, la parte central del disco metálico duro, el cual boquea el agujero del troquel de prensa, comienza a fluir a través de este agujero y asegura el proceso de extrusión. Durante las etapas de extrusión subsecuentes, la mezcla en polvo compactada, elásticamente se deforma y fluye a través del agujero de troquel. También en este caso, la capa metálica densa cubre la mezcla en polvo extruida, la cual está lista para espumar. Después de espumar este cuerpo combinado, la capa metálica cubre un núcleo que consiste de espuma alta porosa.

Las palanquillas combinadas producidas vía ambas variantes, pueden ser además, laminadas en hojas y debido a una temperatura de tratamiento por calor, pueden ser transformadas en un cuerpo metálico poroso (Patente Estadounidense N° 5.151.246, Septiembre 1992, B 22 F 3/18, B 22 F 3/24).

También conocido de la técnica anterior, está un proceso que incluye las etapas de mezclar un polvo de aleación con un agente espumante y laminar la mezcla a lata temperatura (en el intervalo de aproximadamente 400°C para aluminio), en varios pasos de laminado. El calentamiento intermedio del material pre-laminado después del paso de rodillo individual, es una medida significativa para evitar ampliamente la creación de fisuras de bordos. Esto produce una unión de partículas en polvo propulsoras y metálicas en la punta del rodillo y forma un sello hermético al gas para las partículas gaseosas del propulsor. Este cuerpo puede ser transformado por tratamiento por calor en un cuerpo metálico poroso.

Las desventajas de estas técnicas son la posibilidad limitada de producción de productos semi-acabados, especialmente láminas de tamaños comerciales, baja proporción y rendimiento de producto, altos costos de manufacturación.

También conocido en el campo general de metalurgia en polvo, está un proceso descrito en el documento EP 0127312 y en el documento US 4.820.141 (EP 0271095). Estos documentos, que no se refieren a la producción de espuma metálica, son dados como ejemplos de la técnica relacionada con la presente invención.

El documento EP 0127312 describe un proceso para la consolidación de polvos metálicos en configuración de pastillas, en los cuales el metal en polvo es encapsulado, calentado e insertado en un troquel de contención y es sometido a una operación de laminado para consolidar el polvo.

El documento US 4.820.141, describe un método para formar polvo metálico o no metálico, sin equilibrio y/o metastable, materiales de alambres finos u hojas, en un cuerpo sólido. El método descrito comprende, cargar el material en un recipiente metálico, someter el recipiente metálico que contiene el material a laminado a una temperatura en la cual, las propiedades inherentes del material se mantienen, y posteriormente, remover el recipiente metálico.

El método de la presente invención es distinto de y supera varias desventajas de la técnica anterior, como se discutirá en detalle posteriormente.

De conformidad con un aspecto, la presente invención también proporciona un método para la producción de un producto de metal denso, que comprende las etapas de:

- a) proporcionar piezas metálicas y desintegrar dichas piezas en partículas metálicas más pequeñas;
- b) mezclar las partículas metálicas con un aditivo que tiene una temperatura de descomposición que es mayor que una temperatura sólida de dichas partículas metálicas;
- c) verter la mezcla de la etapa b) en una segunda cubierta metálica de volumen cerrado, que tiene un espesor dado y proporcionar una cubierta metálica con al menos, un paso por gases para escape;
- d) incrementar la densidad de la cubierta metálica aplicando presión;
- e) calentar la cubierta metálica a una temperatura por encima de la temperatura igual a la temperatura sólida de las partículas metálicas, menos 55°C más o menos 5°C (por ejemplo, si la temperatura sólida es 480°C, la cubierta metálica será calentada a una temperatura por encima de 80°C menos 55°C, es decir, por encima de 425°C más o menos 5°C) y por debajo de dicha temperatura de descomposición del aditivo, y aplicar inmediatamente presión en la cubierta metálica, suficiente para comprimir las partículas metálicas y crear condiciones de micro-corte entre las partículas metálicas, para obtener un producto de metal denso.

Las piezas metálicas son preferiblemente elaboradas de desechos de aluminio reciclados. Ventajas del proceso en tal caso son las siguientes: su simpatía ambiental puesto que usa material reciclado, su efectividad de costo, puesto que los desechos de aluminio reciclado son fácilmente disponibles a bajo precio. Otra desventaja es el hecho de que las impurezas químicas contenidas en los desechos de metal de aluminio funcionan como aditivos útiles, los cuales proporcionan determinadas propiedades ventajosas al producto final.

Las partículas más pequeñas de la etapa a) son preferiblemente trozos metálicos o un polvo de partículas metálicas finamente dispersada.

Preferiblemente, el método comprende, antes de la etapa d), la etapa de pre-compactar la mezcla. Más preferiblemente, la pre-compactación se realiza por vibración.

También preferiblemente, el aditivo es un agente espumante, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste de TiH_2 , y $CaCO_3$ que se descomponen en gas a una temperatura mayor que la temperatura de descomposición mencionada anteriormente. En este caso, el método además comprende preferiblemente, después de la etapa e), una etapa de calentamiento del producto de metal denso, sin o con la cubierta metálica, a una temperatura mayor que la temperatura de descomposición del agente espumante, para obtener un producto de metal en espuma.

En la etapa e), la presión es preferiblemente aplicada laminando en caliente la cubierta metálica. Más preferiblemente, el laminado en caliente se realiza con una fuerza de compresión suficiente para obtener un producto de metal denso del 95-100%.

La cubierta metálica de volumen cerrado usada en la etapa d), preferiblemente comprende dos superficies principales longitudinales continuas con bordes laterales, y es deformable en una dirección transversal.

Las dos superficies longitudinales se pueden obtener a partir de dos bobinas de tiras metálicas, como se discutirá además posteriormente. En este caso, el laminado en caliente de la etapa e) es preferiblemente realizado por al menos, un rodillo que se mueve a lo largo de una de las superficies de la cubierta. Más preferiblemente, la cubierta es enrollada en caliente entre dos rodillos.

Las superficies continuas son preferiblemente, parcialmente cerradas en sus bordes laterales para proporcionar al menos, un paso para que el metal escape o deje gases escapar en la dirección longitudinal. El cierre parcial puede elaborarse por un proceso seleccionado del grupo que consiste de soldadura continua, doblado, sujeción y unión.

Alternativamente, la cubierta metálica de volumen cerrado, se puede obtener proporcionando una charola de forma especial o plana, con una tapa. En este caso, la etapa c) comprende las etapas de verter la mezcla en la charola y cerrar la tapa de la charola dejando al menos un pasaje. Tal(es) pasaje(s) se pueden obtener de manera discontinua soldando, doblando, sujetando o uniendo la tapa en las paredes laterales de la charola o proporcionando perforación en la cubierta misma.

La etapa d) de incrementar la densidad de la cubierta metálica, preferiblemente comprende la etapa de laminar en frío la cubierta metálica.

De conformidad con todavía una modalidad preferida de la invención, el método incorpora mezclar las aleaciones de aluminio en polvo de varios sistemas: Al-Cu-Mg-Si, Al-Mg-Si, Al-Mg-Cu-Si (aleaciones fundidas), Al-Cu-Mg-Mn, Al-Mg-Cu, Al-Zn-Cu-Mg, Al-Zn-Mg-Cu (aleaciones forjadas), con un agente espumante. En una variante, la mezcla obtenida es llenada en un molde reutilizable dividido, el cual es calentado con la mezcla en polvo. El calentamiento de la mezcla en polvo se lleva a cabo a una temperatura, la cual asegura la sinterización después del enfriamiento a la temperatura de 10-20°C por debajo de los sólidos de la mayoría de eutécticos fusionables. Como un resultado, la mezcla en polvo pierde su capacidad de flujo. Después de remover el fondo del molde, el molde caliente se coloca en el recipiente de una prensa vertical. El ariete de esta prensa empuja la mezcla en polvo sinterizada fuera del molde en el recipiente de prensa, después, un bloque falso se coloca y la compactación en caliente de la mezcla en polvo sinterizada se lleva a cabo a una presión baja específica, para producir las briquetas fácilmente rompibles y porosas (densidad relativa 86-92%). Usando máquinas altamente eficientes, las briquetas enfriadas con reducidas a trozos en forma de fragmentos con partículas en polvo de 0,5-5,0 mm de tamaño, la composición química del cual se conforma con aquella del polvo de aleación de aluminio inicial con distribución uniforme del agente espumante.

El método de la presente invención puede ser usado para producción de cuerpos metálicos porosos por las partes y elementos estructurales usados en ingeniería civil, maquinaria, industria automotriz y de aviación y otras, en donde son requeridas la combinación de tales propiedades únicas de este material como resistencia específica elevada y rigidez, absorción de energía, aislamiento de calor y aislamiento de sonido, peso ligero, incombustibilidad, flotabilidad y aceptabilidad ambiental absoluta.

Breve descripción de los dibujos

Éstos y otros objetos y ventajas de la invención llegarán a ser aparentes después de leer la descripción detallada y después de referirse a los dibujos en los cuales, las Figuras 1 a 7 son representaciones esquemáticas de las secuencias de etapas de un método de conformidad con una modalidad preferida de la invención. La descripción detallada de cada figura es como sigue:

La Figura 1 representa esquemáticamente la etapa de mezclar polvos metálicos en un polvo de agente espumante;

La Figura 2 representa la etapa de verter la mezcla en una cubierta reutilizable y de precompactar la mezcla por vibración;

La Figura 3 representa la etapa de sinterización;

La Figura 4 representa la etapa de empujar una briqueta sinterizada de una lata reutilizable en un molde de prensa;

La Figura 5 representa la etapa de compactación de la briqueta sinterizada;

La Figura 6 representa la etapa de reducir el cuerpo en trozos espumables;

La Figura 7a representa la etapa de laminar en caliente la mezcla de polvos en una cubierta metálica de volumen cerrado, la Figura 7b es una vista ampliada de la mezcla en polvo en el huelgo formado por los dos rodillos, la condición de micro-corte dentro de la mezcla de polvos se ilustra con las flechas;

La Figura 8 es un diagrama de fase de la aleación en polvo; Al-Si;

La Figura 9 es un diagrama de fase de la aleación en polvo: Al-Mg-Cu-Mn;

La Figura 10 representa las etapas de laminado por lotes o continuo de trozos de la mezcla en polvo en una cubierta metálica formada por dos tiras metálicas;

La Figura 11 representa las etapas de laminado continuo de trozos o la mezcla en polvo en una cubierta metálica formada por dos tiras metálicas continuas; y

La Figura 12 representa las etapas de laminado continuo de trozos o la mezcla en polvo en una cubierta metálica de volumen cerrado.

Mientras la invención será descrita en conjunto con las modalidades ejemplares, se entenderá que no se pretende limitar el alcance de la invención a tales modalidades. Por el contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes como se puede incluir como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de realizaciones preferidas

El propósito de la presente invención es la producción de productos de formas simples y complejas de láminas laminadas en caliente continuas, de tamaño comercial elaboradas de trozos producidos a partir de briquetas compac-

tadas por calor. El resultado técnico obtenido debido a la reacción de la invención, incorpora un incremento dramático en un rendimiento de producto (creación de una tecnología libre de residuos), una reducción en los costos de manufacturación de productos porosos, ensanchamiento del intervalo de productos en términos de sus tamaños geométricos, mecánicos, térmicos y propiedades de absorción acústicas y densidad.

5

Con referencia a las Figuras 1 a 6, el método de producción de productos porosos a partir de aleaciones de aluminio, incorporan mezclas de partículas metálicas (1) que incluyen, polvo, piezas de desechos, granulados, barrenas y/o trozos de una aleación de aluminio que contiene dos o más elementos de aleación, por ejemplo, seleccionados del grupo que consiste de: Al-Cu-Mg-Si, Al-Mg-Si, Al-Mg-Cu-Si (aleaciones fundidas), Al-Cu-Mg-Mn, Al-Mg-Cu, Al-Zn-Cu-Mg, Al-Zn-Mg-Cu (aleaciones forjadas), así como también metales puros (con o sin aditivos), con un polvo de un agente espumante (2), el agente espumante (2) que tiene una temperatura de descomposición que excede aquella de los sólidos de la matriz en polvo de aleación de aluminio. La mezcla (5) obtenida, es llenada en un molde reutilizable dividido (6), que es calentado con la mezcla en polvo (5), como se muestra en la Figura 3. El calentamiento de esta mezcla en polvo (5), se lleva a cabo a una temperatura que asegura la sinterización de fase líquida después del enfriamiento a 10-20°C, por debajo de la temperatura sólida del eutéctico de punto de fusión más bajo. Como un resultado, la mezcla en polvo ahora en la forma de briquetas sinterizadas de fase sólida (12), pierde su capacidad de flujo. Después de desmontar el molde (6), el molde caliente es colocado en el recipiente (14) de una prensa vertical. El ariete (13) en el recipiente de la prensa (14), empuja la mezcla en polvo sinterizada (12) en el recipiente de prensa (14), después, el bloque falso es colocado y la compactación por calor de la mezcla en polvo sinterizada se lleva a cabo a una presión baja específica, como se muestra en la Figura 5. Las briquetas compactadas por calor (15) producidas, muestran una densidad 86-92% relativa. Estas briquetas (15) compactadas a baja presión, son porosas (8-14% relativa), y brillan, de este modo, son fácilmente rompibles. Con referencia a la Figura 6, usando máquinas altamente eficientes, las briquetas enfriadas (15) son reducidas a trozos en forma de fragmentos (18), con partículas en trozo de 0,5-5,0 mm de tamaño, composición química la cual se conforma con aquella del polvo de aleación de aluminio inicial con distribución uniforme del agente espumante.

También preferiblemente, los trozos (18) son clasificados por tamaños de grano de 1,5 hasta 40 mm, preferiblemente hasta 5 mm, cada fracción de tamaño es mezclada con los polvos de material refractario pasivo a aluminio, después la mezcla es llenada en moldes y calentada en un horno hasta una temperatura espumante la cual excede el punto líquido por 50-70°C; después de la terminación del proceso alveolar, la mezcla es seleccionada para separar los polvos de material refractario de los trozos porosos.

Los trozos producidos son clasificados por tamaño de grano desde 1,5 hasta 40 mm, preferiblemente, hasta 5 mm, cada fracción de tamaño es calentada hasta una temperatura por debajo del punto sólido de la aleación por 10-100°C y después, dispersados como una monocapa en una primer superficie calentada y después, los trozos en forma de fragmento son granulados por movimientos circulares de una placa en forma de disco masiva calentada; después, cada fracción de los gránulos producidos es mezclada con los polvos de materiales refractarios pasivos con aluminio y después la mezcla es llenada en moldes y calentada hasta una temperatura de espumación la cual excede el punto líquido por 50-70°C; después de la terminación del proceso de espumación, la mezcla es seleccionada para separar gránulos porosos esféricos del polvo de material refractario fino.

Los trozos producidos son clasificados por tamaño de grano desde 1,5 hasta 40 mm, preferiblemente, hasta 5 mm, cada fracción de tamaño es dispersada como una monocapa en una base especial, calentada desde por debajo hasta una temperatura de transición de fase a un estado líquido; cuando se examina visualmente que los gránulos alveolares alcanzan el tamaño deseado, son removidos fuera del horno.

Los gránulos alveolares (también llamados pelotillas porosas), pueden entonces ser preferiblemente mezclados con una resina e inyectados en el espacio interno de cualquier elemento estructura que comprende una o más piezas huecas. La resina es curada para incrementar la rigidez y absorción de energía del elemento estructural.

50

Los trozos los cuales no son seleccionados a fracción de tamaño, son usados para formar un bloque compuesto el cual contiene un lámina metálica plana con revestimiento especial en la superficie de la cual, una capa de trozos es dispersada y, arriba de esta capa, a una cierta altura, la segunda lámina metálica con revestimiento especial, estampada de ante mano por el componente deseado, se localiza, y después de esto, el bloque revestimiento alveolar, es calentado en un horno hasta una temperatura de espumación la cual normalmente excede el punto líquido por al menos 50-70°C y cuando se examina visualmente, de manera que los gránulos formados alcanzan la capa metálica superior, el bloque con polvos alveolares es removido fuera del horno y enfriado. (Para proporcionar calentamiento del boque en atmósfera inerte).

Preferiblemente en este caso, para asegurar el anclaje entre las láminas, son aseguradas en conjunto por piezas transversales que se conectan, las cuales simultáneamente, juegan un papel aseguramiento de elementos de conexión.

También preferiblemente, los trozos, los cuales no son seleccionados a fracción de tamaño, pueden ser usados para llenar la fracción de volumen deseada en el espacio interno de cualquier elemento estructural que comprende una o más piezas huecas. El montaje complejo se calienta por encima de una temperatura de transición de un estado sólido a líquido de una aleación para formar el relleno poroso (núcleo).

65

De conformidad con un aspecto adicional de la invención, el laminado de las partículas espumables calentadas, se realiza en conjunto y entre dos o más láminas metálicas calentadas para producir un cuerpo compuesto. El cuerpo compuesto es calentado por encima de la temperatura de transición del estado sólido a líquido de una aleación, para formar una estructura de capas múltiples con núcleo poroso y uniones metálicas entre el núcleo y las caras.

La Figura 7a muestra la etapa de laminado en caliente de una cubierta metálica de volumen cerrado (48) que adjunta una mezcla de partículas pequeñas de metal (21), preferiblemente polvos de aleación metálica que comprenden de desechos de aluminio reciclados, y un agente espumante. La cubierta metálica (48) con la mezcla, es primero calentada en un calentador (50), enrollada entre dos rodillos (22) en donde ocurren las condiciones de micro-corte de las partículas; y un producto denso espumable semi-acabado (41), se obtiene en la salida del proceso de laminación. Como se puede apreciar, en frente del huelgo (21) formado por los dos rodillos (22), la mezcla de partículas es sustancialmente perdida o fluible. Después de ser procesada entre los rodillos (22), la mezcla consiste de una mezcla espumable compactada (16) de aleación en polvo con un agente espumante. Esta estructura compactada (16), se obtiene sometiendo las partículas (19) a condiciones de micro-corte, tales condiciones de micro-corte son creadas gracias al uso de la cubierta metálica de volumen cerrado (48). Como se puede apreciar, en el huelgo formado por los dos rodillos (22), se crea una zona de plasticidad (17), seguida por una zona de elasticidad (18). Como se muestra en la Figura 7b, las partículas (19) en la zona de plasticidad (17), son sometidas a fuerzas de compresión representadas con flechas (52) y fuerzas de corte representadas por flechas (54).

De conformidad con un aspecto adicional de la invención mostrada en la Figura 10, los trozos calientes y/o una mezcla caliente de polvo de aluminio y un agente espumante, son vertidas en un alimentador termostático (32), en donde un incremento en densidad y movimiento de trozos y/o mezcla, se induce por vibración, y se enrolla entre dos tiras metálicas suministradas por bobinas (36) calentadas en un horno (33) a una temperatura de aproximadamente 100°C, superior que la temperatura de los trozos. El cuerpo compuesto producido (41), es calentado por encima de una temperatura de transición de estado sólido a líquido de una aleación, para formar una estructura intercalada con núcleo poroso y uniones metálicas ente núcleo y caras.

De conformidad con un aspecto adicional de la invención mostrada en la Figura 11, los trozos calientes y/o una mezcla caliente de polvo de aluminio y un agente espumante, son vertidas en el alimentador termostático (32), en donde un incremento en densidad y movimiento de trozos y/o mezcla, se inducen por vibración, y laminado entre dos tiras metálicas continuas (49), calentadas en el horno (33) a una temperatura de aproximadamente 100°C superior que la temperatura de los trozos. Las láminas laminadas en caliente (23) producidas, son cortadas a blancos, los cuales son alimentados a un tratamiento por calor.

De conformidad con un aspecto adicional de la invención mostrada en la Figura 12, los trozos calientes, y/o una mezcla caliente de polvo de aluminio y un agente espumante, son vertidas en un alimentador termostático (32), en donde el incremento en la densidad y movimiento de los trozos se induce por vibración, después se vierte en una tira metálica a partir de la bobina (36) que se mueve en una mesa de cilindro (43). Los trozos y/o la mezcla de polvo son entonces cubiertas por una tira metálica superior a partir de la bobina (37), que se mueve a una máquina (44) que forma una cubierta y para unir el borde de las tiras metálicas superiores e inferiores. Una cubierta metálica de sección transversal cerrada (48), llenada con los trozos y/o la mezcla de polvo, es así formada en tal máquina (44). La cubierta es entonces estirada y la densidad de los trozos y/o la mezcla de polvo se incrementa en una máquina de estiramiento (45) y calienta en un horno (46). La cubierta calentada es entonces laminada en caliente en un molino de laminación (47). El cuerpo de compuesto producido (41), es calentado por encima de una temperatura de transición a partir del estado líquido a sólido de la aleación obtenida con la mezcla original del polvo para formar una estructura intercalada con el núcleo poroso y las uniones metálicas entre el núcleo y caras.

Alternativamente, la cubierta metálica (48) de la máquina que forma la cubierta (44) mostrada en la Figura 12, se puede cortar a blancos para así formar una cubierta metálica de volumen cerrado (48). Tal cubierta metálica de volumen cerrado es entonces procesada, como se describe anteriormente, para ser estirada, calentada, laminada en caliente y calentada a una temperatura elevada para formar una estructura intercalada con un núcleo poroso.

La posibilidad de realización de la invención caracterizada por la serie de signos mencionados anteriormente, y la posibilidad de la realización del propósito de la invención, pueden ser corroborados por la descripción de los siguientes Ejemplos.

Ejemplo 1

El ejemplo de la realización del método para producción de trozos espumables denso es como sigue.

El polvo de aleaciones de aluminio Al-Mg-Cu-Mn (una temperatura en líquido de la aleación es 640-645°C, una temperatura de punto de fusión bajo eutéctico es 505°C) de 300 kg en peso se mezcla con agente espumante TiH_2 de 3.25 kg en peso (una temperatura de descomposición es 690°C y se llena en un molde dividido de 340 mm de diámetro, 800 mm en peso con espacio interno de 290 mm en diámetro. La Figura 8 muestra una sección transversal vertical del diagrama de fase de aleaciones Al-Mg-Cu-Mn. La zona sombreada en esta figura representa aleaciones usadas en el proceso. Como se puede apreciar, la temperatura de sólidos promedio es 503°C y la temperatura de líquidos es aproximadamente 650°C. La mezcla en polvo se compacta por vibración para obtener una densidad de 1,75-1,8 g/cm³. El peso de la mezcla en cada molde es de 97 hasta 100 kg. La mezcla en polvo se calienta a una

temperatura de 510-515°C para asegurar lo sinterizado de fase líquida después del enfriamiento a una temperatura de 480-485°C, la mezcla en polvo pierde su capacidad de flujo. Después desmontar el molde, el molde se coloca en el recipiente de una prensa vertical de 10 MN o 15 MN de capacidad. El diámetro y longitud del recipiente es 300 y 800 mm respectivamente. El ariete de la prensa empuja la mezcla en polvo sinterizada en el recipiente de la prensa, después se coloca un bloque falso y la compactación caliente de la mezcla en polvo sinterizada se lleva a cabo a una presión específica baja de 140-200 MPa. Las briquetas compactadas por calor producidas muestran una densidad de 86-92% relativa. Después del enfriamiento, las briquetas se reducen en máquinas especiales para trozos en forma de fragmento.

El calentamiento de los polvos primarios arriba de una temperatura de apariencia de punto de fusión bajo eutéctico por 10-20°C y subsecuente enfriamiento debajo de esta temperatura por 20-30°C, asegura el desarrollo del sinterizado de polvo en fase líquida. La mezcla en polvo en este estado pierde su capacidad de flujo y puede ser fácilmente empujada a partir del molde en el recipiente de la prensa. La primera fuente de apariencia de cantidades de hidrógeno extremadamente baja es la descomposición de TiH_2 a una temperatura caliente. La segunda fuente es hidrógeno de superficie, que aparece debido a la reacción de absorber (moléculas de H_2O) con cationes de aluminio, los cuales se difunde a través de una película de óxido. El hidrógeno de superficie y el hidrógeno formado debido a la descomposición de TiH_2 , deja parcialmente las briquetas porosas, mientras la cantidad de hidrógeno más extensa es capaz de disolverse en punto de fusión bajo eutéctico aparecido.

Después, se lleva a cabo la operación de compactación en caliente a una presión baja de 140 ó 120 MPa. Se aplica presión a una briqueta sinterizada que es capaz de formar únicamente una briqueta porosa. El estado poroso es necesariamente únicamente para facilitar la producción de los trozos en máquinas especiales. La operación principal, es decir, compactación por calor es un proceso libre de residuo.

Si el calentamiento de la mezcla en polvo primaria se realiza a una temperatura en donde las partículas no se unen, por ejemplo, a una temperatura de 10-20°C abajo que la formación del punto de fusión bajo eutéctico, la partícula no se unirá y la mezcla en polvo obtenida retendrá su capacidad de flujo. La transportación del molde desmontado al recipiente de la prensa será imposible, una estructura de briqueta se podrá perder.

Ejemplo 2

El ejemplo de realización del método para producción de gránulos semi-terminados porosos de los trozos espumables es como sigue:

El polvo de aleaciones de aluminio Al-Zn-Cu-Mg (una temperatura del líquido de la aleación es 630-640°C, una temperatura de formación de punto de fusión bajo eutéctico es 480°C de 210 kg en peso, se mezcla con agente espumante $CaCO_3$ de 12 kg en peso (una temperatura de descomposición es 720°C) y rellena en un molde dividido de 340 mm en diámetro, 800 mm en peso con espacio interno de 290 mm en diámetro. La Figura 9 muestra superficies de cristalización (superficie de líquido) de la aleación en polvo de Al-Zn-Cu-Mg que contiene Zn-4, 5%, Cu 3,5-4,5%, Mg-insignificante, Al-balance. Las aleaciones usadas son entonces en el Al en la esquina del diagrama (zona sombreada menor), y tienen una temperatura líquida de 650°C.

Los sólidos de estas aleaciones están en el intervalo de temperaturas de 510-520°C. La mezcla en polvo es compactada por vibración para obtener una densidad de 1,75-1,8 g/cm³. El peso de la mezcla en cada molde se calienta a una temperatura de 490-500°C, para asegurar una sinterización de fase líquida después del enfriamiento a 450-460°C, y la mezcla pierde su capacidad de flujo. Después de desmontar el molde, el molde caliente se coloca en el recipiente de presión vertical de capacidad 10 MN o 15 MN. El diámetro y altura del recipiente son de 300 y 800 mm respectivamente. El ariete de la prensa empuja la mezcla en polvo sinterizada en el recipiente de prensa, después, se coloca un bloque falso y la compactación por calor de la mezcla en polvo sinterizada, se lleva a una presión baja específica de 140-200 MPa. Las briquetas compactadas por calor producidas, muestran una densidad de 86-92% relativa. Después del enfriamiento, las briquetas son reducidas en máquinas especiales a trozos en forma de fragmentos.

Para realizar el método, los trozos producidos, fueron graduados en tamaños de granos de 2,0, 3,0, 4,0 y 5,0 mm, cada fracción de tamaño se mezcló con los polvos de material refractario pasivos con aluminio, la mezcla se llenó en moldes, se calentó en un horno a una temperatura de espumación la cual excede la temperatura de transición del estado sólido a líquido por 50-70°C; después de la terminación del proceso de espumación, la mezcla es seleccionada para separar los polvos de material refractario de los gránulos porosos. Los gránulos porosos de 3,0 hasta 10,0 mm de tamaño y de 0,3 hasta 0,9 g/cm³ en densidad, son un buen agente de llenado para cualquier forma de clase de componentes que absorben energía usados en la industria automotriz.

Una técnica más fácil para realización de los trozos de la misma aleación, graduado en tamaños de grano de 2,0, 3,0, 4,0 y 5,0 mm, se discute posteriormente. Cada fracción se dispersó como una monocapa en una base especial, se calentó en un horno por debajo de una fusión sobre calentada de sal, hasta una temperatura de espumación; cuando se examina visualmente que los gránulos alveolares alcanzaron el tamaño deseado, son removidas del horno y enfriadas. Los gránulos tienen una forma semi-esférica con radios desde 5,0 hasta 20,0 mm y una densidad de 0,4 hasta 1,0 g/cm³.

ES 2 291 447 T3

Los gránulos porosos del tamaño y forma, pueden encontrar aplicación para producción de supresión de ruido volumétrico y componentes de barrera de fuego, y también elementos de absorción de choque de tamaño grande. El rendimiento del producto es 100%.

5 Ejemplo 3

Un ejemplo de la realización del método por producción de productos semi-acabados porosos planos, es como sigue.

10 El polvo de aleaciones de aluminio Al-Mg-Cu-Mn (una temperatura de líquido de la aleación es 640-645°C, una temperatura de punto de fusión bajo eutéctico es 505°C) de 30 kg en peso, se mezcla con agente espumante TiH_2 de 0,32 kg en peso y se llena en 10 cubiertas metálicas de volumen cerrado con longitud de 500 mm, amplitud de 120 mm y espesor de 10 mm. La mezcla en polvo es compactada por vibración y se pasa a través de una máquina de estiramiento para obtener una densidad de 1,8-2,0 g/cm³. El peso de la mezcla en cada cubierta es desde 2,9 hasta 3,2 kg. Después, 15 la mezcla en polvo en una cubierta, se calienta a una velocidad elevada en un horno a una temperatura de 515-550°C y se alimenta en un molino de laminación en el cual, 29 kg de blancos de 120 x 1000 x 5 mm con caras metálicas y núcleos espumables, son laminados. Los blancos son usados para espumación libre de paneles intercalados. Se lleva a cabo tratamiento por calor a alta temperatura, calentando los blancos de lámina desde abajo sobre las fusiones de sales sobrecalentadas. En el punto requerido, el proceso de espumación se detiene por remoción rápida del panel intercalado 20 formado del horno, cuando el espesor es 24,5 mm. El tamaño del panel con núcleo poroso es 122 x 1005 x 24.5. La superficie inferior y superior de los paneles es lisa. La densidad de los productos semi-acabados porosos producidos fue de 0,96-1,07 g/cm³. El rendimiento de los paneles fue 95%.

25 Aunque las modalidades preferidas de la presente invención han sido descritas en detalle en este documento, e ilustradas en los dibujos acompañantes, se sobrentiende que la invención no está limitada a estas modalidades precisas y que se pueden efectuar varios cambios y modificaciones aquí, sin apartarse del alcance o espíritu de la presente invención.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para la producción de un producto metálico, que comprende las etapas de:

- a) proporcionar piezas metálicas y reducir dichas piezas en partículas metálicas más pequeñas;
- b) mezclar las partículas metálicas con un aditivo que tiene una temperatura de descomposición que es mayor que una temperatura sólida de dichas partículas metálicas;
- c) verter la mezcla de la etapa b) en una segunda cubierta metálica de volumen cerrado, que tiene un espesor dado y proporcionar una cubierta metálica con al menos, un paso por gases para escape;
- d) incrementar la densidad de la cubierta metálica con partículas metálicas y aditivos, aplicando presión;
- e) calentar la cubierta metálica a una temperatura por encima de la temperatura igual a la temperatura sólida de las partículas metálicas, menos 55-60°C y por debajo de dicha temperatura de descomposición del aditivo, e inmediatamente aplicar presión en la cubierta metálica, suficiente para comprimir las partículas metálicas y crear condiciones de micro-corte entre las partículas metálicas, para obtener un producto de metal denso.

estando **caracterizado** dicho método porque, en la etapa e), la presión se aplica laminando en caliente la lámina metálica.

2. Un método como se define en reivindicación 1, que comprende, antes de la etapa d), la etapa de pre-compactar la mezcla de la etapa c).

3. Un método como se define en la reivindicación 1 ó 2, en el que el aditivo es un agente espumante que se descompone en gas a una temperatura mayor que dicha temperatura de descomposición.

4. Un método como se define en la reivindicación 3, en el que el agente espumante se selecciona del grupo que consiste en TiH_2 y $CaCO_3$.

5. Un método como se define en la reivindicación 3 ó 4, que comprende, después de la etapa e), una etapa de calentamiento del producto metálico denso a una temperatura mayor que la temperatura de descomposición del agente espumante, para obtener un producto metálico alveolar.

6. Un método como se define en la reivindicación 2, en el que la etapa de pre-compactar la mezcla se realiza por vibración.

7. Un método como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en la etapa e), el laminado en caliente se realiza con una fuerza de compresión suficiente para obtener un producto metálico 95-100% denso.

8. Un método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la cubierta metálica de volumen cerrado comprende dos superficies principales longitudinales continuas, con bordes laterales, y es deformable en una dirección transversal.

9. Un método como se define en la reivindicación 8, en el que las superficies continuas son al menos, parcialmente cerradas en sus bordes laterales, dicho cierre parcial se hace por un proceso seleccionado del grupo que consiste de soldadura, curvado, sujeción y unión.

10. Un método como se reivindica en la reivindicación 8 ó 9, en el que el laminado en caliente de la etapa e) se realiza por al menos, un rodillo que se mueve a lo largo de una de dichas superficies de la cubierta.

11. Un método como se define en la reivindicación 1 ó 2, en el que la cubierta metálica de volumen cerrado se obtiene proporcionando una charola plana con una tapa; y en donde la etapa c) comprende las etapas de verter la mezcla en la charola y cerrar la tapa de la charola dejando al menos, un paso.

12. Un método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que en la etapa d) un incremento de la densidad de la cubierta metálica comprende la etapa de laminar en frío la cubierta metálica.

13. Un método como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que las piezas metálicas son elaboradas de desechos de aluminio reciclado.

14. Un método como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que las partículas más pequeñas de la etapa a) son trozos metálicos, un polvo de partículas metálicas finamente dispersadas, polvos aglomerados o partículas.

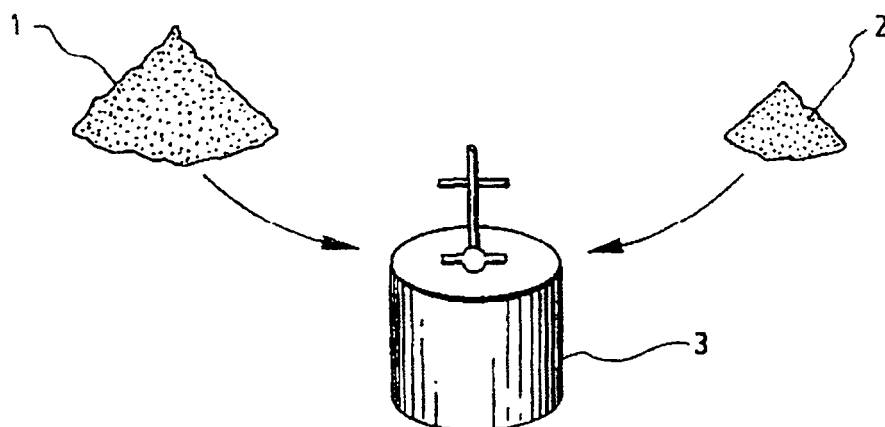


FIG. 1

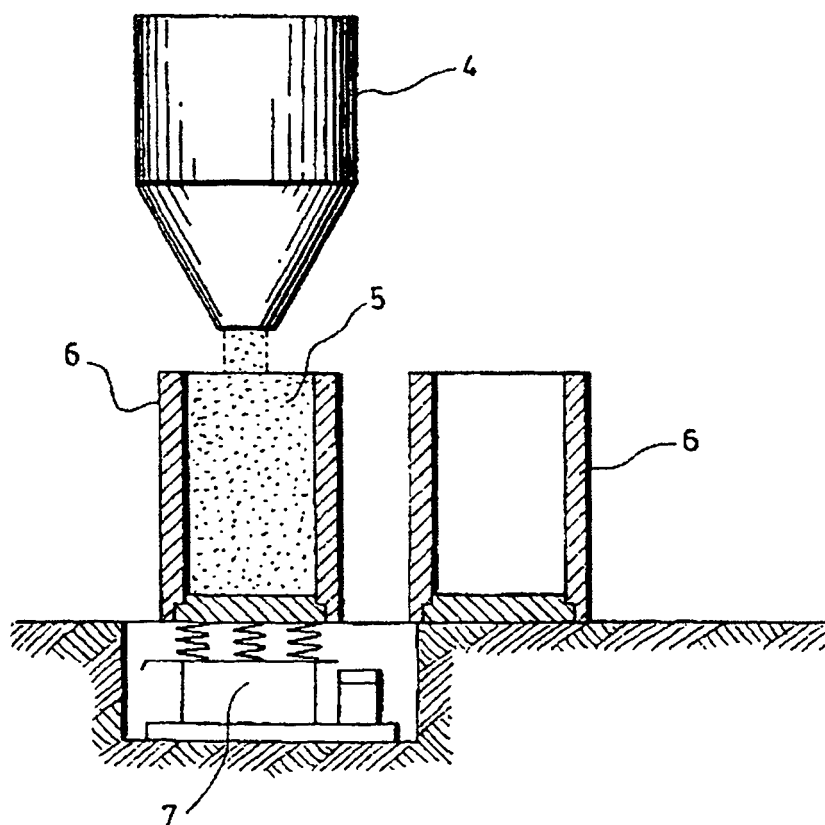


FIG. 2

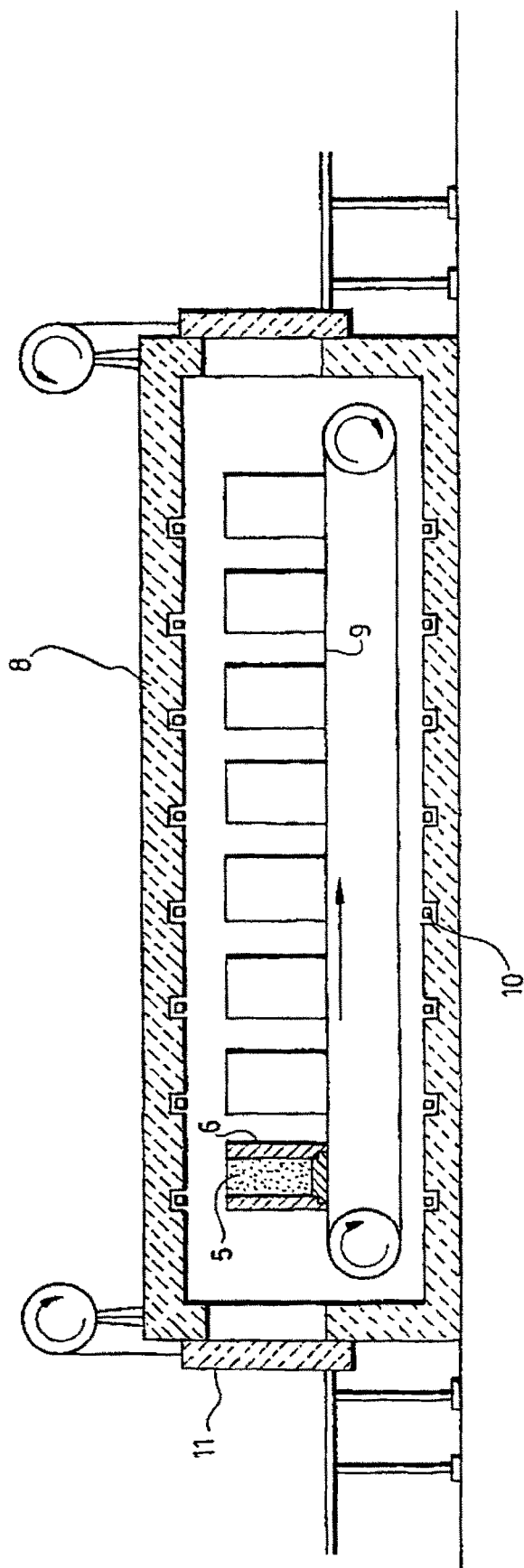


FIG. 3

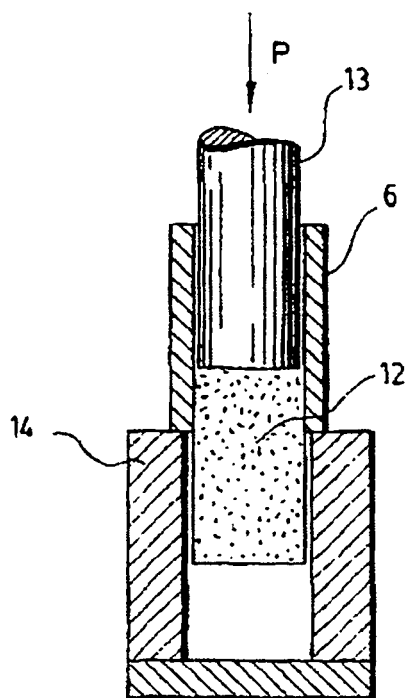


FIG. 4

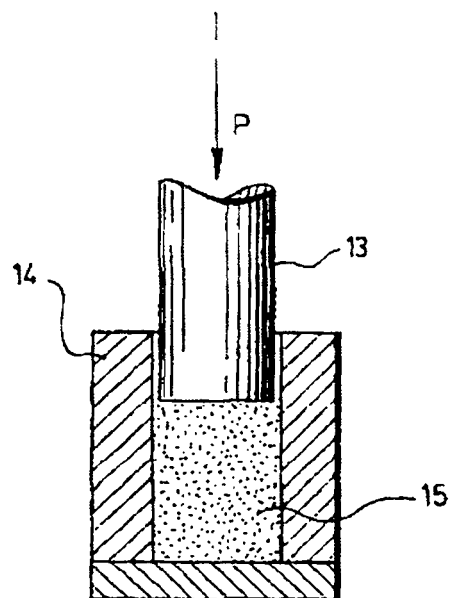


FIG. 5

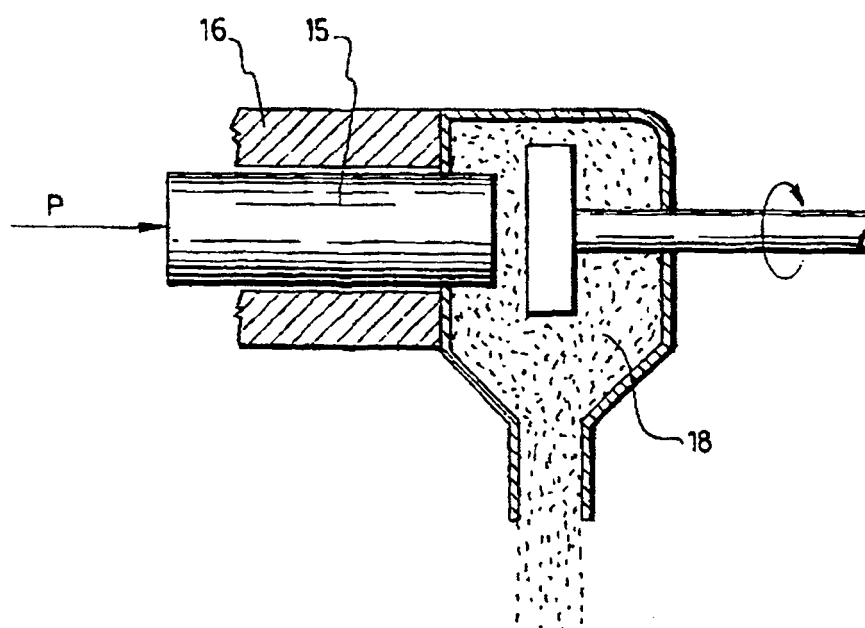


FIG. 6

FIG. 7A

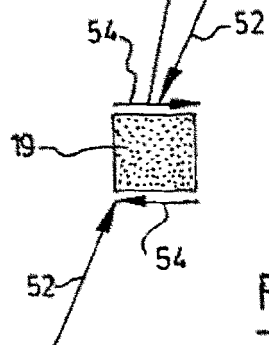
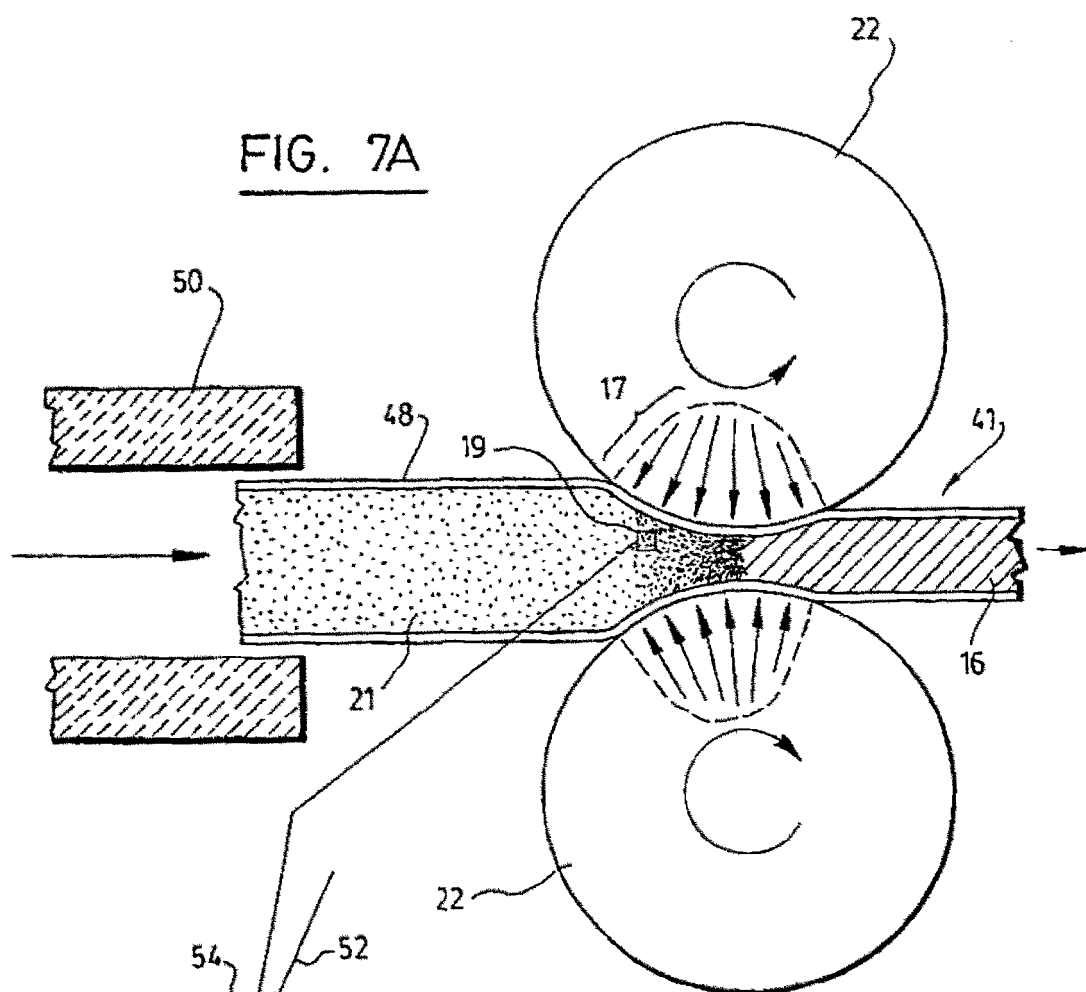


FIG. 7B

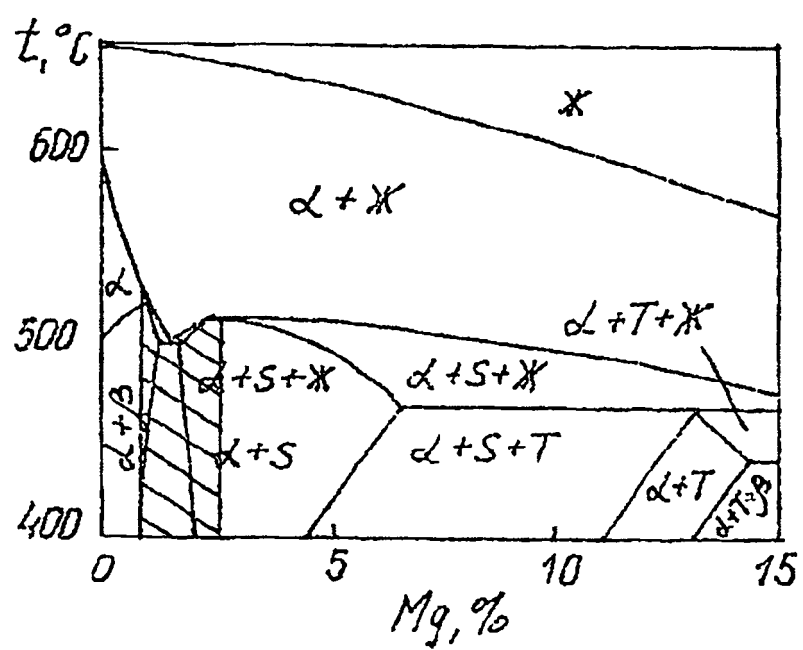


FIG. 8

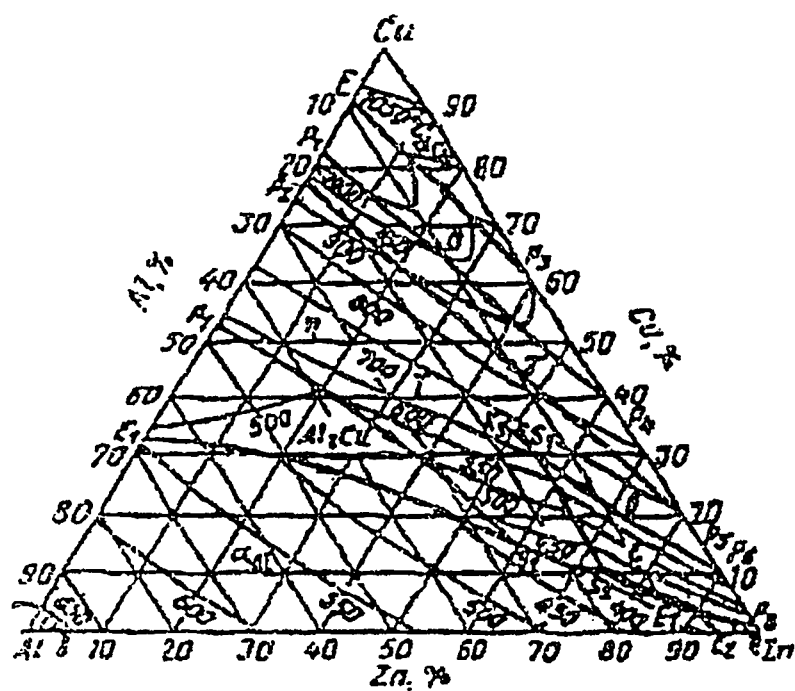


FIG. 9

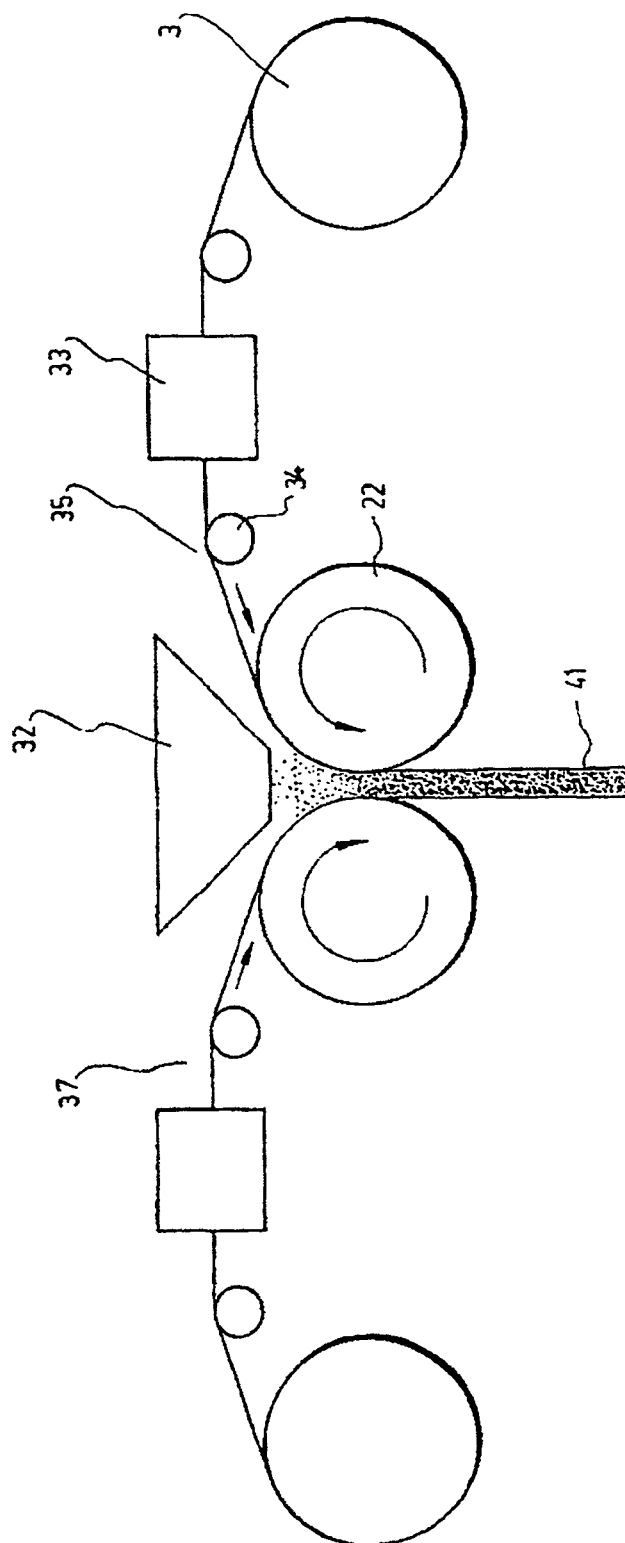


FIG. 10

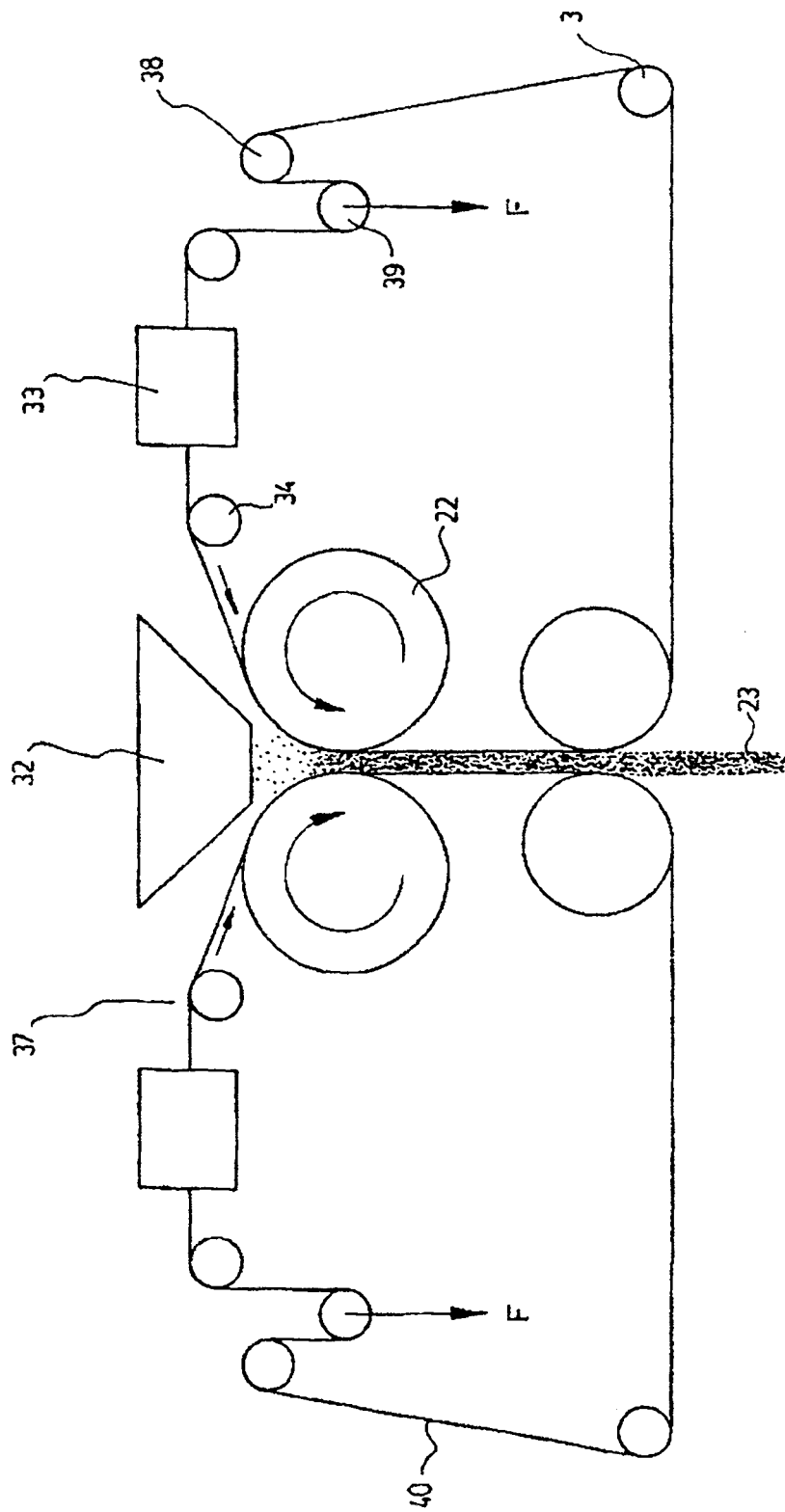


FIG. 11

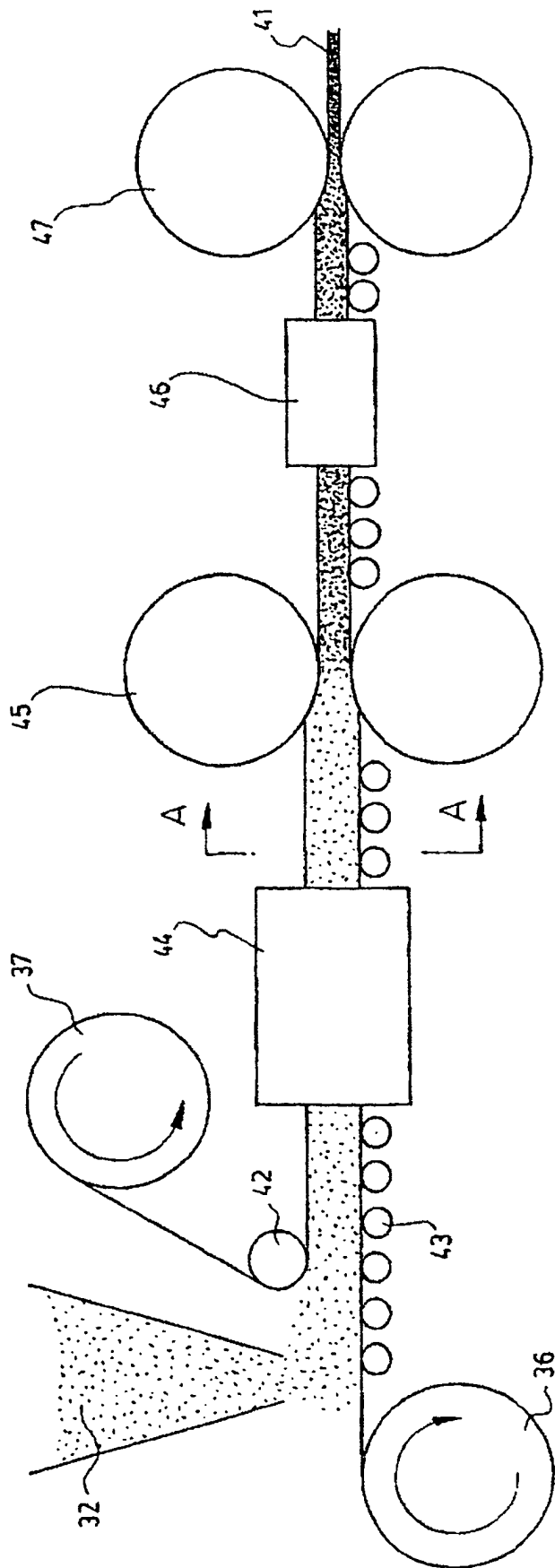
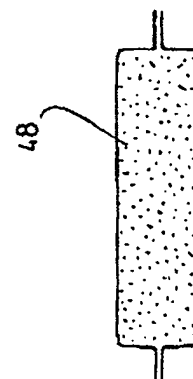


FIG. 12



A-A