

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 217**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/06** (2006.01)

**B22D 11/10** (2006.01)

**C22C 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2008 PCT/US2008/060050**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2008 WO08128055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2008 E 08799790 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2142324**

54 Título: **Fundido en láminas finas de metales inmiscibles**

30 Prioridad:

**11.04.2007 US 734113**

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

**23.03.2017**

73 Titular/es:

**ALCOA INC (100.0%)  
Alcoa Corporate Center, 201 Isabella Street  
Pittsburgh, PA 15212-5858, US**

72 Inventor/es:

**TOMES, JR., DAVID A.;  
WYATT-MAIR, GAVIN F.;  
TIMMONS, DAVID W. y  
ÜNAL, ALI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 606 217 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**

Fundido en láminas finas de metales inmiscibles

**5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**

La presente invención reivindica el beneficio de la solicitud no provisional estadounidense número de serie 11/734,113, titulada "Strip Casting of Immiscible Metals" [fundido en láminas finas de metales inmiscibles] presentada el 11 de abril de 2007.

**10 CAMPO DE LA INVENCION**

Una realización de la presente invención se refiere a la fundición de metales y a un método de fundido en láminas finas de metales inmiscibles en particular.

**15** El documento EP 0 291 505 B1 se refiere a un motor que porta una composición de aleación de aluminio y plomo y un método para realizar tal aleación en forma de láminas finas mediante un proceso de velocidad de inactivación alta.

El documento US 2003/0205357 A1 se refiere a un método de aleaciones no ferrosas continuas que incluye suministrar aleaciones no ferrosas fundidas a un aparato de fundido.

**20 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Las aleaciones a base de aluminio que contienen Sn, Pb, Bi y Cd se utilizan comúnmente en cojinetes encontrados en motores de combustión interna. La función del cojinete en estas aleaciones es realizada por la partícula suave de segunda fase del elemento de aleación que se funde en caso de falla del lubricante y evita el contacto entre el aluminio en la aleación y el acero protegido por el cojinete.

**25** En la técnica previa, la segunda fase suave en estas aleaciones se separa durante la solidificación y generalmente aparece en la forma de distribución no uniforme. En muchos casos la segunda fase se forma en límites de grano como una capa continua, o el componente más pesado (Sn, Pb, Bi, Cd) se asienta en el fondo debido a la segregación de gravedad. Típicamente, el tratamiento de calor es requerido luego del enrollamiento en frío de la lámina fundida para redistribuir la fase suave. Para las aleaciones de Al-Sn por ejemplo, esto se hace mediante un tratamiento de anillamiento a 662 °F (350 °C) durante el cual la fase suave se funde y coagula en una distribución uniforme deseada de partículas no conectadas. En una etapa de procesamiento final, la lámina fina se une a un soporte de acero para ser utilizada como cojinetes en motores.

**30** El fundido de dos rodillos iguales de aleaciones de cojinetes a base de aluminio proporciona mejor distribución de las partículas de segunda fase en comparación con el fundido de lingotes convencional. Una desventaja del fundido de dos rodillos iguales, sin embargo, es que el método es lento, proporciona productividad baja y crea una distribución de fase o fases suaves que no es completamente deseable (no uniforme). También se producen resultados adecuados utilizando un proceso de metalurgia de polvos; sin embargo, este método es costoso. Existe una necesidad, por lo tanto, de un método que tiene como resultado una mayor productividad y proporciona una distribución uniforme de partículas finas de la fase suave en la matriz de aluminio.

**COMPENDIO DE LA INVENCION**

**45** La presente invención describe un método de fundir en láminas finas una aleación de aluminio de líquidos inmiscibles que proporciona una lámina fina con una estructura altamente uniforme de partículas de segunda fase finas. Los resultados de la presente invención se logran al utilizar un proceso de fundido conocido para fundir la aleación en una lámina fina a velocidades altas, el método de una realización de la presente invención, la velocidad de fundido es de alrededor de 50 a alrededor de 300 pies por minuto (0,254 a 1,524 m/s) y el grosor de la lámina en el intervalo de alrededor de 0,08 a alrededor de 0,25 pulgadas (2,03 a 6,35 mm). En estas condiciones, los resultados favorables se logran cuando gotitas de la fase líquida inmiscible se nuclean en el líquido antes del frente de solidificación establecido en el proceso de fundido. Las gotitas de la fase inmiscible son sumergidas por el frente de congelación que se mueve rápidamente en el espacio entre los grupos de dendritas secundarias (SDA, por sus siglas en inglés).

**50** Dado que los SDA son pequeños en condiciones de solidificación rápidas (en el intervalo de 2-10 µm) las gotitas de la fase inmiscible se distribuyen de forma uniforme en las láminas fundidas y son muy finas.

**BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS**

**60** La FIGURA 1 es un diagrama de flujo que describe el método de la presente invención;  
La FIGURA 2 es un esquema que describe un ejemplo de un aparato que puede realizar el método de la presente invención;  
La FIGURA 3 es una vista en perspectiva que detalla el aparato que se puede operar de acuerdo con la presente invención;  
La FIGURA 4 es una vista transversal de la entrada de metal fundido al aparato ilustrado en las Figuras 2 y 3; y la FIGURA 5 es una fotomicrografía de una sección transversal de una lámina producida de acuerdo con la

presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los dibujos que acompañan y la descripción que sigue establecen esta invención en sus realizaciones preferidas.

5 El método de la presente invención se describe de forma esquemática en el diagrama de flujo de la FIGURA 1. Tal como se describe allí, en la etapa 100 un metal fundido que comprende aluminio y al menos una fase inmiscible se introduce en un aparato de fundido adecuado. En la etapa 102, el aparato de fundido funciona a una velocidad de fundido mayor que 50-300 fpm (0,254 a 1,524 m/s). En la etapa 104, el grosor de la lámina fina fundida se mantiene a 10 0,08-0,25 pulgadas (2,03 a 6.35 mm) o más pequeño.

15 El método de la presente invención es adecuado para utilizar con métodos de fundido tal como aquellos descritos, por ejemplo, en las patentes estadounidenses 5,515,908 y 6,672,368. Estos métodos producen láminas finas a velocidades altas que tienen como resultado una productividad en el intervalo de 600 a 2000 lb/hr por pulgada (29,76 a 99,21 g/s por cm) de ancho de fundido.

Un ejemplo de aparato que se puede emplear en la práctica de la presente invención se ilustra en las FIGURAS 2, 3 y 4 de las figuras. El aparato descrito allí concuerda con lo descrito en la patente estadounidense de titularidad conjunta n.º 5,515,908 y se presenta como solo un ejemplo de aparato que se puede utilizar para lograr los resultados del 20 método de la presente invención.

25 El proceso ahora se ilustrará con respecto al aparato descrito en la Figura 2, pero también se aplica al equipo descrito en las Figuras 3 y 4. Y tal como se describe en la FIGURA 2, el aparato incluye un par de cintas sin fin 10 y 12 que actúan como moldes de fundido llevados por un par de poleas superiores 14 y 16 y un par de poleas inferiores correspondientes 18 y 20. Cada polea se monta para la rotación alrededor de un eje 21, 22, 24 y 26 respectivamente de la FIGURA 2. Las poleas son de un tipo resistente al calor adecuado, y cualquiera o ambas poleas superiores 14 y 16 son llevadas por un medio a motor adecuado (no mostrado). Lo mismo se puede decir para las poleas inferiores 18 y 20. Cada una de las cintas 10 y 12 es una cinta sin fin, y se puede formar de un metal que tiene reactividad baja o que no es reactivo con el metal que se está fundiendo. Se puede emplear una buena cantidad de aleaciones de metal 30 adecuadas tal como es sabido por los expertos en la técnica. Se han logrado buenos resultados utilizando cintos de aleaciones de acero y cobre. Otras cintas metálicas también se pueden utilizar tal como aluminio. Cabe destacar que en esta realización de la invención los moldes de fundido se implementan como cintos de fundido 10 y 12. Sin embargo, los moldes de fundido pueden comprender un solo molde, uno o más rodillos o un conjunto de bloques de ejemplo.

35 Las poleas 14, 16, 18, 20 están ubicadas, tal como se ilustra en las FIGURAS 2 y 3, una sobre la otra con un espacio de moldeo (G1) entre medio. El espacio (G1) está dimensionado para corresponderse con el grosor deseado (T1) de la cinta de metal 50 que se está fundiendo. Por lo tanto, el grosor (T1) de la cinta de metal 50 que se está fundiendo está determinada por las dimensiones de los puntos de contacto (n) entre las cintas 10 y 12 que pasan sobre las poleas 14 y 18 a lo largo de una línea que pasa a través del eje de las poleas 14 y 18 que es perpendicular a las cintas de fundición 10 y 12. El metal fundido que se va a emitir es suministrado a la zona de moldeo a través del medio de suministro de metal 28 tal como una artesa. El interior de la artesa 28 corresponde en ancho al ancho del producto que se va a fundir, y puede tener un ancho de hasta el ancho de las cintas de fundición más angostas 10 y 12. La artesa 28 incluye una punta de fundido de suministro y entrega de metal 30 para entregar una corriente horizontal de metal fundido a la zona de moldeo entre las cintas 10 y 12.

40 Por lo tanto, la punta 30, tal como se muestra en la FIGURA 4, define, junto con las cintas 10 y 12 inmediatamente adyacentes a la punta 30, una zona de fundido o moldeo 46 en la cual fluye la corriente horizontal de metal fundido. Por lo tanto, la corriente de metal fundido (M) que fluye de forma sustancialmente horizontal desde la punta llena la zona de moldeo 46 entre la curvatura de cada cinta 10, 12 al punto de contacto de las poleas 14, 18. Se comienza a solidificar y se encuentra considerablemente solidificado al punto en el que la lámina fina fundida 50 alcanza el punto de contacto (n) de las poleas 14, 18. Suministrar la corriente que fluye de forma horizontal de metal fundido (M) a la zona de moldeo 46 donde se encuentra en contacto con una sección curvada de las cintas 10, 12 que pasan alrededor de poleas 14 y 18, sirve para limitar la distorsión y por lo tanto mantener mejor contacto térmico entre el metal fundido (M) y cada una de las cintas 10, 12 así como mejorar la calidad de las superficies superiores e inferiores de la lámina fina fundida 50.

55 El aparato de fundición mostrado en las Figuras 2 y 3 incluye un par de medios de enfriamiento 32 y 34 ubicados opuestos a esa parte de la cinta sin fin 10, 12 en contacto con el metal fundido (M) que se está vertiendo en el espacio de moldeo (G1) entre las cintas 10 y 12. Los medios de enfriamiento 32 y 34 por lo tanto sirven para enfriar las cintas 10, 12 justo después de que pasan sobre las poleas 16 y 20, respectivamente, y antes de que entran en contacto con el metal fundido (M). Tal como se ilustra en las FIGURAS 2 y 3, los enfriadores 32 y 34 se colocan tal como se muestra en la corrida de regreso de las cintas 10, 12, respectivamente. Los medios de enfriamiento 32 y 34 pueden ser 60 medios de enfriamiento convencionales tal como puntas de enfriamiento de fluido ubicadas para pulverizar un fluido de

enfriamiento directamente en la parte de adentro y/o afuera de las cintas 10, 12 para enfriar las cintas a través de sus grosores.

- 5 Por lo tanto, el metal fundido (M) fluye de forma horizontal desde la artesa a través de la punta de fundición 30 hacia la zona de fundición o moldeo 46 definida entre las cintas 10, 12 donde las cintas 10, 12 se calientan mediante transferencia de calor desde la lámina fina fundida 50 hacia las cintas 10, 12. La lámina fina fundida 50 permanece en medio y es transportada por las cintas de fundición 10, 12 hasta que cada uno de ellos pasa por la línea del centro de las poleas 16, 20. Después, en el bucle de regreso, los medios de enfriamiento 32, 34 enfrían las cintas 10, 12, respectivamente, y quitan de allí sustancialmente todo el calor transferido a las cintas en la zona de moldeo 46. El suministro de metal fundido (M) de la artesa a través de la punta de fundición 30 se muestra en mayor detalle en la FIGURA 4 de los dibujos. Tal como se muestra en esa figura, se forma la punta de fundición 30 de una pared superior 40 y una pared inferior 42 que define una abertura central 44 en medio cuyo ancho se puede extender sustancialmente sobre el ancho de las cintas 10, 12.
- 10
- 15 Los extremos distales de las paredes 40, 42 de la punta de fundición 30 se encuentran en proximidad sustancial a la superficie (S) de las cintas de fundición 10, 12, respectivamente, y definen junto con las cintas 10, 12 una cavidad de fundición o zona de moldeo 46 en la que el metal fundido (M) fluye a través de la abertura central 44. A medida que el metal de fundición (M) en la cavidad de fundición 46 fluye entre las cintas 10, 12, transfiere su calor a las cintas 10, 12, enfriando de forma simultánea el metal fundido (M) para formar una lámina fina sólida 50 mantenida entre las cintas de fundición 10 y 12. Se proporciona un retroceso suficiente (definido como la distancia entre el primer contacto 47 del metal fundido (M) y el punto de contacto (n) definido como el acercamiento más cercano de las poleas de entradas 14, 18) para permitir solidificación sustancialmente completa antes del punto de contacto (n).
- 20
- 25 Para producir los resultados proporcionados por el método de la presente invención utilizando el aparato descrito en las Figuras 2-4, se introduce una aleación a base de aluminio fundido que comprende una fase que es inmiscible en el estado líquido mediante una artesa 28 de la FIGURA 3 a través de la punta de fundición 30 en la zona de fundición o moldeo 46 definida entre las cintas 10, 12. Preferentemente, las dimensiones del punto de contacto (n) entre las cintas 10, 12 que pasan sobre las poleas 14 y 18 deberían encontrarse en el rango de alrededor de 0,08 a alrededor de 0,25 pulgadas (2,03 a 6,35 mm) y la velocidad de fundición en el rango de alrededor de 50 a alrededor de 300 fpm (0,254 a 1,524 m/s). En estas condiciones, las gotitas de la fase líquida inmiscible se nuclean en el líquido antes del frente de solidificación y son sumergidas por el frente de congelación que se mueve rápidamente en el espacio entre los grupo SDA. Por lo tanto, la lámina fina fundida resultante contiene una distribución uniforme de las gotitas de la fase inmiscible.
- 30
- 35 La mezcla fundida de una realización de la presente invención puede incluir al menos Sn al 0,1 %.
- La mezcla fundida de una realización de la presente invención puede incluir al menos Pb al 0,1 %.
- 40 La mezcla fundida de una realización de la presente invención puede incluir al menos Bi al 0,1 %.
- La mezcla fundida de una realización de la presente invención puede incluir al menos Cd al 0,1 %.
- 45 Con referencia ahora a la FIGURA 5, se muestra una fotomicrografía de una sección de una lámina fina Al-6Sn 400 producida de acuerdo con la presente invención. La lámina fina muestra una distribución brillante, altamente uniforme de partículas Sn finas 401 que miden 3  $\mu$ m o menos. Este resultado es varias veces más pequeño que las partículas que resultarían de material hecho de un lingote o mediante fundición con rodillos que miden típicamente 40-400  $\mu$ m. Además, la lámina fina producida por la presente invención no requiere un tratamiento con calor para la redistribución de la fase suave y es ideal para proporcionar las propiedades lubricantes para utilizar en cojinetes, por ejemplo. Si así se desea, la lámina fina se puede utilizar tal como se fundió sin ser sujeta a fabricación adicional tal como rodamiento, por ejemplo.
- 50

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fundir metales que comprende las etapas de:
  - 5 - proporcionar una aleación de aluminio fundida a un aparato de fundición, la aleación de aluminio fundido que comprende al menos 0,1 por ciento en peso de metal modificador, donde el metal modificado comprende al menos uno de Sn, Pb, Bi y Cd, donde el metal modificador es inmisible en la fase de fundición con aluminio fundido, el aparato de fundición con una primera superficie de fundición, una segunda superficie de fundición y un punto de contacto formado entre la primera y la segunda superficie de fundición, donde el punto de contacto
  - 10 tiene un grosor que varía de 2,03 mm (= 0.08 pulgadas) a 6,35 mm (=25 pulgadas) ; y  
- avanzar la aleación de aluminio fundido a una velocidad de fundición que varía entre 0,254 m/s (= 50 pies/minuto) y 1,524 m/s (= 300 pies/minuto),
  - 15 donde un frente de congelación de la aleación de aluminio se forma en el punto de contacto, donde la aleación de aluminio es avanzada a través del punto de contacto mediante rotación de la primera superficie de fundición, y donde las gotitas del metal modificador inmisible se nuclean antes del frente de congelación y son sumergidas por el frente de congelación en el espacio entre grupos de dendritas secundarios (SDA) de la aleación de aluminio, y donde las gotitas del metal modificador inmisible están uniformemente distribuidas en la lámina fina fundida.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el metal modificador comprende al menos 0,1 % en peso de Sn.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el metal modificador comprende al menos 0,1 % en peso de Pb.
- 25 4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, donde el metal modificador comprende al menos 0,1 % en peso de Bi.
- 30 5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el metal modificador comprende al menos 0,1 % en peso de Cd.
6. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde la aleación de aluminio es la aleación Al-6Sn, y donde las gotitas del modificador inmisible miden tres micrones o menos que tres micrones.

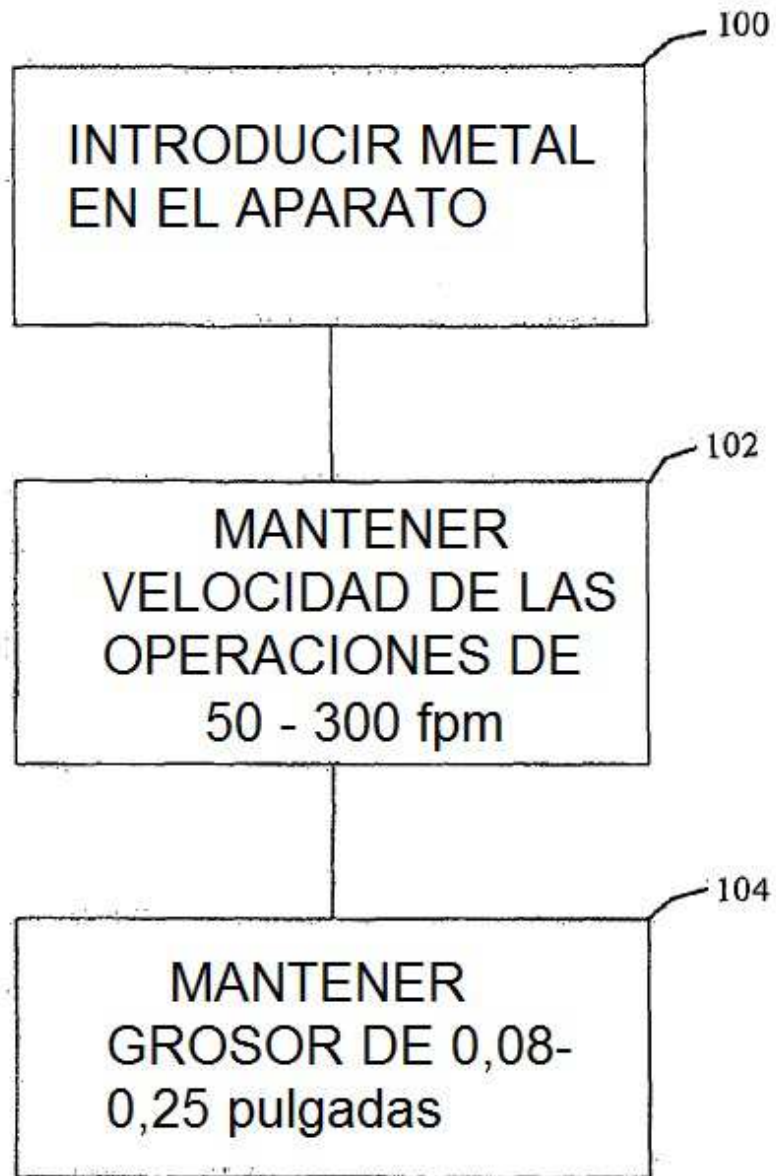


FIG. 1

FIG. 2

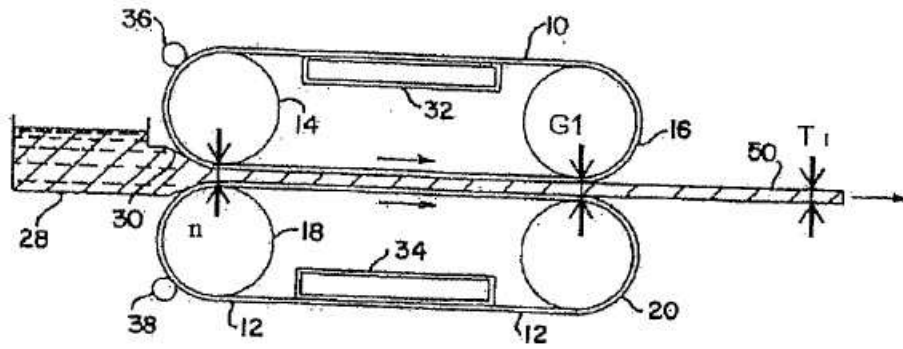
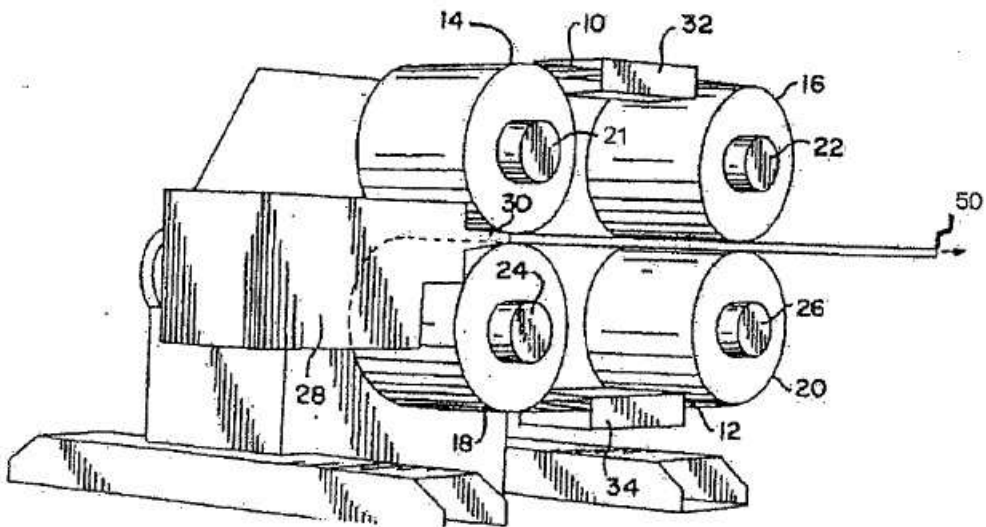
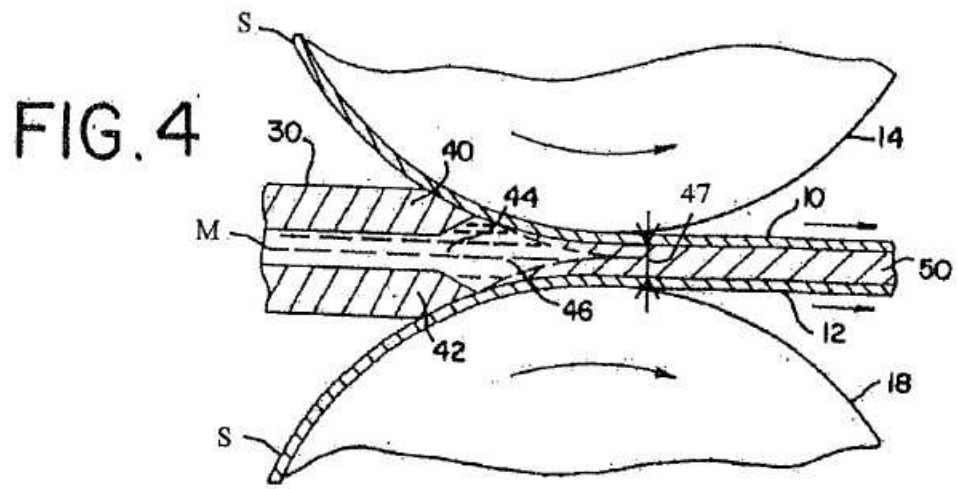


FIG. 3







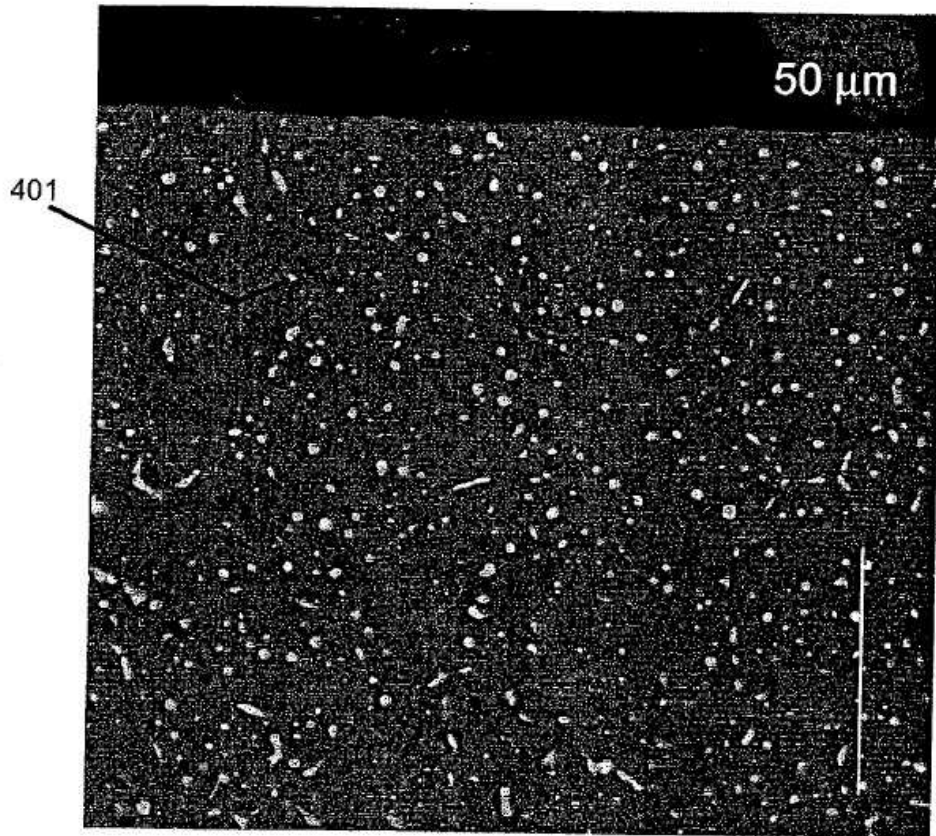


FIG. 5