



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 283 413**

(51) Int. Cl.:

F16D 65/10 (2006.01)

F16D 69/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01934317 .7**

(86) Fecha de presentación : **23.05.2001**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1292781**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **19.03.2003**

(54) Título: **Tambor de freno y procedimiento de producción de este tambor.**

(30) Prioridad: **29.05.2000 JP 2000-158692**
29.05.2000 JP 2000-158725

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

(73) Titular/es:
HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA
1-1, Minami Aoyama 2-chome
Minato-ku, Tokyo 107-8556, JP

(72) Inventor/es: **Koizumi, Takashi;**
Echigo, Takaharu;
Shoji, Hiroto;
Nakao, Yasuhiro y
Sugaya, Kunitoshi

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 283 413 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

Tambor de freno y procedimiento de producción de este tambor.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a tambores de freno para uso en motocicletas o automóviles y métodos para producir tales tambores de freno, y más en particular a un método de producir tambores de freno según el que se forma un elemento de rozamiento del tambor de freno a partir de un material compuesto a base de aluminio y posteriormente el elemento de rozamiento es envuelto por colada con una aleación de aluminio.

Antecedentes de la invención

Algunas motocicletas o automóviles conocidos hoy día utilizan un aparato de freno de tambor como su aparato de freno. En el aparato de freno de tambor, las zapatas de freno son empujadas contra la superficie circunferencial interior (superficie de rozamiento) de un tambor de freno que gira con una rueda de vehículo para controlar por ello la rotación del tambor de freno.

En general, los tambores de freno tradicionales están formados integralmente, o en una pieza, de hierro fundido con el fin de retener la resistencia necesaria de la superficie de rozamiento; sin embargo, los tambores de freno de hierro fundido tradicionales son pesados y así impedirían la deseada reducción de peso de las motocicletas o automóviles a los que se aplican los tambores de freno.

Así, en algunos de los aparatos de freno de tambor más sofisticados, un material ligero, tal como una aleación de aluminio (a continuación "aleación de Al"), se usa en una parte del tambor de freno con vistas a reducir el peso del tambor de freno. A saber, la superficie de rozamiento del tambor de freno, que tiene que tener alta resistencia a la abrasión, se hace de hierro fundido, y la parte restante del tambor de freno se hace de una aleación de Al u otro material ligero, de modo que las motocicletas o automóviles equipados con dicho tambor de freno puedan ser considerablemente más ligeros en general y por ello logren un menor consumo de carburante.

Sin embargo, en el campo de las motocicletas o automóviles, todavía hay una gran necesidad de una reducción adicional del peso para lograr un menor consumo de carburante, y dependiendo del tipo del tambor de freno usado, el peso del tambor de freno se tiene que reducir más con el fin de satisfacer más apropiadamente tal necesidad.

Por EP-A-0879975 se conoce proporcionar un conjunto de tambor de freno incluyendo un aro de rozamiento y tambor de freno. El tambor de freno se puede hacer de aleación de aluminio y el aro de rozamiento de un material compuesto de matriz metálica no conteniendo porciones metálicas como alúmina. El aro de rozamiento no gira con relación al tambor de freno y se indica que el enganche de rozamiento entre estos dos elementos se puede incrementar mediante la utilización de salientes radiales.

El aro de rozamiento de material compuesto de matriz metálica de EP-A-0879975 se forma por vaciado del aro de rozamiento de unas partículas conteniendo metal o fibras cortas de componentes cerámicos o infiltrando una pieza en bruto de fibras de cerámica, ya en forma del aro de rozamiento, con material metálico.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método que puede producir un tambor de freno ligero con mayor eficiencia.

Según la presente invención, se facilita un método para producir un tambor de freno fijando un elemento de rozamiento a una superficie circunferencial interior de un elemento de soporte formado de una aleación de Al, que incluye: un paso de producir un material compuesto a base de Al haciendo que un material de refuerzo de nitrato metálico contacte nitrato de magnesio y haciendo que la aleación de Al penetre en el material de refuerzo con al menos parte del material de refuerzo expuesto como una parte de metal mediante acción de reducción del nitrato de magnesio; y un paso de formar, por extrusión, el material compuesto a base de Al en un elemento cilíndrico que tiene porciones sobresalientes y rebajadas en su periferia exterior, constituyendo un diámetro interior del elemento cilíndrico un diámetro interior del tambor de freno; un paso de cortar el elemento cilíndrico a una anchura correspondiente a la anchura del tambor de freno, para proporcionar por ello el elemento de rozamiento; y un paso de colocar el elemento de rozamiento en un molde de vaciado y envolver por colada el elemento de rozamiento colocado por la aleación de Al que funciona como el elemento de soporte.

El material de refuerzo convertido en la parte de metal por la acción de reducción del nitrato de magnesio puede mejorar la humectabilidad con el metal fundido de la aleación de Al. La humectabilidad mejorada puede unir fuertemente conjuntamente las superficies opuestas del óxido de material de refuerzo y la aleación de Al, para proporcionar por ello un tocho del material compuesto a base de Al que tiene una extensibilidad excelente. Este material compuesto a base de Al es extrusionado para producir el elemento de rozamiento. Al someterse a la extrusión, el elemento de rozamiento puede tener excelente resistencia a la tracción y esfuerzo de prueba y por lo tanto asegurar suficiente resistencia mecánica como un elemento de rozamiento de tambor de freno. Además, el elemento de rozamiento formado del material compuesto a base de Al puede ser ligero de peso. Además, la aleación de Al que forma una matriz del elemento de rozamiento puede aumentar la conductividad térmica del elemento de rozamiento en comparación con el

ES 2 283 413 T3

hierro fundido convencional, y permite disipar fácilmente el calor producido por una acción de frenado, de modo que el elemento de rozamiento de la presente invención puede tener una mayor capacidad de resistir a la disminución de frenado. Además, con la aleación de Al que forma la matriz, el elemento de rozamiento puede tener generalmente el mismo coeficiente térmico de expansión lineal que el elemento de soporte, lo que evitará efectivamente una diferencia en la expansión térmica entre el elemento de rozamiento y el elemento de soporte cuando se active el freno.

El método de producir tambores de freno de la presente invención incluye además, después de la provisión del elemento de rozamiento, un paso de calentar el elemento de rozamiento por encima de una temperatura del molde de vaciado, y después de poner el elemento de rozamiento calentado en el molde de vaciado, el elemento de rozamiento es envuelto por colada por la aleación de Al. Dado que el elemento de rozamiento se forma del material compuesto a base de Al, la expansión lineal térmica del elemento de rozamiento es más grande que el molde de vaciado cuando el elemento de rozamiento se calienta a una temperatura que es un número predeterminado de grados mayor que la del molde de vaciado. Así, el diámetro interior del elemento de rozamiento aumenta para poder poner el elemento de rozamiento en el molde de vaciado con gran facilidad.

La extrusión del material compuesto a base de Al se hace con una relación de extrusión del rango de 10 a 40, donde la relación de extrusión es un valor determinado dividiendo una zona en sección transversal del material compuesto a base de Al antes de la extrusión por una zona en sección transversal del elemento cilíndrico extrusionado resultante. Si la relación de extrusión se pone a 10 o menos, la resistencia a la tracción y el esfuerzo de prueba del elemento cilíndrico (elemento de rozamiento) disminuirá en la medida en que el elemento de rozamiento pueda no retener la resistencia necesaria predeterminada como un elemento de rozamiento de tambor de freno. Así, en el método preferido de la presente invención, la relación de extrusión se establece de manera que exceda de 10, para asegurar la resistencia necesaria del elemento de rozamiento. Sin embargo, con la relación de extrusión establecido por encima de 40, la fuerza de extrusión es tan grande que la velocidad de extrusión disminuya considerablemente. La velocidad de extrusión así reducida deteriorará el rendimiento del tiempo de ciclo y dará lugar a mayores costos de producción; así, el límite superior de la relación de extrusión se pone a 40 en el método preferido de la presente invención.

Al realizar un método preferido de la presente invención, se puede facilitar un tambor de freno para uso en un freno de tambor incluyendo: un elemento cilíndrico de rozamiento con una periferia exterior que tiene una pluralidad de porciones axiales sobresalientes formadas a intervalos uniformes en su dirección circunferencial; y un cuerpo de tambor formado integralmente montado en y alrededor de la periferia exterior de dicho elemento de rozamiento, formándose dicho elemento de rozamiento de un material compuesto a base de aluminio, formándose dicho cuerpo de tambor de una aleación de aluminio, y teniendo cada una de las porciones sobresalientes una altura sobresaliente en un rango de 0,5-3,0 mm.

Con las porciones sobresalientes y rebajadas formadas en la periferia exterior, el elemento de rozamiento puede ser fijado, con resistencia significativamente mayor, al cuerpo de tambor, de modo que incluso cuando actúa una carga circunferencial grande en el elemento de rozamiento durante una acción de frenado del freno de tambor, se puede evitar fiablemente que el elemento de rozamiento no solamente sea desplazado con relación al cuerpo de tambor, sino que también se separe del cuerpo de tambor.

Dado que el elemento de rozamiento se ha formado de un material compuesto a base de aluminio y el cuerpo de tambor se ha formado de una aleación de aluminio, se facilita un tambor de freno que es muy ligero de peso.

Cada una de las porciones sobresalientes del elemento de rozamiento puede tener una altura sobresaliente en un rango de 0,5-3,0 mm.

Además, el ángulo de paso entre las porciones sobresalientes puede ser del rango de 6-45°, más preferiblemente del rango de 6-30°.

Un método preferido incluye además, después de la provisión de dicho elemento de rozamiento:

un paso de calentar dicho elemento de rozamiento,

un paso de encajar dicho elemento de rozamiento, calentado por dicho paso de calentamiento, en una porción sobresaliente de uno de los elementos de molde de dicho molde de vaciado que tiene una temperatura más baja que dicho elemento de rozamiento;

y un paso de formar una cavidad acoplando el elemento de molde con otro elemento de molde del molde de vaciado;

un paso de cargar metal fundido de la aleación de Al a la cavidad enfriando al mismo tiempo obligatoriamente dicho elemento de rozamiento calentado, para envolver por ello por colada dicho elemento de rozamiento.

Cuando el elemento anular de rozamiento ha de ser montado herméticamente en la porción sobresaliente de uno del elemento de moldes del molde de vaciado en la presente invención, la temperatura del elemento de rozamiento se aumenta de manera que sea mayor que la temperatura de dicha porción sobresaliente del molde, y posteriormente se pone en posición con relación a la porción sobresaliente del molde. Más específicamente, donde el elemento de roza-

ES 2 283 413 T3

miento se hace de un material compuesto a base de Al, el elemento de rozamiento tiene un coeficiente de expansión lineal térmica mayor que la porción sobresaliente del elemento de molde. Así, el diámetro interior del elemento de rozamiento es más grande que el diámetro exterior de la porción sobresaliente del molde, de modo que el elemento de rozamiento se puede colocar fácilmente alrededor de la periferia exterior de la porción sobresaliente del molde y ponerse en posición con relación a la porción sobresaliente del molde. Además, antes de que el metal fundido de la aleación de Al sea cargado o introducido en el molde de vaciado, el elemento de rozamiento es enfriado obligatoriamente mediante la porción sobresaliente del elemento de molde. El enfriamiento obligatorio del elemento de rozamiento induce un encogimiento del elemento de rozamiento para minimizar una posible holgura entre el elemento de rozamiento y la porción sobresaliente del molde y limitar también el aumento de temperatura del elemento de rozamiento durante la carga o introducción del metal fundido de la aleación de Al en la cavidad. Como consecuencia, la expansión térmica del elemento de rozamiento puede ser restringida apropiadamente, y es posible evitar que el metal fundido se introduzca indeseablemente en la circunferencia interior del elemento de rozamiento.

Dicho enfriamiento obligatorio del elemento de rozamiento calentado se realiza circulando un líquido refrigerante en la porción sobresaliente del elemento de molde. El líquido refrigerante puede ser agua refrigerante. Así, las instalaciones de enfriamiento del elemento de rozamiento pueden ser de una construcción relativamente simple, y por lo tanto se puede minimizar el costo necesario de las instalaciones de refrigeración.

El material de refuerzo convertido en la parte de metal por la acción de reducción del nitrato de magnesio puede mejorar la humectabilidad con el metal fundido de la aleación de Al. La humectabilidad así mejorada puede unir fuertemente conjuntamente la interface entre -las superficies opuestas de- el óxido de material de refuerzo y la aleación de Al, para proporcionar por ello un tocho del material compuesto a base de Al que tiene una extensibilidad excelente. Este material compuesto a base de Al es extrusionado para producir el elemento de rozamiento. Al someterse al proceso de extrusión, el elemento de rozamiento puede tener excelente resistencia a la tracción y esfuerzo de prueba y por lo tanto asegurar suficiente resistencia mecánica como un elemento de rozamiento de tambor de freno. Además, el elemento de rozamiento formado del material compuesto a base de Al puede ser ligero de peso.

Ahora se describirán algunas realizaciones preferidas de la invención a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva que representa una rueda trasera de una motocicleta provista de un tambor de freno según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo que representa una secuencia de pasos de un método para producir el tambor de freno según la presente invención.

Las figuras 3A a 3C son diagramas detallados explicativos de un proceso para producir un tocho de un material compuesto a base de Al representado en la figura 2.

Las figuras 4A y 4B son diagramas detallados explicativos de un proceso para producir un elemento de rozamiento que tiene porciones sobresalientes y rebajadas en su periferia exterior después de hacer un elemento cilíndrico a partir del tocho del material compuesto a base de Al.

La figura 5 es un gráfico que representa la relación entre una relación de extrusión para extrudir el material compuesto a base de Al como se representa en la figura 4A y la resistencia a la tracción y el esfuerzo de prueba en la producción de un elemento de rozamiento en forma de aro.

La figura 6 es una vista en perspectiva que representa cómo se pone un elemento de rozamiento calentado en un molde de vaciado.

La figura 7 es una vista explicativa de cómo el elemento de rozamiento en forma de aro se monta en una porción sobresaliente del molde móvil del molde de vaciado.

La figura 8 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 7.

La figura 9 es una vista en sección que representa el molde móvil con el elemento de rozamiento puesto en él y un elemento de molde fijo.

La figura 10 es un gráfico que muestra las cantidades de variación térmica del elemento de rozamiento y el molde de vaciado.

Las figuras 11A y 11B son vistas en sección explicativas de cómo se carga metal fundido en una cavidad del molde de vaciado para producir el tambor de freno de la presente invención.

La figura 12 es un gráfico explicativo de un proceso de vaciado de tambor de freno según la presente invención.

La figura 13 es un diagrama esquemático que representa un aparato de freno de tambor provisto del tambor de freno según la presente invención.

Y las figuras 14A y 14B son vistas fragmentarias ampliadas del tambor de freno representado en la figura 13.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

Realizaciones preferidas de la presente invención se describirán en detalle a continuación con referencia a los dibujos acompañantes.

En la figura 1, se representa un tambor de freno 10 según la presente invención, que incluye un saliente 11 para montar en un eje trasero o delantero, una pestaña 12 formada integralmente en el extremo derecho del saliente 11, un cuerpo de tambor (es decir, elemento de soporte) 13 formado integralmente en y alrededor de la periferia exterior de la pestaña 12, y un elemento de rozamiento anular 16 fijado a la superficie circunferencial interior del cuerpo de tambor 13. Un par de pestañas opuestas 14 están fijadas a y alrededor de la periferia exterior del cuerpo de tambor 13.

Dicho saliente 11, pestaña 12, cuerpo de tambor 13 y par de pestañas opuestas 14 se forman integralmente por vaciado de una aleación de Al, para formar por ello conjuntamente un cubo de una pieza 15. El cubo 15 así formado de la aleación de Al puede ser de peso significativamente reducido.

El elemento de rozamiento 16 se forma de un material compuesto a base de aluminio (simplemente llamado a continuación un “material compuesto a base de Al”), que también puede ser de peso significativamente reducido. Dado que el material compuesto a base de Al contiene una sustancia de refuerzo, el elemento de rozamiento 16 puede tener suficiente resistencia a la abrasión como un elemento de rozamiento de tambor de freno.

Formando así el elemento de rozamiento 16 del material compuesto a base de Al, la matriz del elemento de rozamiento 16 se puede hacer de una aleación de Al como con el cuerpo de tambor 13. En consecuencia, la conductividad térmica del elemento de rozamiento 16 en el ejemplo ilustrado se puede incrementar en comparación con la del hierro fundido tradicional, y el calor producido por una acción de frenado se puede disipar fácilmente, de modo que el elemento de rozamiento 16 pueda tener una mayor capacidad de resistir la disminución de frenado.

En el tambor de freno antes descrito 10 de la invención, una pluralidad de agujeros de montaje 14a están formados en cada una del par de pestañas opuestas 14. El borde 21 está fijado al tambor de freno 10 con una pluralidad de radios montados en los agujeros de montaje individuales 14a, y un neumático de vehículo 22 está fijado a la llanta 22. En el espacio interior del tambor de freno 10 se aloja un par de zapatas de freno 23 y un par de muelles de tensión 24.

Los párrafos siguientes describen un método para producir el tambor de freno según una primera realización de la presente invención, con referencia a un diagrama de flujo de la figura 2.

Paso (abreviado a continuación “ST”) 10: producir el material compuesto a base de Al.

ST 11: formar, por extrusión, el material compuesto a base de Al producido en un elemento cilíndrico que tiene una pluralidad de pequeñas porciones sobresalientes y rebajadas en su periferia exterior y tiene el mismo diámetro interior que el del tambor de freno acabado.

ST 12: cortar el elemento cilíndrico formado a una anchura correspondiente a la anchura del tambor de freno acabado, para proporcionar por ello el elemento de rozamiento.

ST 13: Calentar el elemento de rozamiento así cortado a una temperatura predeterminada usando un molde de vaciado.

ST 14: Poner el elemento de rozamiento calentado en el molde de vaciado, y envolver por colada el elemento de rozamiento colocado por la aleación de Al que funciona como el elemento de soporte para el elemento de rozamiento, enfriando al mismo tiempo el molde de vaciado.

Detalles de cada uno de ST10-ST 14 anteriores se representan en las figuras 3A-11 que se describirán a continuación.

Las figuras 3A a 3C muestran un proceso para producir un tocho del material compuesto a base de Al que se ha de usar para la producción del tambor de freno, y este proceso corresponde al paso 10 de la figura 2.

En primer lugar, en la figura 3A, un material de refuerzo en forma de un óxido metálico (en el ejemplo ilustrado, “alúmina (Al_2O_3)”) 32 se pone en un primer crisol 31 dentro de un horno atmosférico 30. Específicamente, la alúmina 32 es una pieza moldeada porosa en forma de una cerámica a base de óxido y se ha preformado a una forma de tocho.

La aleación de Al 33 se coloca en la alúmina 32. Además, se pone magnesio (Mg) 35 en un segundo crisol 34 dentro del mismo horno atmosférico 30. Por ejemplo, la aleación de Al 33 puede ser la aleación JIS-A6061, y el magnesio 35 puede ser una aleación de Mg.

Posteriormente, para sacar aire de dentro del horno atmosférico 30, el horno 30 se rarifica por medio de una bomba de vacío 36, y posteriormente la bomba de vacío 36 se desactiva cuando se logra un nivel de vacío predeterminado en el

ES 2 283 413 T3

horno atmosférico 30. A continuación, se suministra gas argón (Ar) desde un cilindro de gas argón al horno atmosférico 30 como indica la flecha (1). Una vez que el interior del horno atmosférico 30 se ha puesto a una atmósfera del gas argón 38a, se puede evitar que la aleación de Al 33 y el magnesio 35 se oxiden.

5 Simultáneamente, el horno atmosférico 30 se calienta mediante una bobina de calentamiento 40 de modo que la alúmina 32, la aleación de Al 33 y el magnesio 35 se calienten conjuntamente a una temperatura predeterminada (por ejemplo, aproximadamente 750°C-aproximadamente 900°C). Así, la aleación de Al 33 se funde, y el magnesio 35 vaporiza como indica la flecha (2). En este punto, la temperatura corriente en el horno atmosférico 30 es detectada por un sensor de temperatura 41, y en base a una señal de detección resultante enviada por el sensor de temperatura 41, la temperatura en el horno atmosférico 30 se regula mediante una sección de control 42 a un valor establecido particular.

10 A continuación, se suministra gas nitrógeno (N₂) 43a desde un cilindro de gas nitrógeno 43 al horno atmosférico 30 como indica la flecha (3) en la figura 3B. Al mismo tiempo, se aplica presión (por ejemplo, la presión atmosférica más 0,5 kg/cm²) al interior del horno atmosférico 30, con el fin de sustituir la atmósfera en el horno atmosférico 30 por el gas nitrógeno 43a.

Una vez que el interior del horno atmosférico 30 ha pasado a la atmósfera del gas nitrógeno 43a, el gas nitrógeno 43a reacciona con el magnesio 35 formando nitruro de magnesio (Mg₃N₂) 44. Dado que el nitruro de magnesio 44 tiene una función reductora, sirve para cambiar al menos una parte de la alúmina 32 a un metal (aluminio). Así, al menos una parte de la alúmina 32 se expone como una parte de metal en el horno atmosférico 30. Producir así el aluminio puede mejorar la humectabilidad.

20 A continuación, se hace que el metal fundido de la aleación de Al 33 penetre en el aluminio convertido de la alúmina 32 y la aleación de Al 33 que ha penetrado así en el aluminio se solidifica, produciendo por ello un tocho de material compuesto a base de Al 45.

El tocho de material compuesto a base de Al 45 puede tener una buena extensibilidad, al convertir al menos parcialmente la alúmina 32 en una forma de metal a través de la acción de reducción del nitruro de magnesio y mejorando por ello la humectabilidad. En consecuencia, el tocho de material compuesto a base de Al 45 puede tener una formabilidad excelente y se puede deformar fácilmente de forma plástica.

30 Obsérvese que se puede acelerar la penetración de la aleación Al fundida 33 si se presuriza la atmósfera en el horno atmosférico 30, en cuyo caso el tocho de material compuesto a base de Al deseado 45 se puede obtener en un tiempo más corto. Alternativamente, la presión en el horno atmosférico 30 se puede bajar mediante la bomba de vacío 36, en cuyo caso también se puede acelerar la penetración de la aleación Al fundida 33 bajo la atmósfera de nitrógeno a presión reducida.

Además, la pieza moldeada de alúmina porosa 32 puede tener la aleación de Al conteniendo Mg previamente contenido en ella, y la alúmina 32 puede ser reducida posteriormente por el nitruro de magnesio.

40 Además, el proceso para producir el tocho de material compuesto 45 se puede realizar colocando la aleación de Al en una pieza moldeado porosa de partículas de alúmina conteniendo magnesio en polvo.

En la figura 3C, la periferia exterior 45a del tocho de material compuesto a base de Al 45 se corta con una cuchilla 46; es decir, se lleva a cabo la denominada "operación de pelado" en la periferia exterior 45a del tocho 45. Por esta operación de afeitado o exfoliación, el tocho de material compuesto a base de Al 45 se forma en una forma adecuada para extrusión en un paso posterior. Dado que este tocho de material compuesto a base de Al 45 ha sido integrado por acción superficial o interfacial con el material de refuerzo, tiene una conductividad térmica muy buena y presenta una excelente capacidad de disipación de calor en comparación con el tocho de material compuesto a base de Al convencional. Por lo tanto, la capacidad de disipación de calor del elemento de rozamiento 16 se puede mejorar de forma significativa. Además, dado que el tocho de material compuesto a base de Al 45 tiene una excelente formabilidad y se puede deformar fácilmente plásticamente como se ha indicado previamente, se puede formar en una forma deseada por extrusión como se representa en la figura 4A.

55 El ejemplo ilustrado de la figura 4A corresponde al paso 11 en el diagrama de flujo de la figura 2, mientras que el ejemplo ilustrado de la figura 4B corresponde al paso 12.

En la figura 4A, el tocho de material compuesto a base de Al 45 se inserta primero en un depósito 50 y posteriormente es empujado en un extremo por un pistón 51, de modo que el tocho de material compuesto 45 es extrusionado a través de un intervalo entre un troquel 52 y un mandril 53. Extrudir así el tocho de material compuesto a base de Al 45 forma un elemento cilíndrico 54 que tiene porciones sobresalientes y rebajadas (figura 4B) en su periferia exterior y que tiene un diámetro interior D1 que constituirá el diámetro interior del tambor de freno 10 (véase la figura 1).

65 Se afirma comúnmente que el tocho de material compuesto a base de Al convencional es difícil de extrusionar a una forma deseada debido a su pobre extensibilidad y pobre deformabilidad plástica. Así, el tocho de material compuesto a base de Al 45 empleado en la presente invención tiene una humectabilidad químicamente mejorada entre el óxido metálico y el metal fundido de la aleación de Al por la utilización del nitruro de magnesio. Esto puede unir fuertemente conjuntamente las superficies del óxido metálico y la aleación de Al mediante acción química, logrando un

ES 2 283 413 T3

estado interfacial reforzado entre los dos. En consecuencia, el tocho de material compuesto a base de Al 45 empleado en la presente invención presenta una excelente extensibilidad en comparación con el material compuesto a base de Al convencional, y se puede formar en cualquier forma deseada por extrusión.

- 5 A causa de la excelente extensibilidad, el tocho columnar del material compuesto a base de Al 45 se puede extrusionar adecuadamente al elemento cilíndrico (denominado “método de fabricación a base de troquel hueco”).

10 El elemento cilíndrico 54 se usa como el elemento de rozamiento 16 de la figura 1, y es deseable que el elemento cilíndrico 54 garantice resistencia a la tracción y esfuerzo de prueba a valores predeterminados con el fin de mantener la resistencia necesaria del elemento de rozamiento 16. Para ello, la presente realización está dispuesta para establecer una relación de extrusión R a un rango de 10-40, donde la relación de extrusión R es un valor determinado dividiendo una zona en sección transversal S1 del tocho de material compuesto a base de Al 45 antes de la extrusión por una zona en sección transversal S2 del elemento cilíndrico extrusionado 54. Modificando de forma variada la relación de extrusión R del tocho de material compuesto a base de Al 45 dentro del rango de 10-40, el elemento cilíndrico 54
15 puede tener alta calidad sin defectos internos, y así se puede eliminar la necesidad de complicados pasos de gestión de calidad mediante la presente realización. Las razones por las que la relación de extrusión R se pone al rango de 10-40 en la presente realización se expondrán más adelante con detalle en relación a la figura 5.

20 El elemento cilíndrico extrusionado 54 se corta posteriormente a la anchura W correspondiente a la del tambor de freno 10 (figura 1), como se ilustra en la figura 4B. El elemento cilíndrico así cortado 54 constituye el elemento de rozamiento 16 del tambor de freno representado en la figura 1. Dado que la resistencia a la tracción y el esfuerzo de prueba se fijan a valores predeterminados como se ha indicado anteriormente, el elemento de rozamiento 16 puede mantener la resistencia necesaria como el elemento de rozamiento de tambor de freno.

25 Con las porciones sobresalientes y rebajadas formadas en su periferia exterior 17, el elemento de rozamiento 16 se puede fijar fiablemente al tambor de freno 10 (figura 1). Dado que las porciones sobresalientes y rebajadas en la periferia exterior 17 del elemento de rozamiento 16 se pueden formar simultáneamente durante el proceso de extrusión, se puede mejorar la producción. Como consecuencia, el costo se puede reducir de forma significativa en comparación con el caso donde las porciones sobresalientes y rebajadas se forman mediante un proceso de corte. Las porciones
30 sobresalientes y rebajadas en el elemento de rozamiento 16 se describirán más adelante con mayor detalle en relación a las figuras 13 a 14B.

35 La figura 5 es un gráfico que representa la relación entre la relación de extrusión y la resistencia a la tracción y el esfuerzo de prueba en la producción del tambor de freno novedoso. Más específicamente, en la figura 5, el eje horizontal representa la relación de extrusión R, mientras que el eje vertical representa la resistencia a la tracción (MPa) y el esfuerzo de prueba (MPa) del elemento cilíndrico 54 (es decir, el elemento de rozamiento 16). Aquí, el esfuerzo de prueba representa un nivel de esfuerzo necesario para producir una deformación permanente de 0,2%.

40 Si la relación de extrusión R se pone a 10 o menos, la resistencia a la tracción del elemento de rozamiento 16 disminuye por debajo de un valor predeterminado (aproximadamente 380 MPa) y el esfuerzo de prueba también disminuye por debajo de un valor predeterminado (aproximadamente 240 MPa). Por lo tanto, en este caso, el elemento de rozamiento 16 no puede retener una resistencia predeterminada. Además, con la relación de extrusión R puesta a 10 o menos, los defectos de vaciado, tales como cavidades de encogimiento, producidos durante la producción del tocho de material compuesto a base de Al permanecerían indeseablemente, lo que probablemente producirá indeseados
45 agujeros de soplado después de la extrusión.

50 Por otra parte, si la relación de extrusión R se pone a más de 10, la resistencia a la tracción del elemento de rozamiento 16 aumenta por encima del valor predeterminado (aproximadamente 380 MPa) y el esfuerzo de prueba también aumenta por encima del valor predeterminado (aproximadamente 240 MPa). Por lo tanto, en este caso, el elemento de rozamiento 16 puede retener la resistencia predeterminada y asegurar suficiente calidad interior. Así, en la presente realización, el límite inferior de la relación de extrusión R se pone a 10 desde el punto de vista de las características mecánicas del tocho de material compuesto a base de Al.

55 Sin embargo, con la relación de extrusión R puesta por encima de 40, la fuerza de extrusión es tan grande que la velocidad de extrusión disminuye considerablemente. La velocidad de extrusión así disminuida deteriorará el rendimiento del tiempo de ciclo y dará lugar a mayores costos de producción; así, el límite superior de la relación de extrusión R se pone a 40 en la presente realización.

60 La figura 6 es una vista en perspectiva de un aparato para implementar el método de producir tambores de freno de la presente invención, y la función de este aparato de producir tambores de freno corresponde al paso 13 en el diagrama de flujo de la figura 2.

65 Aquí, el elemento de rozamiento 16 fabricado en los pasos anteriores se calienta mediante un horno de calentamiento 60 hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, 100°C), y el elemento de rozamiento así calentado 16 es transferido mediante una sección de transferencia 61 a una posición de espera P1 como indica una flecha. Se hace que el elemento de rozamiento 16 que ha llegado a la posición de espera P1, mediante una pieza de tope 62a de una primera sección de tope 62, tope en un punto predeterminado de la posición de espera P1.

ES 2 283 413 T3

Para mover más el elemento de rozamiento 16 a una posición de montaje P2 de una sección de montaje 63, se retira un vástago de cilindro 62b de la primera sección de tope 62 para elevar la pieza de tope 62a, y simultáneamente se retira un vástago de cilindro 64b de una segunda sección de tope 64 para elevar una pieza de tope 64a. En esta condición, el elemento de rozamiento 16 detenido en la posición de espera P1 es transferido a la posición de montaje P2 por activación de la sección de transferencia 61. Después de que el elemento de rozamiento 16 ha sido transferido así a la posición de montaje P2, los respectivos vástagos de cilindro 62b y 64b de las secciones de tope primera y segunda 62 y 64 se avanzan para bajar las respectivas piezas de tope 62a y 64a. Así, el elemento de rozamiento 16 se puede mantener estacionario en la posición de montaje P2.

Posteriormente, se avanza un vástago de cilindro 65a de un cilindro de montaje 65 para empujar hacia adelante una chapa 66 sujeta al extremo distal del vástago de cilindro 65a. Empujar así la chapa 66 hacia adelante hace que el elemento de rozamiento 16 se mueva a lo largo de carriles 67 hacia una porción sobresaliente 72 de un elemento de molde móvil 71 (a continuación "porción sobresaliente de molde móvil") como indica la flecha (4). El elemento de molde móvil 71 es una parte de un molde de vaciado 70. La sección de montaje 63 se puede mover en una dirección vertical lejos de la porción sobresaliente de molde móvil 72 de modo que pueda ser evacuada del molde que tiene la porción sobresaliente 72 según sea apropiado.

Más específicamente, como se representa en las figuras 7 y 8, el vástago de cilindro 65a del cilindro de montaje 65 se avanza para mover el elemento de rozamiento 16 como indica la flecha (4), de modo que el elemento de rozamiento 16 se pueda colocar alrededor y montar en la porción sobresaliente de molde móvil 72. La porción sobresaliente de molde móvil 72 incluye una sección de enfriamiento 74 que tiene una manguera de suministro de agua 75a, mediante la que se suministra agua refrigerante a un tubo de cobre 75b como indica la flecha a. El agua refrigerante suministrada fluye, mediante el extremo distal del tubo de cobre 75b, a un paso de agua refrigerante 76a de la porción sobresaliente 72, vuelve a través del paso 76a como indican las flechas, y entonces se descarga mediante una manguera de drenaje 76b como indica la flecha b. De esta forma, el agua refrigerante circula a través del interior de la porción sobresaliente de molde móvil 72 para enfriar por ello la porción sobresaliente 72 hasta aproximadamente 50°C. Como consecuencia, se puede hacer que la porción sobresaliente de molde móvil 72 se encoja de modo que su diámetro exterior D2 sea más pequeño.

Dado que el elemento de rozamiento 16 se ha calentado hasta 100°C como se ha indicado previamente, el diámetro interior D1 del elemento de rozamiento 16 se puede expandir de modo que sea suficientemente más grande que el diámetro exterior D2 de la porción sobresaliente de molde móvil 72. De esta forma, el elemento de rozamiento 16 se puede colocar fácilmente alrededor y montar en la periferia exterior de la porción sobresaliente de molde móvil 72.

Como se ilustra en la figura 8, la sección de enfriamiento 74 incluye cuatro pasos de agua refrigerante 76a dispuestos a intervalos de 90° alrededor de la periferia exterior de la porción sobresaliente de molde móvil 72, y los pasos de agua así dispuestos 76a pueden enfriar efectivamente la periferia exterior de la porción sobresaliente de molde móvil 72 hasta la temperatura predeterminada (aproximadamente 50°C). Sin embargo, la sección de enfriamiento 74 puede incluir más de cuatro pasos de agua refrigerante 76a; se puede elegir cualquier número de los pasos de agua refrigerante 76a en correspondencia con la condición de enfriamiento deseada.

Como se ilustra en la figura 9, el elemento de rozamiento 16 calentado hasta aproximadamente 100°C contacta la porción sobresaliente de molde móvil 72 de aproximadamente 50°C cuando el elemento de rozamiento 16 está montado en la periferia exterior de la porción sobresaliente 72. Dado que la porción sobresaliente de molde móvil 72 es de mayor capacidad térmica que el elemento de rozamiento 16, el elemento de rozamiento 16 se enfría hasta la misma temperatura que la porción sobresaliente de molde móvil 72 después del contacto entre la porción sobresaliente 72 y el elemento de rozamiento 16. Así, la temperatura del elemento de rozamiento 16 cae de 100°C hasta 50°C y se encoge, de modo que el diámetro interior D1 del elemento de rozamiento 16 sea menor.

Por otra parte, la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 se mantiene a 50°C. De esta forma, el elemento de rozamiento 16 se puede ajustar por encogimiento en la porción sobresaliente de molde móvil 72, de modo que el contacto íntimo resultante entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 puede eliminar una posible holgura entremedio. Después de montar el elemento de rozamiento 16 en la porción sobresaliente de molde móvil 72 de la manera indicada, el elemento de molde móvil 71 es movido hacia un elemento de molde fijo 77 como indica la flecha (5) hasta que el elemento de rozamiento 16 se pone adecuadamente en el molde de vaciado 70.

La figura 10 es un gráfico que representa las cantidades de variación térmica del elemento de rozamiento del tambor de freno y el molde de vaciado, donde el eje horizontal representa la temperatura y el eje vertical representa la holgura entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72. Además, en esta figura, una línea continua gruesa representa la expansión térmica de la porción sobresaliente de molde móvil 72, y una línea continua fina representa la expansión térmica del elemento de rozamiento 16.

El diámetro interior D1 del elemento de rozamiento 16 se elige de tal manera que la holgura entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 tenga un tamaño muy pequeño (por ejemplo, 0,05 mm o menor) de modo que el metal fundido descrito en último lugar de la aleación de Al no se introduzca entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 cuando las temperaturas del elemento de rozamiento 16 y de la porción sobresaliente 72 se igualen. El valor mínimo del diámetro interior D1 del elemento de rozamiento

ES 2 283 413 T3

16 se indica como dl por la luz línea continua, y un valor máximo del diámetro interior D1 del elemento de rozamiento 16 es denotado como D1 por una línea de puntos.

5 Como se ha indicado antes, el elemento de rozamiento 16 se hace del material compuesto a base de Al, mientras que el molde de vaciado 70 (porción sobresaliente de molde móvil 72) se hace de acero aleado para herramientas (JIS-G-4404-SKD).

10 El coeficiente de expansión lineal térmica de la porción sobresaliente de molde móvil 72 (SKD) es aproximadamente $13,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, y el diámetro exterior D2 de la porción sobresaliente de molde móvil 72 aumenta +0,05 cuando la porción sobresaliente 72 se calienta de 0°C a 50°C . Además, el diámetro exterior D2 de la porción sobresaliente de molde móvil 72 aumenta +0,075 cuando la porción sobresaliente 72 se calienta a 75°C . Si la porción sobresaliente de molde móvil 72 se calienta hasta 100°C , el diámetro exterior D2 aumenta +0,10. Dado que la porción sobresaliente de molde móvil 72 tiene un bajo coeficiente térmico de expansión lineal, el diámetro exterior D2 aumenta de forma relativamente lenta.

15 Por otra parte, el coeficiente de expansión lineal térmica del elemento de rozamiento 16 (tocho de material compuesto a base de Al) es aproximadamente $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ que es más grande que el de la porción sobresaliente de molde móvil 72. Así, el diámetro interior máximo D1 del elemento de rozamiento 16 aumenta +0,10 si el elemento de rozamiento 16 se calienta de 0°C a 50°C , y aumenta +0,15 si el elemento de rozamiento 16 se calienta a 75°C . Además, 20 el diámetro interior máximo D1 del elemento de rozamiento 16 aumenta +0,20 si el elemento de rozamiento 16 se calienta a 100°C . Dado que el elemento de rozamiento 16 tiene un coeficiente térmico de expansión lineal grande, el diámetro interior D1 aumenta rápidamente.

25 El diámetro mínimo interior dl del elemento de rozamiento 16 aumenta rápidamente de manera similar al diámetro interior máximo D1.

30 Por lo tanto, si el elemento de rozamiento 16 se calienta a 100°C y la porción sobresaliente de molde móvil 72 se calienta a 50°C , la diferencia “diámetro interior máximo D1-diámetro exterior D2” es +0,15, y la diferencia “diámetro interior mínimo dl-diámetro exterior D2” es +0,05. Como consecuencia, el elemento de rozamiento 16 permite una holgura grande con relación a la porción sobresaliente de molde móvil 72, lo que permite colocar fácilmente el elemento de rozamiento 16 sobre la periferia exterior de la porción sobresaliente 72.

35 Después de colocar el elemento de rozamiento 16 alrededor de la periferia exterior de la porción sobresaliente de molde móvil 72, el elemento de rozamiento 16 se enfría a la temperatura de la porción sobresaliente 72. Durante este período, la diferencia “diámetro interior máximo D1-diámetro exterior D2” disminuye de +0,15 a +0,05, y matemáticamente, la diferencia “diámetro interior mínimo dl-diámetro exterior D2” disminuye de +0,05 a -0,05. Así, la holgura del elemento de rozamiento 16 con relación a la porción sobresaliente de molde móvil 72 se puede hacer menor, o se puede eliminar casi completamente por el efecto del ajuste de encogimiento.

40 Así, el elemento de rozamiento 16 se puede colocar coaxialmente con la porción sobresaliente de molde móvil 72 sin desplazamiento indeseado con relación a ésta última, y también es posible evitar que el metal fundido se introduzca en la circunferencia interior del elemento de rozamiento 16 durante la carga del metal fundido.

45 Además, dado que el coeficiente de expansión lineal térmica (aproximadamente $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) del elemento de rozamiento 16 es más grande que el coeficiente térmico de expansión lineal ($13,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) de la porción sobresaliente de molde móvil 72, se puede obtener efectivamente el efecto de ajuste por encogimiento sin que el elemento de rozamiento 16 se tenga que calentar a una temperatura muy alta. Consiguientemente, se puede reducir el costo del horno de calentamiento 60.

50 A continuación, como se representa en la figura 11A, el molde de vaciado 70 se cierra o fija, y posteriormente el metal fundido de la aleación de Al se carga, a través de un canal de colada 70a del elemento de molde fijo 77, a una cavidad de molde 70b como indica la flecha (6), con el fin de envolver por colada el elemento de rozamiento 16 por la aleación de Al. La aleación de Al que envuelve así por colada el elemento de rozamiento 16 constituye el cubo 15 representado en la figura 1.

55 Dado que el metal fundido de la aleación de Al tiene una temperatura alta de aproximadamente 680°C , el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 se calientan conjuntamente por el metal fundido cargado en la cavidad de molde 70b, de modo que es probable que se produzca una holgura relativamente grande entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72. Sin embargo, el agua refrigerante que 60 circula por la sección de enfriamiento 74 a través del interior de la porción sobresaliente de molde móvil 72, se puede evitar efectivamente que la temperatura del elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 aumente excesivamente.

65 A continuación, después de solidificar la aleación de Al fundida, el elemento de molde móvil 71 es movido en una dirección de la flecha (7), y también los elementos de moldeo deslizantes 78 se alejan como indica la flecha (8). Después de eso, se saca un producto vaciado o colado 79 del elemento de molde móvil 71 como indica la flecha (9).

ES 2 283 413 T3

Dado que el elemento de rozamiento 16 se puede montar estrechamente en la porción sobresaliente de molde móvil 72 como se ha indicado previamente, se puede envolver por colada coaxialmente con la línea axial 10a del tambor de freno 10. Además, la presente realización puede evitar que la aleación de Al se adhiera a la superficie circunferencial interior 18 del elemento de rozamiento 16, o puede minimizar la cantidad de adherencia de la aleación de Al a la superficie circunferencial interior 18. Si es necesario, la superficie circunferencial interior del elemento de rozamiento 16 en el vaciado 79 se puede rectificar al tamaño deseado, para proporcionar por ello el tambor de freno acabado 10 de la figura 1.

La figura 12 es un gráfico explicativo de un proceso de vaciado de tambor de freno según la presente invención, donde el eje horizontal representa varios pasos de vaciado mientras que el eje vertical representa la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72. En el gráfico de la figura 12, una línea continua representa la presente realización de la presente invención que tiene la sección de enfriamiento 74 como se ha descrito anteriormente, mientras que una línea de puntos representa un ejemplo del tambor convencional de freno que no tiene dicha sección de enfriamiento 74.

En el ejemplo convencional, la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 cuando el elemento de rozamiento 16 está a punto de montarse en la periferia exterior de la porción sobresaliente 72 es 120°C. Dado que la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 es de hasta 120°C, el elemento de rozamiento 16 tiene que ser calentado a una temperatura superior a 120°C con el fin de formar una holgura relativamente grande entre la porción sobresaliente de molde móvil 72 y el elemento de rozamiento 16. Calentar el elemento de rozamiento 16 a tal temperatura alta aumentará el costo de las instalaciones de calentamiento.

Con el elemento de rozamiento calentado 16 montado en la periferia exterior de la porción sobresaliente de molde móvil 72, la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 aumenta por encima de 120°C. Posteriormente, después de cerrar el molde de vaciado 70, se carga el metal fundido (a aproximadamente 680°C) al molde 70 bajo esta condición, de modo que el elemento de rozamiento 16 también se calienta a aproximadamente 230°C, lo que dará lugar a un intervalo relativamente grande entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72. Así, el elemento de rozamiento 16 se puede desplazar fácilmente con relación a la porción sobresaliente de molde móvil 72 durante la carga del metal fundido, lo que hará difícil envolver por colada el elemento de rozamiento 16 coaxialmente con la porción sobresaliente de molde móvil 72.

Por otra parte, en la presente realización, la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 cuando el elemento de rozamiento 16 está a punto de montarse en la periferia exterior de la porción sobresaliente 72 es solamente 50°C. Dado que la temperatura de la porción sobresaliente de molde móvil 72 es de sólo 50°C, solamente hay que calentar el elemento de rozamiento 16 hasta 100°C. Reducir así la temperatura necesaria del elemento de rozamiento 16 puede evitar efectivamente un aumento en el costo de las instalaciones de calentamiento.

Entonces, después de cerrar el molde de vaciado 70, el metal fundido (a aproximadamente 680°C) se carga en el molde 70 en esta condición, tiempo durante el que el agua refrigerante circula por la sección de enfriamiento 74 a través del interior de la porción sobresaliente de molde móvil 72 de modo que la temperatura del elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 se puede limitar por debajo de aproximadamente 150°C. Como consecuencia, la holgura entre el elemento de rozamiento 16 y la porción sobresaliente de molde móvil 72 se puede restringir sustancialmente al mismo rango de tamaño que el representado en la figura 10. Así, es posible envolver por colada el elemento de rozamiento 16 coaxialmente con la porción sobresaliente de molde móvil 72 evitando al mismo tiempo que el metal fundido entre en la porción sobresaliente de molde móvil 72 y el elemento de rozamiento 16.

La figura 13 representa el aparato de freno de tambor equipado con el tambor de freno según la presente invención. Cuando la motocicleta se desplaza hacia adelante, el tambor de freno 10 montado en la motocicleta gira en una dirección hacia la izquierda como indica la flecha. Cuando se gira una excéntrica 26 en una dirección de la flecha en esta condición, el par de zapatas de freno 23 se separan una de otra radialmente hacia fuera contra el empuje de los muelles de tensión 24. De esta forma, los respectivos forros 23a de las zapatas de freno 23 son empujados herméticamente contra la superficie circunferencial interior 18 del elemento de rozamiento 16, de modo que el tambor de freno 10 deje de girar.

Entonces, todavía se está transmitiendo fuerza rotacional del vehículo al cubo 15, lo que hará que el cuerpo de tambor 13 siga girando por separado del elemento de rozamiento 16. Por esto el elemento de rozamiento 16 de la invención tiene una pluralidad de porciones sobresalientes 17a formadas en su periferia exterior 17 en ángulos de paso regulares θ de tal manera que la periferia exterior 17 tenga porciones sobresalientes y rebajadas alternas. El elemento de rozamiento 16 está fijado herméticamente al cuerpo de tambor 13 con los salientes y depresiones en la periferia exterior 17 colocados en enganche de engrane con la superficie circunferencial interior del cuerpo de tambor 13, de modo que incluso cuando actúe una gran carga circunferencial en el elemento de rozamiento 16, se pueda evitar fiablemente que el elemento de rozamiento 16 sea desplazado no solamente circunferencialmente con relación al cuerpo de tambor 13, sino también separado del cuerpo de tambor 13.

Dicho ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a se ponen en el rango de 6-45°, más preferiblemente en el rango de 6-30°. Aunque es preferible que la altura h de cada una de las porciones sobresalientes 17a sea relativamente pequeña, por ejemplo en el rango de 0,5-3 mm, en comparación con el grosor t del elemento de rozamiento 16, la

altura h puede variar dependiendo del tamaño del tambor de freno sin limitarse necesariamente al rango de 0,5-3 mm solamente.

Las figuras 14A y 14B son diagramas explicativos de la expansión térmica del elemento de rozamiento; más específicamente, la figura 14A representa la expansión térmica del elemento de rozamiento en el tambor de freno convencional, mientras que la figura 14B representa la expansión térmica del elemento de rozamiento en la realización de la presente invención.

En la figura 14A, cuando se produce calor de rozamiento presionando los forros de zapata de freno contra la superficie circunferencial interior del elemento de rozamiento 100, la temperatura del elemento de rozamiento 100 aumentará hasta aproximadamente 400°C. Dado que el calor de rozamiento así producido no es transportado al instante al cuerpo de tambor 105, el elemento de rozamiento 100 se expandirá térmicamente debido al calor de rozamiento.

Según se ve en el tambor de freno convencional ilustrado, poner la altura h_1 de cada una de las porciones sobresalientes 102 del elemento de rozamiento 100 a un valor grande (para ser más específicos, tres mm o sobre) hará que las porciones sobresalientes 102 se expandan térmicamente en gran medida. Debido a esto, porciones de la superficie circunferencial interior 101 del elemento de rozamiento 100, enfrente de las porciones sobresalientes exteriores 102, se expanden hacia dentro para formar una porción térmicamente expandida 103. Igualmente, si los intervalos entre las porciones sobresalientes 102 se incrementan de tal manera que los ángulos de paso θ_1 entre las porciones sobresalientes 102 excedan de 45°, las porciones sobresalientes 102 se espacian excesivamente una de otra de modo que la expansión térmica en y alrededor de las porciones sobresalientes 102 no se puede disipar ampliamente, y así las porciones de la superficie circunferencial interior 101 del elemento de rozamiento 100, enfrente de las porciones sobresalientes exteriores 102, se expanden hacia dentro formando porciones térmicamente expandidas 103. Como resultado, los forros de zapata de freno ya no pueden ser empujados de forma suficientemente uniforme a contacto estrecho contra la superficie circunferencial interior 101 del elemento de rozamiento 100.

Por otra parte, en la realización de la presente invención representada en la figura 14B, la altura h de cada una de las porciones sobresalientes 17a en el elemento de rozamiento 16 se pone a un valor pequeño preferiblemente en el rango de 0,5-3 mm, todo el grosor radial del elemento de rozamiento 16 en cada una de las regiones donde las porciones sobresalientes 17a están formadas se reduce en comparación con el del el tambor convencional de freno, y la expansión térmica se limita consiguientemente. Además, si el ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a se pone en el rango de 6-45°, preferiblemente en el rango de 6-30°, las porciones sobresalientes contiguas 17a se situarán más próximas una a otra de modo que la superficie circunferencial interior 18 del elemento de rozamiento 16 se pueda expandir térmicamente de forma sustancialmente uniforme. Como resultado, las zapatas de freno 23 pueden ser empujadas uniformemente contra la superficie circunferencial interior 18 del elemento de rozamiento 16.

Obsérvese que incluso donde el ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a es del rango de 30-45°, la expansión térmica producida en las porciones de la superficie circunferencial interior 18 del elemento de rozamiento 16 enfrente de las porciones sobresalientes 17a puede caer dentro de un rango permisible.

Donde el ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a es superior a 45°, las porciones sobresalientes contiguas 17a se separan excesivamente una de otra, es decir, el número de las porciones sobresalientes 17a disminuye considerablemente (seis porciones sobresaliente 17a o menos para proporcionar intervalos uniformes entremedio), lo que no es preferible porque se reduce la fuerza de unión entre el cuerpo de tambor 13 y el elemento de rozamiento 16.

Además, donde el ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a es 6° o menos, las porciones sobresalientes contiguas 17a están situadas demasiado cerca una de otra, lo que significa que cada una de las porciones rebajadas entre las porciones sobresalientes 17a en la periferia exterior tiene una anchura excesivamente pequeña. Así, cada uno de los salientes del cuerpo de tambor 13 que enganchan con engrane las porciones rebajadas del elemento de rozamiento 16 también tiene una anchura reducida, lo que dará lugar a una resistencia insuficiente de los salientes del cuerpo de tambor 13 y en consecuencia es probable que el elemento de rozamiento 16 se separe del cuerpo de tambor 13 cuando las zapatas de freno sean empujadas contra el elemento de rozamiento 16.

Con el fin de proporcionar buenas soluciones a dichos inconvenientes, el ángulo de paso θ entre las porciones sobresalientes 17a en la presente invención se pone al rango de 6-45° de tal manera que se prevea un número suficiente de salientes 17a, teniendo cada uno de los salientes 17a una resistencia superior a la predeterminada y la fuerza de unión entre el cuerpo de tambor 13 y el elemento de rozamiento 16 se incrementa de forma significativa.

Además, donde la altura h de cada una de las porciones sobresalientes 17a es inferior a 0,05 mm, la cantidad del enganche de engrane, es decir, la fuerza de unión, entre el elemento de rozamiento 16 y el cuerpo de tambor 13 es demasiado pequeña, y en consecuencia es probable que el elemento de rozamiento 16 se separe del cuerpo de tambor 13 cuando las zapatas de freno sean empujadas contra el elemento de rozamiento 16.

Además, donde la altura h de cada una de las porciones sobresalientes 17a es superior a 3 mm, se producirán indeseablemente porciones térmicamente expandidas en las porciones circunferenciales interiores 18 del elemento de rozamiento 16 cuando el elemento de rozamiento 16 se expande térmicamente, como en el tambor convencional de freno.

ES 2 283 413 T3

Con el fin de proporcionar buenas soluciones a dichos inconvenientes, la altura h de las porciones sobresalientes 17a del elemento de rozamiento 16 en la presente invención se pone al rango de 0,5-3 mm.

5 Aunque la realización de la invención se ha descrito anteriormente en relación al caso donde se usa alúmina 32 como el material de refuerzo a base de óxido metálico, se puede usar cerámica del grupo de óxidos metálicos, en vez de la alúmina 32, como el material de refuerzo a base de óxido metálico.

10 Además, aunque la realización de la invención se ha descrito anteriormente en relación al caso donde el elemento de rozamiento 16 se usa en tambores de freno de motocicleta, el elemento de rozamiento 16 de la invención se puede aplicar a tambores de freno de automóvil distintos de los tambores de freno de motocicleta.

Aplicabilidad industrial

15 En la presente invención, el cuerpo de tambor exterior formado de una aleación de Al y el elemento de rozamiento interior formado de un material compuesto a base de Al se basan en la aleación de Al, el tambor de freno novedoso puede ser de peso significativamente reducido en conjunto. Además, dado que el elemento de rozamiento tiene porciones sobresalientes y rebajadas formadas en su periferia exterior y la periferia exterior del elemento de rozamiento se envuelve por colada por la aleación de Al, el elemento de rozamiento y el cuerpo de tambor se puede fijar firmemente conjuntamente de modo que se pueda evitar fiablemente que el elemento de rozamiento se separe indeseablemente del 20 cuerpo de tambor. Por lo tanto, el tambor de freno novedoso se puede aplicar ventajosamente a aparatos de freno de tambor de motocicletas o automóviles.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un tambor de freno (10) fijando un elemento de rozamiento (16) a una superficie
5 circunferencial interior de un elemento de soporte (13) formado de una aleación de Al, incluyendo dicho método:

un paso de producir un material compuesto a base de Al haciendo que un material de refuerzo de óxido metálico
(32) contacte nitruro de magnesio (44) y haciendo que la aleación de Al (33) penetre en el material de refuerzo con al
10 menos parte del material de refuerzo expuesto como una parte de metal mediante acción de reducción del nitruro de
magnesio; y

un paso de formar, por extrusión, el material compuesto a base de Al (45) en un elemento cilíndrico (54) que
tiene porciones sobresalientes y rebajadas en su periferia exterior, constituyendo un diámetro interior (DI) de dicho
elemento cilíndrico un diámetro interior de dicho tambor de freno;

15 un paso de cortar dicho elemento cilíndrico a una anchura correspondiente a dicho tambor de freno, para propor-
cionar por ello dicho elemento de rozamiento, y

un paso de colocar dicho elemento de rozamiento en un molde de vaciado y envolver por colada el elemento de
20 rozamiento colocado por la aleación de Al que funciona como dicho elemento de soporte.

2. Un método según la reivindicación 1 que incluye además, después de la provisión de dicho elemento de roza-
miento (16), un paso de calentar dicho elemento de rozamiento por encima de una temperatura de dicho molde de
vaciado, y donde después de poner el elemento de rozamiento calentado en dicho molde de vaciado, dicho elemento
25 de rozamiento es envuelto por colada por la aleación de Al.

3. Un método según la reivindicación 1 o 2 donde dicho paso de formar, por extrusión, el material compuesto a
base de Al (45) se realiza con una relación de extrusión establecida a un rango de 10 a 40, donde dicha relación de
extrusión es un valor determinado dividiendo una zona en sección transversal del material compuesto a base de Al
30 antes de la extrusión por una zona en sección transversal del elemento cilíndrico después de la extrusión.

4. Un método según la reivindicación 1, incluyendo además, después de la provisión de dicho elemento de roza-
miento (16):

35 un paso de calentar dicho elemento de rozamiento,

un paso de ajustar dicho elemento de rozamiento, calentado por dicho paso de calentamiento, en una porción
sobresaliente (72) de uno de los elementos de molde (71) de dicho molde de vaciado que tiene una temperatura más
baja que dicho elemento de rozamiento;

40 un paso de formar una cavidad (70b) acoplando un elemento de molde con otro elemento de molde (77) del molde
de vaciado; y;

un paso de cargar metal fundido de la aleación de Al en la cavidad al mismo tiempo que se enfría obligatoriamente
45 dicho elemento de rozamiento calentado, para envolver por ello por colada dicho elemento de rozamiento.

5. Un método según la reivindicación 4 donde el enfriamiento obligatorio, en dicho paso de carga, de dicho ele-
mento de rozamiento calentado (16) se realiza circulando un líquido refrigerante en la porción sobresaliente (72) del
elemento de molde (71).

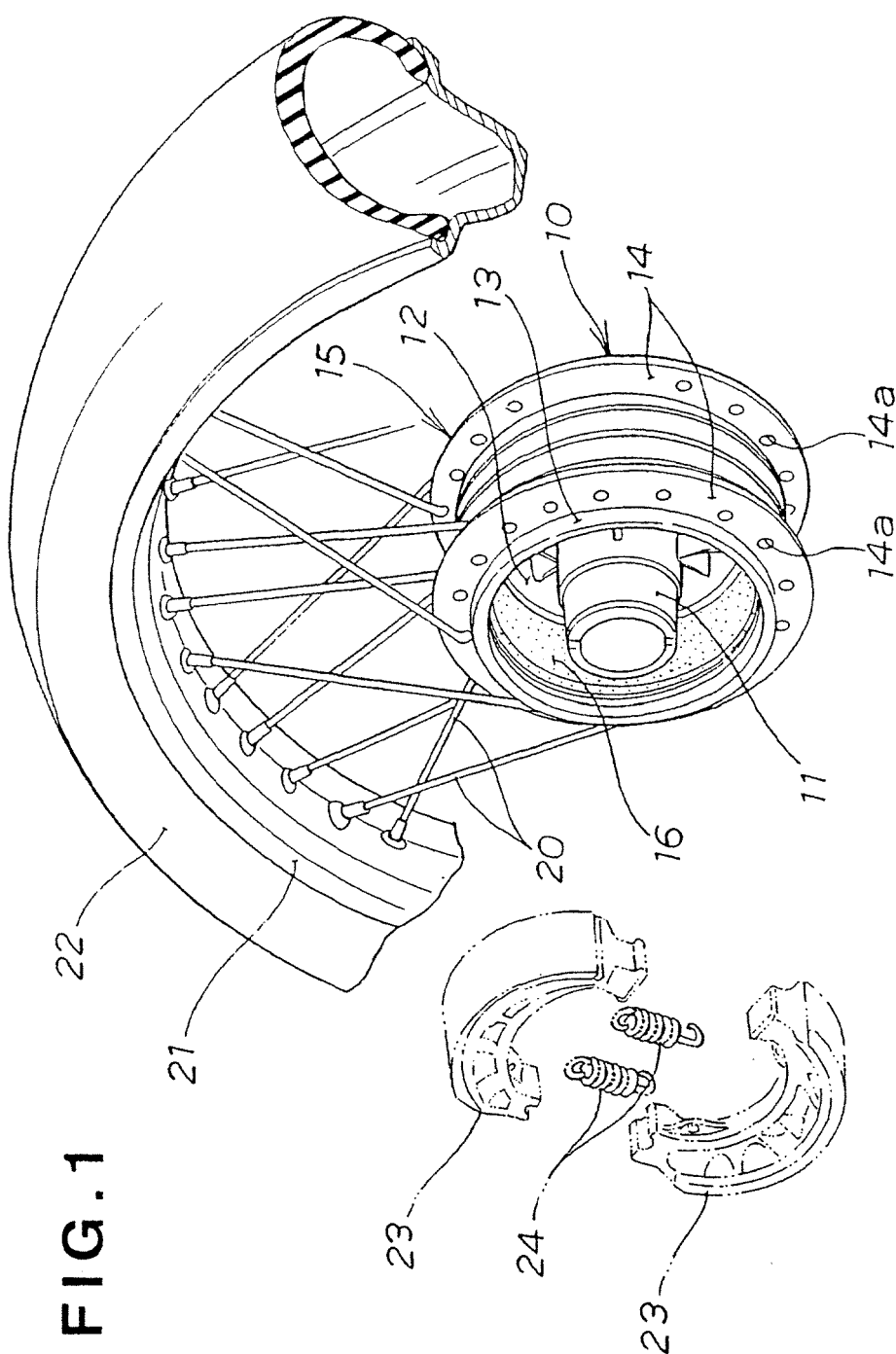


FIG.2

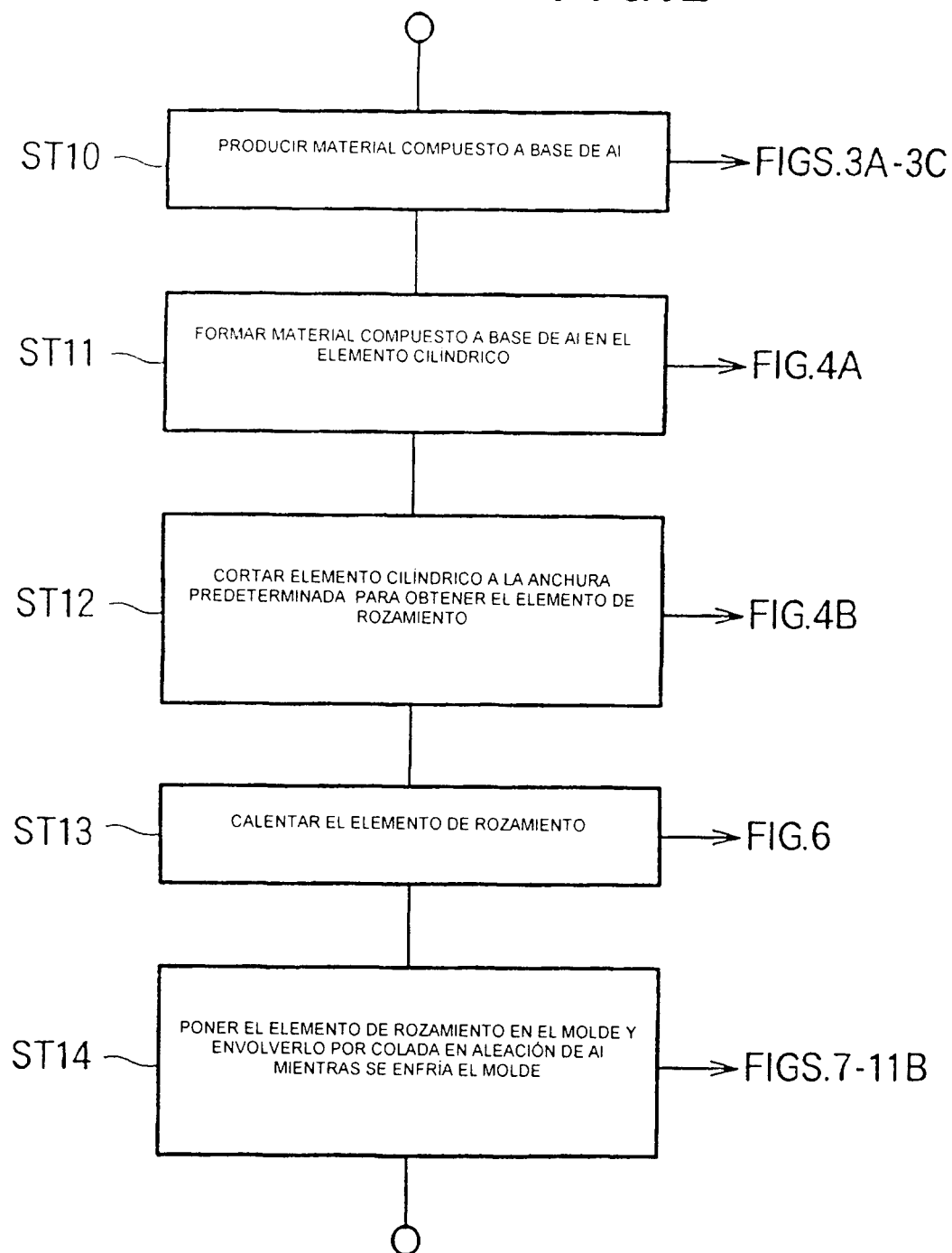


FIG. 3A

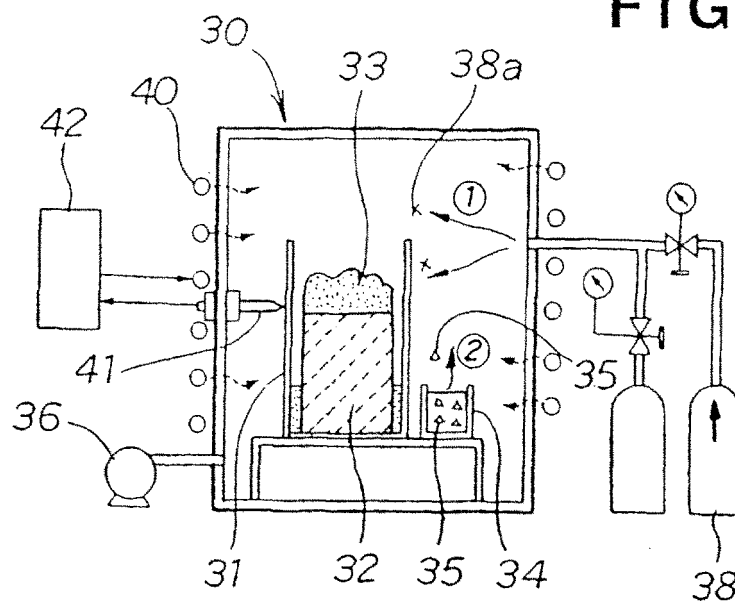


FIG. 3B

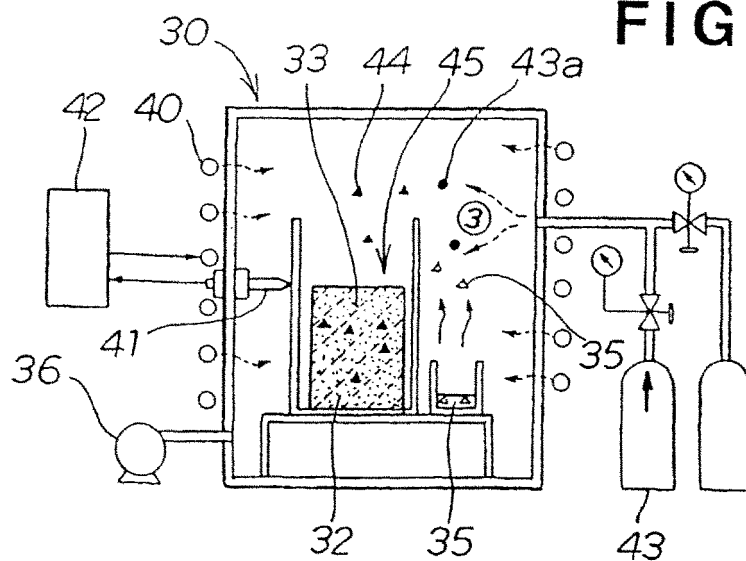


FIG. 3C

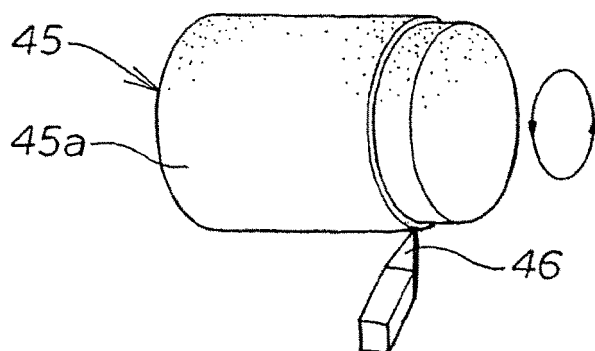


FIG.4A

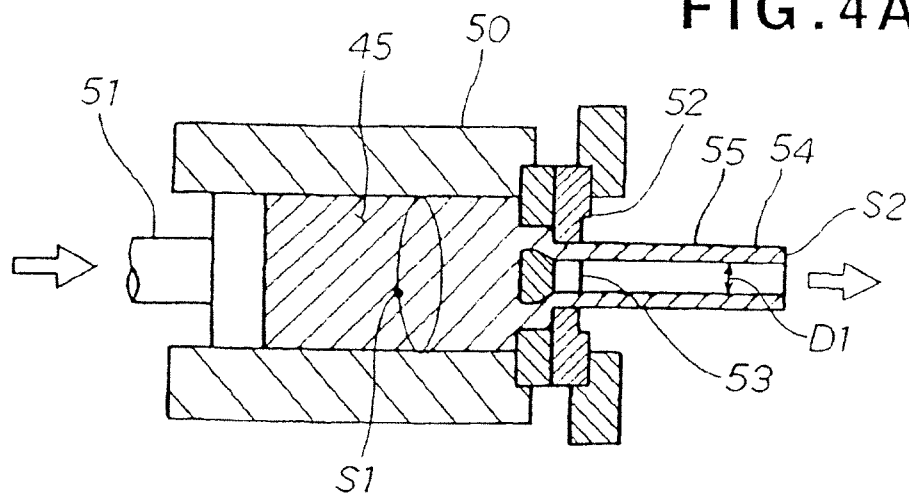


FIG.4B

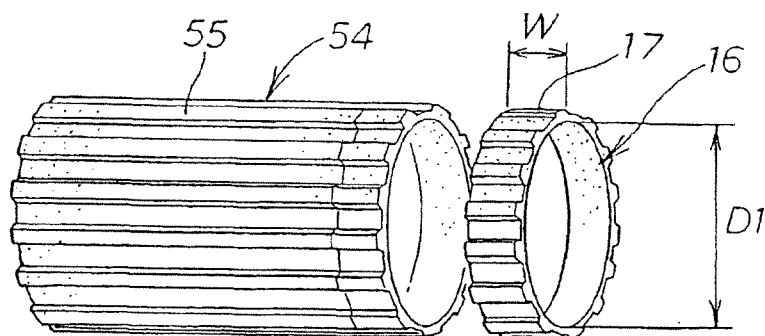


FIG.5

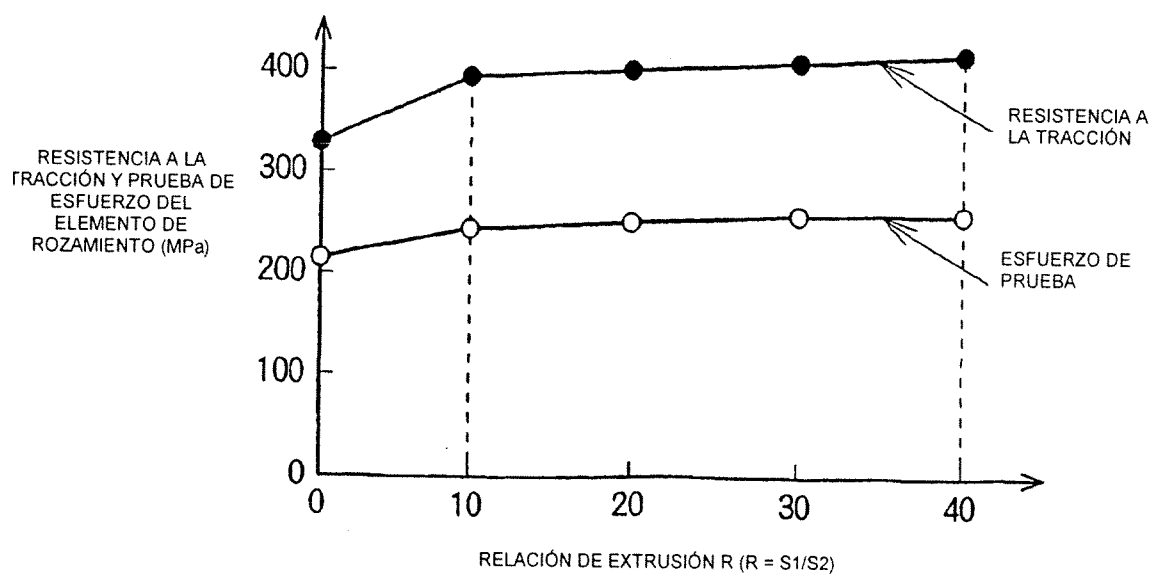


FIG. 6

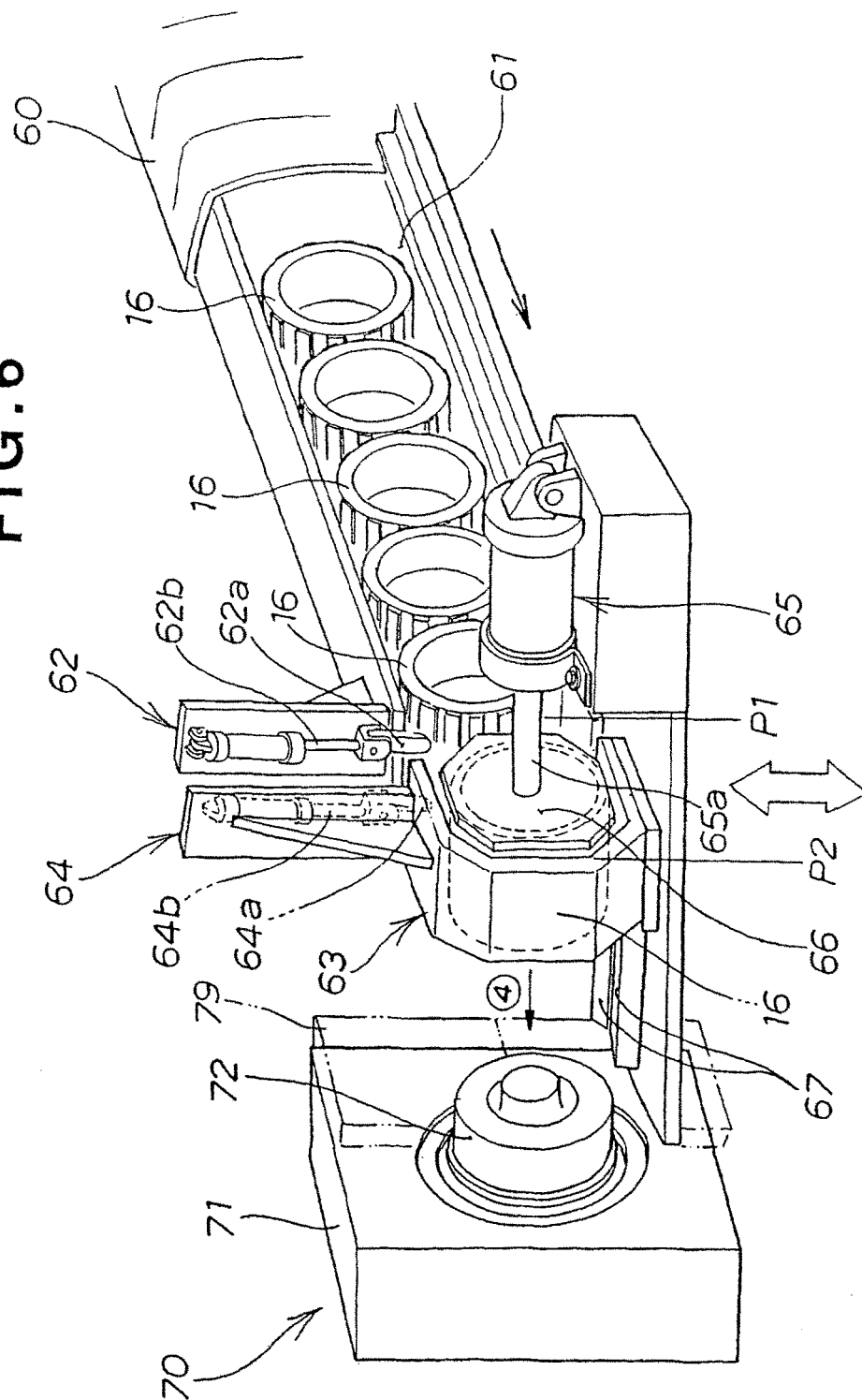


FIG. 7

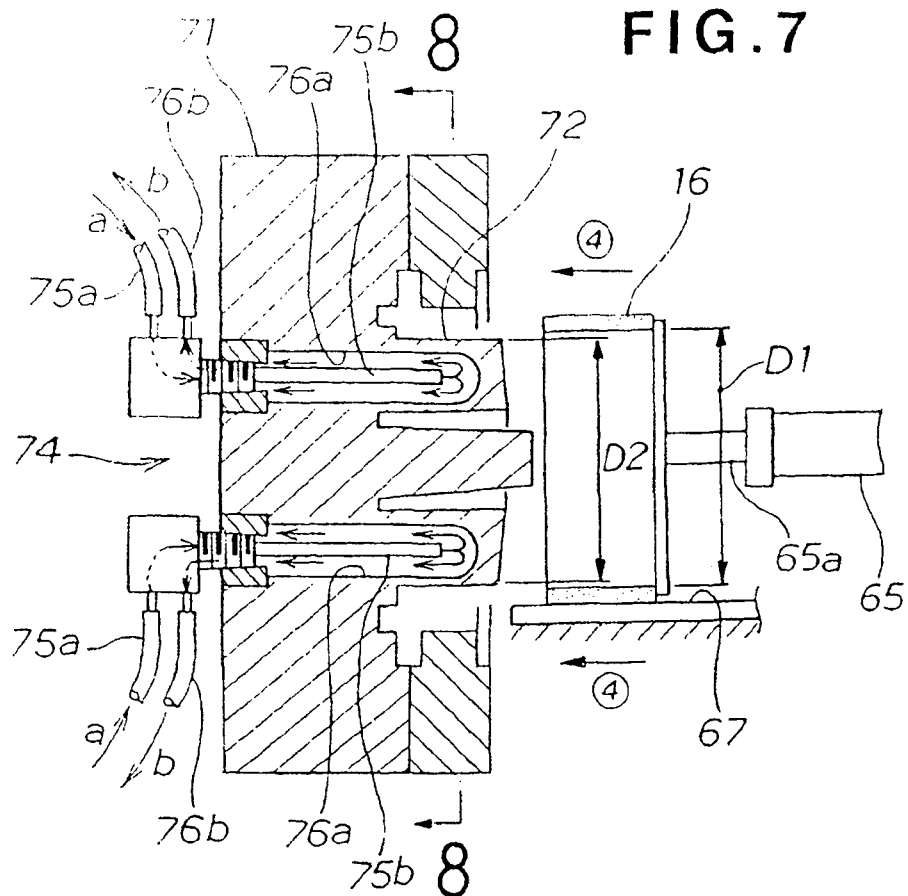


FIG. 8

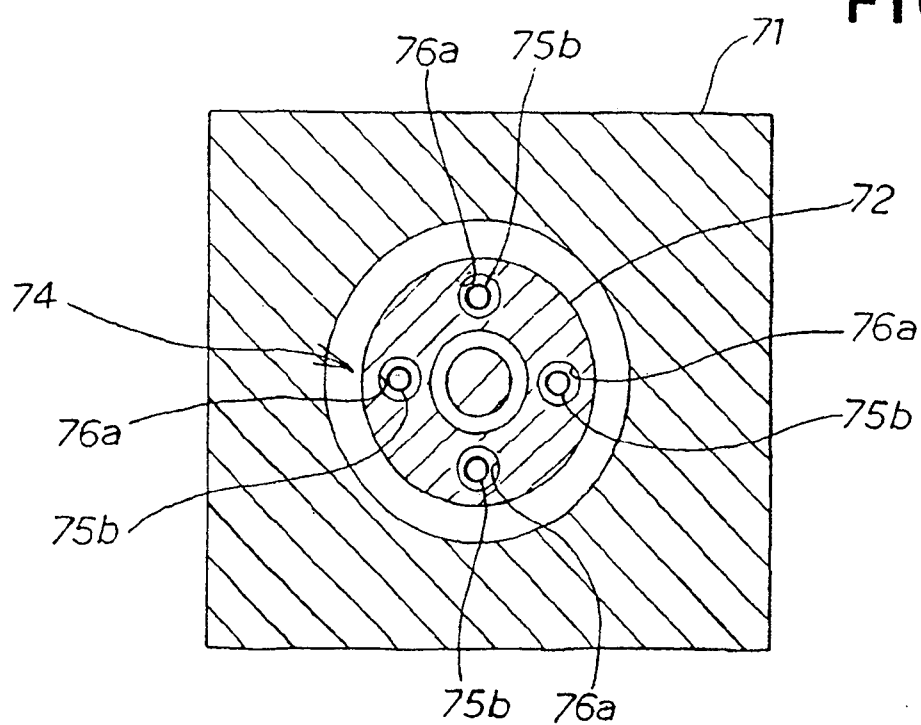


FIG. 9

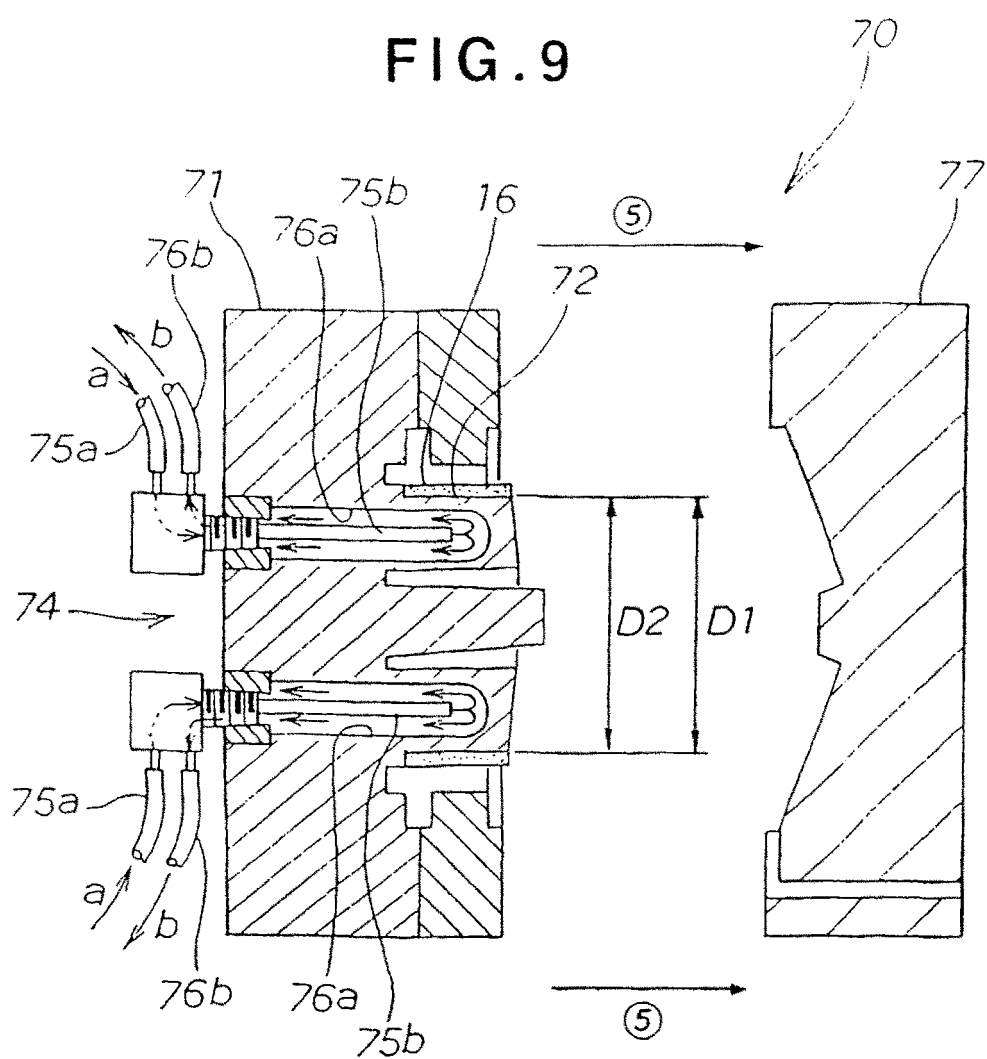


FIG.10

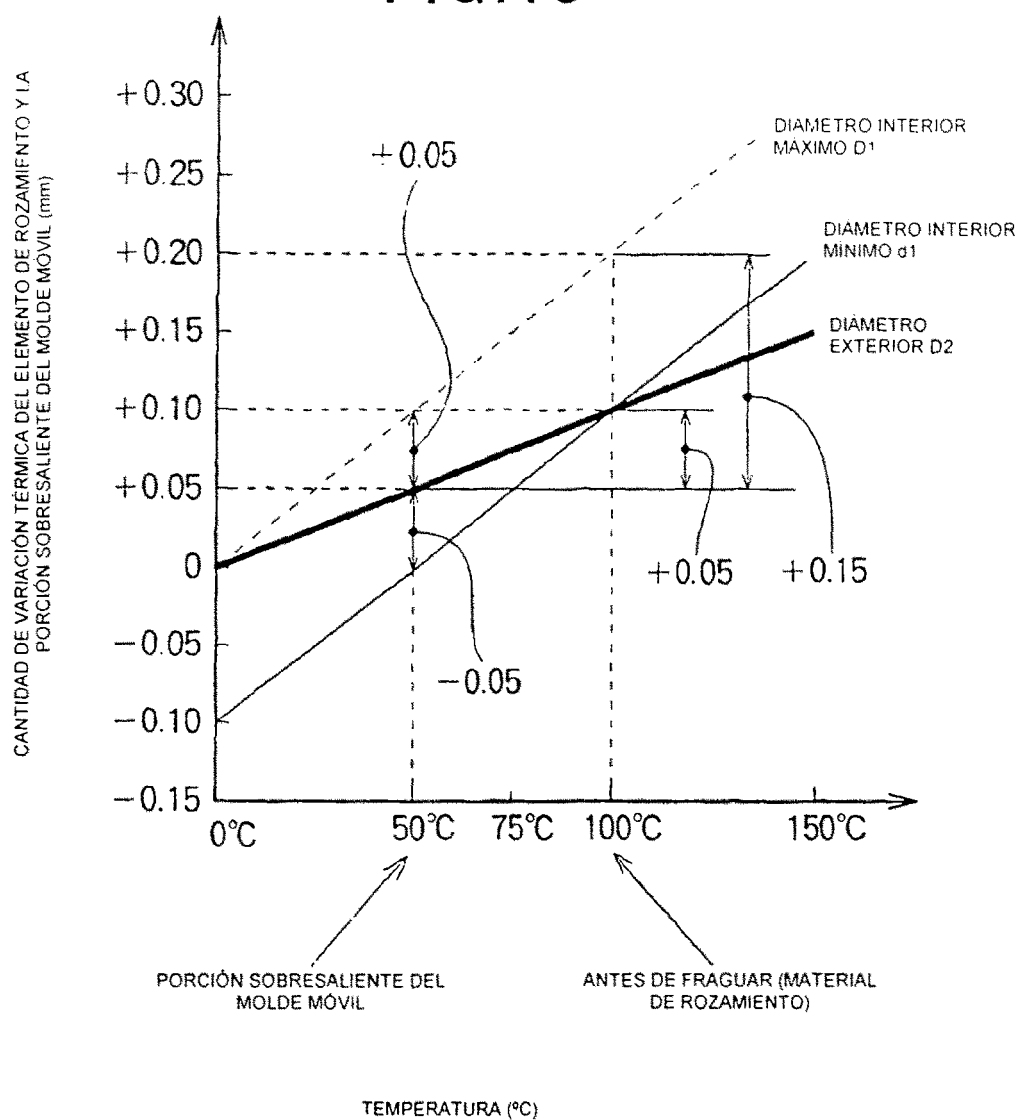


FIG.11A

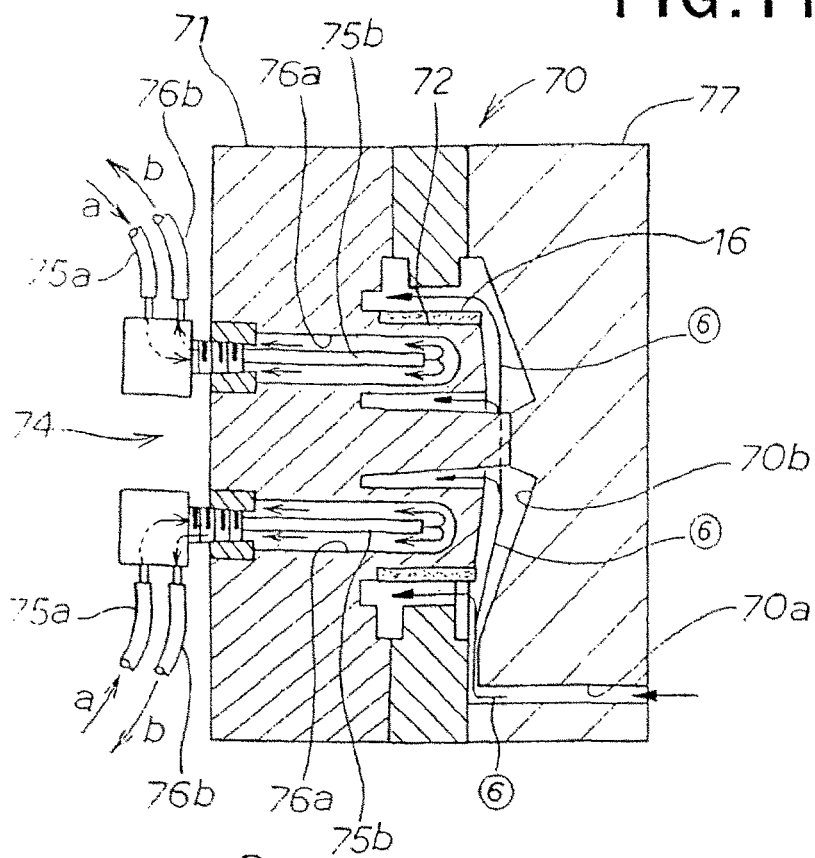


FIG.11B

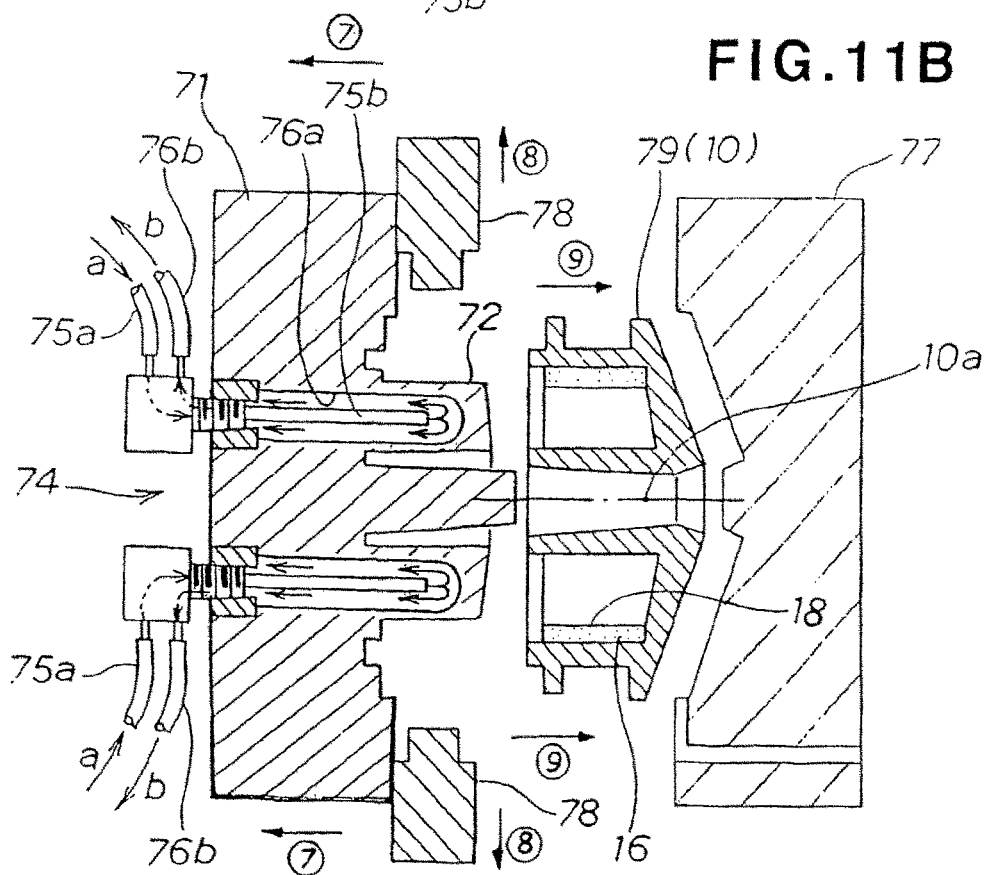
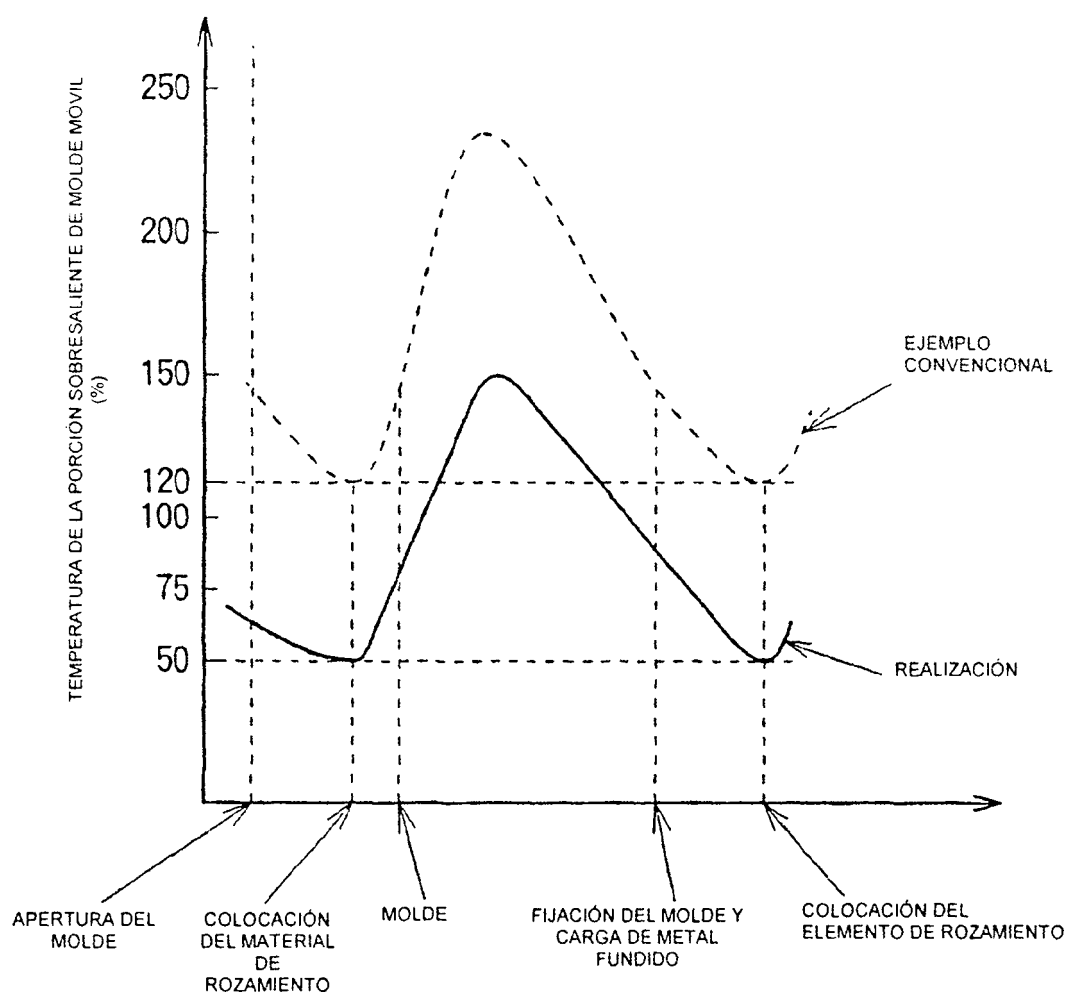


FIG.12



PROCESO DE VACIADO

FIG. 13

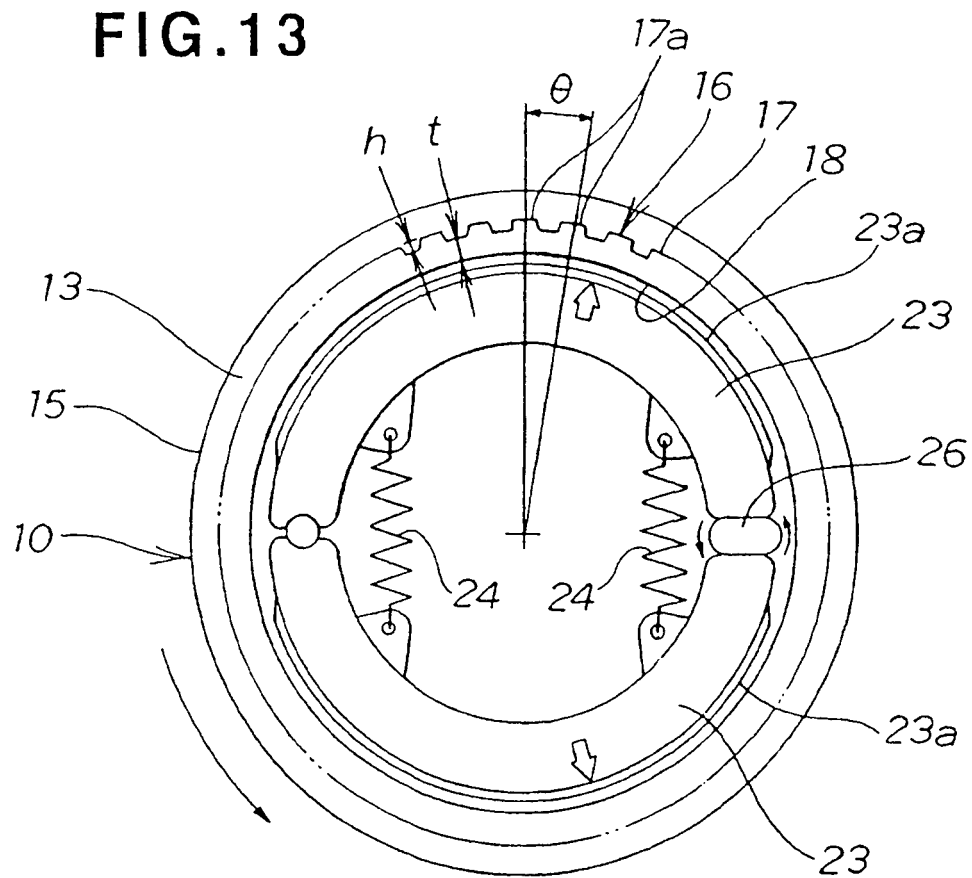


FIG.14A

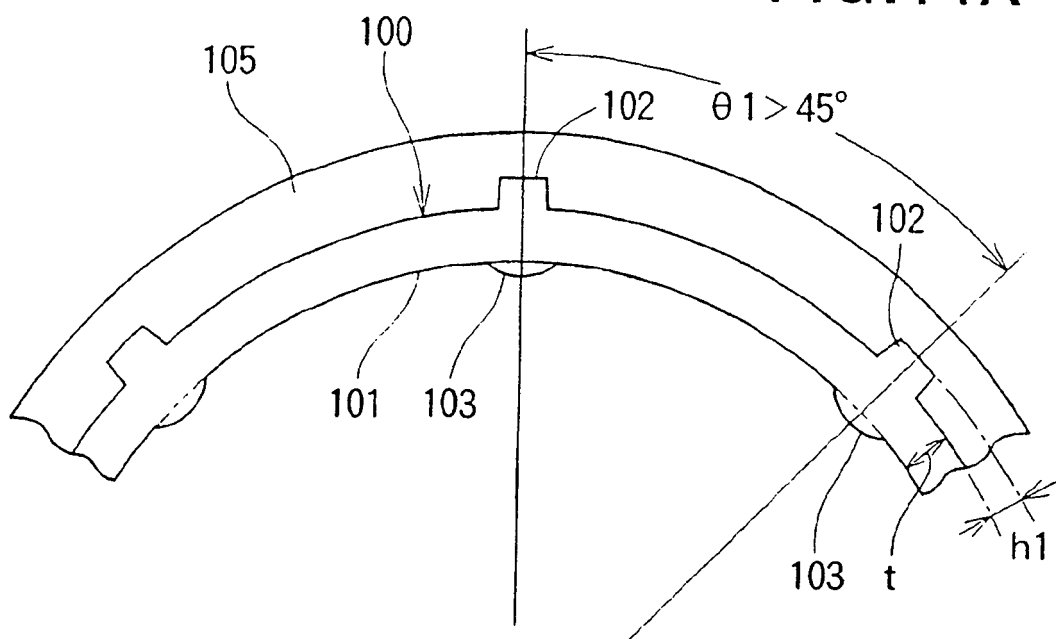


FIG.14B

