

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 972**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/06** (2006.01)

**B22D 11/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2010 E 10755370 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2411172**

54 Título: **Aparato de colada continua para colada de cinta de anchura variable**

30 Prioridad:

**27.03.2009 US 211246 P**

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

**15.12.2015**

73 Titular/es:

**NOVELIS INC. (100.0%)  
3560 Lenox Road, Suite 2000  
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**GODIN, DANIEL y  
LEBLANC, REJEAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 553 972 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato de colada continua para colada de cinta de anchura variable

**5 Campo técnico**

Esta invención se refiere a la colada de artículos de cinta de metal por medio de aparato de colada continua de cinta del tipo que emplea superficies de colada alargadas móviles de forma continua y presas laterales que confinan el metal fundido y semisólido a la cavidad de colada formada entre las superficies de colada móviles. Más en concreto, la invención se refiere a dicho aparato en el que se puede producir artículos de cinta de anchura variable.

**Antecedentes de la invención**

Los artículos de cinta de metal (tal como cinta de metal, planchón y chapa), en concreto los hechos de aluminio y aleaciones de aluminio, se producen de ordinario en aparatos de colada de cinta continua. En tales aparatos, se introduce metal fundido entre dos superficies de colada móviles alargadas poco espaciadas (por lo general enfriadas activamente) que forman una cavidad de colada estrecha. El metal es confinado dentro de la cavidad de colada hasta que el metal solidifica (al menos suficientemente para formar una envuelta sólida exterior), y el artículo de cinta solidificado es expulsado de forma continua de la cavidad de colada por las superficies de colada móviles y se puede producir con una longitud indefinida. Una forma de dicho aparato es una máquina de colada de correa doble en la que dos correas opuestas se hacen circular de forma continua y el metal fundido es introducido por medio de una artesa de colada o inyector a una cavidad de colada fina formada entre las regiones opuestas de las correas. Una alternativa es una máquina de colada de bloques rotativos en la que las superficies de colada están formadas por bloques que giran alrededor de un recorrido fijo y se unen junto a la cavidad de colada formando una superficie continua. El metal es transportado por las correas o los bloques móviles una distancia efectiva para solidificar el metal, y a continuación la cinta solidificada sale de entre las correas en el extremo opuesto del aparato.

Con el fin de confinar el metal fundido y semisólido dentro de la cavidad de colada, es decir, para evitar que el metal escape lateralmente por entre las superficies de colada, es usual proporcionar presas laterales de metal en cada lado del aparato. Para máquinas de colada de correas dobles y bloques rotativos, las presas laterales de este tipo pueden formarse por una serie de bloques de metal unidos conjuntamente para formar una cadena continua alineada en la dirección de colada en cada lado de la cavidad de colada. Estos bloques, normalmente denominados bloques de presas laterales, están atrapados entre las superficies de colada y se mueven junto con ellas y se hacen recircular de modo que los bloques que salen de la salida del molde se muevan por un circuito guiado y sean realimentados a la entrada del molde. Los bloques son guiados en este circuito por medio de una pista de metal, o análogos, en la que los bloques pueden deslizarse de una forma suelta que permite el movimiento limitado entre los bloques, especialmente cuando pasen por las partes curvadas del circuito.

En la colada de artículos de cinta de esta forma, a menudo es deseable producir artículos de cinta de diferentes anchuras laterales para diferentes fines. Al usar la disposición convencional, esto implica terminar la operación de colada después de la terminación de colada de un producto de una primera anchura, y reconfigurar la máquina de colada para la producción de un artículo de cinta de una segunda anchura. Por ejemplo, puede ser necesario sustituir un inyector de metal por otro diferente de anchura diferente, y aproximar o alejar los bloques de presas laterales correspondientemente de la línea central de las superficies de colada (lo que implica mover todo el circuito para recircular los bloques de presas laterales a través de la cavidad de colada y alrededor del circuito externo). Como esto es engorroso y lento, sería deseable proporcionar un sistema o disposición para facilitar el cambio del equipo de colada cuando se hayan de producir artículos de cinta de anchuras diferentes.

La Patente de Estados Unidos número 6.363.999 concedida a Dennis M. Smith el 2 de Abril de 2002 describe un inyector de metal fundido usado con una máquina de colada de rodillo doble (en la que el metal se funde dentro de la línea de contacto formada entre los rodillos) más bien que una máquina de colada del tipo de correa doble o bloques móviles en la que la cavidad de colada está formada entre superficies de colada alargadas. El inyector está provisto de presas de extremo a lo largo de sus lados y éstas se pueden ajustar aproximándolas o alejándolas de la línea central de la línea de contacto. Sin embargo, las presas de extremo no se extienden más allá de la boquilla del inyector de metal fundido.

La Solicitud de Patente de Estados Unidos, en tramitación, número US 2008/0115906, publicada el 22 de Mayo de 2008, cuyo inventor designado es Oren V. Peterson, describe un aparato de colada de metal para acero en el que el metal fundido es vertido sobre una sola correa móvil, donde solidifica al menos parcialmente, antes de ser transportado sobre una tabla de acabado en la que se completa el proceso de solidificación. El aparato tiene paredes laterales móviles para contener lateralmente el metal fundido y que pueden ser ajustadas para producir planchones de anchuras diferentes. Sin embargo, no hay superficie de colada superior y el metal fundido es vertido simplemente sobre la correa inferior en vez de ser inyectado desde una entrada a una cavidad de colada.

Otras referencias que tienen disposiciones de presas laterales se describen, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos número 3.063.348 concedida el 29 de Mayo de 1962 a Hazelett y colaboradores, la Patente de Estados

Unidos número 4.727.925 concedida el 1 de Marzo de 1988 a Asari y colaboradores; la Solicitud de Patente japonesa número JP 60-049841 publicada el 19 de Marzo de 1985, y la Solicitud de Patente japonesa número JP 61-0132243 publicada el 19 de Junio de 1986.

5 US 4.759.400 describe un aparato de colada según el preámbulo de la reivindicación 1 y un método similar al método de colada continua de un artículo de cinta de metal según la reivindicación 10.

Los documentos JP S61 99541 A y JP H01 249248 A describen aparatos de colada y métodos de colada similares al aparato de colada y al método de colada de la presente invención.

10 Se necesita disposiciones mejoradas que hagan posible, en particular, fundir artículos de cinta de anchuras diferentes sin terminar las operaciones de colada.

15 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de colada o un método para colada que hacen posible fundir artículos de cinta de anchuras diferentes sin operaciones de colada de terminación.

### Descripción de la invención

20 El objeto se logra con un aparato de colada según la reivindicación 1. Se describen realizaciones preferidas en las reivindicaciones de aparato dependientes.

25 Según una realización ejemplar, se facilita un aparato de colada de metal (por ejemplo, una máquina de colada de correa doble o una máquina de colada de bloques rotativos) para colada continua de un artículo de cinta de metal. El aparato incluye un par de superficies de colada opuestas alargadas móviles que definen una cavidad de colada entre ellas. La cavidad de colada tiene una entrada y una salida alineadas en la dirección de colada, un inyector de metal fundido en la entrada, teniendo el inyector un canal de metal fundido interno que tiene una abertura hacia abajo para introducir metal fundido a la cavidad de colada, y un par de presas laterales en cada lado lateral de la cavidad de colada para confinar metal fundido procedente del inyector a la cavidad. Al menos una de las presas laterales incluye un elemento alargado que es móvil lateralmente con relación a la dirección de colada, pero está fijado o retenido de modo que no se mueva en la dirección de colada, durante una operación de colada, extendiéndose el elemento alargado en la dirección de colada del inyector longitudinalmente entre las superficies de colada al menos a una posición dentro de la cavidad de colada donde el metal adyacente al elemento se autosoporta lateralmente.

35 El elemento alargado se puede hacer de una sola capa de material refractario que sea resistente al ataque por metal fundido, o puede tener una estructura compuesta formada, por ejemplo, de varias capas. El elemento también se puede hacer de una pieza o de varias piezas articuladas conjuntamente.

40 Preferiblemente, ambas presas laterales del par incluyen un elemento alargado que es móvil lateralmente con relación a la dirección de colada durante una operación de colada, extendiéndose el elemento alargado en la dirección de colada desde el inyector longitudinalmente entre las correas de colada al menos a una posición dentro de la cavidad de colada donde el metal adyacente al elemento se autosoporta lateralmente.

45 El elemento alargado tiene una región adyacente a su extremo situado hacia arriba que forma un lado lateral del canal interno del inyector, continuando el elemento alargado por la abertura a la posición dentro de la cavidad de colada. Alternativamente, no siendo parte de la invención, el elemento alargado tiene un extremo situado hacia arriba que apoya contra el inyector de metal fundido y por ello bloquea parcialmente la abertura del inyector.

50 El aparato puede incluir además un mecanismo de regulación que contacta el elemento y adaptado para aproximar o alejar el elemento lateralmente de una línea longitudinal central de la cavidad de colada, ajustando por ello la anchura lateral de la cavidad de colada. El mecanismo de regulación puede incluir al menos una varilla rígida montada en el elemento en su extremo y que se extiende lateralmente entre las correas y se aleja de ellas, y un accionador adaptado para empujar o tirar de la varilla lateralmente a la dirección de colada cuando sea preciso. Preferiblemente, el mecanismo de regulación tiene al menos dos de las varillas separadas una distancia, y donde uno o varios accionadores empujan o tiran de las varillas al unísono cuando se desea de modo que el elemento permanezca sustancialmente alineado con la dirección de colada. Alternativamente, cada varilla puede tener un accionador que empuja o tira de las varillas diferentes cantidades de modo que el elemento se pueda bascular con relación a la dirección de colada cuando sea movido lateralmente.

60 Preferiblemente, el inyector de metal fundido incluye una pared refractaria superior y una pared refractaria inferior separadas por paredes laterales, y donde al menos una de las paredes laterales incluye una región del elemento adyacente a su extremo situado hacia arriba, siendo móvil la región del elemento lateralmente a la dirección de colada entre las paredes refractarias superior e inferior.

65 El aparato hace posible regular la anchura lateral de un artículo de cinta colado sin interrumpir la operación de colada.

El objeto también se logra con un método según la reivindicación 10.

5 Así, según otra realización ejemplar, se facilita un método de colada continua de un artículo de cinta de metal, incluyendo el método introducir metal fundido a través de un inyector que tiene un canal de metal fundido interno a una entrada de una cavidad de colada definida entre un par de superficies de colada opuestas móviles y un par de presas laterales en cada lado lateral de la cavidad de colada, y extraer un artículo de cinta de metal colado de una salida de la cavidad de colada, estando alineadas la entrada y salida en una dirección de colada, donde al menos una de las presas laterales incluye un elemento alargado que es móvil lateralmente con relación a la dirección de colada, pero es retenido de modo que no se mueva en la dirección de colada, y, a medida que prosigue la colada, mover al menos una de las presas laterales lateralmente para variar la anchura de la cavidad de colada y por ello la anchura del artículo de cinta colado que sale por la salida.

### 15 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describen en detalle realizaciones ejemplares de la invención con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

20 La figura 1 es una vista en planta superior de un aparato de colada de correa doble según una realización ejemplar con la correa superior quitada para mostrar presas laterales móviles.

La figura 2 es una vista lateral esquemática simplificada de un aparato de colada de doble correa que representa una presa lateral del tipo ilustrado en la figura 1.

25 La figura 3 es una vista en perspectiva de una presa lateral según una realización ejemplar representada en aislamiento.

La figura 4 es una vista en sección transversal longitudinal vertical de la presa lateral de la figura 3 representada en posición entre correas de colada, pero omitiéndose el metal fundido para mayor claridad.

30 La figura 5 es una vista en sección transversal vertical ampliada de un inyector y presas laterales tomada en la línea V-V representada en la figura 1.

35 La figura 6 es una vista en planta superior similar a la figura 1, pero que representa las presas laterales movidas lateralmente hacia dentro para fundir un artículo de cinta más estrecho que en la figura 1.

La figura 7 es una vista en sección transversal vertical en escala ampliada de una presa lateral de la figura 4 representada entre correas de colada.

40 La figura 8 es una vista en planta superior similar a la de la figura 1, pero que representa una realización ejemplar alternativa.

Y la figura 9 es un detalle ampliado de la figura 8 que representa la región de la figura 8 rodeada por un círculo interrumpido IX.

### 45 **Mejores modos de llevar a la práctica la invención**

Las realizaciones ejemplares de esta invención descritas a continuación están destinadas en particular al uso con máquinas de colada de correa doble, por ejemplo, del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos número 4.061.178 concedida a Sivilotti y colaboradores el 6 de Diciembre de 1977 (cuya descripción se incorpora aquí por referencia). Sin embargo, se puede usar otras realizaciones ejemplares con máquinas de colada de otros tipos, por ejemplo, máquinas de colada de bloques rotativos. Las máquinas de colada de correa doble tienen una correa flexible superior y una correa flexible inferior que giran alrededor de rodillos o guías estacionarias. Las correas están una enfrente de otra en parte de su longitud para formar una cavidad de colada alargada fina o molde que tiene una entrada y una salida. El metal fundido es alimentado a la entrada y un planchón de metal fundido sale por la salida. Se dirigen pulverizaciones de agua refrigerante sobre las superficies interiores de las correas en la región de la cavidad de colada al objeto de enfriar las correas de colada y por ello el metal fundido. El metal fundido puede ser introducido a la cavidad de colada por medio de una artesa de colada, pero es más usual proporcionar un inyector que sobresalga parcialmente a la cavidad de colada entre las correas en la entrada. Se puede usar muy preferiblemente realizaciones ejemplares con un tipo de inyector de metal que tenga una boquilla flexible como el descrito en la Patente de Estados Unidos número 5.671.800 concedida a Sulzer y colaboradores el 30 de Septiembre de 1997 (cuya descripción se incorpora aquí por referencia).

65 La figura 1 de los dibujos acompañantes es una vista en planta superior de un aparato de colada de doble correa 10 con una correa superior quitada y con una correa inferior 13 en posición que ilustra una operación de colada en curso de producir un artículo de cinta 11 (a menudo denominado un planchón fundido) que avanza en la dirección

de colada A. La figura 2 es una vista esquemática simplificada lateral del mismo aparato con ambas correas de colada rotativas 12 y 13 representadas en posición. La correa inferior 13 (la visible en la figura 1) gira alrededor de ejes 14 en la dirección de las flechas 15. La correa superior 12 gira alrededor de ejes 16 en la dirección de las flechas 17. Se introduce metal fundido 18 (por ejemplo, una aleación de aluminio) al aparato en una entrada situada hacia arriba como representa la flecha B y pasa a través de un inyector de metal fundido 20 a una cavidad de colada 21 definida entre superficies alargadas opuestas 22 y 23 (véase la figura 2) de la correa superior 12 y la correa inferior 13. Las superficies traseras de las correas dentro de la región de la cavidad de colada 21 son enfriadas normalmente mediante la aplicación de un líquido refrigerante (no representado), tal como agua. El metal fundido transportado por las correas rotativas solidifica en la cavidad de colada hacia abajo del inyector 20 formando el artículo de cinta 11 de longitud indefinida que sale del aparato por una salida 25 del aparato de colada donde las correas 12, 13 se separan en direcciones opuestas. En el caso de la mayoría de los metales (en particular aleaciones de aluminio), el metal es semisólido antes de la transformación del estado completamente fundido al estado completamente sólido. En consecuencia, el metal en la cavidad de colada tiene una región fundida 26, una región semisólida 27 y una región completamente sólida 28 cuando avanza desde el inyector 20 a la salida 25. La región semisólida 27 es algo curvada como se representa porque el calor tiende a extraerse más lentamente del centro del planchón fundido que de los lados. La línea 29 entre la región semisólida 27 y la región completamente sólida 28 se denomina a menudo la línea sólido.

El inyector 20 tiene un canal de transporte de metal 30 formado entre las paredes de inyector superior e inferior 31, 32 (véase, en particular, la figura 5). Los lados laterales del canal 30 se definen por regiones situadas hacia arriba de un par de presas laterales lateralmente móviles mutuamente espaciadas 35 que se describen más plenamente más adelante. El metal fundido 18 sale a la cavidad de colada 21 entre las correas 12, 13 a través de una abertura de extremo 36 (véase la figura 1) en una boquilla 38 (es decir, una región de extremo situada hacia abajo del inyector), y el metal fundido está confinado lateralmente dentro de la cavidad de colada 21 entre el par de presas laterales 35 hasta que está completamente sólido y se autosoporta.

Una de las presas laterales 35 se representa en aislamiento en la figura 3 (la de la derecha en la figura 1 considerada en la dirección de colada A) y en combinación con el inyector 20 en el alzado lateral parcial ampliado de la figura 4. Como se representa en la figura 3, la presa lateral 35 tiene una región situada hacia arriba 39 y una región situada hacia abajo 40. La región situada hacia arriba 39 se extiende a y forma una pared lateral del inyector 20 y define parcialmente el canal de transporte de metal 30 dentro del inyector. La región situada hacia abajo 40 sobresale de y más allá de la abertura 36 del inyector 20 y se extiende a lo largo del lado de la cavidad de colada 21 en la dirección de colada A y forma una pared lateral de la cavidad de colada 21 para confinar el metal fundido 18 que contiene. La presa lateral 35 se extiende en la dirección de colada A preferiblemente sólo a un punto donde la contención de metal ya no es necesaria (generalmente un punto 41 -véase la figura 1- en el que la línea sólido 29 se extiende al lado de la cavidad de colada).

Se apreciará que, a diferencia de una presa lateral convencional hecha de una fila de bloques móviles, la presa lateral 35 no se mueve con las correas de colada en la dirección de colada porque su región situada hacia arriba 39 forma una parte integral del inyector 20 que está fijado en posición (por ejemplo, por tener una pared trasera 42 fijada a una parte o bastidor no móvil del aparato). Como se puede ver mejor en la figura 4, el inyector 20 tiene en general forma de cuña en vista lateral (se ahúsa hacia dentro en la dirección de colada) de modo que la forma corresponda aproximadamente al intervalo de disminución entre las correas 12 y 13 en la entrada a la cavidad de colada. La región situada hacia arriba 39 de la presa lateral 35, que forma una pared lateral del inyector 20, tiene correspondientemente forma de cuña junto a su extremo situado hacia arriba 43, de modo que se sujeta de modo que no se mueva en la dirección de colada (es decir, contra el arrastre por las correas de colada) en virtud del enganche de los lados de la forma de cuña con las partes adyacentes de las paredes superior e inferior 31 y 32 del inyector 20. Normalmente, las paredes 31 y 32 están montadas firmemente en la pared trasera 42 del inyector.

Aunque la presa lateral 35 es retenida de modo que no se mueva en la dirección de colada, puede moverse horizontalmente en una dirección a los lados transversal a la dirección de colada A. Esto se ilustra en la figura 5 que es una sección transversal vertical del inyector 20 que representa las paredes superior e inferior 31 y 32, las correas de colada 12, 13 y las regiones situadas hacia arriba 39 de dos presas laterales 35 que forman parte del inyector. Como se representa con las flechas de doble cabeza 45, las presas laterales pueden ser movidas lateralmente para reducir o ampliar la anchura del canal de transporte de metal 30 dentro del inyector. Si se desea, los bordes laterales extremos de las paredes superior e inferior 31, 32 pueden estar provistos de soportes (por ejemplo, una pared lateral de unión fina o puntales, no representados) para estabilizar dichas paredes contra el pandeo cuando las presas laterales 35 sean movidas hacia dentro.

Como se representa en la figura 6, el movimiento de las presas laterales 35 hacia dentro hacia la línea central  $C_L$  de las correas desde las posiciones representadas en la figura 1 reduce la anchura transversal de toda la cavidad de colada 21, haciendo por ello que se reduzca la anchura del artículo de cinta 11. A la inversa, el movimiento en la dirección hacia fuera hace posible aumentar la anchura del artículo de cinta. Se puede hacer ajustes de este tipo sin interrumpir la operación de colada, de modo que la anchura del artículo de cinta se pueda variar cuando tenga lugar la colada. Naturalmente, los ajustes se deberán llevar a cabo preferiblemente bastante lentamente de modo que el metal no pueda escapar de la cavidad de colada (cuando se amplíe la anchura) y de modo que las presas laterales

no sean empujadas con fuerza excesiva contra la región completamente sólida 28 del artículo de cinta (cuando se reduzca la anchura). Se facilitan mecanismos 50 para mover las presas laterales 35 que se representan en la figura 1 y la figura 6. Los mecanismos incluyen varillas de rosca exterior 51 que pasan a través de manguitos de rosca interior 52 soportados por bancos laterales fijos 53 dispuestos a lo largo de cada lado del aparato de colada. Las presas laterales 35 son sujetadas por las varillas 51 (por ejemplo, aunque no se representa, por ménsulas adecuadas fijadas a las presas laterales que atrapan una ampliación de extremo de los extremos de varilla permitiendo al mismo tiempo su rotación). La rotación de las varillas mediante ruedas de ajuste 54 hace que las presas laterales se aproximen más a la línea central  $C_L$  de la cavidad de colada o se alejen más de ella. En cada lado del aparato de colada, las varillas 51 de cada par son movidas normalmente al unísono de modo que no haya basculamiento o rotación de las presas laterales 35 con relación a la línea central cuando se realice el movimiento lateral. El movimiento al unísono de esta forma se puede asegurar, por ejemplo, proporcionando una correa flexible 55 que pase alrededor de poleas 56 montadas en las varillas. El movimiento de una varilla 51 por rotación de una rueda de ajuste 54 produce una cantidad correspondiente de rotación de la segunda varilla del par. Naturalmente, se puede disponer más de dos de tales varillas en grupo conjuntamente de esta forma en cada lado del aparato, si se desea.

El ajuste lateral de las presas laterales permite ajustar la anchura del artículo de cinta desde la representada en la figura 1 (anchura más grande) a la representada en la figura 6 (anchura más pequeña), y viceversa, o a cualquier anchura entremedio. Como se ha indicado, esto se puede llevar a cabo por así decirlo "al vuelo", es decir, sin interrupción del flujo de metal a través del inyector y la cavidad de colada.

En las realizaciones de las figuras 1 a 6 (y como se ve mejor en la figura 3), cada presa lateral 35 incluye preferiblemente dos partes mutuamente articuladas, es decir, una parte situada hacia arriba 57 y una parte situada hacia abajo 58, aunque estas partes no están completamente separadas y una superficie de contacto de metal 59 en un lado interior de cada presa lateral se extiende sin interrupción desde el extremo situado hacia arriba 43 a un extremo situado hacia abajo 44 de modo que no pueda escapar metal fundido de la cavidad de colada en la unión 60 colocada entre las dos partes 57, 58. Las partes situadas hacia arriba y hacia abajo de las presas laterales están conectadas conjuntamente por una bisagra vertical 61 que permite el movimiento lateral mutuo (la rotación o el pivote) de las dos partes, cuando se desee. La bisagra 61 puede estar colocada en cualquier punto entre la boquilla 38 y el extremo de la región fundida 26 en el lado del artículo de cinta, pero normalmente está colocada en una parte, como se representa en las figuras 1, 2, 3 y 6, y más preferiblemente aproximadamente en la mitad.

Aunque se ha explicado previamente que los mecanismos 50 para mover las presas laterales evitan el basculamiento de las presas con relación a la dirección de colada en una forma de operación del aparato, a veces es deseable hacer que las partes situadas hacia abajo 58 basculen o pivoten con relación a partes situadas hacia arriba 57, por ejemplo ajustando las partes situadas hacia abajo de la alineación coplanar con partes situadas hacia arriba para que la cavidad de colada 21 pueda divergir ligeramente lateralmente (o alternativamente converger ligeramente lateralmente) en la dirección de colada. El ángulo de divergencia (o convergencia) se puede hacer constante de modo que no varíe cuando se cambie la anchura de la cavidad de colada, o se puede hacer variable de modo que cambie cuando se ajuste la anchura de la cavidad de colada. Si se desea lo primero (es decir, el ángulo ha de permanecer constante), entonces se puede hacer que las varillas 51 del par en cada lado del aparato tengan una longitud diferente en la sección que se extiende desde el manguito 52 a la presa lateral 35 para hacer que las partes situadas hacia abajo 58 pivoten con relación a las partes situadas hacia arriba 57 un ángulo predeterminado, y la correa 55 y las poleas 56 aseguran entonces que el ángulo predeterminado se mantenga cuando las presas laterales sean aproximadas o alejadas de la línea central  $C_L$ . Si se desea esto último (es decir, ángulo ha de cambiar cuando las presas laterales sean movidas lateralmente), entonces la correa 55 se puede quitar y las dos varillas 51 de cada par se pueden ajustar ligeramente de forma diferente para hacer que las presas laterales se muevan lateralmente, pero en menor o mayor extensión con respecto a la parte situada hacia abajo 58 con relación a la parte situada hacia arriba 57.

Se ha hallado normalmente que un ligero abocinamiento hacia fuera (divergencia) de la cavidad de colada reduce la resistencia al arrastre en las presas laterales del artículo de cinta en solidificación, en particular alrededor de la región semisólida 27. En general, el rango de movimiento operativo de la parte situada hacia abajo 58 de la presa lateral con relación a la línea central  $C_L$  es  $10^\circ$  o menos (es decir,  $5^\circ$  en cada lado de la dirección de colada). En la práctica, es usual un rango de hasta  $2-3^\circ$  en cada lado de la dirección de colada que, para una presa lateral de longitud normal, puede significar un movimiento al final de hasta aproximadamente 2-5 mm a cada lado de la dirección de colada. Por ejemplo, para una presa lateral que tenga una parte situada hacia abajo móvil 58 de 0,5 m de longitud, una rotación de  $3\text{ mm}$  en el extremo situado hacia abajo corresponde a un ángulo (de la dirección de colada en línea recta) de  $0,34^\circ$ , y para una parte móvil situada hacia abajo de 0,25 m de longitud, 3 mm de movimiento corresponden a un ángulo de  $0,5^\circ$ .

La disposición pivotante de las dos partes 57, 58 de cada presa lateral 35 también hace posible acomodar cualquier desalineación entre la parte situada hacia arriba 57 y la parte situada hacia abajo 58, por ejemplo, si se requiere una disposición paralela (a la dirección de colada) u otra disposición de la parte situada hacia abajo 58, pero no se logra con la parte situada hacia arriba 57 (por ejemplo, porque un ahusamiento interno deseado del canal de metal fundido 30 dentro del inyector 20 produce una disposición no paralela de la parte situada hacia arriba 57).

Los mecanismos de ajuste manual 50 pueden ser sustituidos por otros tipos de mecanismos de accionamiento, incluyendo mecanismos accionados como cilindros hidráulicos o neumáticos, motores eléctricos, y análogos, y estos pueden ser operados manualmente o bajo control numérico por ordenador, si se desea, para automatizar los movimientos de las presas laterales.

Como se ha indicado, y con referencia en particular a la figura 3, se observará que cada presa lateral 35 tiene una superficie de contacto de metal alargada, continua, lisa 59 que se extiende a lo largo de un lado lateral de forma continua desde el extremo situado hacia arriba 43 a un extremo situado hacia abajo 44 de la presa lateral. El otro lado lateral de la presa lateral tiene una superficie exterior opuesta 63. La superficie de contacto de metal 59 es preferiblemente una superficie exterior de una cinta alargada 65 hecha de material refractario flexible, preferiblemente de bajo rozamiento, que sea capaz de resistir el ataque del metal fundido y de resistir la acumulación de metal solidificado durante la colada. Un material preferido es una composición de grafito flexible, por ejemplo, un material comercializado bajo la marca comercial Grafoil® por American Seak and Packing (división de Steadman & Associates, Inc.) de Orange County, California, Estados Unidos de América. Sin embargo, se puede emplear otros materiales que tengan propiedades no humectantes, sin reacción, baja transferencia de calor, alta resistencia al desgaste y bajo rozamiento, por ejemplo, compuestos de carbono-carbono, placa refractaria que tenga un recubrimiento de nitruro de boro, y nitruro de boro sólido.

La cinta 65 está respaldada preferiblemente por un bloque alargado 66 de material termoaislante, por ejemplo, placa refractaria. Éste puede ser el mismo tipo de material del que se hace el inyector 20, o de un material diferente, por ejemplo, el material que se puede obtener de Carborundum of Canada Ltd., como lámina refractaria producto número 972-H. Éste es un fieltro de fibras refractarias que incluye típicamente proporciones aproximadamente iguales de alúmina y sílice y que contiene en general alguna forma de rigidizador, por ejemplo, sílice coloidal, como Nalcoag® 64029.

En contraposición a la cinta 65, el bloque alargado 66 se ha formado en dos partes separadas, es decir, una parte situada hacia arriba 66A y una parte situada hacia abajo 66B. La superficie de contacto de metal 59 tiene así una región situada hacia arriba 59A fijada a la parte 66A del bloque alargado 66 y una región situada hacia abajo 59B fijada a la parte situada hacia abajo 66B del bloque alargado 66. El bloque 66 está reforzado por un elemento de refuerzo rígido 67 hecho, por ejemplo, de acero u otro metal, y también se forma en dos partes 67A y 67B unidas por una bisagra de eje vertical 61. La bisagra 61 une preferiblemente las dos partes del elemento de refuerzo rígido 67. El pivote en la bisagra 61 lo alojan la forma de los extremos interiores 68 y 69 de las partes 66A y 66B del bloque aislante 66 que forman conjuntamente una abertura en forma de V 70 en la unión, y la naturaleza flexible de la cinta 65 que permite la flexión de este elemento en la región de la abertura 70. La cinta flexible, el bloque aislante y el elemento de refuerzo están unidos preferiblemente uno a otro, por ejemplo, por sujetadores mecánicos (no representados). Tal sujetadores unen idealmente la cinta flexible 65 con una cierta cantidad de holgura longitudinal con relación al bloque aislante adyacente 66 (en la región 65A o en la región 65B o en ambas) de modo que la parte 58 de la presa lateral pueda pivotar hacia la derecha (figura 3) sin hacer que la cinta flexible se estire excesivamente en la abertura 70 (el pivote en esta dirección no puede ser acomodado por la flexión de la cinta 65 solamente, puesto que puede ser para pivote en la dirección de pivote opuesta hacia la izquierda).

La propiedad de bajo rozamiento de la cinta alargada flexible 65 resiste la tendencia del metal a adherirse o atascarse contra la presa lateral 35 cuando el metal solidifica y se hace avanzar por las correas. Sin embargo, las propiedades flexibles de la cinta 65 también permiten que la cinta contacte las superficies de colada de las correas con deformación formando un buen sellado contra la salida de metal fundido con reducida resistencia al arrastre por rozamiento de las correas. Para facilitar la formación del sellado, la cinta puede elevarse del resto de las superficies superior e inferior 75 y 76 de la presa lateral 35 una cantidad pequeña (por ejemplo, hasta aproximadamente 1 mm), al menos en la parte situada hacia abajo 58. Esto se ilustra en la figura 7 de los dibujos, que es una vista en sección transversal vertical de la presa lateral a mitad de camino entre sus extremos situados hacia arriba y hacia abajo. La cinta flexible 65 tiene extremos superior e inferior 65A y 65B que se alzan una distancia "X" del resto de la superficie superior 75 y de la superficie inferior 76 de la presa lateral. Con el fin de reducir más la resistencia al arrastre por rozamiento de las correas, el resto de las superficies superior e inferior 75 y 76 de la presa lateral puede estar recubierto con un material de bajo rozamiento (no representado) tal como un nitruro metálico (por ejemplo, nitruro de boro). Aunque este efecto de sellado es deseable, puede no ser necesario al menos a lo largo de toda la longitud de la presa lateral 35 por las razones que se indican más adelante.

La cinta alargada flexible 65 y el bloque aislante 66 se hacen preferiblemente de material termoaislante y por ello tienen baja masa térmica y baja conductividad térmica (muy inferior a las del hierro fundido o el acero suave de los bloques de presas laterales convencionales) de modo que se retira muy poco calor del planchón de metal en los lados y el metal tiende a enfriarse uniformemente a través del planchón proporcionando una microestructura sólida y un grosor uniformes. Además, el metal no tiende a congelarse en la capa alargada flexible puesto que se quita poco calor a su través. El metal que se congele directamente sobre la cinta flexible es alejado fácilmente por el resto del planchón móvil a causa de las propiedades de bajo rozamiento de la cinta. Por lo tanto, no tiende a acumularse metal sólido en las presas laterales estacionarias.

El elemento rígido de refuerzo 67 sirve para proteger y soportar los otros elementos de la presa lateral, partes que pueden ser bastante delicadas y se dañan fácilmente. Este elemento también permite fijar firmemente la presa lateral en posición con varillas 51 y sirve para contener el metal fundido en caso de fallo de la presa (por ejemplo, bloqueando la salida de metal fundido y/o haciendo que se congele debido a extracción de calor).

Como se ha indicado, las presas laterales se extienden preferiblemente en la dirección de colada a posiciones justo hacia abajo de los puntos 41 donde el planchón de metal es completamente sólido en los bordes laterales. Esto facilita la operación de ajuste de anchura (en particular la reducción de anchura) porque solamente hay una pequeña parte de cada presa lateral en contacto con la parte de metal completamente sólida 28 del artículo de cinta que tiende a resistir la reducción de anchura. Esta limitación de longitud de las presas laterales también tiene otras ventajas. Por ejemplo, la cavidad de colada 21 a menudo se hace converger o divergir verticalmente en la dirección de colada para facilitar la extracción de calor del artículo de cinta. Por lo tanto, si la presa lateral 35 es de altura constante a lo largo de su longitud, sus superficies superior e inferior 75, 76 se colocarán más próximas a (o más lejos de) las superficies de colada 22, 23 adyacentes al inyector 20 que adyacentes al extremo situado hacia abajo 44 cuando la cavidad diverja (o converja) verticalmente en la dirección de colada. Haciendo las presas laterales 35 lo más cortas posible, son posibles mayores grados de convergencia de la cavidad de colada (porque las presas laterales no están junto a la salida 25 donde la convergencia de la cavidad es mayor). De hecho, la convergencia (o divergencia) de la cavidad de colada es a menudo sólo aproximadamente de 0,015 a 0,025% (por ejemplo, correspondiente al encogimiento lineal del artículo de cinta), de modo que no haya un gran cambio en la distancia entre las superficies de colada, especialmente en la región acortada ocupada por las presas laterales. Naturalmente, si el grado de convergencia o divergencia vertical de la cavidad de colada nunca varía, se puede hacer que las presas laterales 35 se ahúsen cantidades correspondientes de modo que las superficies superior e inferior 75, 76 permanezcan a la misma espaciación de las superficies de colada adyacentes en todas las longitudes de las presas laterales.

Como se ha mencionado anteriormente (y como se representa en la figura 7), la cinta 65 puede formar un sellado con las superficies de colada 22, 23 pero, a causa de la convergencia o divergencia de la cavidad de colada, dicho sellado puede no estar presente a lo largo de toda la longitud de la presa lateral. De hecho, no escapará metal por encima o por debajo de la presa lateral aunque haya un intervalo entre la presa lateral y las superficies de colada, a condición de que el intervalo no exceda de aproximadamente 1 mm. Esto es debido a que la tensión superficial del metal fundido hace que el metal puente los intervalos de este tamaño sin penetración a través de los intervalos. Por lo tanto, si la cavidad de colada converge en la dirección de colada, puede haber tales intervalos entre las presas laterales y las superficies de colada adyacentes al inyector 20, y este intervalo se puede reducir a lo largo de la longitud de la presa lateral hasta que desaparezca, como se representa en la figura 7. La naturaleza flexible de los extremos superior e inferior 65A, 65B de la cinta flexible 65, que se pueden comprimir ligeramente, pueden acomodar entonces una convergencia adicional.

La distancia a lo largo de la cavidad de colada que las presas laterales 35 tienen que extenderse más allá del inyector 20 depende de la longitud de la región 26 de metal fundido y la región 27 de metal semisólido (es decir, en combinación, la longitud del denominado "pozo" de metal fundido). Esto depende, a su vez, de las características de la aleación que se funde, la velocidad de colada y el grosor del planchón que se funde. La tabla 1 siguiente proporciona rangos de trabajo típico y preferidos para aleaciones de aluminio ordinarias.

Tabla 1

	Rango de trabajo	Rango preferido	Más preferido
Grosor de planchón (mm)	5 - 100	8 - 25	
Velocidad de colada (m/min)	0,5 - 20	2 - 10	
Protrusión % a lo largo de la cavidad	5 - 100	20 - 75	35 - 75

En la realización de las figuras 1 a 7, el metal fundido fluye a través del inyector 20 y la cavidad de colada sin encontrar barreras o salientes y por lo tanto fluye de forma laminar suave sin desarrollar corrientes transitorias o análogos. Dado que las presas laterales se extienden de forma continua desde la entrada de metal a un punto más allá de la terminación de flujo de metal fundido, el flujo sigue siendo laminar incluso cuando la anchura del artículo de cinta se varíe cuando las presas laterales 35 sean movidas lateralmente. También se observará en las figuras 3 y 4 que cada presa lateral 35 tiene un escalón 80 en las superficies superior e inferior 75, 76 en el punto donde la presa lateral sale del inyector 20. Esto asegura que las presas laterales se extiendan completamente (o casi completamente) entre la correa superior 12 y la correa inferior 13 dentro de la cavidad de colada, teniendo también al mismo tiempo una altura reducida necesaria para el encaje entre las paredes superior e inferior 31, 32 en la región 39 que se extiende al inyector 20 (y forma parte de él).

Las figuras 8 y 9 de los dibujos acompañantes ilustran una realización ejemplar alternativa que no pertenece a la invención, en la que las presas laterales 35 no tienen una región situada hacia arriba que se extienda al inyector 20 y que forme una pared lateral del mismo. En cambio, las presas laterales 35 solamente tienen una región situada hacia abajo que comienza en la salida del inyector 20 y que se extiende en la dirección de colada a un punto más allá del punto 41 donde la línea sólida 29 llega al lado del artículo de cinta 11. El inyector 20 está provisto de

paredes laterales fijas 85 entre las paredes superior e inferior 31 y 32 como representan líneas de trazos 86. Como en la realización anterior, las presas laterales 35 dispuestas en cada lado del aparato son ajustables lateralmente de modo que la anchura horizontal de la cavidad de colada 21 se pueda variar durante la colada con el mismo tipo de mecanismos de ajuste 50. La región donde se unen el extremo situado hacia arriba 43 de una presa lateral y el inyector 20 se representa en escala ampliada en la figura 9. Esencialmente, el extremo situado hacia arriba 43 bloquea una parte de la abertura de metal fundido 36 en la boquilla 38 cuando se mueve hacia dentro más allá de la extensión interior de la pared lateral 85, haciendo así que la anchura de la abertura 36 se conforme a la anchura de la cavidad de colada situada hacia abajo. Naturalmente, la presa lateral no se deberá mover hacia dentro en una extensión extrema tal que las superficies exteriores 63 de las presas laterales 35 se muevan más hacia dentro que los extremos laterales de la abertura 36 en la boquilla 38, o el metal fundido escapará alrededor de las presas laterales, pero la anchura lateral de las presas laterales puede estar predeterminada para evitar tal evento en el rango normal de ajuste de la anchura de colada. En esta realización, es preferible dotar al extremo situado hacia arriba 43 de la presa lateral de una capa 90 de material que ayude a sellar cualquier intervalo que pueda surgir entre la boquilla y la presa lateral, evitando así la pérdida de metal a través de dicho intervalo. Éste puede ser el mismo material que el usado para la cinta alargada 65.

Dado que las presas laterales 35 no son integrales con el inyector 20 en esta realización, las presas laterales se deben retener de modo que no sean movidas por las correas de alguna otra manera, por ejemplo, uniendo firmemente las varillas 51 a las presas laterales 35 de una forma que evite el movimiento de éstas últimas en la dirección de colada.

Aunque la figura 8 representa las presas laterales bloqueando parcialmente la abertura 36 del inyector, las presas laterales se pueden mover hacia fuera a posiciones donde las superficies interiores 59 estén perfectamente alineadas con las superficies interiores 85A de las paredes laterales fijas 85 del inyector, o a posiciones donde la anchura de la cavidad de colada sea más grande que la anchura de la abertura 36. Excepto cuando haya una alineación perfecta, el flujo laminar deseado del metal fundido puede ser perturbado en cierta medida y se pueden desarrollar corrientes transitorias, pero no hasta el punto de que el producto fundido resulte inaceptable para la mayoría de los usos comerciales.

En todas las realizaciones ejemplares, aunque se prefiere mover ambos bloques de presas laterales (es decir, los bloques de presas laterales en cada lado de la cavidad de colada) para reducir o ampliar la anchura lateral del artículo de cinta de la misma forma en ambos lados de la línea central, si se desea, se puede mover solamente uno de los bloques de presas laterales. De hecho, solamente uno de los bloques de presas laterales puede ser móvil y el otro puede ser fijo, aunque ésta no es una disposición preferida. También es posible, aunque no especialmente deseable, emplear una presa lateral fija como se ha indicado anteriormente con una presa lateral móvil convencional (formada por una línea de bloques de presas laterales).

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de colada (10) para colada continua de un artículo de cinta de metal (11), incluyendo dicho aparato una cavidad de colada (21) definida entre un par de superficies de colada opuestas móviles (22, 23), teniendo dicha cavidad de colada (21) una entrada y una salida alineadas en una dirección de colada (A), un inyector de metal fundido (20) en dicha entrada, teniendo dicho inyector (20) un canal de metal fundido interno (30) incluyendo una abertura hacia abajo (36) para introducir metal fundido a la cavidad de colada (21), y un par de presas laterales (35) en cada lado lateral de la cavidad de colada (21) para confinar el metal fundido procedente del inyector (20) dentro de dicha cavidad (21), donde al menos una de dichas presas laterales (35) incluye un elemento alargado (35) que es móvil lateralmente con relación a dicha dirección de colada (A) durante una operación de colada, pero es retenido de modo que no se mueva en la dirección de colada (A), extendiéndose dicho elemento alargado (35) en dicha dirección de colada (A) desde dicho inyector (20) longitudinalmente entre dichas superficies de colada (22, 23),
- 5  
10  
15 donde las presas laterales (35) contactan el metal fundido, donde dicho elemento alargado (35) está adaptado para extenderse al menos a una posición situada hacia abajo dentro de la cavidad de colada (21) donde dicho metal adyacente a dicho elemento se autosuporta lateralmente,
- caracterizado porque**
- 20 dicho elemento alargado (35) tiene una región (39) adyacente a su extremo situado hacia arriba (43) que forma un lado lateral de dicho canal interno (30) del inyector (20), continuando dicho elemento alargado (35) más allá de dicha abertura hacia abajo (36) de dicho inyector (20) y estando adaptado para continuar a dicha posición situada hacia abajo dentro de la cavidad de colada.
- 25 2. Un aparato (10) según la reivindicación 1, donde dichas dos presas laterales (35) de dicho par incluyen un elemento alargado (35) que es móvil lateralmente con relación a dicha dirección de colada (A) durante una operación de colada.
- 30 3. Un aparato (10) según las reivindicaciones 1 o 2, incluyendo además un mecanismo de regulación (50) que contacta dicho elemento (35) y adaptado para aproximar o alejar dicho elemento lateralmente de una línea longitudinal central (C<sub>L</sub>) de dicha cavidad de colada (21), regulando por ello la anchura lateral de dicha cavidad de colada.
- 35 4. Un aparato (10) según la reivindicación 3, donde dicho mecanismo de regulación (50) incluye al menos una varilla rígida (51) unida a dicho elemento (35) en su extremo y que se extiende lateralmente hacia fuera entre dichas superficies de colada (22, 23), y un accionador adaptado para empujar o tirar de dicha varilla (51) lateralmente a dicha dirección de colada (A) según sea preciso.
- 40 5. Un aparato (10) según la reivindicación 4, donde dicho mecanismo de regulación (50) tiene al menos dos de dichas varillas (51) separadas una distancia en dicha dirección de colada (A), y donde dichos accionadores empujan o tiran de dichas varillas (51) al unísono según se desee de modo que dicho elemento (35) permanezca sustancialmente alineado con dicha dirección de colada (A).
- 45 6. Un aparato (10) según la reivindicación 4, donde dicho mecanismo de regulación (50) tiene al menos dos de dichas varillas (51) y cada una provista de un accionador, estando adaptados dichos accionadores para empujar o tirar de dichas varillas (51) diferentes cantidades según se desee al mover lateralmente dicho elemento (35), haciendo por ello que el elemento (35) bascule con relación a dicha dirección de colada (A).
- 50 7. Un aparato (10) según la reivindicación 1, donde dicho inyector de metal fundido (20) incluye una pared refractaria superior (31) y una pared refractaria inferior (32) separadas por paredes laterales, y donde al menos una de dichas paredes laterales incluye una región (39) de dicho elemento (35) adyacente a su extremo situado hacia arriba (43), siendo móvil dicha región de dicho elemento (35) lateralmente a dicha dirección de colada (A) entre dichas paredes refractarias superior (31) e inferior (32).
- 55 8. Un aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, incluyendo una máquina de colada de metal de correa doble que tiene correas rotativas (12, 13) que forman dichas superficies de colada (22, 23).
- 60 9. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, incluyendo una máquina de colada de metal de bloques rotativos que tiene bloques que forman dichas superficies de colada.
- 65 10. Un método de colar de forma continua un artículo de cinta de metal (11), incluyendo dicho método introducir metal fundido a través de un inyector (20) que tiene un canal de metal fundido interno (30) a una entrada de una cavidad de colada (21) definida entre un par de superficies de colada opuestas móviles (22, 23) y un par de presas laterales (35) en cada lado lateral de la cavidad de colada (21), y extraer un artículo de cinta de metal colado (11) de una salida de dicha cavidad de colada (21), estando alineadas dicha entrada y salida en una dirección de colada (A), donde al menos una de dichas presas laterales (35) incluye un elemento alargado (35) que es móvil lateralmente

con relación a dicha dirección de colada (A), pero es retenido de modo que no se mueva en la dirección de colada (A), y, cuando avanza la colada, mover dicho al menos una de dichas presas laterales (35) lateralmente para variar una anchura de dicha cavidad de colada (21) y por ello una anchura de dicho artículo de cinta colado (11) que sale por dicha salida.

5



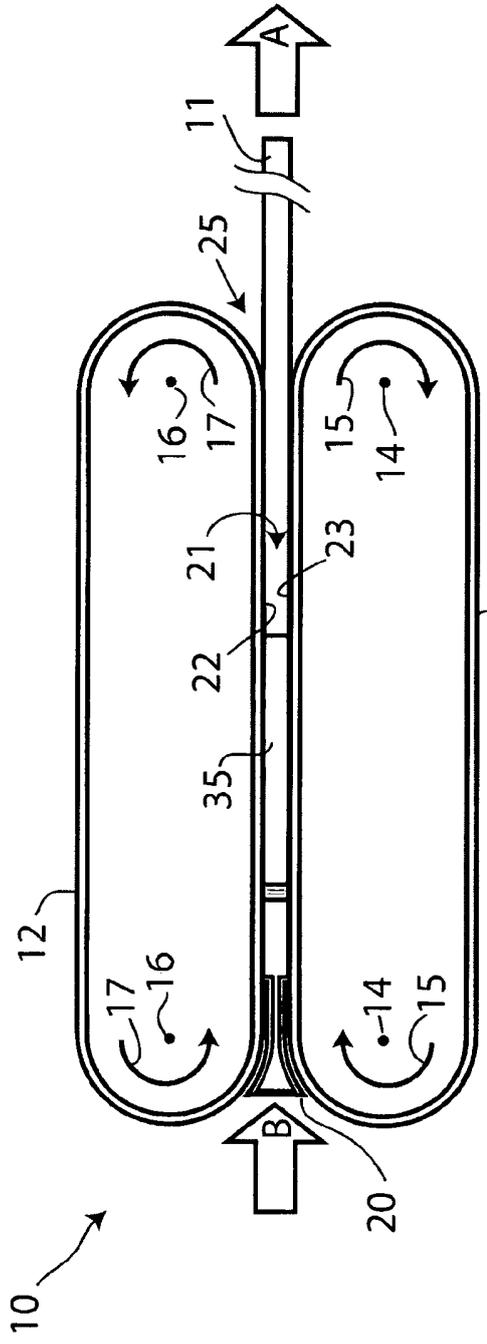


Fig. 2

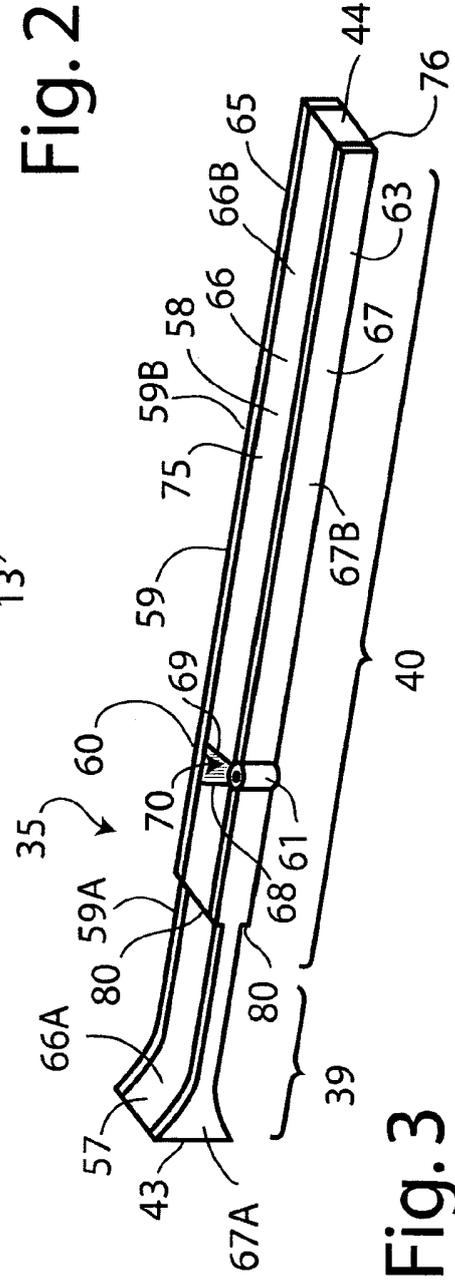


Fig. 3

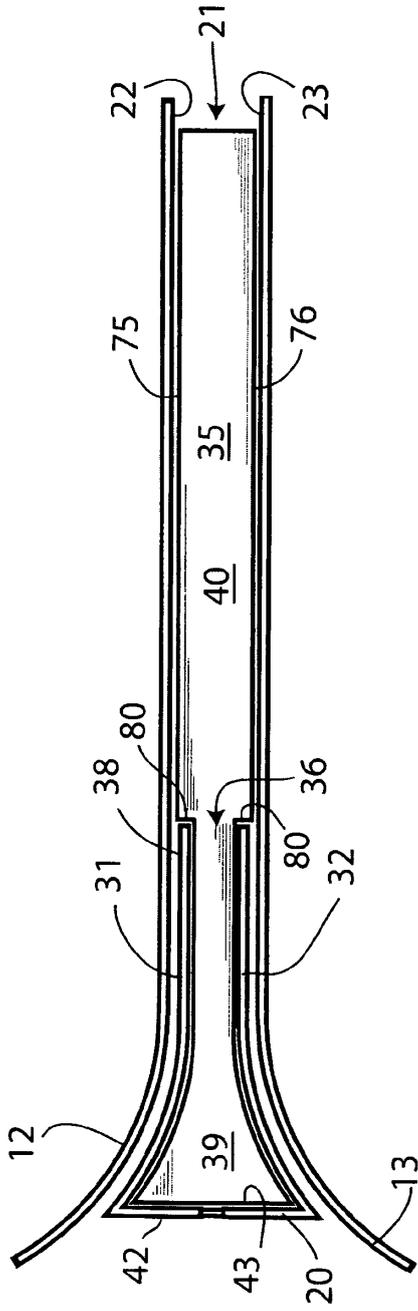


Fig. 4

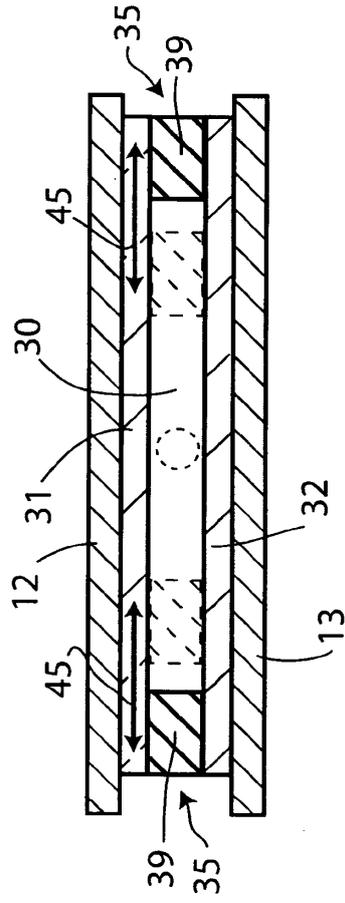
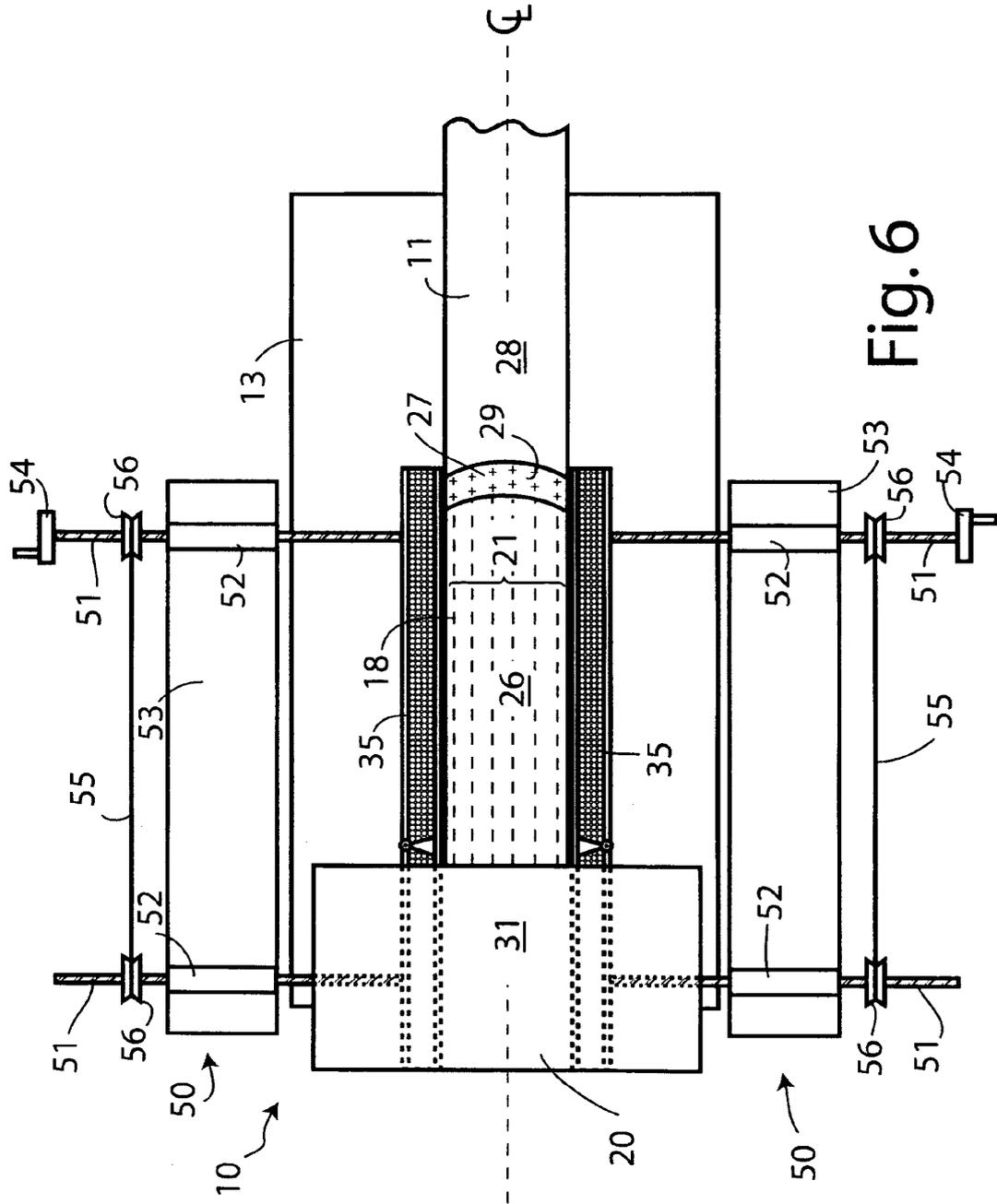


Fig. 5



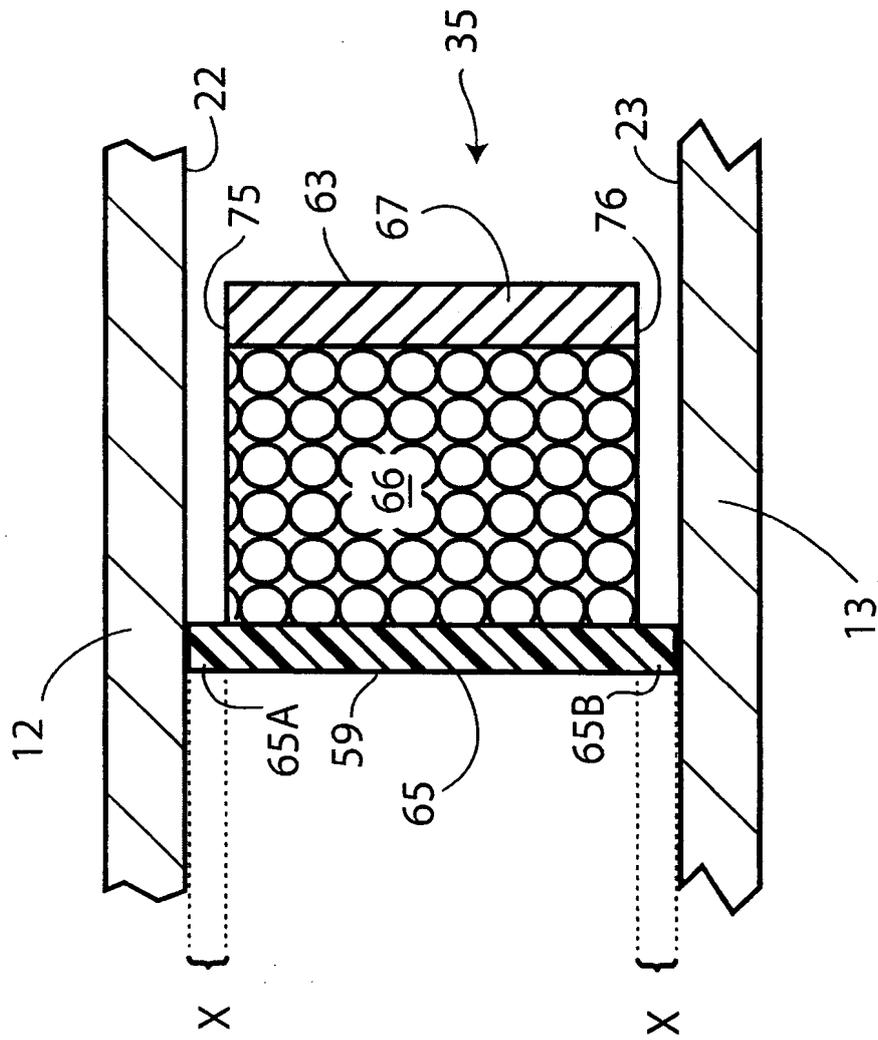


Fig. 7

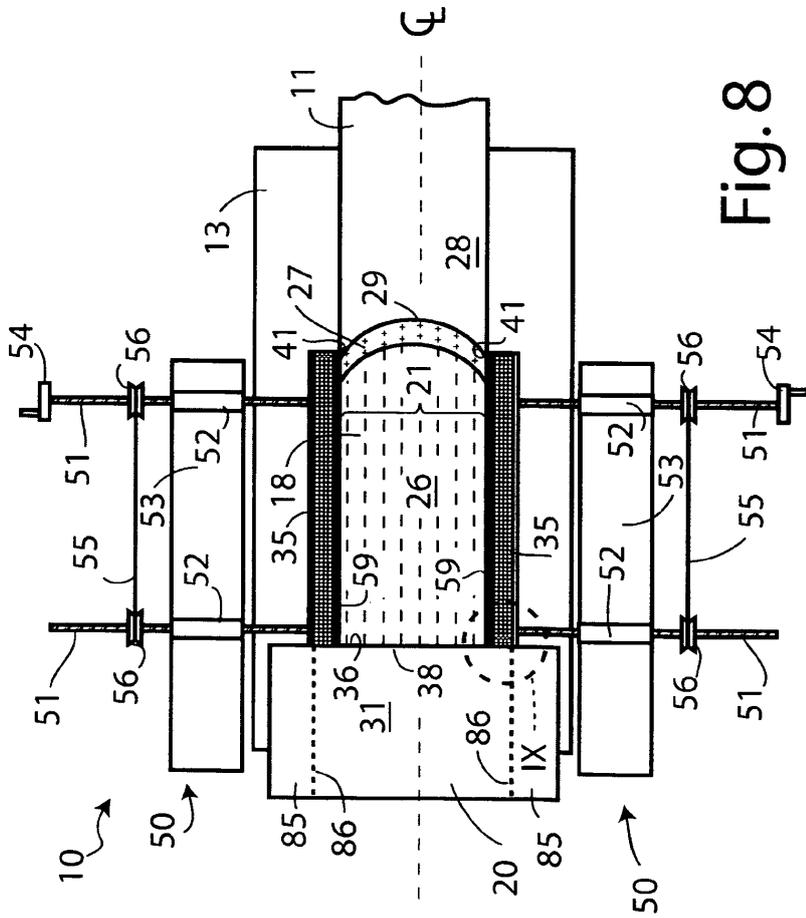


Fig. 8

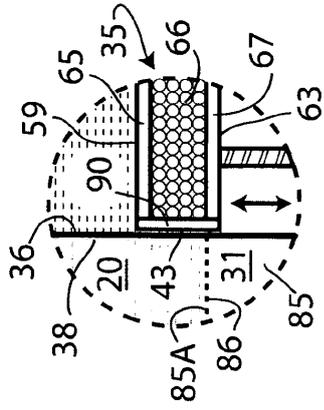


Fig. 9