

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 705**

51 Int. Cl.:

**B23D 61/18** (2006.01)

**B23D 65/00** (2006.01)

**B28D 1/12** (2006.01)

**B29C 45/00** (2006.01)

**B29C 45/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12809704 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2800647**

54 Título: **Molde de inyección para hilo de sierra, método para producir un hilo de sierra y el hilo de sierra resultante del mismo**

30 Prioridad:

**05.01.2012 EP 12150240**

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

**01.06.2016**

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (100.0%)  
Bekaertstraat 2  
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

**GHILLEBERT, DIETER;  
CLAUWS, RAF y  
BAEKELANDT, TOM**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 572 705 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**

Molde de inyección para hilo de sierra, método para producir un hilo de sierra y el hilo de sierra resultante del mismo

5 Campo técnico

La invención se refiere a un molde para revestir un cordón de sierra con polímero mediante moldeo por inyección, a un proceso para revestir un cordón de sierra con polímero y al cordón de sierra obtenido mediante dicho proceso.

10 Técnica anterior

Los cordones de sierra cada vez suponen mayor interés para serrar bloques de piedra natural en losas para todo tipo de aplicaciones. Los cordones de sierra están reemplazando a las hojas de sierra lamelares y circulares tradicionales, puesto que permiten mayores velocidades lineales (típicamente de 100 a 120 km/h) y, por tanto, una mayor velocidad de corte. Las máquinas para cortar piedra con tantos como 60 o más bucles cerrados de cordones de sierra que discurren paralelos en poleas acanaladas, se están introduciendo actualmente. Tales máquinas consiguen una mayor productividad y reducen el coste operativo global para los cortadores de piedra en comparación con las sierras de hojas múltiples existentes y están reemplazando esta tecnología a un alto ritmo.

20 En esencia, un cordón de sierra comprende tres elementos básicos:

- Un cordón de soporte central, que está fabricado de filamentos de acero trenzados formando un cordón. El cordón de acero tiene un diámetro de aproximadamente 5 mm o 3,5 mm, aunque actualmente se están explorando diámetros menores, tales como 3 mm o incluso 2 mm;
- 25 - Perlas de sierra fijadas al cordón a distancias regulares. El número de perlas por metro depende del tipo de piedra que haya que cortar. Hay aproximadamente de 25 a 40 perlas por metro en una cuerda de sierra. Las propias perlas existen fuera de un manguito metálico en el cual se ha fijado una capa abrasiva. Esta capa abrasiva comprende una arenilla de diamante mantenida en una matriz metálica. La capa abrasiva se obtiene actualmente mediante técnicas metalúrgicas en polvo aunque se están ensayando perlas en las que se aplica la capa abrasiva por recubrimiento láser. El diámetro total de la perla es de 7 u 11 mm, dependiendo de la aplicación prevista. Las perlas se ensartan en la cuerda de soporte de acero de una manera muy similar a la de las perlas en un collar;
- 30 - Las perlas deben fijarse al soporte de manera que la fuerza motriz ejercida sobre la cuerda de acero se transfiera a la perla. Aunque en el pasado se han explorado métodos de anclaje mecánico, ha prevalecido la tecnología mediante la cual las perlas se mantienen en su sitio mediante un polímero. El polímero se inyecta entre las perlas formando de esta manera manguitos que rodean el cordón de acero. De esta manera, el cordón de acero está sellado respecto al refrigerante y los residuos de abrasivo serrados mediante las perlas. Una buena química de adhesión ayuda a mantener los manguitos fijos en la cuerda de acero mientras las perlas se mantienen firmemente en su sitio. Una mala adhesión del polímero puede conducir al "colapso de las perlas": las perlas se acumulan en el cordón cuando una de ellas queda atrapada en el corte.

Los tres elementos de un cordón de sierra deben cooperar bien entre sí: el cordón de acero debe tener una resistencia a la fatiga suficiente, las perlas de la sierra deben exponer gradualmente la arenilla de diamante de la matriz metálica mientras que el polímero debe mantener su adhesión al cordón de acero: un fallo prematuro de uno cualquiera de estos daría como resultado un fallo prematuro de toda la cuerda.

Después de analizar muchas cuerdas de sierra que han fallado, los inventores descubrieron que uno de los modos de fallo predominantes es el fallo del cordón en el extremo del manguito metálico de la perla. Una de las causas de este modo de fallo es que la cuerda no está exactamente en el centro del manguito de la perla: el cordón de acero toca el manguito metálico. El efecto de este contacto es que los filamentos externos del cordón de acero se desgastarán y corroerán en ese sitio, conduciendo a un fallo prematuro de la cuerda. Además, una colocación excéntrica en la misma dirección radial de la cuerda de acero en una serie de perlas puede conducir a una cuerda de sierra no rotatoria durante el uso. Para un desgaste uniforme de la superficie abrasiva de las perlas circulares es obligatorio que las perlas giren durante el uso.

La razón por la que el cordón está colocado excéntricamente es - según los inventores - que los manguitos de polímero se revisten sobre la cuerda de acero mediante moldeo por inyección con defectos. En el moldeo por inyección las perlas ensartadas en la cuerda de acero se sitúan en un semimolde inferior que tiene un rebaje alargado correspondiente al negativo del manguito que se quiere obtener. A distancias regulares se proporcionan cavidades para recibir las perlas. El semimolde superior (que es una imagen especular del semimolde inferior) se cierra sobre el semimolde inferior y se inyecta polímero en los rebajes. Después del enfriamiento el molde se abre, la cuerda de sierra acabada se saca del molde, se desplaza para colocar una nueva longitud de cordón de acero con perlas y se repite el ciclo de inyección. En la Figura 1 del documento US 2007/0194492 A1 se muestra un ejemplo de un molde de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, un proceso de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 14 y un cordón de sierra de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15.

En el documento US 5.216.999 el problema de la excentricidad se reconoce y resuelve usando un molde de inyección que tiene protuberancias anulares (punto 212 en la Figura 7) que mantiene el cordón de acero más en el centro durante el moldeo por inyección. Pero ni siquiera así es posible un centrado completo con esta clase de molde, puesto que queda alguna holgura entre el cordón y las protuberancias anulares, ya que de lo contrario el cordón no quedaría revestido con el polímero en las protuberancias y empezaría a corroerse allí.

Impacientes por encontrar una solución para este problema de la centralidad, los inventores encontraron la solución como se describe a continuación.

#### Divulgación de la invención

El objeto principal de la invención es eliminar el problema de la centralidad de los cordones de sierra. Otro objeto de la invención es proporcionar un molde y un proceso que resuelva este problema. En la divulgación se identifican características nuevas e inventivas adicionales del molde y el proceso que reducen los residuos, mejoran el tiempo de ciclo y reducen el daño al polímero durante el procesamiento. Esto da como resultado un cordón de sierra que no muestra el problema de excentricidad, con lo que el polímero no se degrada durante el uso y puede fabricarse eficazmente de forma rápida y con un residuo de material reducido: un objeto final de la invención.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se reivindica un molde adecuado para revestir un cordón de sierra con un polímero mediante moldeo por inyección. Antes del moldeo por inyección, el cordón de sierra solo comprende un cordón de acero en el que se han ensartado perlas. Después del moldeo por inyección, el cordón de sierra comprende además camisas de polímero entre las perlas separadas.

El "moldeo por inyección" es el proceso en el que un polvo de plástico o gránulos de plástico se alimentan desde una tolva a un tubo en el que está instalado un tornillo de alimentación roscado. El tubo se calienta y, cuando se alcanza la temperatura de reblandecimiento específica, el tornillo de alimentación empuja la masa fundida de plástico reblandecido a través del tubo calentado a un molde donde el material plástico se enfría con la forma deseada. En el caso actual, el cordón de acero con la perla conectada al mismo se sitúa en el molde antes de inyectar el plástico. Después de la inyección, el tornillo de alimentación puede alternar de sentido y una nueva carga de gránulos de plástico entra en el tubo. En lugar de un tornillo recíproco puede usarse un inyector de ariete. Después del enfriamiento, el molde se abre y la pieza moldeada por inyección - en este caso una pieza corta de cordón de sierra con diez o más perlas en la misma - se retira. El cordón de sierra se desplaza y el siguiente extremo del cordón de acero y las perlas se pone en su sitio, el molde se cierra y el ciclo se repite.

El molde - la expresión "molde", "herramienta de moldeo" o "herramienta de molde" o incluso "herramienta" se consideran idénticas para el fin de esta solicitud - comprende un primer semimolde y un segundo semimolde que juntos forman el molde. Cuando el primer y segundo semimoldes están en forma unitaria, es decir, el molde está cerrado, se forma una cavidad en el molde. La cavidad tiene un eje central correspondiente muy de cerca al eje central del cordón de sierra cuando este está situado en el molde. La inyección de la masa fundida de plástico caliente en la cavidad se realiza a través de canales de inyección proporcionados en dicho primer y segundo semimoldes. Evidentemente, estará presente al menos un canal de inyección entre cada par de perlas. Normalmente hay más presentes.

El molde se fabrica de metal, preferentemente de un acero para herramientas, tal como acero para herramientas de calidad P, por ejemplo un acero de níquel-cromo-molibdeno tal como DIN X45NiCrMo4 (W-Nr. 1.2767, equivalente a AISI 6 F 7, 2767 ISO-B). El molde se trata con calor para aumentar su dureza.

La característica respecto al molde es que los canales de inyección están situados en lados opuestos de dicho eje. Con "lados opuestos" se entiende que puede identificarse un plano de separación que comprende el eje central y que no corta ningún canal de inyección, de manera que los canales de inyección pueden encontrarse a cualquier lado de ese plano.

Situando los canales de inyección en lados opuestos del eje central, el plástico entrará desde ambos lados y el cordón de acero permanecerá mejor en su sitio, es decir, en el centro de la cavidad. Esto puede conseguirse sin tener que tensar el hilo excesivamente (que es la opción obvia normal tomada) o sin tener que introducir elementos de sujeción de la posición en la cavidad del molde. Con el cordón de acero más centrado respecto a las perlas, el desgaste del cordón de acero al final de los manguitos de perla disminuye. Además, debido al hecho de que todas las perlas están más centradas, el cordón de sierra gira más fácilmente durante el corte.

En una realización preferida adicional, los canales de inyección están situados en un plano que comprende el eje pero aún en lados opuestos del eje central. Por ejemplo, los centros de los canales de inyección están en un único plano. Durante inyección, las fuerzas ejercidas por el plástico inyectado sobre el cordón de acero en los canales de inyección estarán más equilibradas.

En otra realización preferida, el número de canales de inyección en ambos lados del plano de separación son iguales. Esto da el mejor balance global cuando el plástico se inyecta desde ambos lados.

En una realización aún más preferida todos los canales de inyección están situados diametralmente opuestos entre sí. No solo están situados en el mismo plano que comprende el eje central, sino que también están en un mismo plano perpendicular al eje central. Esto es lo que se entiende por "diametralmente opuesto". Los canales de inyección están montados, entonces, por pares. El equilibrio local de fuerzas sobre el cordón es entonces cero, con tal que ambos canales de inyección se alimenten igualmente con la masa fundida de plástico.

De forma preferente, los propios canales de inyección se alimentan mediante al menos un canal de alimentación a través de canales ramificados. Se prefiere que un único canal de alimentación se alimente mediante un único tornillo de alimentación o inyector de ariete, ya que de esta manera se evita cualquier desequilibrio (en la presión o tiempo de inyección) entre las diferentes alimentaciones. Tal estructura de alimentación es como un árbol, correspondiendo el tronco del árbol al canal de alimentación, correspondiendo los canales de ramificación a las ramas del árbol y los canales de inyección a las hojas en los extremos de las ramas del árbol.

De forma preferente, la estructura de árbol es un árbol binario. Un árbol binario es un árbol donde cada rama o el tronco se bifurcan exactamente en dos ramas o terminan en dos hojas. En la estructura de árbol del molde, la sección transversal antes de cada bifurcación es aproximadamente igual a la suma de las secciones transversales de los canales ramificados. De esta manera, no hay disminución o aumento de la velocidad de flujo de la masa fundida de plástico según transita por los canales. A medida que aumenta la relación de área de la pared del canal a volumen de canal, la resistencia al flujo aumentará hacia los canales de inyección, puesto que las fuerzas de cizalladura sobre el fundido aumentan debido a la viscosidad del fundido.

Es aún más preferido que la estructura de árbol binario sea un árbol binario equilibrado. En un árbol binario equilibrado, el número de uniones de canales que se encuentran cuando se sigue cualquier canal de inyección hacia el canal de alimentación es igual para todos los canales de inyección. En el árbol binario equilibrado el número de canales de inyección es, por tanto,  $2^N$ , siendo "N" el número de bifurcaciones o uniones.

Lo más preferido es si la trayectoria seguida por la masa fundida de plástico en su tránsito desde el canal de alimentación hasta el canal de inyección es de la misma longitud para cualquier canal de inyección. De esta manera, la resistencia al flujo encontrada por la masa fundida de plástico en su desplazamiento desde el canal de alimentación hasta el canal de inyección es parecida o igual para cada canal de inyección, es decir, no hay un desequilibrio entre los canales de inyección. Esto es una mejora respecto a los moldes del actual estado de la técnica, en los que un único canal de alimentación alimenta directamente diferentes canales de inyección que están situados a diferente longitud de la entrada de alimentación.

Además de una longitud igual, un árbol binario equilibrado tiene otra ventaja en tanto que pueden procesarse muchos polímeros con propiedades de flujo que están dentro de amplios límites. En particular, los polímeros más favorecidos son cauchos, poliuretano termoplástico o poliolefinas tales como polietileno de alta o baja densidad (HDPE, LDPE), polipropileno (PP). Algunos polímeros menos favorecidos, pero en casos particulares, posiblemente útiles son poliamida (PA), polietilentereftalato (PET), polioximetileno (POM), policarbonatos (PC) o cualquier otro polímero que pueda ser un líquido fundido suficiente para empujar a través de los canales.

El primer y segundo semimoldes tendrán una primera y segunda caras respectivas que estarán enfrentados entre sí tras el cierre del molde. Ambas caras deben coincidir de forma muy precisa entre sí, puesto que cualquier desalineación conducirá a una fuga en la cavidad central y, por lo tanto, a un cordón de sierra de peor calidad. Las caras de los moldes pueden tener una forma no plana, por ejemplo dos caras cilíndricas que coinciden de forma precisa entre sí. Aunque tales formas pueden tener algunas ventajas en términos de mejor alineación entre sí durante el cierre, se prefieren las caras totalmente planas, puesto que son más fáciles de mecanizar con precisión micrométrica. La alineación de las dos caras tras el cierre, por tanto, se consigue mediante una alineación coincidente con puntas y orificios en las esquinas de los cuatro moldes.

Los canales de inyección pueden alimentar la cavidad de inyección en la dirección perpendicular a la primera y segunda caras. Por lo tanto, deben perforarse orificios en el primer y segundo semimoldes, lo que no siempre es fácil. Por lo tanto, se prefiere que los canales se estampen en una cualquiera o ambas caras de los semimoldes. Tras el cierre, ambas caras se unirán y el canal estampado se cerrará y formará un canal cerrado. Por ejemplo, la primera cara del primer semimolde puede ser completamente plana, mientras que la segunda cara del segundo semimolde tiene un rebaje estampado con forma de "U" en el mismo. Tras el cierre del molde se forman los canales ("Ü"). Los canales preferentemente se fresan con precisión en la primera o segunda cara del semimolde. Una forma alternativa preferida - por razones de simetría - es que ambas caras estén provistas de un semicanal igual - de sección transversal semicircular - de manera que se forma un canal completo con una sección transversal circular tras el cierre del molde. Los canales de inyección alimentan con precisión entonces la masa fundida de plástico perpendicular al eje central. Se prefieren secciones transversales circulares puesto que tienen la menor relación de superficie a volumen. El uso de semicanales tiene la ventaja adicional de que es muy fácil retirar el material residual solidificado en los canales de ramificación e inyección después de abrir el molde.

Los canales de inyección deberían formarse al menos mediante dichos semicanales en una de las caras. Adicional y opcionalmente a esto, algunos canales de ramificación intermedios pueden implementarse como semicanales en la

primera y segunda caras hasta un cierto número de bifurcaciones, por ejemplo hasta 1 o 2 o incluso 3 bifurcaciones. Excepcionalmente, todos los canales de ramificación pueden implementarse en la primera y segunda caras, dejando solo el canal de alimentación que no se implementa en la primera y segunda caras.

5 Los moldes de inyección avanzados tienen canales calentados (en ocasiones denominados "correderas calientes") a diferencia de los canales que no están calentados ("correderas frías"). En los canales calentados, el polímero permanece fundido durante las inyecciones posteriores. Los canales no calentados son aquellos que se enfrían durante el ciclo antes de la apertura del molde. Los canales de inyección no calentados, por supuesto, se calientan debido al material plástico caliente que pasa por los mismos, pero esto no es intencionado. Por lo tanto, los canales  
10 no calentados pueden encontrarse cerca de la cavidad de inyección, puesto que la cavidad de inyección debe enfriarse antes de abrirla para dar lugar al plástico la posibilidad de solidificar. En cada ciclo de inyección, el material en exceso en los canales no calentados debe retirarse y, por lo tanto, conduce a la pérdida de material. El volumen de los canales no calentados, por lo tanto, debe mantenerse al mínimo.

15 De forma preferente, los canales no calentados se fresan en la primera y/o segunda caras y los canales calentados están presentes en el primer o segundo moldes. Por facilidad de diseño, se prefiere que el plano de los canales calentados se oriente perpendicular al plano de los canales no calentados.

20 La masa fundida de plástico no debería permanecer en un estado de alta temperatura durante demasiado tiempo, puesto que este conduciría a la degradación del polímero. De esta manera, el volumen en los canales calentados no debería ser lo suficientemente alto como para que aumente el tiempo de residencia del polímero en condiciones calientes. Los inventores estiman el tiempo de residencia "t<sub>r</sub>" del polímero en el canal calentado mediante:

$$t_r = ((\text{Volumen de las correderas calientes}/\text{Volumen de las correderas frías}) + 1) \times t_{\text{ciclo}}$$

25 en la que el "Volumen de las correderas calientes" es el volumen total de todos los canales calentados y el "Volumen de las correderas frías" es el volumen total de los canales no calentados. "t<sub>ciclo</sub>" es la duración total de un ciclo de inyección completo (por ejemplo, desde el primer cierre del molde hasta el siguiente cierre del molde). Se añade un ciclo para tener en cuenta el tiempo de residencia en el inyector (tornillo recíproco o inyector de ariete). La  
30 combinación de tiempo de residencia y temperatura no debería pasar por encima de un cierto valor para cada polímero específico. Por ejemplo, los poliuretanos termoplásticos no deberían permanecer más de 10 a 15 minutos por encima de la temperatura de fusión para evitar la degradación del polímero.

35 Durante el cierre del molde, deben ejercerse grandes fuerzas sobre los semimoldes para mantenerlos cerrados, puesto que la presión de inyección es grande (aproximadamente de 400 a 1.200 bar). Cuanto mayor sea la superficie bajo presión en la primera y segunda caras (es decir, la superficie de la pared del canal proyectada), mayor será la fuerza de cierre que debe ejercer la prensa. Esto limita la longitud del molde, puesto que la prensa de moldeo no puede mantener cerrados moldes más largos. Normalmente, estas fuerzas son mayores de 100 kN o 150 kN o incluso mayores. Los canales en el plano perpendicular a la primera y segunda cara del molde no se  
40 suman a la fuerza de sujeción. Preferentemente, estos canales son canales calentados, puesto que de lo contrario la retirada del material sólido solidificado resultaría difícil. Como resultado, la fuerza de cierre puede reducirse considerablemente si están presentes más niveles de canales calentados, opcionalmente orientados perpendicularmente. Como alternativa, para la misma fuerza de cierre, puede aumentarse la longitud del molde, conduciendo a una productividad muy mejorada por ciclo. De esta manera, pueden procesarse longitudes del cordón  
45 de sierra de 16 o 32 o incluso hasta 64 perlas en un único ciclo.

Una mejora adicional realizada por los inventores al molde es el uso de uno o más insertos de molde que pueden insertarse en el primer o segundo semimoldes y que forman la cavidad del molde para recibir las perlas y el cordón de acero. Opcionalmente, los canales de inyección e incluso los de ramificación pueden implementarse en tales  
50 insertos. Puesto que tanto las perlas de serrado como los cordones de acero son materiales relativamente duros, una alineación no correcta accidental en el cierre del molde conduciría a un grave daño en la precisión de fresado de la primera y segunda caras. En el caso de que ocurriera daño durante el cierre, es suficiente renovar solo las piezas de inserción y todo el molde se salva. Como el molde, los insertos están fabricados de metal, preferentemente de un acero para herramientas tal como los mencionados en el párrafo [0013] anterior. Preferentemente, los insertos se  
55 tratan con calor para aumentar su dureza.

La propia cavidad tiene secciones axiales que mantienen únicamente el cordón de acero y secciones axiales que mantienen las perlas de serrado y el cordón de acero. En las últimas secciones, están presentes rebajes para perla para recibir las perlas de serrado durante el moldeo por inyección. Una mejora importante para el molde de los  
60 inventores es que cada rebaje de perla debe tener canales de inyección en ambos extremos axiales de los rebajes para perla, es decir, también el primer y último rebaje para perla deben estar provistos de canales de inyección en cualquiera de los extremos axiales. Esto evita que las perlas situadas en el extremo reciban el plástico de un lado únicamente, conduciendo a un comportamiento de fatiga inferior durante el uso. De hecho, se ha observado un comportamiento de este tipo en la práctica.

65

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se reivindica un proceso para revestir un cordón de sierra mediante moldeo por inyección que usa el molde como en cualquier forma descrita anteriormente. El proceso comprende las etapas de:

- 5 a. Proporcionar un cordón de acero con las perlas de serrado conectadas al mismo. Las perlas pueden ensartarse en el cordón de acero de la manera conocida o pueden cerrarse sobre el cordón de acero de cualquiera de las maneras descritas en el documento WO 2011 061 166 A1. El último método tiene la ventaja de que pueden formarse longitudes extremadamente largas del cordón de sierra sin tener que interrumpir el proceso.
- b. Abrir el molde;
- 10 c. Como una opción, el cordón de acero con las perlas de serrado en el mismo puede calentarse antes del moldeo por inyección. El precalentamiento del cordón de acero ocasiona ventajas considerables, puesto que permite que la masa fundida de plástico se introduzca entre los filamentos del cordón de acero antes de la solidificación. De esta manera, los filamentos de acero se sellan mejor desde el exterior y conducen a una vida útil mejorada del producto global. El calentamiento puede realizarse por diferentes medios, tales como calentamiento por infrarrojos, calentamiento con aire caliente o calentamiento por resistencia.
- 15 d. Situar dicho cordón de acero y dichas perlas de serrado a lo largo del eje.
- e. Opcionalmente, tensar el cordón de acero. Se requiere un mínimo de tensión para mantener el cordón de acero tenso. No es necesaria demasiada tensión y no ayudará a superar el problema de centralidad, puesto que solo es necesaria una pequeña fuerza para empujar un cordón de acero tensado fuera de su centro.
- 20 f. Después, el cordón de acero con las perlas en el mismo se encierra dentro de la cavidad de inyección cuando se cierra el molde. La fuerza de cierre se aplica para mantener los semimoldes firmemente cerrados.
- g. El polímero se inyecta a través de los canales de inyección en la cavidad de inyección. Después de un corto tiempo de enfriamiento, el polímero solidifica.
- h. El molde se abre y la longitud del cordón de sierra acabado se saca del molde.

25 Posteriormente, una nueva longitud de cordón de acero con perlas conectadas al mismo se desplaza dentro del molde en sustitución de la longitud acabada de cordón de sierra y se reinicia todo el ciclo.

30 La característica de este proceso es que la inyección del polímero se realiza en ambos lados del eje central de la cavidad de inyección.

El orden en el que se han descrito las etapas anteriores no es limitativo de la invención. El experto entenderá que ciertas etapas, tal como por ejemplo la etapa "d" (colocación de las perlas) puede seguir inmediatamente a la etapa "a" (proporcionar el cordón de acero), mientras que al mismo tiempo se realiza la etapa "b" (apertura del molde). También puede realizarse la etapa "e" (tensado del cordón de acero) en cualquier momento antes de la etapa "f" (cierre del molde). La etapa "c" (el calentamiento del cordón de acero) puede realizarse también en cualquier momento en el proceso, siempre y cuando preceda a la etapa "g" (inyección del polímero).

40 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se reivindica un cordón de sierra que comprende un cordón de acero y perlas de serrado fijadas en el mismo. Entre las perlas de serrado están presentes manguitos de polímero. Los manguitos de polímero siempre muestran una pequeña traza del canal de inyección en su superficie externa que puede verse fácilmente con un cristal de aumento. Una cuestión específica sobre el cordón de sierra es que estas trazas del canal de inyección están presentes en ambos lados del eje central del cordón de sierra. El experto entiende que hay una "firma" que deja el molde descrito anteriormente en el proceso descrito anteriormente.

45 Breve descripción de las figuras en los dibujos

La Figura 1 describe moldes de la técnica anterior y las trazas que dejan sobre un cordón de sierra.

La Figura 2 describe los principios generales de la invención.

50 Las Figura 3a y 3b describen dos realizaciones preferidas diferentes de la invención.

En los dibujos, los dígitos de decenas y unidades representan partes similares en los diferentes dibujos, mientras que el dígito de las centenas corresponde al número de la figura.

55 Modo o modos para llevar a cabo la invención

La Figura 1 muestra diferentes moldes de inyección 100 de la técnica anterior, como se deduce de los cordones de sierra a partir de diferentes fabricantes (Comp 1, Comp 2, Comp 3, Comp 4). Las perlas 104 se ensartan en un cordón de acero 106. Los moldes de inyección conocidos tienen canales de inyección únicamente en un lado del eje y los canales de inyección están dispuestos linealmente y en paralelo al eje del cordón. Esto puede derivarse del propio cordón de sierra existente, puesto que la forma del manguito de polímero es la réplica positiva del negativo de la cavidad del molde. De hecho, los canales de inyección dejan una pequeña mazarota en la superficie que puede trazarse fácilmente sobre los cordones existentes. Los cordones de sierra conocidos solo muestran estas mazarotas linealmente en un lado del eje. Esas mazarotas pueden ser cuadradas (por ejemplo de 1x1 mm<sup>2</sup>, 0,5x0,5 mm<sup>2</sup>), ovaladas (2 mm de longitud x 0,6 mm de anchura) o redondas, como se indica por las secciones transversales a la

derecha de cada molde. En ocasiones, solo puede identificarse una mazarota entre un par de perlas (Comp 1), aunque principalmente hay dos (Comp 2, Comp 3, Comp 4).

5 Cuando se corta un cordón de sierra al final de un manguito de perla, puede deducirse cómo de bien el polímero ha entrado en el manguito. En todos los cordones de sierra investigados, al menos una perla muestra un acceso de polímero incompleto e inferior en el manguito. Además, tal perla defectuosa ocurría a intervalos regulares (por ejemplo, cada ocho perlas) indicativo de que la inyección en el manguito final siempre era desde un lado, deteniéndose el otro lado por medio de algún tipo de tope 108. Aunque después del desplazamiento del cordón en el molde se inyectaba el otro lado del manguito, la inyección no simétrica aún era notable.

10 Analizando cordones de sierra que se han usado en la práctica, los inventores encontraron una correlación entre la presencia de un desgaste en el cordón de acero en el extremo de un manguito y si el acceso de polímero era total o no. Un acceso no completo de polímero daba como resultado un desgaste excesivo del cordón de acero en el extremo del manguito. Adicionalmente, muchos cordones de sierra que se fracturaban en la práctica no mostraban un acceso incompleto de polímero en el manguito. Y como un acceso incompleto de polímero está relacionado con perlas de extremo en el molde se obtiene como resultado que una penetración defectuosa de polímero en una perla de extremo es un problema.

20 La Figura 2 muestra una realización preferida del molde de la invención. Se muestran dos semimoldes 200A y 200B antes del cierre. Un cordón de acero 220 con perlas de 222 tratadas sobre el mismo está listo para situarlo en el molde. La cavidad de inyección alargada tiene una parte 212 para recibir el cordón de acero 220 y, a distancias regulares, un rebaje extra 210 para recibir las perlas de serrado 222. La cavidad tiene un eje central 214. Los canales de inyección 208 están presentes para inyectar polímero en la cavidad de inyección alargada. Los canales de inyección están presentes en lados opuestos del eje central 214.

25 En la realización de la Figura 2, los canales de inyección 208 están en el plano que comprende el eje central. Además en esta realización el número de canales de inyección en cualquiera de los lados opuestos del eje central son iguales en concreto hay 8 a cada lado. Además los canales de inyección 208 están dispuestos diametralmente opuestos entre sí.

30 El molde 200A tiene además dos canales de alimentación 202 y 202' para alimentar ambos lados de las cavidades de inyección. Cada uno de los canales de alimentación 202 y 202' se divide en canales de ramificación 204 que a su vez pueden dividirse en canales de ramificación 206. Finalmente, los canales de ramificación terminan en un canal de inyección 208. De esta manera, se forma una estructura de árbol en la que el canal de alimentación es el tronco, los canales de ramificación son las ramas del árbol y los canales de inyección son las hojas del árbol. Dos de estos árboles pueden discernirse, estando alimentado cada uno de los árboles por un canal de alimentación 202 o 202'. En cada división, la sección transversal de los canales disminuye. En una realización alternativa (no mostrada) un único canal de alimentación puede alimentar los dos canales 202 y 202'.

40 Aunque la realización preferida como se muestra en la Figura 2 es un árbol binario en el que cada canal de alimentación o canal de ramificación se bifurca en dos ramas, son posibles también tres o más canales por división (no mostrado). Asimismo, en la realización preferida representada, cada uno de los dos árboles está equilibrado, puesto que cuando se sigue la trayectoria del canal de inyección hacia el canal de alimentación, se encuentran tres bifurcaciones, cualquiera que sea el canal de inyección que se considere. Además, en las estructuras de árbol de la realización preferida de la Figura 2, la longitud de la trayectoria desde la salida del canal de inyección hacia la entrada del canal de alimentación es igual para cada canal de inyección considerado.

50 En la realización preferida de la Figura 2, los canales de inyección se forman mediante dos semicanales 208, 208' estampados en las caras 207 y 207' de los dos semimoldes 200A y 200B. Cuando el molde se cierra, los dos semicanales 208, 208' forman un canal de inyección de sección transversal circular. Asimismo, se forma entonces un canal de ramificación cuando los dos semicanales 206, 206' se cierran uno sobre el otro. El uso de semicanales hace muy fácil retirar el material residual solidificado después de abrir el molde.

55 La Figura 3a muestra el aspecto que tiene una sección transversal a través del molde cerrado mediante un plano perpendicular al eje central y a través de dos canales de inyección diametralmente opuestos entre dos perlas. Los dos semimoldes están indicados como 300A, 300B. El cordón de acero 320 con perlas 322 ensartadas en el mismo se mantiene en la cavidad formada por los semicírculos 312, 312'. Las perlas 322 se mantienen en un rebaje de perla 310 ligeramente mayor. El canal de inyección 308 se forma cuando se encuentran las caras 328 de los semimoldes. En este caso, el cordón de acero es un cordón de acero de 7x7, es decir, que consiste en una hebra núcleo con un hilo principal y 6 hilos circundantes que forman una hebra principal, y seis hebras externas también constituida cada una por el hilo principal rodeado de hilos externos, estando enrolladas las hebras externas alrededor de la hebra principal. Las flechas 330 indican cómo el fundido fluye hacia la cavidad igualmente desde ambos lados y se divide él mismo por encima y por debajo del eje central del cordón de acero 320.

65 En la Figura 3b se muestra una realización alternativa. En este caso, el canal de inyección 308' se forma en el semimolde 300A y se cierra mediante la parte plana coincidente del semimolde 300B. De esta manera, el canal 308'

está completamente por encima de la cara 328 del semimolde 300B. La situación se invierte en el lado opuesto del cable de sierra, donde el canal de inyección se mecaniza a partir del semimolde 300B y se cierra mediante la parte plana del semimolde 300A. Esta disposición da como resultado un flujo de inyección 330' fuera del eje. Los inventores reivindican que, de esta manera, también puede obtenerse una buena centralidad del cordón de acero 320.

Volviendo ahora a la Figura 2, los canales 204 y 202 en el semimolde 200A son todos calentables. Los canales 206, 206', 208, 208' en las caras 207, 207' no están calentados.

La cavidad de inyección 210, 212, los canales de inyección 208, 208' y los canales de ramificación 206, 206' están implementados en insertos 213 que pueden sustituirse fácilmente si ocurriera un daño a aquellos insertos posiblemente debido a una mala alineación de la perla de serrado 222 y/o el cordón de acero 220.

Obsérvese que cada rebaje para perla 210 tiene dos canales de inyección en cualquiera del extremo axial de dicho rebajes para perla. De esta manera, también las perlas terminales mostrarán un grado suficiente de acceso de polímero.

Tiene que hacerse un equilibrio cuidadoso en términos del número de niveles de bifurcación para las correderas calientes y las correderas frías:

- Sea "N" el número total de niveles de bifurcación en todo el árbol;
- Sea "n" el número de niveles de bifurcación que alimentan hacia los canales de ramificación no calentados o canales de inyección;
- Sea "m" el número de bifurcaciones que alimentan hacia los canales de ramificación calentados o canales de alimentación. Por tanto  $N = n + m$ ;

De manera que hay  $2^N$  canales de inyección por árbol. En la realización de la Figura 2,  $n = 1$ ,  $m = 2$  y  $N = 3$ , es decir,  $2^3$  canales de inyección por árbol.

Aumento ⇒	bifurcaciones en frío "n"	bifurcaciones calientes "m"
Ventaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor coste</li> <li>• Bajo tiempo de residencia del polímero caliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tiempo de enfriamiento en el ciclo</li> <li>• Menor fuerza de sujeción</li> <li>• Menos material residual</li> </ul>
Desventaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más material residual</li> <li>• Mayor fuerza de sujeción</li> <li>• Mayor tiempo de enfriamiento en el ciclo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo de residencia del polímero caliente</li> <li>• Mayor coste</li> </ul>

Con "menor coste" se entiende "un menor coste para construir el molde". En las diferentes realizaciones N se mantuvo constante en un valor de 5 (32 canales de inyección) pero el número de bifurcaciones calientes se consideró que daba los siguientes resultados:

N se divide en... ↓	Tiempo de enfriamiento (s)	Fuerza de sujeción (kN)	Tiempo de residencia del polímero caliente
n = 5, m = 0	97	1200	0 ciclos
n = 2, m = 3	26	550	7 ciclos
n = 1, m = 4	9	250	14 ciclos

Dado el hecho de que debe proporcionarse algún tiempo de montaje para el cable en el tiempo de ciclo, los inventores han descubierto que la realización (n = 2; m = 3) era la elección óptima. De esta manera, en total hay 8 canales de ramificación calentados que alimentan bifurcaciones no calentadas que terminan en 32 canales de inyección.

El proceso para fabricar un cordón de sierra es un proceso de moldeo por inyección con las siguientes etapas particulares:

- Se proporciona un cordón de acero con perlas de serrado conectadas al mismo. Preferentemente, las perlas aún pueden estar ligeramente desviadas sobre el cordón de acero;
- Es preferible precalentar el cordón de acero de una manera u otra, por ejemplo por calentamiento en un horno tubular. El precalentamiento del cordón de acero hace que el polímero solidifique más lentamente. De esta manera, el polímero puede penetrar mejor entre los filamentos antes de "congelarse". Inyectar polímero caliente

## ES 2 572 705 T3

en un cordón de acero frío hace que el polímero solidifique inmediatamente, bloqueando así la penetración adicional de polímero entre los filamentos del cordón de acero;

- 5 - El molde se abre antes de la colocación del cordón de acero con las perlas. Se procurará mantener el molde cerrado tanto como sea posible para evitar un enfriamiento excesivo del semimolde y mantenerlo a una temperatura controlada.
- El cordón de acero con perlas se coloca en la cavidad de inyección del semimolde inferior. Se mantiene tenso de modo que las perlas y el cordón permanezcan adecuadamente en su sitio.
- El molde se cierra y el polímero se inyecta en la cavidad de inyección.
- Aunque la siguiente porción de cordón se esté precalentando, el polímero en el molde solidifica.
- 10 - Cuando el molde se abre, se tira del cordón de sierra hacia fuera desde el molde inferior, y se introducen las siguientes ocho perlas.

15 El cordón de sierra se termina mediante la retirada del polímero residual formado en los canales de inyección y los canales no calentados. Entre dos perlas quedan cuatro mazarotas, opuestas dos a dos en el eje de la cuerda de sierra, como una réplica positiva del molde que se ha usado.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un molde para revestir un cordón de sierra con un polímero mediante moldeo por inyección que comprende un primer semimolde y un segundo semimolde, formando dicho primer y segundo semimoldes una cavidad de inyección alargada cuando se unen, teniendo dicha cavidad de inyección un eje central, estando provisto dicho primer y segundo semimoldes de canales de inyección para inyectar polímero en dicha cavidad de inyección, caracterizado por que dichos canales de inyección están situados en lados opuestos de dicho eje central.
- 10 2. El molde de la reivindicación 1 en el que dichos canales de inyección están situados en un plano que comprende dicho eje.
- 15 3. El molde de la reivindicación 2 en el que el número de canales de inyección en cualquiera de dichos lados opuestos de dicho eje es igual.
- 20 4. El molde de la reivindicación 3 en el que dichos canales de inyección están situados diametralmente opuestos entre sí.
- 25 5. El molde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que dichos canales de inyección son alimentados por al menos un canal de alimentación a través de canales de ramificación, constituyendo dicho canal de alimentación, canales de ramificación y canales de inyección una estructura de árbol.
- 30 6. El molde de acuerdo con la reivindicación 5 en el que dicha estructura de árbol es una estructura de árbol binario.
- 35 7. El molde de acuerdo con la reivindicación 6 en el que dicha estructura de árbol binario es una estructura de árbol binario equilibrado.
- 40 8. El molde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en el que dicho primer y segundo semimoldes tienen una primera y una segunda cara, respectivamente, estando orientadas dicha primera y segunda cara la una hacia la otra cuando están unidas, y en el que dicha primera o segunda cara tienen canales estampados en las mismas de manera que se forman uno o más de dichos canales cuando dicho molde está unido.
- 45 9. El molde de acuerdo con la reivindicación 8 en el que dicha primera y segunda cara tienen semicanales estampados en las mismas de manera que se forman uno o más de dichos canales mediante dichos semicanales cuando dicho molde está unido.
- 50 10. El molde de la reivindicación 9 en el que dichos canales de inyección y, opcionalmente, todo o parte de dichos canales de ramificación, se forman cuando dicho molde está cerrado.
- 55 11. El molde de la reivindicación 10, en el que dicho al menos un canal de alimentación y todo o parte de dichos canales de ramificación son calentables.
- 60 12. El molde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 en el que dicha cavidad y, opcionalmente, uno o más de dichos canales, se forman mediante uno o más insertos de molde, siendo insertables dichos insertos de molde en dicho primer o segundo semimoldes.
- 65 13. El molde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en el que dicha cavidad comprende además rebajes para perla para recibir perlas de serrado durante el moldeo por inyección, teniendo cada uno de dichos rebajes para perla canales de inyección en ambos extremos axiales de dichos rebajes para perla.
14. Un proceso para revestir un cordón de sierra mediante moldeo por inyección usando el molde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende las etapas de:
- proporcionar un cordón de acero con perlas de serrado conectadas al mismo;
  - abrir dicho molde;
  - opcionalmente, calentar dicho cordón de acero;
  - situar dicho cordón de acero y dichas perlas de serrado a lo largo de dicho eje;
  - opcionalmente, tensar dicho cordón de acero;
  - encerrar dicho cordón de acero y perlas de serrado en dicha cavidad de inyección de dicho molde cerrando dicho molde;
  - inyectar polímero en dicha cavidad de inyección;
  - abrir dicho molde
- caracterizado por que dicha inyección de dicho polímero se realiza en lados opuestos de dicho eje central.

15. Un cordón de sierra que comprende un cordón de acero y perlas de serrado fijadas al mismo, teniendo dicho cordón de sierra un eje central, estando dichas perlas de serrado separadas por manguitos de polímero, teniendo dichos manguitos de polímero trazas del canal de inyección caracterizado por que

5 dichas trazas del canal de inyección están presentes en ambos lados de dicho eje central.

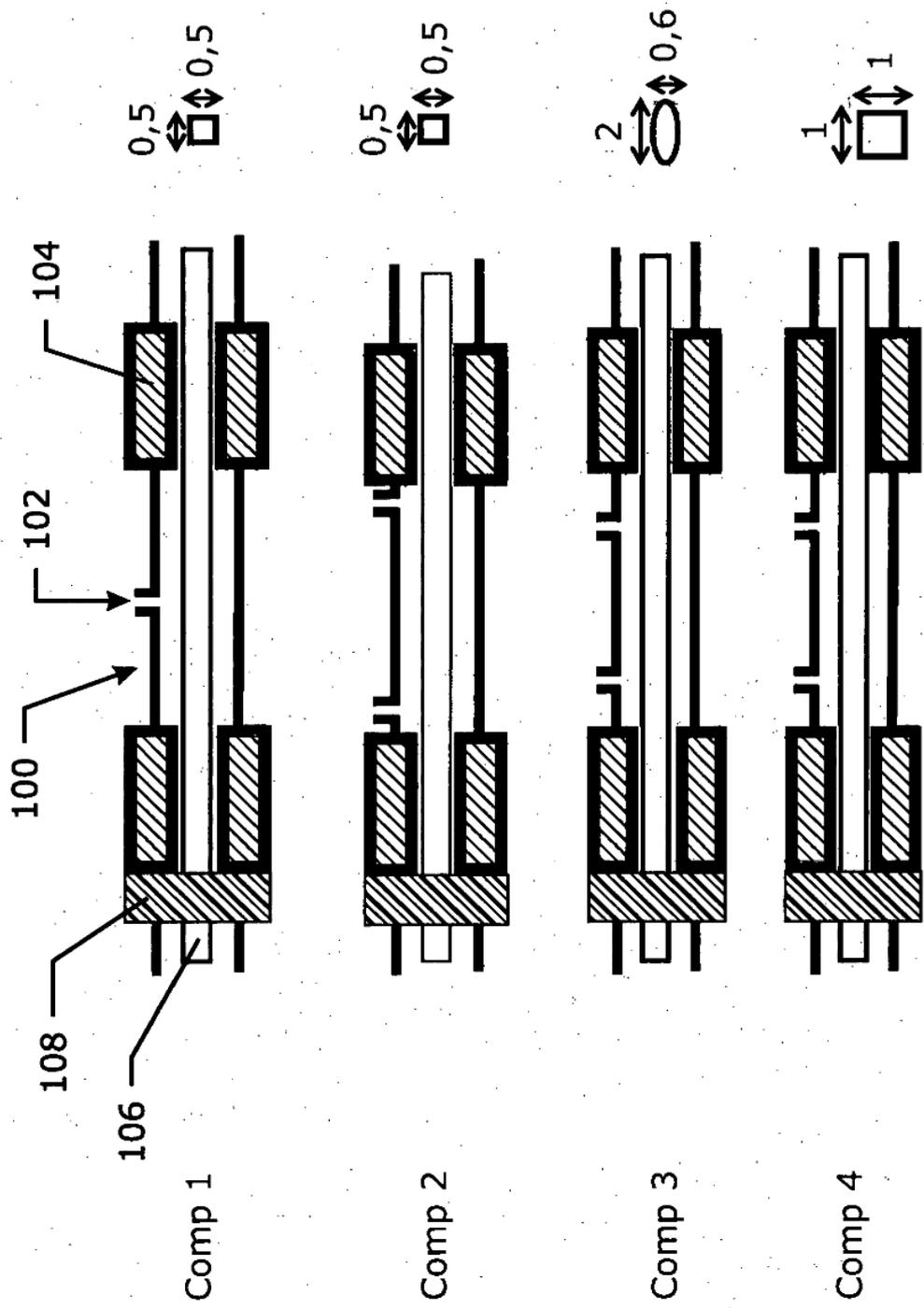


Fig. 1

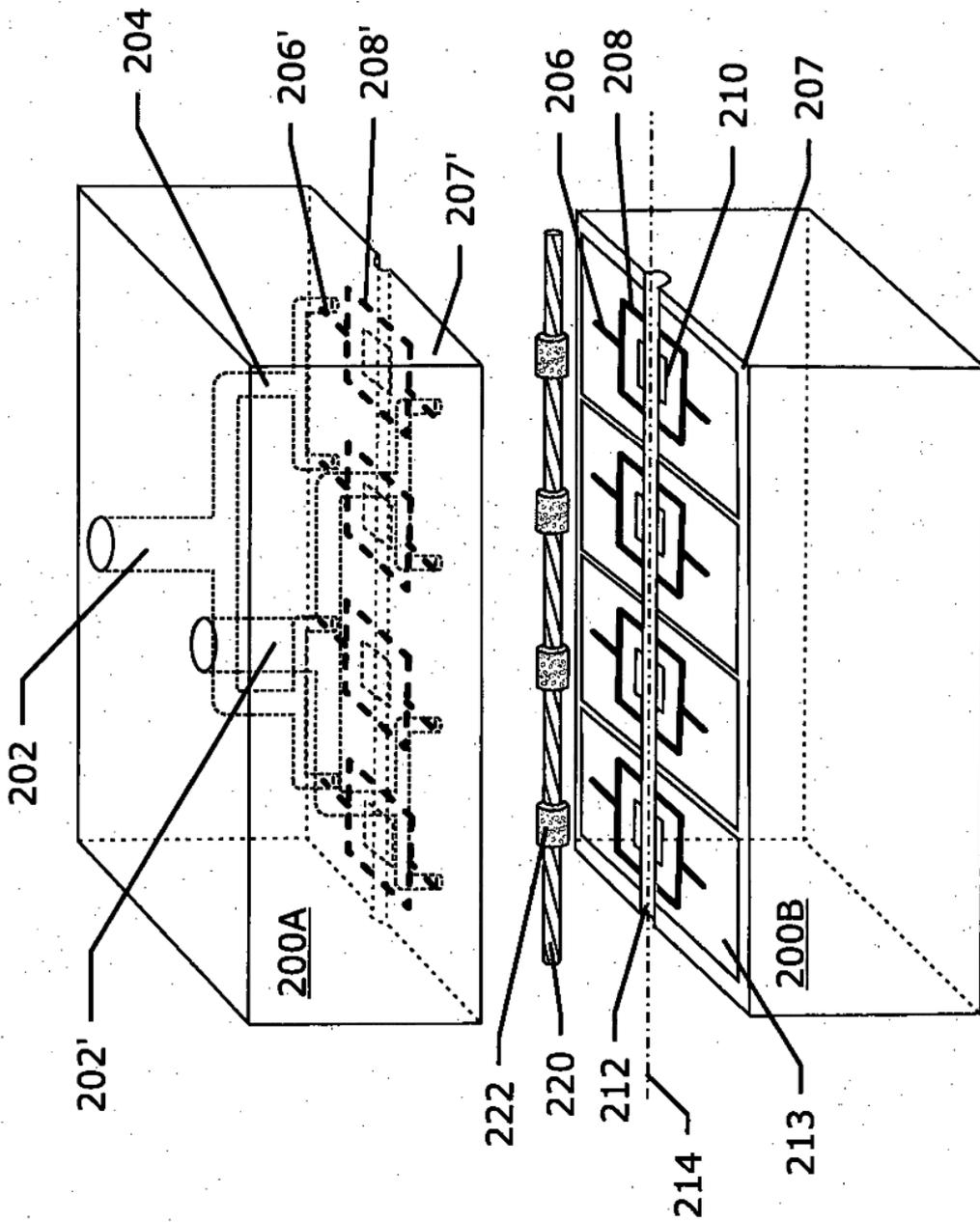


Fig. 2

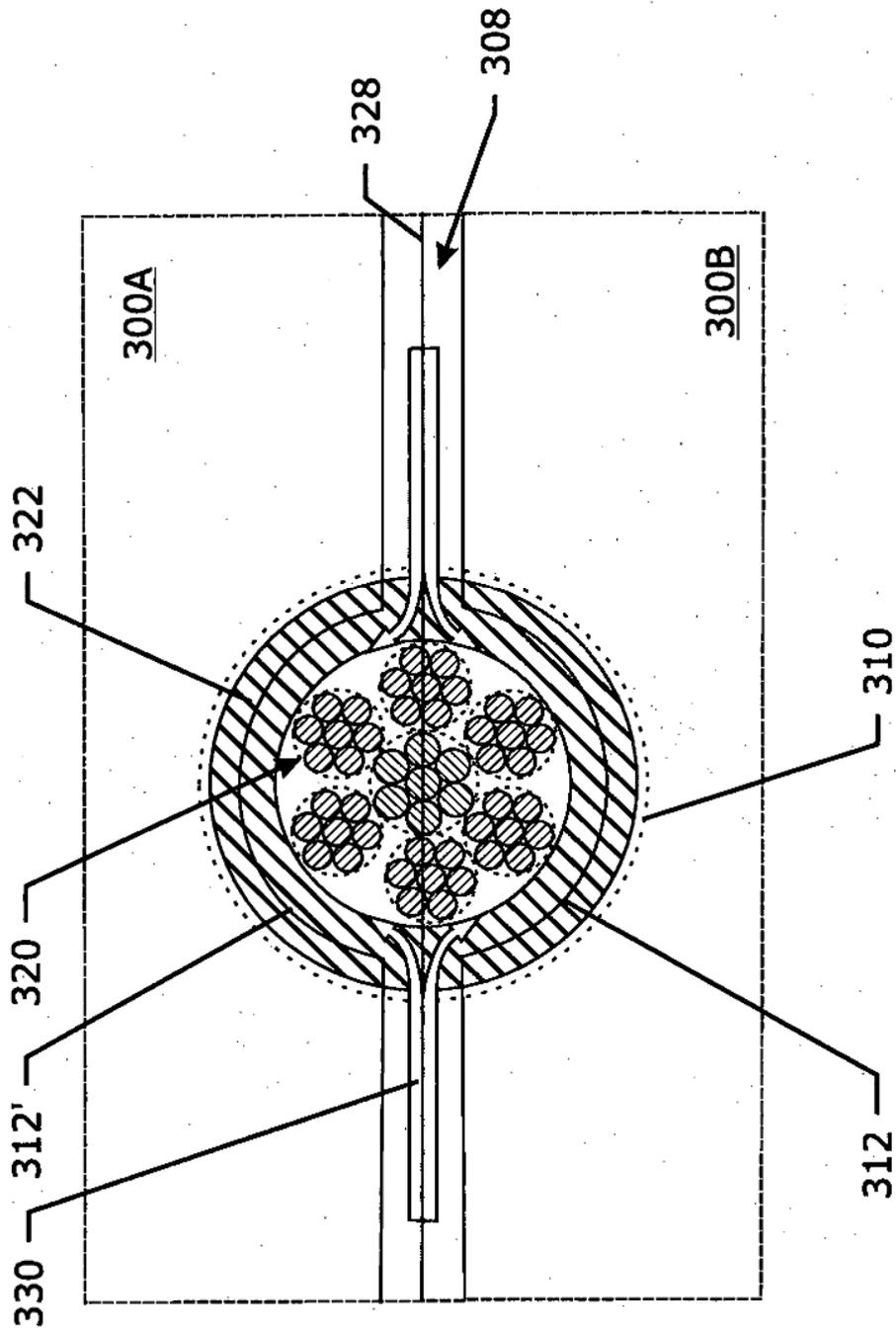


Fig. 3a

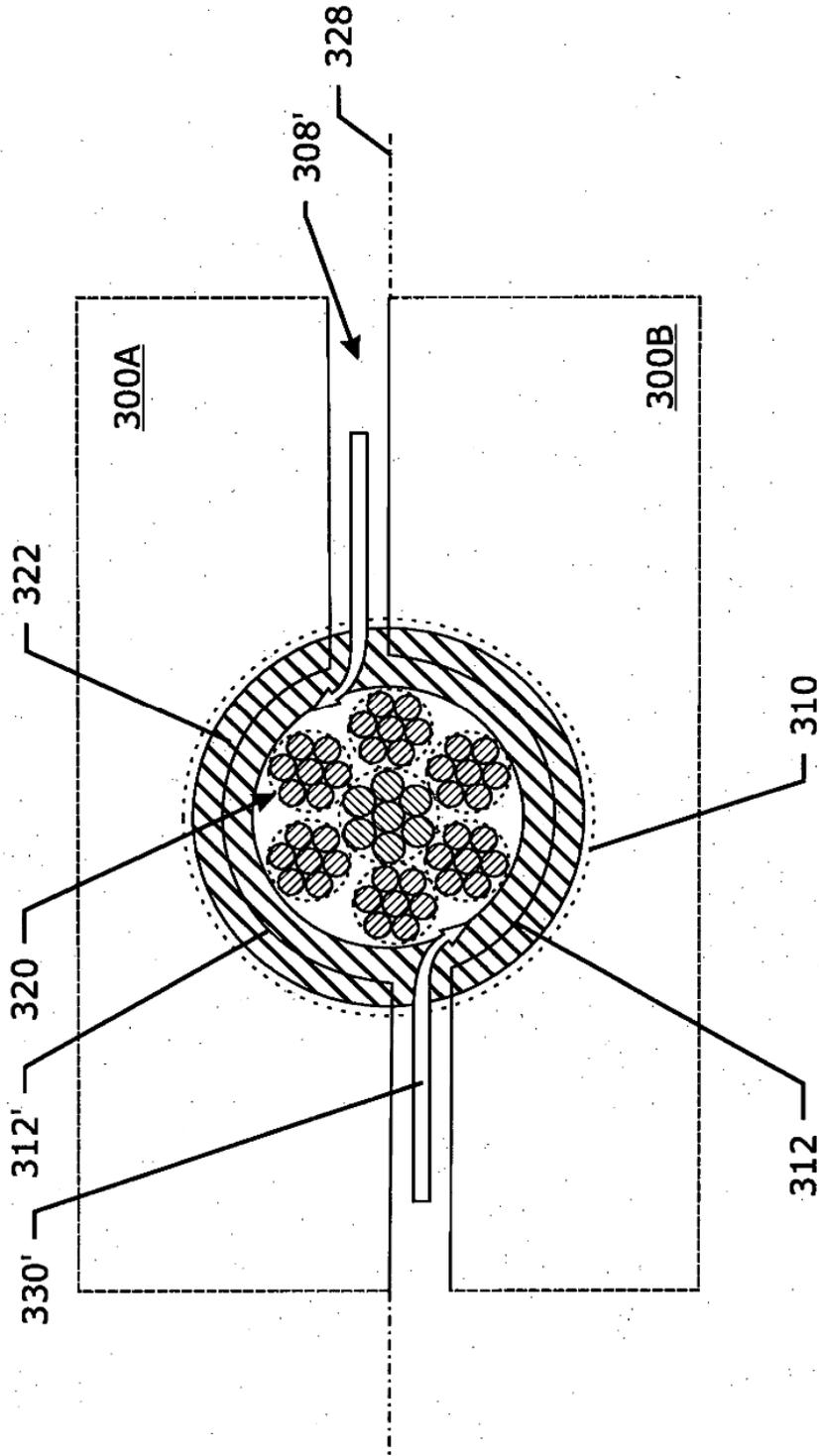


Fig. 3b