

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 068**

51 Int. Cl.:

<b>H01B 13/06</b>	(2006.01)	<b>B05D 1/26</b>	(2006.01)
<b>B05C 3/00</b>	(2006.01)		
<b>B05C 3/12</b>	(2006.01)		
<b>B05C 11/10</b>	(2006.01)		
<b>B29C 48/30</b>	(2009.01)		
<b>B29C 48/92</b>	(2009.01)		
<b>B29C 48/34</b>	(2009.01)		
<b>B29C 48/154</b>	(2009.01)		
<b>B05D 3/02</b>	(2006.01)		
<b>B05C 3/172</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2015 E 19153910 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3518255**

54 Título: **Técnica de recubrimiento de cable**

30 Prioridad:

**12.09.2014 RU 2014137032**  
**24.09.2014 RU 2014138561**  
**19.12.2014 GB 201422745**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.03.2021**

73 Titular/es:

**TAU ACT GMBH (100.0%)**  
**Gosslerstraße 17**  
**14195 Berlin , DE**

72 Inventor/es:

**VEGLIA, FILIPPO GIONATA DIEGO;**  
**DEGASPERI, PIERO y**  
**TAIARIOL, FRANCESCO**

74 Agente/Representante:

**PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén**

**ES 2 813 068 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**

Técnica de recubrimiento de cable

**Campo**

5 El campo de la presente invención es el recubrimiento de cables. Más en particular, los modos de realización de la invención mejoran las técnicas industriales conocidas para recubrir cables evitando el uso de disolventes como el agente primario para aplicar un recubrimiento a un cable.

**Antecedentes**

10 Hay muchas aplicaciones que requieren cables de metal con un recubrimiento externo de plástico. El recubrimiento de un cable tiene un propósito funcional. Por ejemplo, el recubrimiento de plástico puede ser necesario para aislar eléctricamente el cable. Dicho recubrimiento se puede requerir para soportar grandes temperaturas como se experimenta en aplicaciones tales como electroimanes, transformadores, motores y altavoces. Otros efectos funcionales de un recubrimiento incluyen aumentar la resistencia a la corrosión del cable y un recubrimiento también proporciona una capa de protección entre el cable y cualquier elemento al que esté conectado el cable. Esta funcionalidad se puede requerir para aplicaciones tales como cables para cercas, construcción, agricultura y empaquetado. El recubrimiento también se puede usar para asociar un cable con un color. Esto tiene las ventajas de distinguir claramente el propósito de un cable, tal como los diferentes cables de un enchufe doméstico o los cables conectados a terminales de batería positivos y negativos, o las propiedades de un cable, tales como su resistencia o tipo.

20 El proceso de aplicar un recubrimiento a un cable es una parte importante de su fabricación. La fabricación industrial de cable recubierto requiere que se produzcan grandes cantidades de cable recubierto de forma rápida y eficiente.

25 Los procesos industriales conocidos para aplicar un recubrimiento de plástico, es decir, polímero, a un cable disuelven primero el polímero en un disolvente. El polímero es un material polimérico. La solución disolvente se aplica al cable cuando el cable se pasa a través de un troquel de extrusión. Posteriormente, el cable se calienta dentro de un horno, a una temperatura de 700 °C o superior. Esto causa que el disolvente se evapore y deja un recubrimiento de polímero en el cable.

30 Aunque este procedimiento es el estándar de la industria, existen varios problemas inherentes a este enfoque. Además de que el disolvente es costoso, los disolventes usados para disolver el polímero son cancerígenos y altamente contaminantes. Por lo tanto, es necesario tratar los humos producidos al evaporar el disolvente en el horno de calentamiento antes de que los humos se liberen a la atmósfera. El proceso también requiere mucha energía y los costes implicados son altos. Los dispositivos de extrusión conocidos también están limitados a la precisión y uniformidad del recubrimiento que proporcionan. Por lo tanto, los cables tienen que recubrirse una gran cantidad de veces, típicamente de 8 a 20 veces, mediante múltiples pases a través del aparato de recubrimiento a base de disolvente y el horno para garantizar que se logre un recubrimiento del grosor requerido. También es difícil parar o detener el proceso de recubrimiento una vez que el proceso ha comenzado. Por lo tanto, se requiere que los fabricantes produzcan continuamente cable recubierto en tiradas largas. El procedimiento también es un proceso delicado. Si el calentamiento se realiza demasiado rápido, la evaporación de los disolventes causa burbujas en el cable y, de este modo, reduce la calidad del recubrimiento.

35 No existen técnicas alternativas conocidas para recubrir cables que sean adecuadas para producir cable recubierto a escala industrial.

40 Se han experimentado diversas técnicas sin disolventes para recubrir cables con niveles muy bajos de producción.

También se ha intentado recubrir electrostáticamente un cable con un polvo. Sin embargo, esto da como resultado que el recubrimiento se aplique de forma desigual y solo se puede aplicar en grandes secciones rectangulares de metal.

45 Las técnicas conocidas que han usado un baño caliente de materiales termoendurecibles con bajos niveles de disolventes no han demostrado ser una alternativa viable a las técnicas basadas en disolventes descritas anteriormente. La inestabilidad de las resinas es un problema y no se sabe cómo proporcionar un recubrimiento en un cable con buenas especificaciones técnicas. Los intentos de usar termoplásticos también han dado como resultado que los recubrimientos sean demasiado gruesos y con un grosor que sea difícil de controlar. El documento US4549421B describe un aparato y un procedimiento para presurizar un cable para reducir su grosor. Al pasar el cable a través de un depósito de material termoplástico fundido, el cable también se recubre. Sin embargo, la técnica descrita reduce inherentemente el diámetro del cable debido a un diferencial de presión que se crea y la técnica no se puede usar para aplicar solo una o más capas de recubrimiento a un cable sin reducir también el diámetro del cable. La técnica descrita también experimenta los problemas identificados anteriormente de que el recubrimiento es demasiado grueso y el grosor es difícil de controlar. De acuerdo con esto, la técnica divulgada no es viable para la producción industrial efectiva de cable.

50

55

Por consiguiente, los procesos conocidos para recubrir cables experimentan una serie de problemas y no se sabe cómo proporcionar una técnica para recubrir un cable a escala industrial que no use disolventes como agente primario para aplicar el recubrimiento al cable.

### Sumario de la invención

5 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato de recubrimiento para aplicar un material de recubrimiento a un cable como se expone en la reivindicación 1.

Preferentemente, se proporciona una serie de elementos de calentamiento alrededor del canal de inyección y están dispuestos y son controlables para calentar al menos algo de material de recubrimiento plástico en el canal de inyección a al menos una primera temperatura de modo que al menos algo de material de recubrimiento plástico  
10 calentado a al menos la primera temperatura está en un estado que puede fluir a lo largo del canal de inyección.

Preferentemente, se proporcionan varios elementos de calentamiento alrededor de la cámara de recubrimiento que están dispuestos y son controlables para calentar además al menos algo de material de recubrimiento de plástico a al menos una segunda temperatura, más alta que la primera temperatura, en la cámara de recubrimiento, de modo que el material de recubrimiento de plástico tiene dicha viscosidad deseada a la segunda temperatura, de modo que el  
15 material de recubrimiento plástico se pueda aplicar al cable.

Preferentemente, la cámara de recubrimiento tiene un puerto de entrada a través del cual el cable entra en la cámara de recubrimiento y un puerto de salida a través del cual el cable sale de la cámara de recubrimiento, en el que el extremo de la cámara de recubrimiento que comprende el puerto de salida es una boquilla.

Preferentemente, la primera temperatura está en el intervalo de 40 °C a 120 °C.

20 Preferentemente, la segunda temperatura está en el intervalo de 120 °C a 220 °C.

Preferentemente, el presurizador se controla de modo que la presión en la cámara de recubrimiento está en el intervalo de 5MPa a 100MPa.

Preferentemente, el presurizador se controla para mantener una presión constante en la cámara de recubrimiento cuando el aparato de recubrimiento aplica una capa de material de recubrimiento plástico al cable.

25 Preferentemente, el material de recubrimiento es un polímero termoendurecible, comprendiendo el material de recubrimiento plástico uno o más de poliéster, mezcla de epoxi-poliéster, poliesterimida, mezcla de poliesterimida y amideimida, polietileno, polietilenimina, poliuretano, poliamida, epoxi, poliamida-imida, polivinil formal y aditivos termoendurecibles.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de recubrimiento que comprende el  
30 aparato de recubrimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención, un horno, una cámara de enfriamiento y un sistema de control; en el que: el aparato de recubrimiento está dispuesto para recibir cable y aplicar una capa de material de recubrimiento plástico, que es un material termoendurecible, al cable recibido; el horno está dispuesto para recibir la salida del cable del aparato de recubrimiento y para calentar el cable a una temperatura a la cual se fragua el material de recubrimiento plástico aplicado; la cámara de enfriamiento está dispuesta para recibir la salida de cable  
35 del horno y para enfriar el cable de modo que la salida de cable de la cámara de enfriamiento se pueda enrollar o retroalimentar en el aparato de recubrimiento para aplicar una capa adicional de material de recubrimiento plástico; y el sistema de control está configurado para controlar los elementos de calentamiento en el aparato de recubrimiento, la temperatura del horno y la velocidad del cable a través del aparato de recubrimiento, del horno y de la cámara de enfriamiento.

40 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para aplicar material de recubrimiento plástico a un cable que comprende: proporcionar una ruta de fluido para canalizar un material de recubrimiento plástico; y elevar progresivamente la temperatura del material de recubrimiento plástico a medida que el material de recubrimiento plástico se desplaza a lo largo de la ruta de fluido, de modo que el material de recubrimiento plástico tiene la viscosidad deseada al final de la ruta de fluido para aplicar el material de recubrimiento  
45 plástico a un cable, la ruta de fluido se proporciona por el aparato de recubrimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

### Descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una sección transversal a través de un aparato de recubrimiento de cable de acuerdo con un modo de realización de la invención.

50 La Figura 2 muestra una sección transversal a través de un aparato de recubrimiento de cable de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La Figura 3 muestra una sección transversal a través de un aparato de recubrimiento de cable de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La Figura 4 muestra un sistema de recubrimiento para su uso con materiales de recubrimiento termoendurecibles de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La Figura 5 muestra cómo se puede implementar el aparato de recubrimiento en el sistema de recubrimiento.

5 La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para aplicar un material de recubrimiento a un cable de acuerdo con un modo de realización de la invención.

### Descripción detallada

10 Los modos de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento, aparato y sistema para recubrir un cable. Los modos de realización proporcionan una técnica de recubrimiento de cable que es adecuada para la producción industrial de cable recubierto y supera al menos algunos de los problemas experimentados por las técnicas de producción industrial conocidas.

15 Se pueden usar modos de realización para aplicar un recubrimiento a cualquier tipo de cable. El cable puede comprender cualquier tipo de metal para su uso como cable. Preferentemente, el cable está hecho de cobre, aluminio o acero. El tipo de cable dependerá de la aplicación del cable. El cable de cobre y aluminio se usa típicamente para aplicaciones eléctricas tales como el bobinado de un electroimán. El cable de acero se usa típicamente para aplicaciones tales como construcción y empaquetado. Para ayudar a la adherencia del material de recubrimiento al cable, el cable se limpia preferentemente a fondo de todas las impurezas antes de un proceso de recubrimiento. En particular, para el cable de cobre, el cobre se ha recocido preferentemente antes del proceso de recubrimiento.

20 El recubrimiento es un material plástico. Preferentemente, el recubrimiento aplicado es un material polimérico termoendurecible. El tipo específico de material termoendurecible que se use puede depender del tipo de metal del que está hecho el cable y/o de las propiedades deseadas del recubrimiento. Antes de alimentarse a un aparato de recubrimiento de cable 100, el recubrimiento puede ser un polvo, líquido, gránulos sólidos, chips o cartuchos o tener otras formas que sean en general conocidas por pinturas y esmaltes.

25 Los modos de realización proporcionan un aparato de recubrimiento 100 que recibe un cable, que puede estar sin recubrimiento o ya tener una o más capas de recubrimiento aplicadas. El aparato de recubrimiento 100 aplica un recubrimiento externo de un material termoendurecible al cable 105 recibido. Las temperaturas y presiones dentro del dispositivo se controlan para proporcionar una cámara de recubrimiento relativamente pequeña que comprenda material de recubrimiento a una viscosidad apropiada para aplicar a un cable 105 pero por debajo de la temperatura termoendurecible del material de recubrimiento. El recubrimiento se aplica al cable pasando el cable a través de la cámara de recubrimiento. El cable se alimenta luego a un horno 401 en el cual se calienta a una temperatura a la cual se fragua el material de recubrimiento termoendurecible. El cable luego se pasa a través de una cámara de enfriamiento 402. Si es necesario aumentar el grosor del recubrimiento del cable 105, el cable 105 se vuelve a alimentar a través del aparato de recubrimiento 100 y otras partes del sistema tantas veces como sea necesario. El número de pasadas requeridas por el sistema es típicamente de uno a cuatro.

35 De forma ventajosa, los modos de realización proporcionan un proceso industrial para aplicar un recubrimiento a un cable 105 que sea más fácil, más seguro y más barato que las técnicas conocidas que requieren el uso de disolventes como el agente primario para aplicar un recubrimiento plástico a un cable. Al controlar con precisión las temperaturas en todo el aparato de recubrimiento 100, el material termoendurecible fundido se aplica directamente a un cable. Los modos de realización también son más eficientes que las técnicas conocidas porque las temperaturas requeridas son más bajas. El horno 401 para calentar el cable 105 también puede ser más pequeño ya que no es necesario extraer y procesar los humos de los disolventes que se evaporen. El proceso de acuerdo con los modos de realización también se puede controlar de forma fácil y precisa. Los cables recubiertos fabricados de acuerdo con los modos de realización tienen una funcionalidad equivalente a los cables recubiertos generados de acuerdo con las técnicas conocidas.

En las Figuras 1 y 2 se muestra un modo de realización de un aparato de recubrimiento 100 para aplicar el recubrimiento a un cable 105.

45 Las Figuras 1 y 2 muestran secciones transversales a través del aparato de recubrimiento 100. La Figura 1 es una vista final a lo largo del eje del cable 105 que pasa a través del aparato de recubrimiento 100. La Figura 2 es una vista lateral del aparato que muestra una sección transversal perpendicular a la de la Figura 1.

50 El aparato de recubrimiento 100 comprende un canal de inyección 107 para recibir material de recubrimiento y alimentar el material de recubrimiento a una cámara donde el material de recubrimiento se aplique a un cable 105. El canal de inyección 107 comprende una porción de entrada 104 a través de la cual se alimenta el material de recubrimiento al aparato. El canal de inyección 107 comprende un depósito de material de recubrimiento. La parte superior del canal de inyección 107 es una sección cilíndrica superior 101. La parte inferior de la sección cilíndrica superior 101 se estrecha de forma cónica y en su extremo más estrecho continúa como la sección cilíndrica inferior 102, que tiene un diámetro más pequeño que la sección cilíndrica superior 101. El extremo inferior de la sección cilíndrica inferior 102 se conecta a una cámara de recubrimiento 103. El interior del canal de inyección 107 y el interior de la cámara de recubrimiento 103 están en comunicación fluida entre sí de modo que el canal de inyección 107 es una alimentación para suministrar material de recubrimiento a la cámara de recubrimiento 103.

Dentro de la sección cilíndrica superior 101 del canal de inyección 107 hay un pistón 106. El pistón 106 se puede mover a lo largo de la sección cilíndrica superior 101 del canal de inyección 107. El movimiento del pistón 106 a lo largo del canal de inyección 107 hacia la cámara de recubrimiento 103 tiene el efecto de presurizar el material de recubrimiento en el canal de inyección 107. Hay presente, aunque no se muestra en las Figuras 1 y 2, un mecanismo de accionamiento para mover el pistón 106 a lo largo de la sección cilíndrica superior 101. El mecanismo de accionamiento puede ser hidráulico y preferentemente se controla automáticamente.

La sección central de la cámara de recubrimiento 103 es un cilindro, cuyo eje está localizado perpendicularmente al eje del canal de inyección 107. El cable 105 para recubrir pasa a través de la cámara de recubrimiento 103, a lo largo del eje de la sección central cilíndrica de la cámara de recubrimiento 103. Como se muestra en la Figura 2, el extremo de la cámara de recubrimiento 103 que recibe la alimentación de cable tiene un sello, preferentemente hecho de un material polimérico, en el puerto de entrada donde el cable 105 entra en la cámara de recubrimiento 103. Preferentemente, el sello se fija en su lugar mediante un elemento de fijación localizado en la superficie externa del aparato de recubrimiento 100. Durante una operación de recubrimiento, el aparato de recubrimiento 100 está herméticamente sellado y se evita que el contenido de la cámara de recubrimiento 103 escape a través del puerto de entrada. El otro extremo de la cámara de recubrimiento 103 comprende una boquilla de recubrimiento 108. La alimentación del cable 105 sale de la cámara de recubrimiento 103 a través de la boquilla de recubrimiento 108.

La boquilla de recubrimiento 108 se forma con su forma en la cámara de recubrimiento 103 que es un cono que se estrecha hacia el puerto de salida del cable 105 desde la cámara de recubrimiento 103. La boquilla de recubrimiento 108 puede hacerse integral con el resto de la cámara de recubrimiento 103. Preferentemente, la boquilla de recubrimiento 108 es una unidad separable que se puede conectar al resto de la cámara de recubrimiento 103, por ejemplo mediante una rosca o tornillo, sin embargo, se podría usar cualquier procedimiento de unión que se pueda concebir. Esto permite usar boquillas de recubrimiento con diferentes diámetros de puerto de salida, como es apropiado para generar diferentes diámetros de cable recubierto 105. La boquilla de recubrimiento 108 en la Figura 2 se muestra con proporciones preferentes y a una escala preferente. En un modo de realización, se usa un diámetro de puerto de salida de boquilla de  $0,980 \text{ mm} \pm 0,005 \text{ mm}$  con un ángulo de apertura de  $10^\circ$  a  $20^\circ$  del cono. Sin embargo, se pueden prever geometrías de boquilla alternativas. La forma cónica de la boquilla tiene el efecto ventajoso de generar fuerzas hidrodinámicas que ayudan a la aplicación de material de recubrimiento dentro de la cámara de recubrimiento 103 al cable 105 que se pasa a través de la boquilla. Las fuerzas hidrodinámicas centran automáticamente el cable 105 en el medio de la boquilla y esto mejora la uniformidad del recubrimiento aplicado. La geometría de la boquilla también admite el uso de altas velocidades de alimentación de cable y la tensión en el cable 105 es baja. Las diferentes geometrías de ángulo de apertura de la boquilla permiten alcanzar diferentes velocidades de cable a medida que el ángulo de apertura define las fuerzas de corte aplicadas. No hay contacto físico directo entre la boquilla y un cable 105 que se esté recubriendo y esto mejora la durabilidad de la boquilla y evita daños al cable 105. El grosor del recubrimiento aplicado depende del diámetro del puerto de salida desde la boquilla. Para cada operación de un proceso de recubrimiento, se puede elegir un diseño de boquilla que dé como resultado un grosor de recubrimiento deseado. La boquilla se puede reemplazar con otra boquilla con un ángulo de apertura diferente y/o un diámetro de puerto de salida entre diferentes pasadas a través del aparato después de pasar a través del horno de recubrimiento. De forma alternativa, el cable podría pasar a través de una serie de boquillas durante una pasada de recubrimiento. Las diferentes boquillas pueden ser de las mismas dimensiones o pueden tener diferentes dimensiones. De forma ventajosa, a través de la elección de la boquilla, es posible un grosor de recubrimiento tan pequeño como 15 micras, así como recubrimientos más gruesos.

El aparato de recubrimiento 100 también comprende al menos un sensor de presión para que se pueda determinar la presión dentro del aparato de recubrimiento 100 durante una operación de recubrimiento.

El aparato de recubrimiento proporciona una ruta de fluido a través del cual pasa el material de recubrimiento termoendurecible. Durante este proceso, la temperatura del material de recubrimiento se eleva progresivamente, de modo que está en la viscosidad deseada al final de la ruta de fluido para aplicar el material de recubrimiento a un cable. En un modo de realización específico, la ruta de fluido puede estar formado por el canal de inyección 107 y la cámara de recubrimiento 103. La temperatura del material de recubrimiento se eleva progresivamente a lo largo de la ruta de fluido por una serie de elementos de calentamiento controlables.

La Figura 3 muestra tres zonas de temperatura dentro del aparato de recubrimiento 100. La zona de temperatura 1, TZ1, comprende la sección cilíndrica superior 101 del canal de inyección 107. La zona de temperatura 2, TZ2, comprende la sección cilíndrica inferior 102 del canal de inyección 107. La zona de temperatura 3, TZ3, comprende la cámara de recubrimiento 103. Cada zona de temperatura tiene un perfil de temperatura diferente. Cabe señalar que las localizaciones mostradas de las zonas de temperatura son aproximadas. Las zonas de temperatura indican diferentes regiones dentro del aparato en el cual al menos parte, y preferentemente la mayoría, del material de recubrimiento en la región se calienta dentro de un rango de temperatura asociado con la zona de temperatura. Los rangos de temperatura deseados dentro de cada zona de temperatura dependerán del material de recubrimiento específico que se use.

El aparato de recubrimiento 100 también comprende una pluralidad de elementos de calentamiento 109. El efecto de los calentadores es calentar diferentes partes del aparato a diferentes temperaturas. Los elementos de calentamiento 109 se pueden insertar en agujeros dentro de la carcasa metálica del aparato, con un medio de fijación 110. Los

elementos de calentamiento se distribuyen preferentemente de forma uniforme en todo el aparato de recubrimiento 100 para asegurar que la transferencia de calor desde el metal al material de recubrimiento sea uniforme. Típicamente, estos elementos de calentamiento 109 pueden ser coaxiales o radiales a la geometría de la cámara. En un modo de realización, los elementos de calentamiento en TZ1 pueden ser coaxiales con el canal de inyección 107, radiales con la sección cilíndrica inferior 102 en TZ2, y radiales con la cámara de recubrimiento 103 en TZ3. Preferentemente, 4 o 6 elementos de calentamiento están dispuestos a intervalos regulares para asegurar un calentamiento uniforme; sin embargo, se podría usar cualquier número de elementos de calentamiento con cualquier disposición. Los elementos de calentamiento son preferentemente resistencias eléctricas. Sin embargo, se puede usar cualquier tipo de elemento de calentamiento como se conoce en la técnica. Los elementos calefactores suelen tener potencias de 70 a 200W. Los elementos de calentamiento son típicamente cilindros pequeños, de 6,5 mm de diámetro y aproximadamente 40-60 mm de largo, sin embargo, se podría usar cualquier otra geometría que se pueda contemplar.

El aparato de recubrimiento 100 también comprende una pluralidad de sensores de temperatura 111 para permitir un control preciso de las temperaturas en todo el aparato de recubrimiento 100. Los sensores de temperatura pueden ser termómetros, sondas de temperatura o cualquier otro medio para medir temperaturas. Este control puede ser variando la potencia de salida de los elementos de calentamiento 109 para regular la temperatura. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, cada zona de temperatura comprende un sensor de temperatura 111, sin embargo, en determinados modos de realización se podría incluir más de un sensor de temperatura en cada zona de temperatura. Los sensores de temperatura 111 se insertan dentro de un agujero en la carcasa metálica con la parte sensible a la temperatura del sensor de temperatura lo más cerca posible del material de recubrimiento. En determinados modos de realización, el sensor de temperatura se puede localizar para medir en el centro de la zona térmica. La temperatura de la carcasa metálica cerca del material de recubrimiento proporciona una buena estimación de la temperatura del material de recubrimiento, ya que la carcasa metálica está en contacto con el material de recubrimiento, transfiriendo el calor de los elementos de calentamiento al material de recubrimiento. La precisión de la medición de temperatura mejorará a medida que las temperaturas en el aparato de recubrimiento alcancen un estado estable después de que se inicie una operación de recubrimiento, de modo que las temperaturas medidas sean una medida precisa de la temperatura del material de recubrimiento.

La carcasa metálica garantiza que el calentamiento uniforme del material de recubrimiento se mantenga dentro de cada zona térmica. Esto está garantizado por la masa de la carcasa metálica que es mucho más grande que la masa del material de recubrimiento y el caudal lento del material de recubrimiento dentro de cada zona de temperatura, por lo tanto, los gradientes de temperatura entre la carcasa metálica y el material de recubrimiento deben ser pequeños durante el funcionamiento en estado estacionario. Los gradientes de temperatura serán en particular pequeños en TZ3, donde la cámara de recubrimiento 103 está hecha preferentemente de una aleación de alta conductividad tal como cobre-berilio para minimizar las diferencias de temperatura a medida que el polímero se acerca a la boquilla de recubrimiento 108. La superficie externa de la cámara de recubrimiento 103 está preferentemente cubierta con material aislante para ayudar a mantener la temperatura interna de la cámara de recubrimiento 103 y mejorar la seguridad del aparato de recubrimiento 100.

Aunque no se muestra en las Figuras 1 a 3, cada una de las zonas de temperatura tiene preferentemente una capa de aislamiento térmico proporcionado entre las partes metálicas usadas para construir las diferentes zonas de temperatura dentro del aparato de recubrimiento 100. Esto reduce la transmisión de calor a través de las partes del cuerpo del aparato de recubrimiento 100 y, por lo tanto, ayuda a mantener las diferentes temperaturas de las zonas de temperatura dentro del aparato de recubrimiento 100.

En el punto de aplicación del material de recubrimiento a un cable 105, que se produce en TZ3, el material de recubrimiento tiene estar a una viscosidad apropiada para la aplicación al cable 105, dependiendo la viscosidad de la temperatura y la presión del material de recubrimiento. El propósito de las diferentes zonas de temperatura es proporcionar una cantidad suficiente de material de recubrimiento a la viscosidad deseada, es decir, temperatura y presión, para aplicar a un cable 105 en la cámara de recubrimiento 103, habiéndose calentado progresivamente el material de recubrimiento por las diferentes zonas para la temperatura requerida en TZ3. El material de recubrimiento estará en su estado de viscosidad más bajo en el punto de aplicación del recubrimiento al cable.

La fijación entre los diferentes componentes del aparato se logra mediante los pernos 112. Los pernos 112 usados están diseñados para soportar la presión y la fuerza generada dentro del canal de inyección 107 por el pistón cuando está en funcionamiento. Los pasadores guía 113 se usan funcionalmente para mantener la alineación perfecta del canal de inyección 107 con el resto del aparato.

El material de recubrimiento se alimenta al aparato de recubrimiento 100 a través de la porción de entrada 104. El material de recubrimiento se recibe en la sección cilíndrica superior 101 de la cámara de inyección en TZ1. El material de recubrimiento se calienta luego dentro de TZ1 a una temperatura a la cual el material de recubrimiento está en un estado gomoso y puede fluir cuando el pistón 106 lo presuriza.

El pistón 106 se acciona entonces de modo que presuriza el material de recubrimiento dentro de la sección cilíndrica superior 101. El material de recubrimiento se presuriza por el pistón 106 a la presión a la cual se desea aplicar el material de recubrimiento al cable 105. Una vez que se alcanza esta presión, el pistón 106 no presuriza más el material

de recubrimiento, sino que se controla para mantener la presión dentro del canal de inyección 107 y la cámara de recubrimiento 103, constantemente a la presión deseada para aplicar el material de recubrimiento al cable 105.

El efecto de calentar y presurizar el material de recubrimiento en TZ1 es asegurar que el material de recubrimiento esté en un estado en el cual fluya desde la sección cilíndrica superior 101 a través de la sección cónica estrechada y dentro de la sección cilíndrica inferior 102 en TZ2. El material de recubrimiento se calienta preferentemente para estar en un estado gomoso en lugar de un estado líquido. El diámetro y la longitud de la sección cilíndrica inferior 102 son menores que los de la sección cilíndrica superior 101 y el volumen de material de recubrimiento en la sección cilíndrica inferior 102 es, por lo tanto, mucho menor que el de la sección cilíndrica superior 101. En TZ2, el material de recubrimiento se calienta a una temperatura más alta que en TZ1 y, por lo tanto, su viscosidad disminuye.

El material de recubrimiento fluye desde la sección cilíndrica inferior 102 hacia la cámara de recubrimiento 103 en TZ3. La cantidad de material de recubrimiento en la cámara de recubrimiento 103 es muy pequeña debido al bajo volumen de la cámara de recubrimiento 103. En TZ3, el material de recubrimiento se calienta a una temperatura más alta. Preferentemente, el material de recubrimiento permanece en un estado gomoso en TZ2 y, en respuesta a un calentamiento adicional en TZ3, la viscosidad del material de recubrimiento en TZ3 disminuye al nivel deseado para aplicar el material de recubrimiento a un cable 105. El material de recubrimiento puede ser un líquido en TZ3. Preferentemente, la temperatura máxima en TZ3 es suficiente para licuar los materiales de recubrimiento termoendurecibles, pero se controla que esté por debajo de la temperatura a la cual se produce el curado del material termoendurecible.

Durante una operación de recubrimiento, el cable 105 se alimenta a través de la cámara de recubrimiento 103 con el material de recubrimiento a una viscosidad apropiada para aplicar al cable 105. La forma cónica de la boquilla de recubrimiento 108 da como resultado que se generen fuerzas hidrodinámicas dentro de la boquilla de recubrimiento 108 cuando el cable 105 se alimenta a través de la boquilla de recubrimiento 108. De forma ventajosa, esto da como resultado una aplicación muy efectiva del material de recubrimiento al cable 105.

Por lo tanto, el cable 105 que sale del aparato de recubrimiento 100 tiene una capa delgada de material de recubrimiento aplicado por el aparato de recubrimiento 100. De forma ventajosa, la operación de recubrimiento se puede realizar con una alta velocidad de alimentación de cable y la aplicación de la capa al cable 105 es sustancialmente uniforme.

A medida que el material de recubrimiento fluye a lo largo del tubo de inyección y dentro de la cámara de recubrimiento 103 en respuesta a la presión del pistón 106 y, si el aparato de recubrimiento 100 está localizado verticalmente, debido a la fuerza de la gravedad, el pistón 106 se mueve a lo largo de la sección cilíndrica superior 101 hacia la cámara de recubrimiento 103 para mantener la presión deseada.

El efecto de calentar el material de recubrimiento en una pluralidad de zonas de temperatura, siendo la cantidad de material de recubrimiento en TZ3 menor que en TZ2, y la cantidad de material de recubrimiento en TZ2 menor que en TZ1, es que solo una cantidad de material de recubrimiento muy pequeña para aplicar a un cable 105 está a la temperatura y a la presión correctas para esto. De forma ventajosa, las operaciones de recubrimiento son fáciles de parar y/ o detener, ya que la mayor parte del material de recubrimiento no está a la temperatura a la cual es menos viscoso. Es fácil retirar el material de recubrimiento del aparato de recubrimiento 100 si está en un estado gomoso o sólido y, por lo tanto, detener un proceso de recubrimiento no da como resultado que el material de recubrimiento obstruya el aparato de recubrimiento 100. Los materiales de recubrimiento termoendurecibles tampoco se calientan a la temperatura que los hace fraguar, de modo que no se endurecen irreversiblemente dentro del aparato.

Las zonas de temperatura TZ1 y TZ2 aseguran de forma ventajosa que los elementos de calentamiento para TZ3 puedan calentar fácilmente el material de recubrimiento que fluye hacia la cámara de recubrimiento 103 para reemplazar el material de recubrimiento que se ha aplicado a un cable 105 a la temperatura requerida en TZ3 porque el reemplazo de material de recubrimiento ya se ha calentado.

Las diferentes zonas térmicas dentro de la cámara de recubrimiento 103 se controlan para que estén a temperaturas estables. De forma ventajosa, las zonas térmicas llevan lentamente el material de recubrimiento a una temperatura donde su viscosidad es la más baja pero inferior a la temperatura a la cual comienza la polimerización. El aumento gradual de la temperatura del material de recubrimiento se produce a medida que el material de recubrimiento progresa a través del aparato.

La Figura 4 muestra un sistema de recubrimiento para su uso con materiales de recubrimiento termoendurecibles de acuerdo con los modos de realización. El sistema comprende el aparato de recubrimiento 100 de acuerdo con los modos de realización descritos anteriormente, un horno 401, una cámara de enfriamiento 402 y un sistema de control 403.

La Figura 5 muestra cómo se puede implementar el aparato de recubrimiento 100 en el sistema de recubrimiento.

Durante una operación de recubrimiento de cable, el cable 105 se alimenta al aparato de recubrimiento 100 que aplica una capa de material de recubrimiento, que es un material termoendurecible, al cable 105. En el modo de realización actualmente descrito, la entrada del cable 105 al aparato de recubrimiento 100 es un cable 105 sin recubrir. El cable

105 que sale del aparato de recubrimiento 100 se alimenta al horno 401. El horno 401, que puede ser un horno de recocido 401 o un horno de curado 401, calienta el material de recubrimiento a una temperatura a la cual el material termoendurecible se fragua, endureciendo de este modo la capa aplicada de material de recubrimiento en el cable 105. El fraguado se causa por la polimerización del material termoendurecible a medida que se forman enlaces cruzados.

El cable 105 se alimenta luego a una cámara de enfriamiento 402 donde se enfría a una temperatura a la cual se enrolla o se retroalimenta al aparato de recubrimiento 100.

Si el recubrimiento sobre el cable 105 tiene el grosor deseado, el cable recubierto 105 está listo para su uso. Típicamente, se enrollaría en un tambor grande en esta etapa.

Si se desea un recubrimiento más grueso en el cable 105, entonces el cable recubierto 105 se retroalimenta al aparato de recubrimiento 100 y el proceso de aplicar una capa de polímero termoendurecible al cable 105, calentando el cable 105 a una temperatura que causa que la nueva aplicación de polímero termoendurecible fragüe y luego enfríe el cable 105, se repite tantas veces como sea necesario. Preferentemente, se aplica un recubrimiento delgado, que puede tener 15 micras de grosor, de dos a cuatro veces a medida que las múltiples aplicaciones mejoran la uniformidad del grosor del recubrimiento. Pasadas adicionales a través del aparato fortalecen el recubrimiento y mejoran sus características mecánicas.

Un modo de realización específico de la presente invención está en el recubrimiento de cable de cobre para su uso como cable de imán. El cable de cobre de un grosor uniforme de 1 mm se puede recubrir con un material de recubrimiento compuesto por una mezcla de polivinilformal, bisfenol epoxi, agentes de curado. Los rangos de temperatura de las zonas térmicas preferentes para este proceso de recubrimiento son TZ1 de 40 a 80 °C, TZ2 de 80 a 120 °C y TZ3 de 120 a 220 °C. Por ejemplo, el sistema de control puede controlar los elementos de calentamiento a 60 °C en TZ1, 100 °C en TZ2 y 170 °C en TZ3. Se pueden lograr velocidades de recubrimiento de cable de 25 m/min con este polímero particular. Preferentemente, se hacen al menos dos pasadas a través del aparato y son preferentes tres o cuatro pasadas para lograr mejor un grosor de recubrimiento de cable uniforme. Se puede lograr un grosor de recubrimiento de entre 15 y 45 micras.

En otro modo de realización de la presente invención, el recubrimiento se aplica al cable de acero. El cable de acero con un grosor de 0,96 mm está recubierto con un polímero de poliéster (mezcla 70 % poliéster, 30 % epoxi). Los rangos de temperatura de las zonas térmicas preferentes para este proceso de recubrimiento son TZ1 de 40 a 60 °C, TZ2 de 60 a 77,5 °C y TZ3 de 77,5 a 95 °C. Por ejemplo, el sistema de control puede controlar los elementos de calentamiento a 50 °C en TZ1, 70 °C en TZ2 y 85 °C en TZ3. En este modo de realización, se pueden alcanzar velocidades de recubrimiento de 75 m/min, logrando un recubrimiento de 15 a 45 micras en una sola pasada a través del aparato.

El sistema de control 403 controla automáticamente todo el proceso de recubrimiento de cable. El sistema de control 403 recibe la entrada de usuario de las propiedades del cable 105 que se va a recubrir y el tipo, y propiedades (en particular grosor), del material de recubrimiento que se aplicará al cable 105. El sistema de control 403 determina entonces las temperaturas requeridas de las zonas de temperatura dentro del aparato de recubrimiento 100, la presión requerida dentro del aparato de recubrimiento 100, la temperatura requerida del horno 401 y la velocidad de alimentación de cable requerida en función de las propiedades del cable 105 y/o el material de recubrimiento. El sistema de control 403 controla entonces el aparato de recubrimiento 100 de modo que las zonas de temperatura dentro de él se calienten a las temperaturas requeridas, controla el mecanismo de accionamiento del pistón 106 para aplicar la presión deseada dentro del aparato de recubrimiento 100, controla los calentadores del horno 401 para que el horno 401 esté a la temperatura requerida y luego controla un alimentador de cable para alimentar el cable 105 a través del sistema de recubrimiento a la velocidad requerida. El sistema de control 403 recibe retroalimentación de la velocidad real de alimentación de cable, temperaturas y presiones en todo el sistema de recubrimiento y usa la información de retroalimentación para controlar con precisión todos estos parámetros en todo el sistema de recubrimiento.

Las velocidades de recubrimiento de cable oscilan entre 30 y 100 m/min, con velocidades de trabajo típicas de 50, 75 y 100 m/min. Las velocidades de los cables dependen de la naturaleza del cable que se está recubriendo, por ejemplo, diámetros, materiales y el material de recubrimiento, por ejemplo, su viscosidad. En algunas implementaciones, es preferente hacer funcionar el sistema de recubrimiento con una velocidad de alimentación de cable más baja que la máxima alcanzable, ya que esto asegura que el cable esté en el horno de curado por más tiempo. Por lo tanto, el horno se puede hacer funcionar a una temperatura más baja que la requerida para velocidades de alimentación de cable más altas y esto disminuye los requisitos de energía.

Una amplia gama de materiales de recubrimiento y tipos de cable 105 son compatibles con el sistema de recubrimiento. El sistema de control 403 puede adaptar fácilmente las temperaturas, presiones y velocidades de alimentación de cable usadas a los niveles apropiados dados los materiales específicos que se usan y las propiedades deseadas del cable recubierto 105 fabricado.

Aunque no se muestra en la Figura 4, el sistema de recubrimiento también comprendería dispositivos para alimentar el cable 105 a través del sistema, enrollar el cable 105 que se ha recubierto, etc. Estos dispositivos y su implementación serían conocidos por un experto en la técnica.

5 El material de recubrimiento podría ser cualquiera de una gran cantidad de polímeros termoendurecibles. Los polímeros termoendurecibles pueden comprender cualquiera de poliéster, mezcla de epoxi-poliéster, polietileno, polietilenimina, poliuretano, poliamida, poliamida-imida, un compuesto formal de polivinilo termoendurecible, epoxi, poliesterimida y otros materiales. El material de recubrimiento puede ser una mezcla de cualquiera de estos polímeros, así como con otras sustancias, en particular aditivos termoendurecibles. Por ejemplo, se puede usar una mezcla que  
10 comprenda el 60 % de polivinilo formal y el 40 % de aditivo termoendurecible, o una mezcla de poliesterimida y amideimida.

Dichos materiales poliméricos adecuados son conocidos y están disponibles en al menos ELANTAS (<http://www.elantas.com/elantas-italia/products/electro-insulating-enamels-primary-insulation.html>, tal como se vio el 20 de noviembre de 2014).

15 Los materiales de recubrimiento que ya se conocen para su uso en técnicas de recubrimiento de cable a base de disolventes se pueden usar en modos de realización.

La forma del material de recubrimiento podría ser cualquiera de un polvo, líquido, gránulos sólidos, chips o cartuchos u otras formas en general conocidas para pinturas y esmaltes.

Los perfiles térmicos deseados de las diferentes zonas de temperatura dependen del material polimérico usado, con la viscosidad mínima alcanzada a diferentes temperaturas para diferentes polímeros.

20 Para un modo de realización específico de la invención divulgada para recubrir el cable de cobre con material de recubrimiento que comprende una mezcla de polivinilformal, bisfenol epoxi, agentes de curado:

En TZ1, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura en el rango de 40 a 80 °C.

25 En TZ2, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura en el rango de 80 a 120 °C.

En TZ3, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura en el rango de 120 a 220 °C.

En un segundo modo de realización de la invención descrito para recubrir el cable de acero con un material de recubrimiento que comprende una mezcla de 70 % poliéster, 30 % epoxi:

30 En TZ1, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura de 50 °C.

En TZ2, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura de 70 °C.

35 En TZ3, la temperatura de la mayoría del material de recubrimiento se calienta típicamente a una temperatura de 80 °C.

La presión dentro de la cámara de recubrimiento 103 durante una operación de recubrimiento está preferentemente en el intervalo de 5MPa a 100MPa.

40 La temperatura del horno 401 que calienta el cable 105 a la temperatura a la cual se fragua el material termoendurecible está típicamente en el intervalo de 250 a 350 o 400 °C. La temperatura del horno depende de la velocidad del cable, ya que, para alcanzar la temperatura termoendurecible, el cable en movimiento más rápido requerirá un calentamiento más rápido, debido a que hay menos tiempo en el horno. Preferentemente, el calentamiento es a presión atmosférica.

45 El proceso de recubrimiento de acuerdo con los modos de realización es muy adecuado para la producción industrial del cable recubierto 105. Los modos de realización permiten que se produzca rápidamente una gran cantidad de cable recubierto 105 de una manera económica que evita los problemas de las técnicas basadas en disolventes conocidas para recubrir el cable 105. Los modos de realización también requieren temperaturas más bajas que las técnicas basadas en disolventes y también se mejora la eficiencia energética.

50 De forma ventajosa, los modos de realización pueden aplicar un recubrimiento delgado a un cable 105 con buena precisión y uniformidad del grosor del recubrimiento. El grosor de un cable 105 es controlable ya que un cable recubierto 105 puede pasar a través del sistema de recubrimiento si se requiere un recubrimiento más grueso. El uso de materiales termoendurecibles es posible debido al control preciso de la temperatura en todo el aparato que impide

la colocación del material dentro del aparato. Los materiales termoendurecibles son un recubrimiento de mayor calidad que los termoplásticos y funcionan mejor en aplicaciones de alta temperatura.

5 Otra ventaja es que el sistema de acuerdo con los modos de realización es altamente adaptable y admite el uso de una amplia gama de temperaturas, presiones, velocidades de alimentación de cable y grosores de material de recubrimiento. Por lo tanto, los modos de realización son adecuados para aplicar una amplia gama de materiales de recubrimiento a una amplia gama de tipos de cable.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento para aplicar un material de recubrimiento a un cable de acuerdo con un modo de realización.

En el paso 601, comienza el proceso.

10 En el paso 603, se proporciona una ruta de fluido para canalizar un material de recubrimiento termoendurecible.

En el paso 605, la temperatura del material de recubrimiento se eleva progresivamente a medida que el material de recubrimiento se desplaza a lo largo de la ruta de fluido, de modo que el material de recubrimiento tiene la viscosidad deseada al final de la ruta de fluido para aplicar el material de recubrimiento a un cable.

En el paso 607, el proceso termina.

15 Un modo de realización adicional de un procedimiento para aplicar un material de recubrimiento a un cable comprende; se suministra un material de recubrimiento, que es un material termoendurecible, al canal de inyección de un aparato de recubrimiento. El material de recubrimiento en el canal de inyección se calienta a una primera temperatura de modo que el material de recubrimiento fluye hacia la cámara de recubrimiento del aparato de recubrimiento. El material de recubrimiento en la cámara de recubrimiento se calienta a una segunda temperatura, más alta que la primera temperatura, de modo que el material de recubrimiento tiene una viscosidad apropiada para aplicarse a un cable, en el que la segunda temperatura es menor que la temperatura a la cual el material termoendurecible se fragua. El cable se alimenta a través de la cámara de recubrimiento del aparato de recubrimiento para aplicar el material de recubrimiento al cable.

20 Los modos de realización de la invención también incluyen numerosas modificaciones y variaciones a los modos de realización descritos anteriormente.

25 En los modos de realización descritos anteriormente, es necesario que el canal de inyección 107 contenga suficiente material de recubrimiento para recubrir todo el cable 105 durante una operación de recubrimiento de cable, o que se detenga una operación de recubrimiento de cable cuando el material de recubrimiento se haya agotado en el canal de inyección 107, que se retire el pistón 106 de modo que se pueda alimentar más material de recubrimiento en el aparato, que el material de recubrimiento se caliente y presurice nuevamente y que luego se reinicie la operación de recubrimiento. En un modo de realización alternativo de la invención, el aparato de recubrimiento 100 comprende dos canales de inyección y pistones en paralelo entre sí, con ambos canales de inyección dispuestos para alimentar el material de recubrimiento en la misma cámara de recubrimiento 103. Se podría usar un primer canal de inyección durante una operación de recubrimiento de cable. Cuando todo el material de recubrimiento en el primer canal de inyección se haya usado, la operación de recubrimiento continúa usando un segundo canal de inyección. El primer canal de inyección se podía rellenar mientras se usaba el segundo canal de inyección. De forma ventajosa, una operación de recubrimiento se puede ejecutar continuamente sin detenerse cuando se agota el material de recubrimiento en uno de los canales de inyección.

30 En los modos de realización descritos anteriormente, se describe que el aparato de recubrimiento 100 tiene tres zonas de temperatura. Este es un número particularmente preferente de zonas de temperatura para una operación efectiva. Sin embargo, los modos de realización también incluyen aparatos de recubrimiento con dos zonas de temperatura o más de tres zonas de temperatura.

La alimentación del material de recubrimiento en el canal de inyección 107 se puede realizar manualmente o mediante un dispositivo de alimentación automático.

35 En los modos de realización descritos anteriormente, se usa un pistón 106 para presurizar el material de recubrimiento en el canal de inyección 107. En un modo de realización alternativo, se usa un mecanismo de tornillo de extrusión en lugar de un pistón 106. Esto tiene la ventaja de mezclar el material de recubrimiento en el canal de inyección 107, y lograr una mejor uniformidad del flujo del material de recubrimiento en la cámara de recubrimiento 103. La orientación del tornillo o pistón, o cualquier otro medio de presurización, puede ser como se muestra en las figuras, perpendicular a la cámara de recubrimiento. Orientaciones alternativas son concebibles con los medios de presurización coaxiales con el cable, o en cualquier ángulo perceptible, tal como por ejemplo, pero no limitado a, 30° y 120°. En diferentes orientaciones, la presión requerida para mantener un flujo constante de material de recubrimiento cambia, con una presión inferior requerida en ángulos más pequeños. En el modo de realización que comprende un pistón coaxial al cable, el pistón comprende un agujero para permitir que el cable se alimente a través del mismo.

40  
45  
50

- 5 El cable 105 que está recubierto tendría típicamente una sección transversal circular. Sin embargo, los modos de realización pueden aplicar un recubrimiento a cables de cualquier forma en sección transversal. Por ejemplo, el cable 105 que está recubierto puede tener una sección transversal rectangular como es preferente para el cableado de un electroimán. La forma de la boquilla se puede elegir de modo que el puerto de salida de la cámara de recubrimiento 103 tenga una forma correspondiente a la sección transversal del cable 105.
- La sección cilíndrica inferior 102 del canal de inyección 107 puede comprender un dispositivo de mezcla para mezclar el material de recubrimiento que pasa a través del mismo. Esto es preferente si el material de recubrimiento comprende una mezcla de sustancias. En la técnica se conocen dichos dispositivos de mezclado.
- 10 Preferentemente, el sistema de recubrimiento comprende un dispositivo para medir automáticamente el grosor del cable recubierto 105 que sale de la cámara de enfriamiento 402. El dispositivo determinaría automáticamente entonces si se requerían una o más pasadas adicionales a través del sistema de recubrimiento para lograr el grosor deseado del cable 105.
- 15 Preferentemente, el sistema de recubrimiento también comprende un dispositivo para medir automáticamente el grosor del cable 105, que ya puede tener un recubrimiento, antes de la entrada al aparato de recubrimiento 100. El grosor de cada capa aplicada a un cable 105 por el aparato de recubrimiento 100 se podría determinar entonces.
- Preferentemente, el sistema de recubrimiento también comprende un dispositivo para determinar automáticamente la uniformidad del grosor del cable 105 que sale de la cámara de enfriamiento 402. El rendimiento del sistema de recubrimiento se puede monitorear entonces y cualquier operación errónea se puede detectar rápidamente.
- 20 El pistón 106 puede tener un mecanismo de accionamiento hidráulico. Preferentemente, el mecanismo de accionamiento comprende amortiguadores hidráulicos que disminuyen las oscilaciones en la presión inducida por los impulsos continuos de la rotación de la bomba hidráulica. Por lo tanto, la fuerza motriz se mantiene sustancialmente al nivel deseado y la presión dentro del aparato de recubrimiento 100 se mantiene con precisión al nivel deseado.
- 25 En los modos de realización descritos anteriormente, el canal de inyección 107 comprende secciones cilíndricas con secciones transversales circulares. Aunque esta es una configuración preferente, los modos de realización también incluyen el canal de inyección 107 que tiene formas de sección transversal alternativas, tales como hexagonal o cuadrada.
- El aparato de recubrimiento 100 también puede incluir una o más válvulas de salida en la cámara de recubrimiento 103 y/o el canal de inyección 107 para ayudar a la eliminación del material de recubrimiento después de una operación de recubrimiento.
- 30 No debe entenderse que los diagramas de flujo y la descripción de los mismos en el presente documento prescriben un orden fijo de realización de los pasos del procedimiento descritos en el mismo. Por el contrario, los pasos del procedimiento se pueden realizar en cualquier orden que sea factible. Aunque la presente invención se ha descrito en relación con modos de realización ejemplares específicos, debe entenderse que se pueden realizar diversos cambios, sustituciones y alteraciones evidentes para los expertos en la técnica a los modos de realización descritos sin apartarse del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones adjuntas.
- 35

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de recubrimiento (100) que comprende:
  - una cámara de recubrimiento (103) para aplicar un material de recubrimiento plástico a un cable (105) que pasa a través de la cámara de recubrimiento;
  - 5 un canal de inyección (107) alargado para recibir la entrada de material de recubrimiento plástico al aparato de recubrimiento en un primer extremo (101) del canal de inyección a través de una porción de entrada (104), y suministrar el material de recubrimiento plástico recibido a la cámara de recubrimiento que está dispuesta en un segundo extremo (102) del canal de inyección, en el que la porción de entrada se cruza con una pared lateral del canal de inyección alargado, extendiéndose la pared lateral entre el primer extremo y el segundo extremo del canal de inyección alargado, comprendiendo el canal de inyección una primera sección cilíndrica en el primer extremo del canal de inyección y una segunda sección cilíndrica en el segundo extremo del canal de inyección, en el que el diámetro de la primera sección cilíndrica es mayor que la segunda sección cilíndrica;
  - 10 un pistón (106) que se puede mover a lo largo de la primera sección cilíndrica del canal de inyección, el pistón configurado para presurizar el contenido del canal de inyección y la cámara de recubrimiento, causando la presión aplicada que el material de recubrimiento plástico fluya por el canal de inyección; y
  - 15 una serie de elementos de calentamiento (109, 111) controlables para aumentar progresivamente la temperatura del material de recubrimiento plástico a medida que el material de recubrimiento fluye a través del aparato de recubrimiento para lograr una viscosidad deseada del material de recubrimiento plástico dentro de la cámara de recubrimiento.
- 20 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se proporciona una serie de elementos de calentamiento alrededor del canal de inyección y se disponen y controlan para calentar al menos algo de material de recubrimiento plástico en el canal de inyección a al menos una primera temperatura de modo que al menos algo de material de recubrimiento plástico calentado al menos a la primera temperatura está en un estado que puede fluir a lo largo del canal de inyección.
- 25 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que se proporciona una serie de elementos de calentamiento alrededor de la cámara de recubrimiento que están dispuestos y son controlables para calentar además al menos algo de material de recubrimiento de plástico a al menos una segunda temperatura, más alta que la primera temperatura, en la cámara de recubrimiento, de modo que el material de recubrimiento plástico tenga dicha viscosidad deseada a la segunda temperatura de modo que el material de recubrimiento plástico se pueda aplicar al cable.
- 30 4. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la porción de entrada comprende una abertura en la pared lateral.
5. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la cámara de recubrimiento tiene un puerto de entrada a través del cual el cable entra en la cámara de recubrimiento y un puerto de salida a través del cual el cable sale de la cámara de recubrimiento, en el que el extremo de la cámara de recubrimiento que comprende el puerto de salida es una boquilla.
- 35 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2 o con cualquier reivindicación dependiente del mismo, en el que la primera temperatura está en el intervalo de 40 °C a 120 °C.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3 o con cualquier reivindicación dependiente del mismo, en el que la segunda temperatura está en el intervalo de 120 °C a 220 °C.
- 40 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4 o con cualquier reivindicación dependiente del mismo, en el que el presurizador se controla de modo que la presión en la cámara de recubrimiento esté en el intervalo de 5MPa a 100MPa.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4 o con cualquier reivindicación dependiente del mismo, en el que el presurizador se controla para mantener una presión constante en la cámara de recubrimiento cuando el aparato de recubrimiento aplique una capa de material de recubrimiento plástico al cable.
- 45 10. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el material de recubrimiento plástico es un polímero termoendurecible, comprendiendo el material de recubrimiento uno o más de poliéster, mezcla de epoxi-poliéster, poliésterimida, mezcla de poliésterimida y amideimida, polietileno, polietilenimina, poliuretano, poliamida, epoxi, poliamida-imida, polivinil formal y aditivos termoendurecibles.
- 50 11. Un sistema de recubrimiento que comprende el aparato de recubrimiento de cualquier reivindicación precedente, un horno (401), una cámara de enfriamiento (402) y un sistema de control (403); en el que:

el aparato de recubrimiento está dispuesto para recibir un cable y para aplicar una capa de material de recubrimiento plástico al cable recibido;

el horno está dispuesto para recibir la salida del cable del aparato de recubrimiento y para calentar el cable a una temperatura a la cual se fragua el material de recubrimiento plástico aplicado;

5 la cámara de enfriamiento está dispuesta para recibir la salida de cable del horno y para enfriar el cable de modo que la salida de cable de la cámara de enfriamiento se pueda enrollar o retroalimentar en el aparato de recubrimiento para aplicar una capa adicional de material de recubrimiento plástico; y

10 el sistema de control está configurado para controlar los elementos de calentamiento en el aparato de recubrimiento, la temperatura del horno y la velocidad del cable a través del aparato de recubrimiento, el horno y la cámara de enfriamiento.

**12.** Un procedimiento para aplicar material de recubrimiento plástico a un cable que comprende:

proporcionar una ruta de fluido para canalizar un material de recubrimiento plástico; y

15 elevar progresivamente la temperatura del material de recubrimiento plástico a medida que el material de recubrimiento plástico se desplaza a lo largo de la ruta de fluido, de modo que el material de recubrimiento plástico tiene la viscosidad deseada al final de la ruta de fluido para aplicar el material de recubrimiento a un cable,

la ruta de fluido se proporciona por el aparato de recubrimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

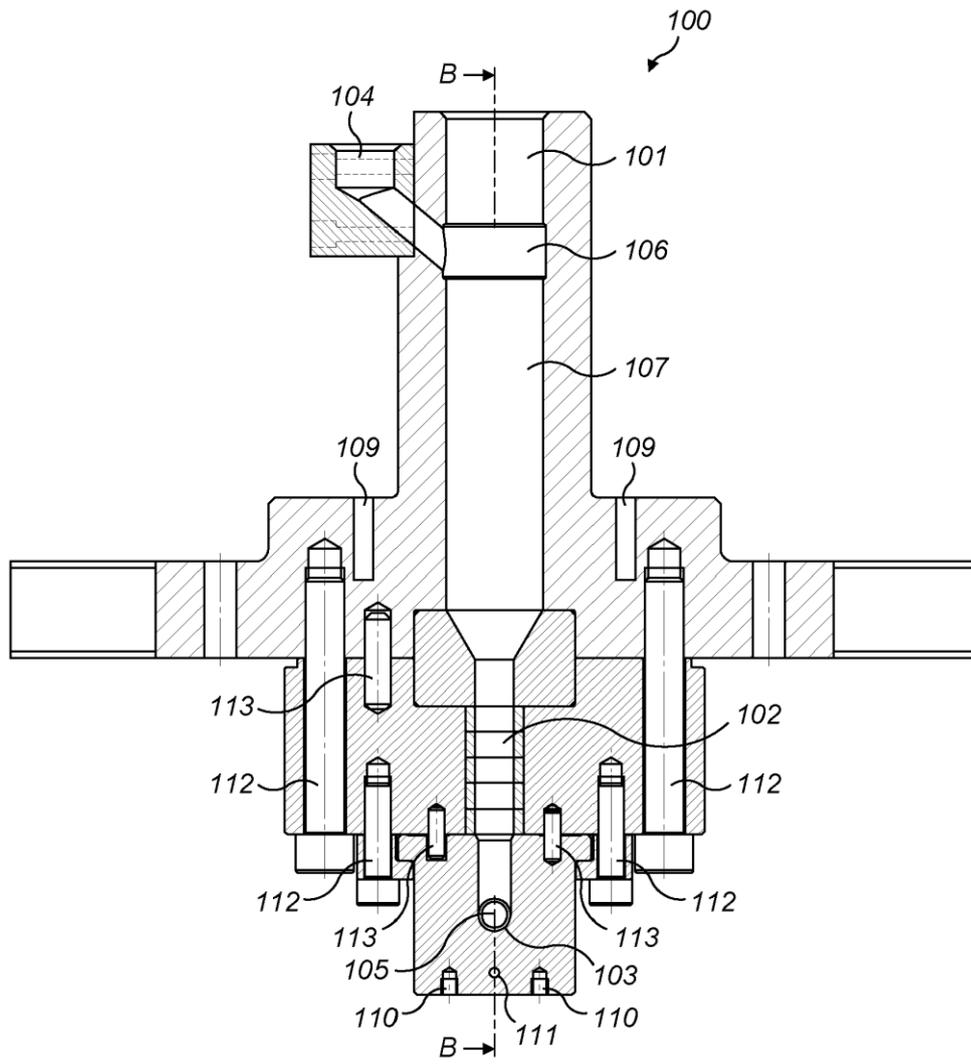
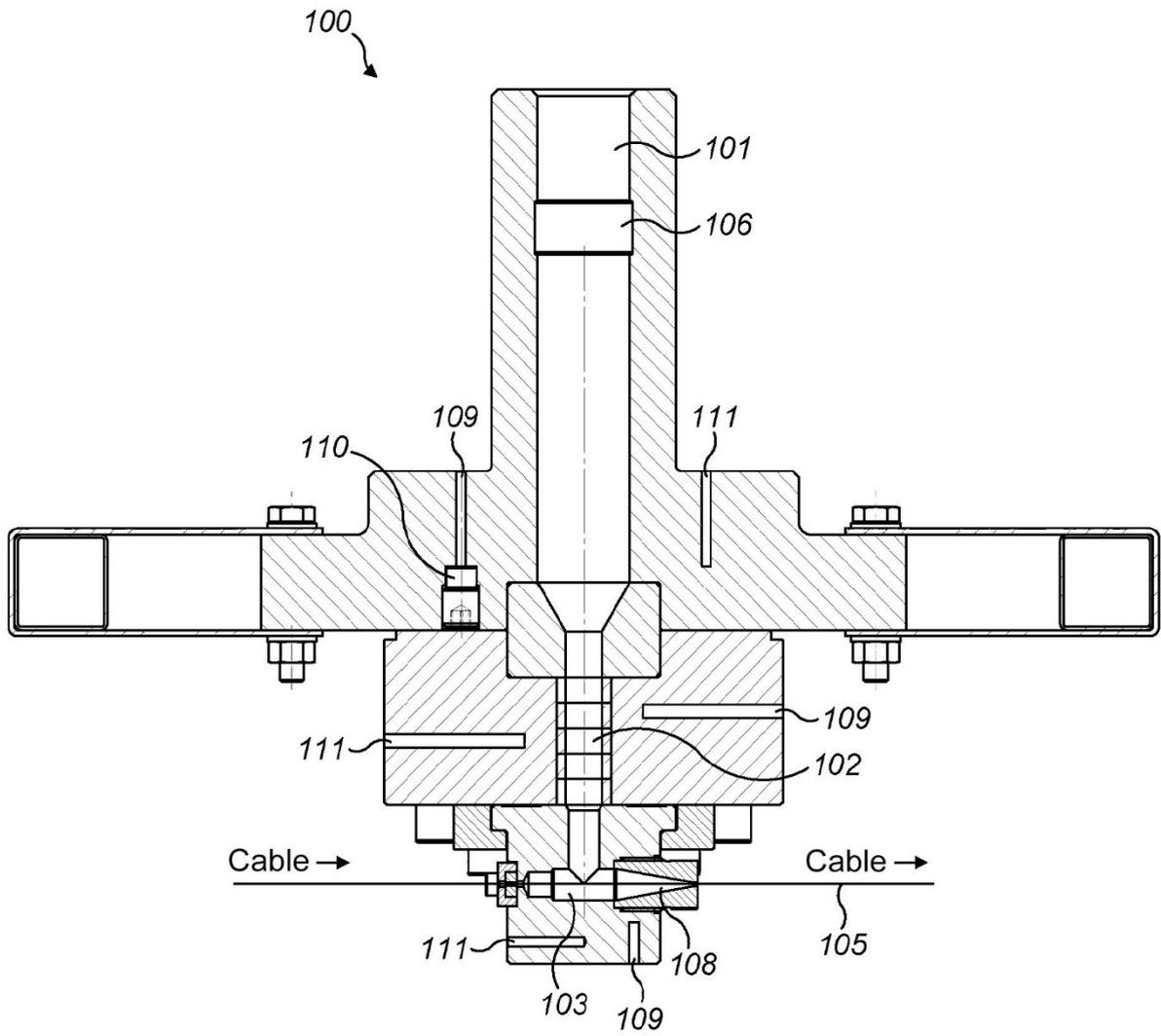


FIG. 1



**FIG. 2**

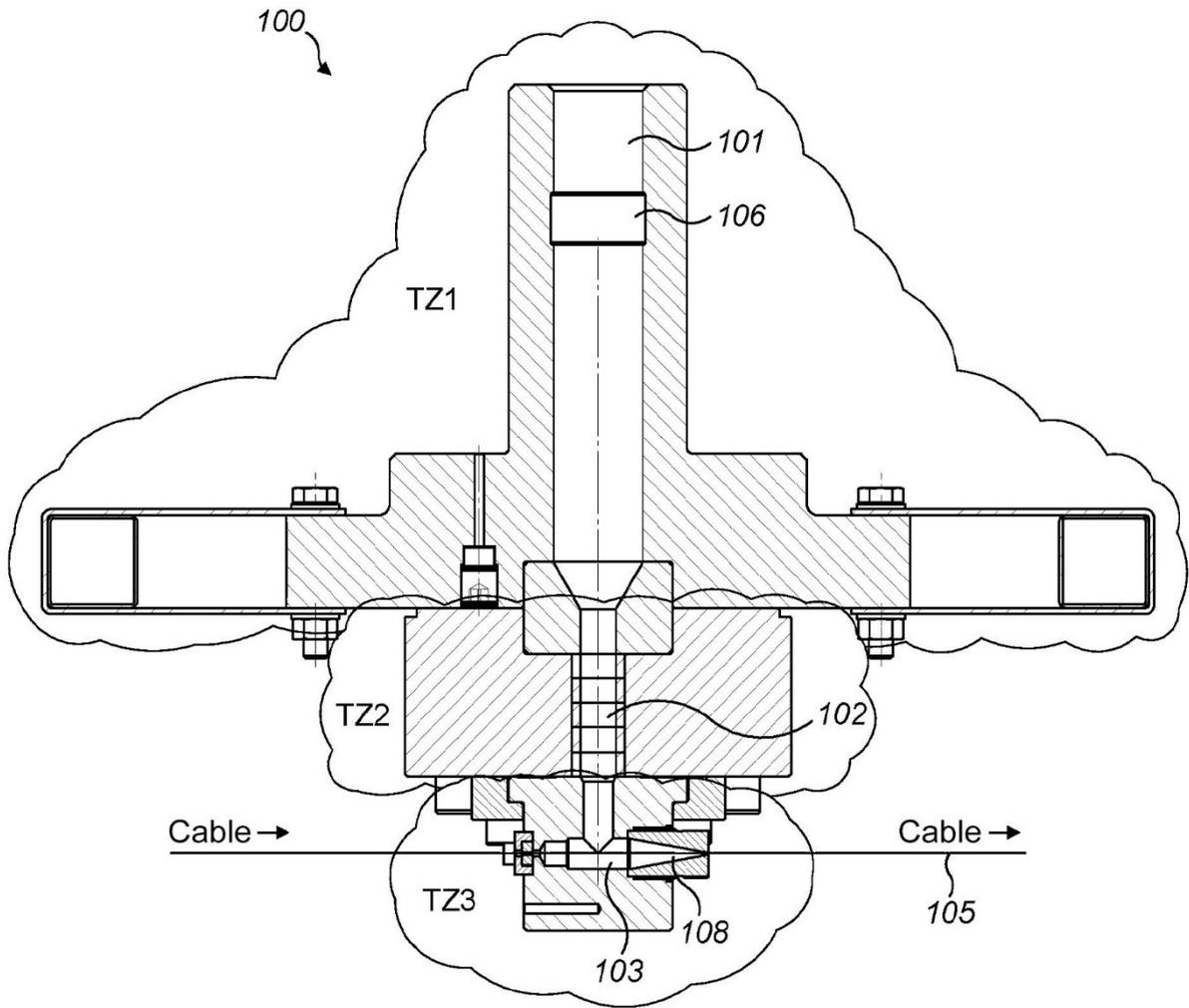


FIG. 3

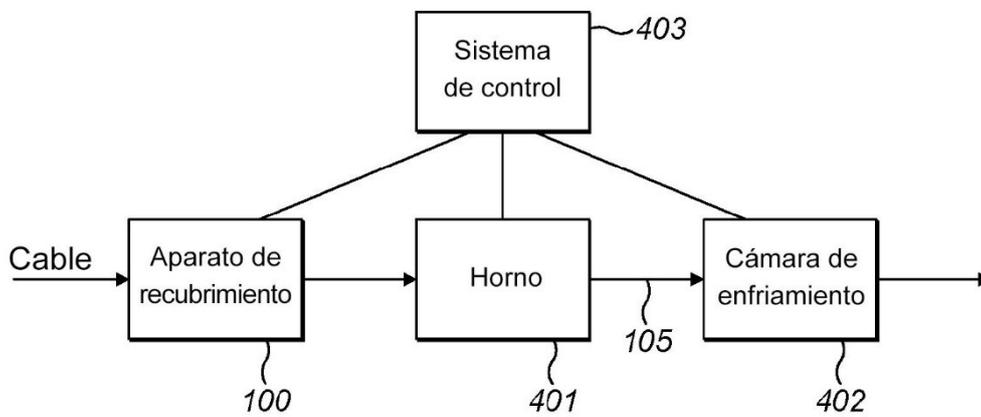
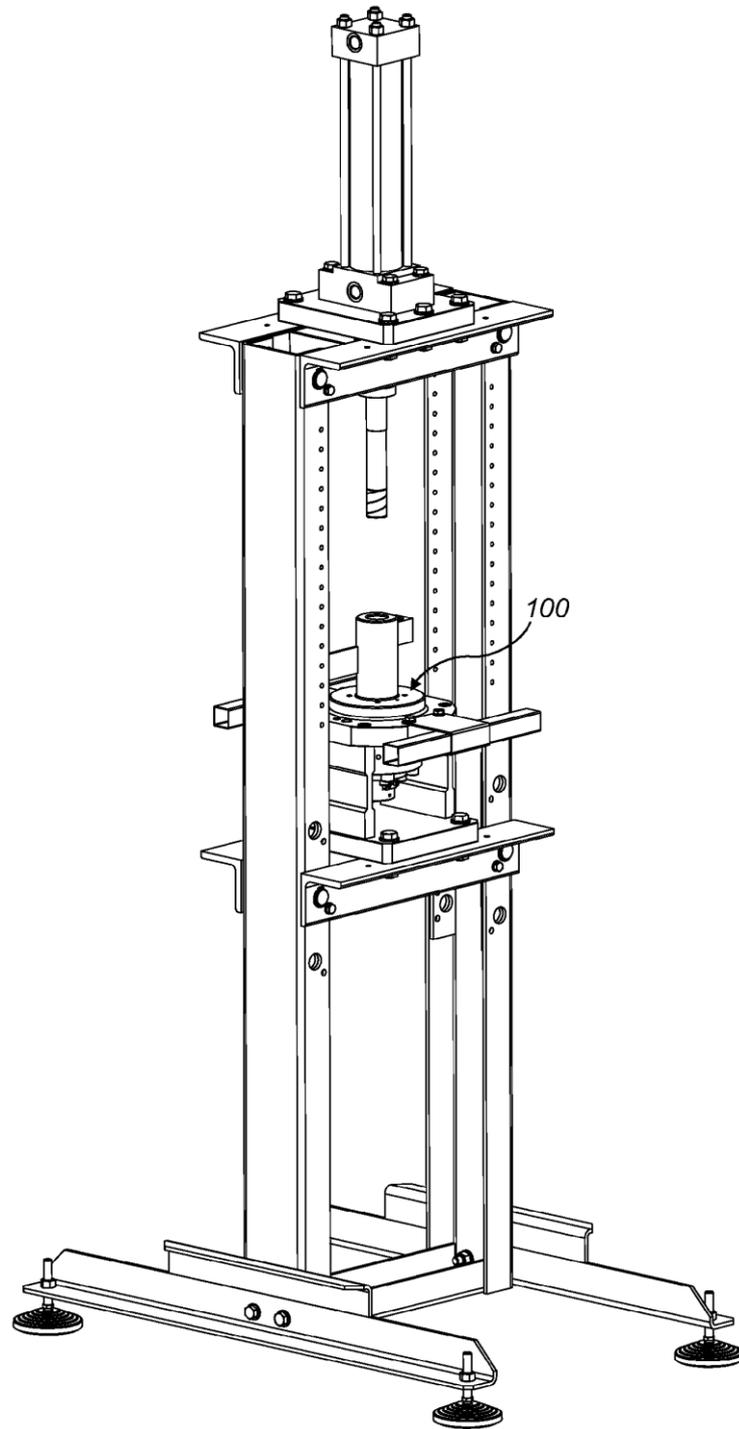
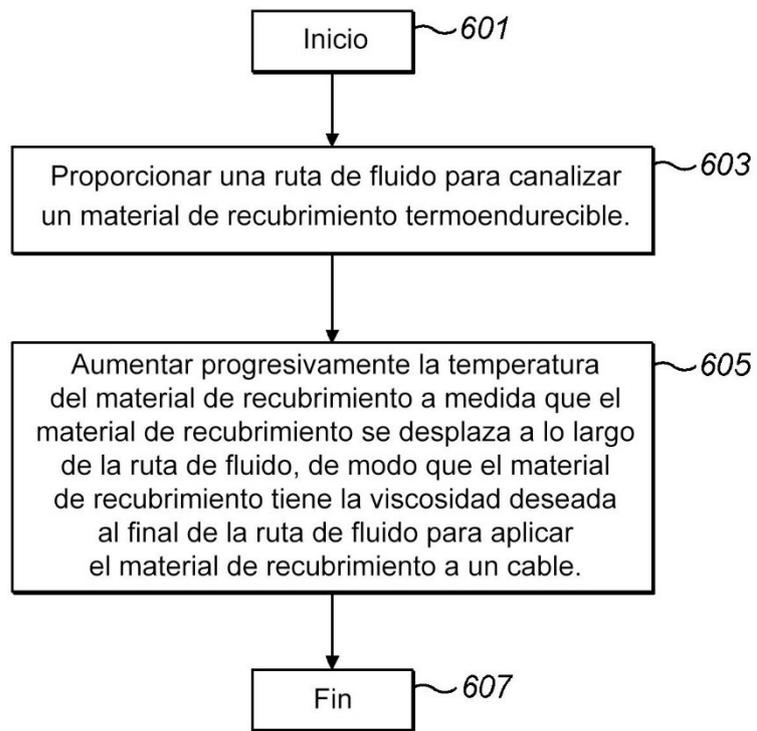


FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**