

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 909**

51 Int. Cl.:

**B29C 63/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2007 E 07784275 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2032340**

54 Título: **Procedimiento para aplicar una capa protectora a una unión de tubería**

30 Prioridad:

**05.06.2006 US 810916 P**  
**05.06.2006 US 810993 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.11.2013**

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY**  
**(100.0%)**  
**3M CENTER P.O. BOX 33427**  
**ST. PAUL, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**WOOD, THOMAS L. y**  
**PEREZ, MARIO A.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 429 909 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

Procedimiento para aplicar una capa protectora a una unión de tubería

### Campo técnico

5 El presente documento se refiere a un procedimiento para revestir tuberías y, en particular, pero no de manera exclusiva, a un aparato y a procedimientos para revestir soldaduras circunferenciales sobre tuberías de petróleo y de gas.

### Antecedentes

10 Las tuberías destinadas para una instalación subterránea se fabrican, típicamente, en secciones que son transportadas al sitio de destino y allí son unidas en una tubería continua mediante soldaduras circunferenciales antes de enterrarla. Debido a que, generalmente, una tubería de acero requiere protección contra el medio ambiente para prevenir la corrosión, las secciones de tubería están provistas, normalmente, con un revestimiento protector en la fábrica. Para acomodar la soldadura por anticipado de una sección de tubería a la siguiente sección de tubería, típicamente, la capa protectora no llega hasta el extremo de las secciones de tubería. Típicamente, el revestimiento se detiene aproximadamente a quince centímetros del extremo de las secciones de tubería. Esto  
15 supone un reto en el sentido de proporcionar un revestimiento apropiado resistente a la corrosión sobre la unión soldada y la zona no revestida inmediatamente contigua al extremo de la sección de tubería. Esta tarea es particularmente difícil, ya que típicamente se realiza en el sitio de trabajo en lugar de en la fábrica.

20 Se ha demostrado que es difícil revestir la unión soldada, el acero en bruto contiguo a la unión soldada, y las partes revestidas previamente de la tubería de manera que la unión tenga suficiente resistencia a la corrosión. Cuando se analizan los modos de fallo, típicamente, es mucho más probable que una tubería subterránea falle en o cerca de la unión que en cualquier otro lugar a lo largo de su longitud. Se conocen diferentes técnicas para proteger de la corrosión las uniones soldadas. Por ejemplo, algunas técnicas implican envolver las uniones con cinta de sellado, materiales adhesivos, o impregnar las uniones con materiales protectores contra la corrosión. Se han usado también manguitos termocontraíbles y composiciones pulverizables para proteger de la corrosión las uniones  
25 soldadas. Además, se han construido aparatos para agarrar una tubería y aplicar un revestimiento protector a la tubería. Por ejemplo, véase la patente US N° 5. 589.019 de Van Beersel et al. El documento EP 1 016 514 (que describe un procedimiento y un dispositivo para envolver un manguito aproximadamente una unión de tubería sin atrapar burbujas de aire) y el documento JP 57 193395 (que describe un procedimiento para revestir resina sintética sobre una tubería metálica calentada). Sin embargo, dichos aparatos pueden ser mejorados en términos de su eficacia global, facilidad de uso, fiabilidad y versatilidad.

30 Un procedimiento y un material particularmente adecuados para revestir una tubería se describen en la patente US 5709948, asignada junto con la presente. Sin embargo, a pesar del avance en la técnica, todavía existe una necesidad de procedimientos más eficaces de aplicación de un revestimiento protector sobre las tuberías. En particular, existe una necesidad de procedimientos más eficaces de protección de uniones soldadas en el sitio de trabajo.  
35

### Sumario

40 La presente invención proporciona un procedimiento para aplicar un material protector a una tubería, tal como se define en la reivindicación independiente 1. El procedimiento puede ser usado para unir un material tanto a la parte de acero expuesta de una tubería como a las partes de la tubería que tienen revestimientos protectores pre-existentes sobre las mismas. El procedimiento es particularmente adecuado para cubrir una soldadura circunferencial de una tubería y la zona contigua a la soldadura circunferencial de la tubería. En algunas realizaciones, la zona contigua a la soldadura circunferencial incluye una superficie de tubería que está protegida por una capa de una red de polímero semi-interpenetrante de resinas de poliolefina y epoxi. En dichas realizaciones, el procedimiento puede ser usado para aplicar un revestimiento protector que cubre diferentes  
45 superficies de tubería. En particular, un procedimiento de revestimiento de una unión de tubería comprende montar, de manera móvil, un aplicador de material protector sobre una unión de tubería, calentar un material protector en un espacio cerrado para ablandar el material protector, en el que el material protector comprende un revestimiento de red de polímero inter-penetrante, y en el que el material protector es calentado en ambos lados en una posición contigua a la salida de material desde el espacio cerrado, calentar la tubería a una temperatura superior a la temperatura de fusión del material protector, y mover circunferencialmente el aplicador alrededor de la unión de  
50 tubería mientras se presiona el material protector contra la unión de tubería.

### Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de revestimiento de tuberías montado en una tubería según una realización de la divulgación;

La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato de revestimiento de tuberías de la Figura 1 retirado de la tubería;

La Figura 3a es una vista frontal de una parte del aparato de revestimiento de tuberías de la Figura 1;

La Figura 3b es una vista de conjunto, en despiece ordenado, de la Figura 3a;

5 La Figura 4 es una vista en perspectiva de un aparato de preparación de superficie de tubería, montado en la tubería;

La Figura 5 es una vista de conjunto de una parte de un aparato de revestimiento de tuberías que ilustra la realización de un mecanismo de liberación rápida;

10 La Figura 6 es una vista en sección transversal, en perspectiva, de una parte del aparato de revestimiento de tuberías de la Figura 1;

La Figura 7 es una vista de extremo de la parte del aparato de revestimiento de tuberías de la Figura 6;

La Figura 8a es una vista en perspectiva de una parte del aparato de revestimiento de tuberías mostrado en una posición retraída con respecto a un bastidor de montaje;

15 La Figura 8b es una vista en perspectiva de una parte del aparato de revestimiento de tuberías mostrado en una posición extendida con respecto al bastidor de montaje;

La Figura 9a-f representa una realización de la unión que permite que el aparato de revestimiento de tuberías sea retraído y extendido y fijado a y separado del bastidor de montaje;

La Figura 10 es una vista en perspectiva inferior de un aparato de preparación de superficie de tubería de la Figura 4;

20 La Figura 11A representa una parte de alta tensión de una realización de un sistema de control eléctrico para el dispositivo de la Figura 1;

La Figura 11B representa una parte de baja tensión de una realización de un sistema de control eléctrico para el dispositivo de la Figura 1;

25 La Figura 12 representa una realización de un procedimiento de aplicación de un material de revestimiento a una tubería; y

La Figura 13A-D representa una realización ejemplar de una estructura que es el resultado de la ejecución del procedimiento de la Figura 12.

### Descripción detallada

30 Con referencia, en general, a las Figuras 1-3b, se muestra una realización de un aparato 100 trepador de tuberías posicionado sobre una unión 128 soldada de una tubería 101. En la realización representada, la unión 128 soldada está situada donde los dos segmentos 124 y 126 de la tubería 101 han sido unidos entre sí mediante soldadura. El aparato 100 trepador de tuberías representado incluye un bastidor 102 con una herramienta 122 fijada al mismo. En la realización representada, el bastidor 102 está configurado para sujetarse alrededor de una sección de la tubería y girar circunferencialmente alrededor de la tubería 101. Mientras el bastidor gira alrededor de la tubería, la herramienta 122 es activada para realizar una función deseada (por ejemplo, limpieza, desbaste, revestimiento).

35 El bastidor 102 en la realización representada está compuesto de dos elementos 104 y 106 sustancialmente curvados. Un extremo del bastidor 102 está configurado para pivotar hacia y desde el otro extremo. En la realización representada, el bastidor 102 se extiende aproximadamente 5/8-7/8 de la tubería cuando está montado en la tubería. En realizaciones alternativas, el bastidor 102 podría extenderse alrededor de más o menos la tubería 101. En la realización representada, el elemento de bastidor está construido principalmente en aluminio. Sin embargo, debería apreciarse que puede usarse también otro material adecuado, por ejemplo, acero, polímeros, materiales compuestos, etc. Los elementos 104, 106, 108 y 110 del bastidor 102 pueden estar perforados, de manera que exhiban orificios, para reducir el peso del bastidor 102. En algunas realizaciones, el bastidor 102 pesa menos de aproximadamente 36,28 cm (80 libras) y está configurado para ser montado en tuberías que tienen diámetros de entre 91,44-152,4 cm (36-60 pulgadas). En realizaciones alternativas, el peso y el tamaño del bastidor varían fuera de los valores indicados anteriormente. El bastidor 102 incluye elementos 112 transversales que proporcionan rigidez contra la torsión, y sirven también como una ubicación conveniente para la manipulación (por ejemplo, para levantar y transportar) del bastidor 102.

Con referencia particularmente a las Figuras 3a y 3b, la articulación 107 está configurada de manera que un movimiento del mango 150 hacia la tubería 101 hace que los elementos 108 y 110 de pivote del bastidor 102 pivoten hacia la tubería 101. En la realización representada, la articulación 107 está configurada de manera que cuando el mango 150 es movido hacia la tubería 101, el mango se mantiene, típicamente, en una posición bloqueada hasta que el usuario tira del mango 150 lejos de la tubería 101. Las Figuras 3a y 3b representan una realización de una disposición de articulación central que proporciona esta función de auto-bloqueo. Además, en la realización representada, un bastidor 102 está configurado de manera que un giro del elemento 152 transversal alrededor de su eje permite a un usuario para ajustar con precisión el ajuste entre el bastidor y la tubería 101. En la realización representada, el elemento 152 transversal se fija al elemento 108 y 110 de pivote a través de un elemento 156 de sujeción y una tuerca 154 descentrada (véase la Figura 3b). Esta configuración permite al usuario ajustar la posición del elemento 108 y 110 de pivote girando el elemento 152 transversal. Debería apreciarse que son posibles también numerosas disposiciones alternativas de ajuste preciso.

Con referencia de nuevo, en general, a las Figuras 1-3b, los rodillos 114 y 116 se muestran montados a los extremos del bastidor 102. En la realización representada, los rodillos 114 están montados al bastidor 102 a través de bastidores 118 de rodillo y los rodillos 116 están montados al bastidor 102 a través de bastidores 120 de rodillo. Los bastidores 118 y 120 de rodillo incluyen una pluralidad de orificios 138 de montaje que pueden ser alineados con los orificios 140 del soporte en el bastidor 102 para permitir que el bastidor 102 sea ajustado para acomodar tuberías de diversos tamaños. En la realización representada, cada rodillo 114 y 116 se muestra alojado en el interior de un bastidor 118 y 120 de rodillo, que, a su vez, está montado al bastidor 102 del aparato 110 trepador de tuberías. En la realización representada, uno de los rodillos 114 ó 116 es accionado por un motor. El motor para accionar un rodillo 114 ó 116 determinado está alojado en el interior del propio bastidor de rodillo. En una realización alternativa, ambos rodillos 114 y 116 son accionados por motores. Debería apreciarse que, en realizaciones alternativas, pueden usarse cualquier número de rodillos y pueden ser accionados por motor o manualmente. Debería apreciarse también que es posible que algunas realizaciones del bastidor 102 no incluyan rodillos.

En la realización representada, se muestra una herramienta 122 montada hacia el punto medio del bastidor 102 para la realización de un trabajo sobre la tubería 101. Tal como se ha descrito anteriormente, en la realización representada, la herramienta 122 puede ser usada para muchos propósitos, incluyendo, por ejemplo, la preparación de la superficie de la tubería (por ejemplo, limpieza, desbaste), o revestimiento de la tubería. La herramienta 122 representada en las Figuras 1 y 2 es un aplicador 300, mientras que la herramienta 122 representada en las Figuras 4 y 10 es un dispositivo 400 de preparación de superficie. Tanto el dispositivo 400 de preparación de superficie como el aplicador 300 se describirán más detalladamente, a continuación. En la realización representada, cuando uno o ambos rodillos 114 y 116 comienzan a girar accionados por uno o más motores, el aparato 100 trepador de tuberías se desplaza alrededor de la circunferencia de la tubería. Conforme el aparato 100 trepador de tuberías se desplaza alrededor de la tubería 101, la herramienta 122 puede realizar un trabajo sobre la parte de la tubería orientada hacia la herramienta 122. En la realización representada, el aparato 100 trepador de tuberías está centrado sobre la unión 128 soldada, por lo tanto, la herramienta 122 realiza un trabajo sobre la unión 128 soldada y las regiones de la tubería 101 cercanas. Debería apreciarse que el aparato 100 puede ser usado para realizar un trabajo a lo largo de cualquier parte de la tubería 101. Debería apreciarse también que la realización alternativa del aparato representado puede tener otros usos diferentes a desplazar una herramienta 122 alrededor de una tubería 101.

Con referencia a las Figuras 1, 2, 4, 5 y 10, la herramienta 122 se muestra conectada al bastidor 102 a través de un conjunto 130 de montaje de liberación rápida (al que se hace referencia también, de manera intercambiable, en la presente memoria, como el bastidor de dispositivo o herramienta). Tal como se ha descrito anteriormente, la herramienta 122 de las Figuras 1, 2 y 5 es un aplicador 300 para aplicar un material protector a una superficie exterior de una tubería 101 y la herramienta 122 de las Figuras 4 y 10 es un dispositivo 400 de preparación de superficie para preparar la superficie de la tubería para su limpieza y si no para preparar la superficie de la tubería para un procesamiento posterior. Con referencia particularmente a la Figura 5, el conjunto 130 de montaje de liberación rápida incluye soportes 200, 202 de montaje que incluyen una pluralidad de aberturas que pueden ser alineadas con una abertura en el bastidor 102 para permitir que la posición de la herramienta 122 sea ajustada con relación al bastidor 102. La configuración del soporte de montaje permite que el sistema sea fijado a una diversidad de tuberías de diferentes tamaños.

En la realización representada, el conjunto 130 de montaje de liberación rápida incluye también una configuración mediante la cual la herramienta 122 puede ser liberada del conjunto 130 de montaje sin el uso de herramientas. En la realización representada, la herramienta 122 puede ser desbloqueada del conjunto de montaje moviendo las perillas 204 desde una primera posición a una segunda posición. Las perillas 204 se muestran en la primera posición en las figuras representadas. La segunda posición es la posición en la que estaría la perilla 204 si se movieran al extremo opuesto del canal 206 (véanse las Figuras 5, 9a y 9b). El movimiento de las perillas 204 a la segunda posición retrae los pasadores 214, tirando, de esta manera, del elemento 216 de conexión lejos de la

carcasa de la herramienta 122 (Figuras 9e y 9f). El elemento 216 de conexión se describirá más detalladamente a continuación. Una vez desbloqueada la herramienta 122 del bastidor del conjunto 130 de montaje, la herramienta 122 puede ser deslizada alejándose del bastidor del conjunto 130 de montaje de liberación rápida. En la realización representada, la herramienta incluye carriles 208 guía en cada extremo de la herramienta 122 que están configurados para recibir, de manera deslizante, carriles 210, 212 de alineación que están conectados a los soportes 200, 202 de montaje. La disposición 130 de liberación rápida permite que el aplicador 300 y el dispositivo 400 de preparación de superficie sean intercambiados rápida y fácilmente. Debería apreciarse que no todas las realizaciones de la divulgación incluyen un conjunto de montaje de liberación rápida y que, en realizaciones que incluyen dicho un conjunto, son posibles también muchas otras configuraciones alternativas.

Con referencia a las Figuras 6-7, el aplicador 300 se muestra más detalladamente. En la realización representada, el aplicador 300 incluye una carcasa 302 a la que están ancladas tres superficies 304, 306 y 308 curvas. Las superficies 304 y 306 curvas cooperan para formar una región 310 en la que se aloja una hoja en espiral de material 312 de revestimiento. La hoja de material 312 de revestimiento es polimérica, tal como un revestimiento de red de polímero inter-penetrante (Polymeric Interpenetrating Network Coating, PINC), tal como los que se describen en la patente US N° 5.709.948, titulada "Semi-interpenetrating polymer networks of epoxy and polyolefin resins, methods therefor, and uses thereof". Las superficies 306 y 308 curvas forman también un canal 314 a través del cual puede ser encordada la hoja de material 312 de revestimiento. De esta manera, un extremo 316 distal de la hoja de material 312 de revestimiento sale del canal 314 por una ranura 318. El encordado de la hoja de material 312 de revestimiento puede conseguirse insertando un dedo a través de la ranura 301 en la carcasa 302 (visible en la Figura 3); el dedo del individuo puede enganchar el material 312 y hacerlo avanzar a través del canal 314.

El aplicador incluye una o más mantas 320 calentadoras. Cada manta 320 calentadora genera calor cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de la misma. Según algunas realizaciones, el aplicador 300 puede incluir una única manta 320 calentadora. Según otras realizaciones, el aplicador 300 puede incluir dos, tres, cuatro o más mantas 320 calentadoras. En la realización particular representada en las Figuras 6-7, el aplicador 300 incluye cuatro mantas 320 calentadoras. Tal como puede observarse en la Figura 3, las mantas 320 calentadoras pueden ser fijadas a cada una de las superficies 306 y 308 curvas que forman el canal 314, calentando de esta manera ambos lados de la hoja de material 312 de revestimiento conforme se desplaza a través del canal 314 a la ranura 318. Según algunas realizaciones, cada una de las mantas 320 calentadoras puede ser controlable individualmente, de manera que una manta 320 calentadora puede ser accionada con una primera corriente, y puede alcanzar, de esta manera, una primera temperatura, mientras que una segunda manta 320 calentadora puede ser accionada con una segunda corriente y puede alcanzar, de esta manera, una segunda temperatura. Según algunas realizaciones, un par de mantas calentadoras más proximales a la ranura 318 pueden formar un horno para calentar el material 312 de revestimiento a una temperatura justo por debajo de su punto de fusión, justo antes de su salida a través de la ranura 318. Otro par de mantas 30 calentadoras, que están situadas más distales con respecto a la ranura 318, pueden formar un horno de precalentamiento para calentar la hoja de material 312 de revestimiento a una temperatura seleccionada de manera que, conforme el material 312 pasa a través del horno principal, es capaz de alcanzar la temperatura deseada para cuando sale de la ranura 318. Dicha una disposición puede ser útil, por ejemplo, en ambientes particularmente fríos.

Durante el funcionamiento, el aplicador 300 está orientado/centrado sobre la unión 128 soldada, tal como se muestra en la Figura 1 (debe suponerse que el dispositivo 122 en el mismo es un aplicador 300, en lugar de un Roto Peen™). La hoja de material 312 de revestimiento es encordada a través del canal 314, tal como se muestra en las Figuras 6-7, de manera que su extremo 316 distal emerge desde la ranura 318, y entra en una línea de contacto creada por un rodillo 322 de aplicación y la tubería, es decir, el rodillo 322 de aplicación rueda a lo largo de la superficie de la unión 128 soldada, y las regiones expuestas de la tubería y que rodean la misma, y el material 312 de revestimiento es comprimido entre el rodillo 322 de aplicación y la tubería. En una realización, se hace pasar una corriente eléctrica a través de las mantas 320 calentadoras, para calentar el material 312 de revestimiento a una temperatura justo por debajo de su punto de fusión. Según una realización en la que se usa una variedad de PINC como el material 312 de revestimiento, las mantas 320 calentadoras cooperan para calentar el material 312 de revestimiento a una temperatura de aproximadamente 160°C (320°F). De esta manera, conforme la hoja de material 312 de revestimiento sale desde la ranura, es flexible y es capaz de adaptarse a la superficie de la tubería, la cual puede presentar irregularidades.

Según una realización, conforme el material 312 de revestimiento hace contacto con la tubería, se calienta adicionalmente, ya que la tubería es calentada mediante inducción inmediatamente antes de la operación del aparato trepador de tuberías/aplicador. La tubería es calentada mediante inducción a una temperatura igual o mayor que el punto de fusión del material 312 de revestimiento. Por consiguiente, conforme el material 312 de revestimiento hace contacto con la tubería, el mismo es pinzado entre el rodillo 322 de aplicación y la tubería y, de esta manera, es aplicado a la superficie de la tubería, donde se funde y se pega/se une a la tubería. Conforme el aparato trepador de tuberías avanza alrededor de la circunferencia de la tubería, el material 312 se desenrolla y continúa avanzando a través del canal 314, lo que significa que el aparato 100 trepador de tuberías deja una tira de

material de revestimiento unida a la tubería, detrás suyo. En la realización representada, la unión 128 soldada y las regiones expuestas de la tubería son cubiertas, de esta manera, con el material de revestimiento, sin el uso de un adhesivo. La presión ejercida contra el material 312 de revestimiento por el rodillo 322 de aplicación realiza la función adicional de eliminar cualquier burbuja de aire que pueda estar atrapada entre el material 312 de revestimiento y la superficie de la tubería.

Todavía con referencia a las Figuras 6-7, según algunas realizaciones, la superficie del rodillo 322 aplicador puede incluir ranuras 600 que se extienden alrededor de la circunferencia del rodillo 322. Se ha encontrado que es ventajoso que el rodillo 322 de aplicación tenga una compatibilidad sustancial para acomodar regiones de diferente altura, por ejemplo, las partes salientes de la soldadura frente a la superficie regular de la tubería. Una manera de conseguir esto es proporcionar al rodillo 322 de aplicación la pluralidad de ranuras 600 circunferenciales, indicadas anteriormente. Otra forma de conseguir esto es proporcionando al rodillo 322 de aplicación una capa muy compatible, posiblemente con una capa superficial fina que es menos compatible pero más resistente a la abrasión. Una alternativa es un rodillo que tiene una superficie exterior de caucho suave, de aproximadamente 15 a 30 Shore A, que tiene un espesor de 12 mm. Esta superficie exterior de la realización tiene ranuras circunferenciales, de 8 mm de profundidad y 6 mm de ancho, separadas 8 mm entre sí a lo largo de la anchura del rodillo. Se contempla que puedan usarse muchas otras configuraciones para el rodillo 322 de aplicación. En particular, se contempla que un rodillo de aplicación que tiene una superficie exterior formada a partir de tubería de esponja de silicona de celda cerrada cubierta por un manguito de silicona sólida que tiene una dureza de aproximadamente 60 Shore A sería adecuado. Dicha construcción está disponible, por ejemplo, en Ipotec, de Exeter, NH. Aunque no es visible en la Figura 6, el rodillo 322 de aplicación puede incluir una pluralidad de huecos longitudinales que penetran en el rodillo 322 sustancialmente en toda la longitud del rodillo 322, haciendo, de esta manera, que el rodillo 322 sea incluso más flexible. En alguna realización, el diámetro exterior del rodillo de aplicación está comprendido entre aproximadamente 5,08-25,4 cm (2-10 pulgadas).

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en la misma puede observarse que cada uno de los rodillos 114 y 116 de accionamiento tiene una superficie rebajada, de manera que sólo las regiones extremas contactan con la tubería. Las zonas 115 rebajadas no contactan con la tubería. De esta manera, en la realización representada, los rodillos 114 y 116 de accionamiento no hacen contacto con la unión 128 soldada, que está orientada bajo las regiones 115 rebajadas de cada rodillo 114 y 116 de accionamiento. Esta disposición tiene la ventaja de que los rodillos 114 y 116 de accionamiento no ejercen una presión adicional sobre el material 312 de revestimiento ya aplicado. En alguna aplicación, dicha presión adicional puede hacer que el material 312 de revestimiento adopte una forma de "hongo", o empuje las superficies irregulares de la unión 128 soldada a través del material 312 de revestimiento.

#### **Acoplamiento/desacoplamiento del aparato trepador de tuberías y la tubería**

Tal como se muestra en la Figura 1, el aparato 100 trepador de tuberías está montado sobre, es decir, acoplado con, la tubería. En esta configuración, los rodillos 114 y 116 de accionamiento y el rodillo de aplicación o los rodillos 134 periféricos (descritos adicionalmente, a continuación) están en contacto con la tubería. Cuando está acoplado a la tubería, aproximadamente 110° separan el rodillo 114 de accionamiento y la herramienta 122, y 110° separan la herramienta 122 del otro rodillo 116 de accionamiento. Debido a que el aparato 100 trepador de tuberías hace contacto con la tubería en tres puntos que abarcan más de 180° de un arco de la tubería, el aparato 100 trepador de tuberías está fijado a la tubería, y no se caerá.

Tal como se ha indicado anteriormente, el bastidor 102 incluye un sistema de auto-bloqueo de las articulaciones 107 que permite que los elementos 108 y 110 giratorios giren en la dirección indicada por la flecha 132. El sistema 107 de articulación es controlado por un mango 150. Tal como se ha descrito anteriormente, la Figura 1 representa el mango en la posición "abajo" o "bloqueada", y los elementos 108 y 110 giratorios del bastidor 102 están bloqueados en su lugar. Cuando se gira a la posición "arriba" o "desbloqueada", el mango 150 manipula el sistema 107 de articulación, para hacer que los elementos 108 y 110 giratorios basculen hacia el exterior, lejos de la tubería. El bastidor 102 exhibe entonces una abertura mayor que el diámetro de la tubería. De esta manera, el aparato 100 trepador de tuberías puede ser desacoplado de la tubería.

Para acoplar el aparato 100 trepador de tuberías, el mango 150 se gira a la posición "arriba" indicada anteriormente, de manera que los elementos 108 y 110 giratorios basculan hacia el exterior, y el bastidor 102 presenta una abertura mayor que el diámetro de la tubería. En esta configuración, el aparato 100 trepador de tuberías se coloca sobre la tubería. A continuación, cada uno de los bastidores 118, 120 de rodillo y el bastidor 130 de herramienta se ajustan para acomodar el diámetro de la tubería. Por ejemplo, con relación al bastidor 118 de rodillo, puede observarse que el bastidor 118 incluye una pluralidad de orificios. El bastidor 118 (y, por lo tanto, el rodillo 114) puede ser avanzado hacia o retirado lejos de la tubería, seleccionando cuál de entre el par de orificios de bastidor se alineará con un par correspondiente de orificios del soporte. Después de dicha selección, se hace pasar un elemento de sujeción roscado a través de los orificios alineados del bastidor y el soporte. (El otro rodillo 116 y la herramienta 122 se montan, de manera similar, en los bastidores 120 y 130 que tienen orificios con el mismo paso, y debe realizarse una selección correspondiente, por ejemplo, si se selecciona el n-ésimo par de

orificios para la alineación en el bastidor 118 de rodillo, entonces, debería seleccionarse el n-ésimo par de orificios en los bastidores 120 y 130). El ajuste de los bastidores 118, 120 y 130 constituye un ajuste aproximado para el diámetro de la tubería.

5 Después de realizar el ajuste aproximado indicado anteriormente, puede realizarse un ajuste preciso. Tal como se ha indicado anteriormente, el ajuste preciso se realiza aflojando el tornillo 156 (Figura 3b), lo que permite que el elemento 152 gire alrededor de su eje longitudinal. El giro del elemento 156 provoca la rotación de una leva, la cual, a su vez, hace que los elementos 108 y 110 giratorios giren hacia la tubería. El elemento 152 puede ser girado hasta que los rodillos 114 y 116 ejercen el grado deseado de presión sobre la tubería. En este punto, el tornillo 156 puede ser apretado, y el mango 150 es girado a la posición "abajo", bloqueando, de esta manera, el aparato 100  
10 trepador de tuberías en la tubería.

### Arranque/parada del aparato trepador de tuberías

La detención de la operación del aparato 100 trepador de tuberías presenta un desafío, concretamente, que en caso de tener que detener el avance del aparato 100 trepador de tuberías de manera que pueda ser desacoplado de la tubería (tal como se ha descrito anteriormente), el resultado es que el horno en el aplicador 300 permanece en su lugar sobre una posición determinada, hasta que el aparato 100 trepador de tuberías es desacoplado. Por lo tanto, el horno tiende a proporcionar un calor excesivo a la posición hacia la cual está orientado, tendiendo a fundir, de esta manera, el material de revestimiento que se encuentra en la tubería directamente debajo del aparato 100 trepador de tuberías. Esto puede resultar en una zona plana en el revestimiento protector. Para evitar la zona plana, la herramienta 122 está montada, de manera deslizante, dentro del bastidor. En la realización representada, el rodillo 322 de aplicación es distinto de los rodillos 134 periféricos. Cuando el aplicador 300 está aplicando un revestimiento protector a la superficie de la tubería, el rodillo 322 de aplicación y los rodillos 134 periféricos son colineales, y funcionan como un único rodillo. Sin embargo, el aplicador 300 puede ser retirado de la tubería 101 y los rodillos 134 periféricos girando el mango 304 (véanse las Figuras 8a y 8b). De esta manera, para detener el funcionamiento del aparato 100 trepador de tuberías, pueden tomarse los siguientes pasos. Inicialmente, mientras el aparato 100 trepador de tuberías está avanzando alrededor de la circunferencia de la tubería y aplicando una capa protectora, el mango 304 debería ser girado a una posición de desacoplamiento mostrada en la Figura 8a. Dicha rotación hace que el aplicador 300, incluyendo el rodillo 322 de aplicación, sea retirado de la tubería. En particular, los rodillos 134 periféricos, que están sujetos al bastidor 130 del dispositivo, se mantienen en su lugar. De esta manera, el aparato 100 trepador de tuberías mantiene tres puntos de contacto con la tubería, incluso cuando el aplicador y su rodillo 322 han sido retirados. En virtud de haber retirado el aplicador 300, la región de la tubería situada directamente debajo del aplicador 300 ya no está sujeta a un calor excesivo. A continuación, puede detenerse el avance del aparato 100 trepador de tuberías. Por ejemplo, el aparato 100 trepador de tuberías puede ser detenido mediante la conmutación de un conmutador "marcha/paro" a una posición de "paro", o el avance puede ser detenido mediante el uso de un control remoto. Tras haber detenido el aparato trepador de tuberías, el aparato 100 trepador de tuberías puede ser desacoplado de la tubería, tal como se ha descrito anteriormente.  
15  
20  
25  
30  
35

Para iniciar el funcionamiento del aparato 100 trepador de tuberías, el aparato trepador de tuberías puede ser acoplado con la tubería, tal como se ha descrito anteriormente. A continuación, el mango indicado anteriormente puede ser empujado a la posición "acoplado", haciendo avanzar, de esta manera, el aplicador 300 (la cámara 310, el horno y el rodillo 322 de aplicación) hacia la tubería y los rodillos 134 periféricos, de manera que el rodillo 322 de aplicación es posicionado colineal con los rodillos 134 periféricos. La posición acoplada se muestra en la Figura 8b. En este punto, se inicia el avance del aparato 100 trepador de tuberías. Una vez más, esto puede conseguirse conmutando el conmutador "marcha/paro" a la posición "marcha", o mediante control remoto, etc. A continuación, mientras el aparato 100 trepador de tuberías está en movimiento, el operario puede insertar su dedo en la ranura 301 definida por la carcasa 302 del aplicador, con el fin contactar con la hoja de material 312 de revestimiento. Usando su dedo, el operario hace avanzar el material 312 de revestimiento a través del canal 314, hasta que el extremo 316 distal de la hoja 312 sale de la ranura 318 y es pellizcado entre el rodillo 322 y la tubería. De esta manera, el aparato trepador de tuberías avanza alrededor de la circunferencia de la tubería, dejando una tira de revestimiento protector pegada/unida a la tubería detrás suyo.  
40  
45

La Figura 9a-9f ilustra además una realización del mecanismo, que permite que el aplicador 300 sea movido fácilmente hacia y desde la tubería 101 con relación a los rodillos 134 periféricos. El elemento 216 de conexión, que se ha descrito anteriormente en el contexto de la funcionalidad de liberación rápida del bastidor 130, desempeña también un papel en la funcionalidad de retracción y extensión del bastidor 130. En la realización representada, el elemento 216 de conexión gira cuando se hace girar el mango 304. Un extremo del elemento 216 de conexión se acopla con un anillo 217 en una disposición no centrada, de manera que cuando el elemento 216 de conexión gira en una primera dirección, eleva el anillo 217 y cuando gira en una segunda dirección, baja el anillo 217. En la realización representada, el anillo 217 está montado, de manera móvil, a la guía 208 que está fijada al aplicador 300 y el elemento de conexión está montado, de manera móvil, al bastidor 130. La disposición descrita anteriormente permite que la herramienta 122 (por ejemplo, el aplicador 300) sea subida y bajada con relación al  
50  
55

bastidor 130.

Con referencia a la Figura 10, se muestra y describe más detalladamente el dispositivo 400 de preparación de superficie de la Figura 4. El dispositivo 400 de preparación de superficie es un ejemplo de una herramienta 122. En la realización representada, el dispositivo 400 de preparación de superficie incluye una unidad 404 de limpieza giratoria disponible comercialmente en 3M Corporation, bajo el nombre comercial Roto Peen™. El Roto Peen™ contiene una pluralidad de almohadillas 402 abrasivas (por ejemplo, discos carbide) acoplados, de manera flexible, a un eje que se hace girar (por ejemplo, neumáticamente, hidráulicamente, por un motor, etc.). Conforme gira el eje, también lo hacen las almohadillas 402. De esta manera, las almohadillas 402 golpean la tubería 101, eliminando, de esta manera, contaminantes superficiales y, en algunos casos, desbastando la superficie de la tubería. En la realización representada, la unidad 404 de limpieza giratoria es accionada por un motor 406 de unidad de limpieza a través de una correa y un par de poleas 412, 410. Mediante la activación del motor de accionamiento del aparato 100 trepador de tuberías y el motor 406 de accionamiento de la unidad 404 de limpieza giratoria, el aparato 100 trepador de tuberías puede desplazarse un total de 360° alrededor de la circunferencia de la tubería y, de esta manera, puede limpiar y desbastar toda la unión 128 soldada y las partes de la tubería 101 en cualquiera de los lados de la unión 128 soldada. El dispositivo 400 de preparación de superficie se muestra montado dentro de una carcasa que es similar a la carcasa descrita anteriormente con referencia al aplicador 300. Esto permite que el dispositivo 400 de preparación de superficie sea intercambiado rápida y fácilmente con el aplicador 300.

Aunque en la realización representada sólo se muestra una herramienta 122 conectada al bastidor 102 en cada momento, debería apreciarse que podrían conectarse múltiples herramientas 122 a un único bastidor 102. Por ejemplo, en una realización alternativa, podrían conectarse un dispositivo 400 de preparación de la superficie y un aplicador 300 al bastidor 102, al mismo tiempo. En otra realización alternativa, dos o más aplicadores 300 podrían ser conectados a un único bastidor 102 de manera que se puedan aplicar dos o más capas de material a la tubería en un único giro del aparato 100 trepador de tuberías. En alguna realización, las dos o más capas pueden ser de diferente composición (es decir, fibras resistentes a la abrasión, revestimientos repelentes de humedad) y configuraciones geométricas (por ejemplo, anchuras y espesores). El uso de dos aplicadores 300, en lugar de uno, puede permitir mejor la aplicación de dos capas de material que deben aplicarse a la tubería mientras las dos capas están blandas.

### Sistema de control eléctrico

Ahora, con referencia a la Figura 11A, se ilustra la parte 700 de alta tensión de un sistema 702 de control electrónico ejemplar adecuado para controlar el aparato de la Figura 1. La parte 700 de alta tensión está convenientemente adaptada para conectarse a una fuente 704 externa de energía eléctrica trifásica de 250 voltios, tal como es proporcionada por muchos generadores portátiles disponibles comercialmente. Los cables 706 de alimentación trifásica están conectados mediante fusibles 708 y 710 de acción rápida a un relé 712 de estado sólido. Un relé de estado sólido, tal como el Din-A-Mite de tipo B, disponible comercialmente en Watlow of Winona, Minnesota, se considera adecuado. El relé 712 de estado sólido es regulado por impulsos de control sobre las líneas 714 y 716 desde la parte de baja tensión (representada en la Figura 11B) tal como se describirá más detalladamente en conexión con la Figura 11B a continuación. La energía trifásica regulada por el relé 712 de estado sólido está conectada a las mantas 320 calentadoras, de manera conveniente a través de conectores 718 de desconexión rápida. Si hay presentes mantas 320 adicionales, tal como será el caso en muchas realizaciones preferidas, las mismas pueden hacerse funcionar en paralelo desde la red eléctrica, tal como apreciará fácilmente la persona con conocimientos en la materia.

Los cables 706 de alimentación pueden ser usados también para hacer funcionar un equipo auxiliar que puede estar montado, opcionalmente, en el aparato 100 trepador de tuberías. Por ejemplo, frecuentemente es conveniente limpiar y desbastar la superficie de la tubería después de realizar una soldadura circunferencial, pero antes de la aplicación de material de envoltura, con el fin de eliminar los óxidos y promover una buena unión. Para conseguir esto rápidamente, una herramienta de abrasión o granallado puede ser montada en el bastidor 102. El motor para dicho un equipo auxiliar está conectado, de manera conveniente, a la red 706 mediante conectores 724 de desconexión rápida. Cuando dicho equipo está presente, frecuentemente es deseable proteger el motor con un protector 726 de sobrecarga y/o un enclavamiento 728 que impide que el motor sea operado cuando los accionamientos 732 y 734 (véase en la Figura 11B) para las ruedas 114 y 116 de los rodillos de accionamiento (véase en la Figura 1) están funcionando en una dirección contraria al giro natural de la herramienta de abrasión o granallado. Una línea 729 de inhibición, que va al control 760 del motor de baja tensión ejerce este control, tal como se describirá de manera más particular, a continuación.

En la realización ilustrada, los cables 706 de alimentación están conectados a una fuente 736 de alimentación para la parte de baja tensión. La fuente 736 de alimentación está dispuesta, de manera conveniente, por ejemplo, para cargar un par de baterías de 12 voltios, 738 y 740 que están conectadas en serie para proporcionar 24 voltios de CC en los terminales 742 y 744. Se considera particularmente adecuado el uso de celdas de alto amperaje, duraderas, tales como las baterías Energy Odyssey PC310 disponibles comercialmente en BatteryMart de

Woodbury, Minn. Se cree que en un uso típico de campo, la fuente de alimentación puede ser, de manera ventajosa, un cargador de 24 cargador, 8 amperios, tal como el modelo 2416SRF disponible comercialmente en Soneil de Ontario, Canadá.

5 Ahora, con referencia a la Figura 11B, se ilustra la parte de baja tensión de un sistema 702 de control electrónico  
ejemplar adecuado para controlar el aparato de la Figura 7. Los buses positivo y negativo, 752 y 754,  
respectivamente, están conectados a los terminales 742 y 744 (y desde ahí a las baterías 738 y 740 en la Figura  
11A, tal como se ha descrito anteriormente). Un circuito 746 controlador de calentador, de manera conveniente, el  
10 modelo SD6C, disponible comercialmente en Watlow de Winona, Minnesota, está presente para proporcionar un  
control de bucle cerrado para las mantas 320 calentadoras. Un sensor 748 de calor, de manera conveniente, un  
termopar, está posicionado de manera que pueda detectar la temperatura de las mantas 320 calentadoras. El  
control se ejerce sobre las líneas 714 y 716 (que también aparecen en la Figura 11A) para el relé 712 de estado  
sólido.

15 De manera conveniente, los accionamientos 732 y 734 están en la parte de baja tensión, aunque esto no es un  
requisito. Se considera conveniente que los accionamientos 732 y 734 sean capaces de funcionar tanto hacia  
adelante como hacia atrás alrededor de la tubería, aunque solo sea para desenrollar de manera conveniente el  
cable que alimenta la parte 700 de alta tensión desde alrededor de la tubería. Un controlador 760 de motor, tal  
como el KBBC-Micro disponible comercialmente en KB Electronics de Coral Springs, Florida, se emplea  
20 convenientemente para coordinar las funciones de control, y la energía a las unidades 732 y 734 derivada  
convenientemente desde el controlador de motor a través de las líneas 762 y 764. La energía principal al  
controlador del motor es proporcionada a través de un conmutador 766 de "marcha/paro" principal. El control de  
velocidad se consigue, de manera conveniente, a través de una resistencia 768 variable conectada al controlador  
760 del motor. De manera conveniente, el controlador del motor tiene también un indicador 770 de condición de  
fallo. La línea 729 de inhibición se activa cuando el accionamiento está funcionando en la dirección inversa.

25 También se considera conveniente disponer de accionamientos que puedan hacerse funcionar con controles  
manuales en la unidad y desde un control remoto inalámbrico. Puede haber un receptor 772 inalámbrico presente;  
un receptor inalámbrico adecuado puede ser adaptado a partir de un controlador de puerta de garaje disponible  
comercialmente, tal como el modelo AR-423LM, disponible comercialmente en Chamberlain Group de Elmhurst, IL.  
Debido a que la parte principal ferrosa de la tubería es una barrera sustancial a las ondas de radio, se considera  
30 conveniente proporcionar una antena 774 que se extienda una buena parte alrededor del bastidor 102, de manera  
que el aparato 100 trepador de tuberías pueda responder a señales de radio en cualquier orientación alrededor de  
la tubería.

El receptor 772 inalámbrico incluye tres conmutadores 772a, 772b y 772c, normalmente abiertos, que se cierran  
tras la recepción de señales de radio desde un transmisor, que significan solicitudes para las condiciones de  
marcha hacia adelante, marcha hacia atrás y parada. Cableados en paralelo con los conmutadores 772a, 772b y  
35 772c, normalmente abiertos, están los conmutadores 780, 782 y 784 de control manual, respectivamente, que  
pueden mediar de manera independiente las condiciones de marcha hacia adelante, marcha hacia atrás y parada.

Puede ser conveniente hacer pasar cada una de las señales de avance y retroceso a través de un relé. El relé de  
avance tiene un contacto 790a normalmente abierto que se cierra cuando la bobina 790 es energizada (estos  
componentes se representan como separados para reducir la complejidad del dibujo). El relé de retroceso tiene  
40 también un contacto 792a normalmente abierto que se cierra cuando la bobina 792 es energizada (representado  
también como separado). El cierre momentáneo de los contactos 790a y 792a es suficiente para activar los modos  
de avance y retroceso, respectivamente; el controlador 760 de motor puede estar configurado para enclavar estos  
modos tras una señal de contacto momentánea.

### Funcionamiento

45 El funcionamiento general de la aplicación del material de revestimiento a una tubería según una realización de la  
descripción se muestra en la Figura 12. Inicialmente, se limpia la región de la tubería que se va a revestir, tal como  
se muestra en la operación 800. La tubería puede ser limpiada con el dispositivo 400 de preparación de superficie,  
tal como se ha descrito anteriormente, con una solución de limpieza, o en cualquier otra manera adecuada.  
Típicamente, la región a limpiar incluye la unión 128 soldada, y las regiones expuestas de la tubería (normalmente  
50 aproximadamente 15 cm de tubería en cualquier dirección desde la unión soldada).

Una vez limpiada la tubería, la tubería es calentada mediante inducción, tal como se muestra en la operación 802.  
La tubería debe ser calentada a una temperatura igual o mayor que el punto de fusión del material de revestimiento  
a aplicar a la tubería. Por ejemplo, la tubería puede ser calentada a una temperatura de aproximadamente 232,2°C  
(450°F), si se usa PINC como material de revestimiento. Si el material de revestimiento es un material laminado  
55 (descrito más adelante), entonces la tubería debería ser calentada a una temperatura igual o mayor que el punto de  
fusión de la capa inferior del material laminado. Debería entenderse que la tubería puede ser calentada también de

otras maneras diferentes a la inducción, siempre que la región a la que debe aplicarse el revestimiento alcance la temperatura deseada.

5 A continuación, el material de revestimiento a aplicar a la tubería es calentado a una temperatura justo por debajo de su punto de fusión, tal como se muestra en la operación 804. Típicamente, el material de revestimiento es una variedad de PINC, pero pueden usarse otros materiales de revestimiento. En general, el material de revestimiento es un material que carece de un adhesivo, y es polimérico. Tras la aplicación (operación 806), el material se ablanda, se adapta a la superficie de la tubería (normalmente con la ayuda de un rodillo de aplicación) y, de esta manera, se pega o une fuertemente a la misma. Debería apreciarse que una realización alternativa puede incluir adhesivos.

10 En la Figura 13A, se muestra un posible resultado de las operaciones anteriores. Tal como puede observarse, la estructura resultante es una tubería con una capa de material de revestimiento (en la realización de la Figura 13A, PINC) aplicada directamente a la misma. No hay presente ningún adhesivo.

15 En algunos casos, puede ser preferible usar un material de revestimiento laminado. Por ejemplo, puede aplicarse una capa superior sobre el material de revestimiento. Cuando el material de revestimiento es una variedad de PINC, la capa superior sirve para proteger el PINC de la radiación ultravioleta. Los dos materiales pueden ser aplicados a la tubería, al mismo tiempo, con el material de revestimiento reblandeciéndose y adhiriéndose tanto a la tubería como a la capa superior tras la aplicación a la tubería. Una capa superior ejemplar útil para su uso con PINC es MOPLEN™, que es un material a base de polipropileno, comercialmente disponible en Basell. Los inventores de la presente invención han ensayado MOPLEN™ como una capa superior sobre PINC, y han encontrado que soporta 20 temperaturas de hasta -45,6°C (-50°F), sin agrietarse. La Figura 13B representa la estructura que resulta del uso de una capa superior con el material de revestimiento.

25 En algunos casos, puede ser útil tratar la tubería con un epoxi unido por fusión (Fusion-Bonded Epoxy, FBE), antes de la aplicación del material de revestimiento. Las Figuras 13C y 13D describen la estructura resultante, cuando se aplica sólo un material de revestimiento (Figura 13C), y cuando se aplica un material de revestimiento y una capa superior (Figura 13D).

### Ejemplo

30 Dos secciones de tubería de diámetro exterior de 76,2 cm (30 pulgadas), realizadas en acero, de 12,5 mm (0,5 pulgadas) de espesor, se unieron por medio de una soldadura circunferencial. La soldadura tenía una altura de 6 mm. Una soldadura adicional de aproximadamente la misma altura se realizó sobre la superficie exterior de una de las secciones en una dirección paralela al eje largo de la tubería con el fin de simular la tubería realizada mediante laminación y soldadura.

35 Los extremos de la tubería soldada se recubrieron con un una capa de 1,5 mm (0,06 pulgadas) de espesor de una red de polímero semi-interpenetrante de resina de poliolefina y epoxi, generalmente tal como se describe en la solicitud de patente US N° 60/707332, tramitada y asignada junto con la presente, "Method and Kit for Providing Interpenetrating Polymer Network as Coating for Metal Substrate", Pérez et al. El revestimiento se terminó de manera que se dejó un hueco de acero expuesto de aproximadamente 15,20 cm (6 pulgadas) de anchura en cada lado de la soldadura circunferencial. Esta configuración experimental imitaba la situación de una soldadura de campo que acaba de ser completada sobre una tubería de acero tratada con un compuesto de protección contra la corrosión Scotchkote™ 224N, disponible comercialmente por 3M Company de St. Paul, Minnesota A continuación, 40 el acero en el hueco expuesto se limpió y se desbastó con una rueda abrasiva Roto Peen™, disponible comercialmente en 3M Company de St. Paul, Minnesota

45 Se construyó un aparato aplicador de envoltura, en general, tal como se ilustra en la Figura 1 y se ha descrito anteriormente. El carro de película se cargó con un rollo de película de 0,64 mm (25 milésimas de pulgada) de espesor y 15,3 cm (6 pulgadas) de anchura, compuesta por la misma red de polímero semi-interpenetrante de resina de poliolefina y epoxi, tal como se ha descrito anteriormente con relación al revestimiento de los extremos de la tubería. El horno de hueco estaba provisto de dos mantas calentadoras de 600 vatios como el primer calentador y el segundo calentador, disponibles comercialmente como el número de catálogo SHSO1300 en Tempco de Wood Dale, IL. Había presente un pre-calentador, provisto de dos mantas calentadoras de 1.300 vatios como la primera manta precalentadora y la segunda manta precalentadora, disponibles comercialmente como el número de catálogo SHS01299 en Tempco. Los calentadores en el horno de hueco se configuraron para calentar el lado orientado hacia 50 la tubería de la película a 160°C y el lado orientado hacia fuera de la película a 140°C. El rodillo de extensión tenía una goma blanda exterior que rodeaba un eje de acero. El exterior tenía una dureza de 20 a 30 Shore A, con un espesor de 12 mm. Este exterior tenía ranuras circunferenciales, de 8 mm de profundidad y 6 mm de anchura, separadas cada 8 mm entre sí a lo largo de la anchura del rodillo.

55 A continuación, la tubería soldada se expuso a energía térmica proporcionada por seis calentadores de 3.000

- 5 vatios, cada uno de (15,3 cm de anchura por 50,8 cm de largo (6 pulgadas por 20 pulgadas) disponibles comercialmente en Tempco de Wood Dale, IL, posicionados para calentar la tubería de dentro hacia afuera. A continuación, el aparato aplicador de envoltura se sujetó sobre la tubería y se activó para dispensar película calentada desde el carro a la superficie calentada de la tubería, centrada sobre la unión. Los accionamientos se configuraron para propulsar el aparato a una velocidad circunferencial de 7,6 cm/seg. Cuando la unión fue completamente envuelta una vez, el aparato se detuvo y se retiró de la tubería. La tubería se dejó enfriar a temperatura ambiente y, a continuación, se inspeccionó visualmente. Se observó que el revestimiento era una protección depositada de manera muy uniforme, que se adhirió no sólo al acero limpiado, sino también al revestimiento protector previamente aplicado sobre ambos lados de la zona limpiada.
- 10 Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a diversas realizaciones de la misma, las personas con conocimientos en la materia entenderán que pueden realizarse otros diversos cambios en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de revestimiento de una unión de tubería que comprende:

montar, de manera móvil, un aplicador (100, 300) de material protector sobre la unión de tubería;

calentar un material (312) protector en una carcasa para ablandar el material protector,

5 en el que el material (312) protector comprende un revestimiento de red de polímero inter-penetrante, y en el que el material (312) protector es calentado en ambos lados en una posición contigua a la salida de material desde la carcasa (302),

calentar la tubería (101) a una temperatura por encima de la temperatura de fusión del material protector; y

10 mover el aplicador (100, 300) circunferencialmente alrededor de la unión de tubería mientras se presiona el material protector contra la unión de tubería.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de presionar el material protector contra la unión de tubería incluye posicionar una primera superficie del material protector contra un rodillo de aplicación y posicionar una segunda superficie del material protector contra la unión de tubería,

15 en el que la primera superficie es calentada a una primera temperatura y la segunda superficie es calentada a una segunda temperatura, en el que la primera temperatura es menor que la segunda temperatura, y

en el que la etapa de calentar el material protector incluye mover el material protector a través de un canal en el interior del aplicador, en el que los elementos calentadores son posicionados en cualquiera de los lados del canal.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de montar un aplicador de material protector sobre una unión de tubería incluye la etapa de montar el aplicador de material protector a un bastidor y sujetar el bastidor sobre la unión de tubería.

4. Procedimiento según reivindicación 3, en el que la etapa de sujetar el bastidor a la unión de tubería incluye la etapa de acoplar los rodillos en el bastidor con la tubería.

25 5. Procedimiento según la reivindicación 1, que mueve simultáneamente una pluralidad de aplicadores circunferencialmente alrededor de la unión de tubería para aplicar múltiples capas de material protector a la unión de tubería.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además:

exponer una cinta de acero crudo sobre una tubería contigua a la unión de tubería;

30 en el que el calentamiento del material protector comprende la etapa de precalentar una cinta protectora de material en la carcasa, en el que la cinta protectora de material comprende un revestimiento de red de polímero inter-penetrante, y en el que el material protector es calentado en ambos lados en una posición contigua a la salida de material desde el espacio encerrado, en el que una anchura de la cinta protectora es mayor que una anchura de la cinta de acero crudo sobre la tubería; y

35 en el que la etapa de movimiento comprende mover el aplicador de material protector circunferencialmente alrededor de la cinta de acero crudo mientras se presiona el material protector contra la superficie de la tubería.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la cinta de material es precalentada a una temperatura que es menor que la temperatura de la tubería.

40 8. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la cinta de material comprende un material de revestimiento superior dispuesto directamente sobre la red de polímero inter-penetrante.

9. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de presionar el material protector contra la unión de tubería incluye posicionar una primera superficie del material protector contra un rodillo de aplicación y posicionar una segunda superficie del material protector contra la unión de tubería.

45 10. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de montar, de manera móvil, un aplicador de material protector sobre la soldadura incluye conectar el aplicador de material protector a un bastidor que se sujeta alrededor de una tubería e incluye un rodillo accionado configurado para mover el bastidor circunferencialmente alrededor de la tubería.

11. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de exponer una cinta de acero crudo sobre la tubería incluye conectar un dispositivo de preparación de superficie a un bastidor que se sujeta alrededor de dicha tubería e incluye un rodillo accionado configurado para mover el bastidor circunferencialmente alrededor de la tubería.

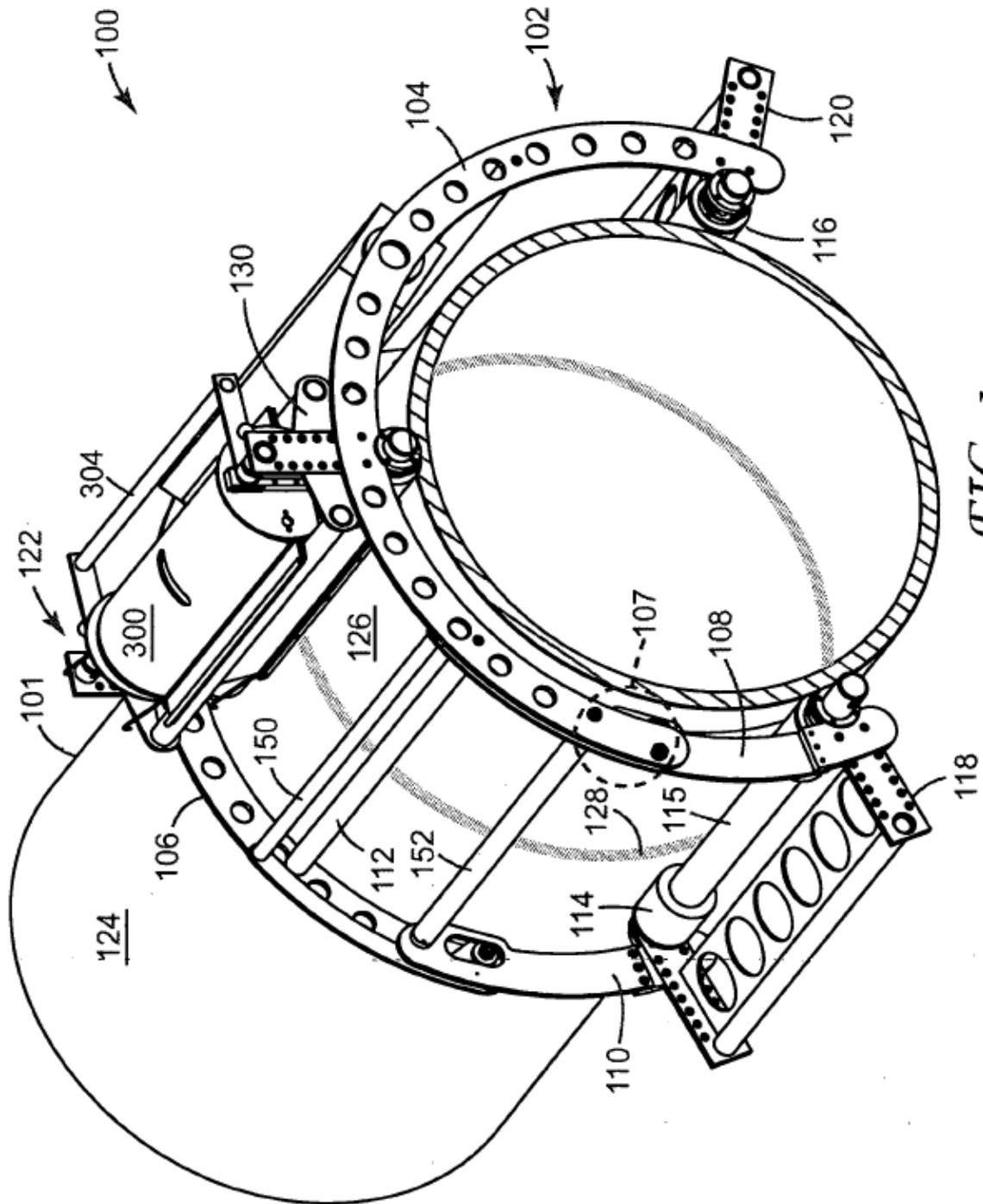


FIG. 1

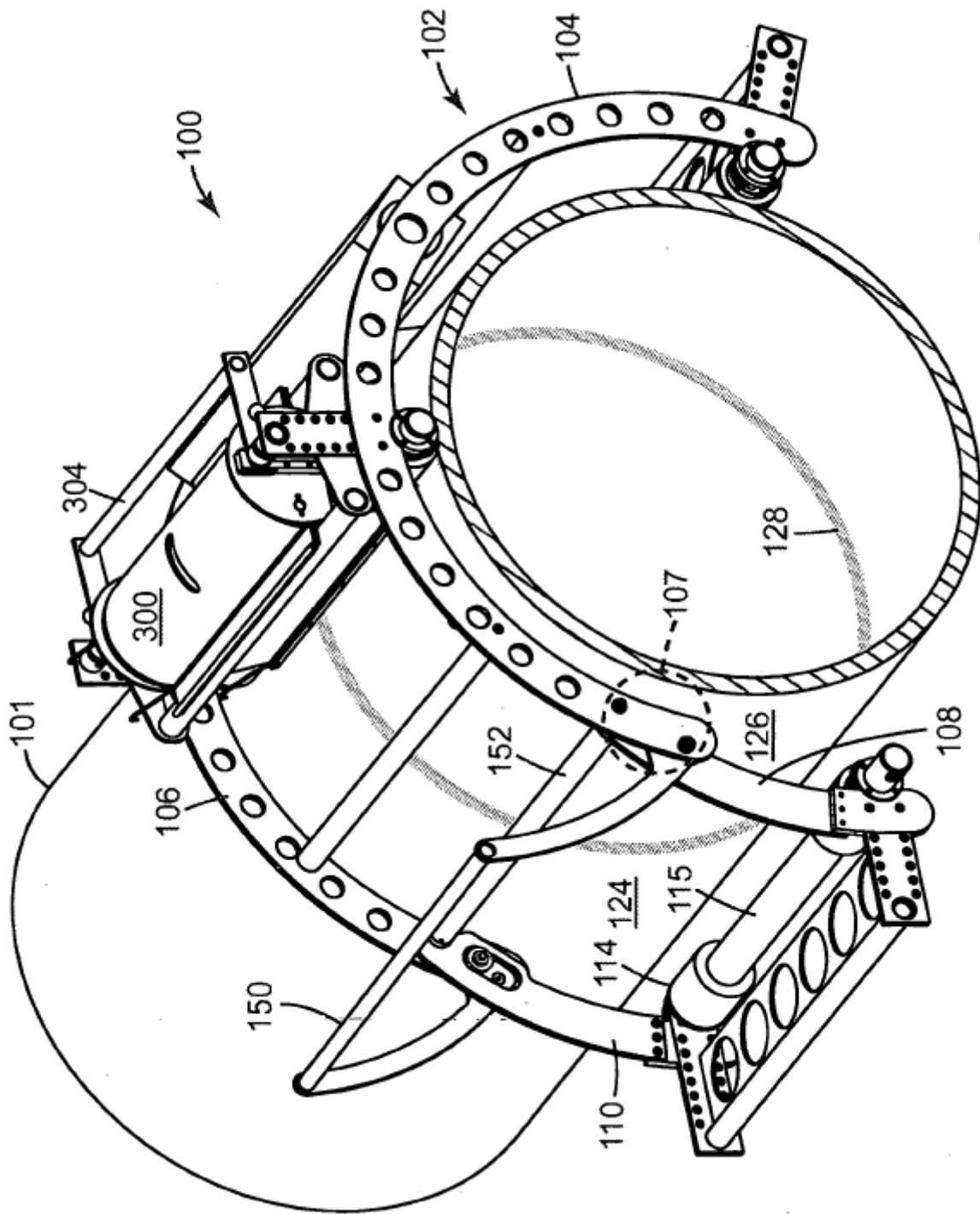
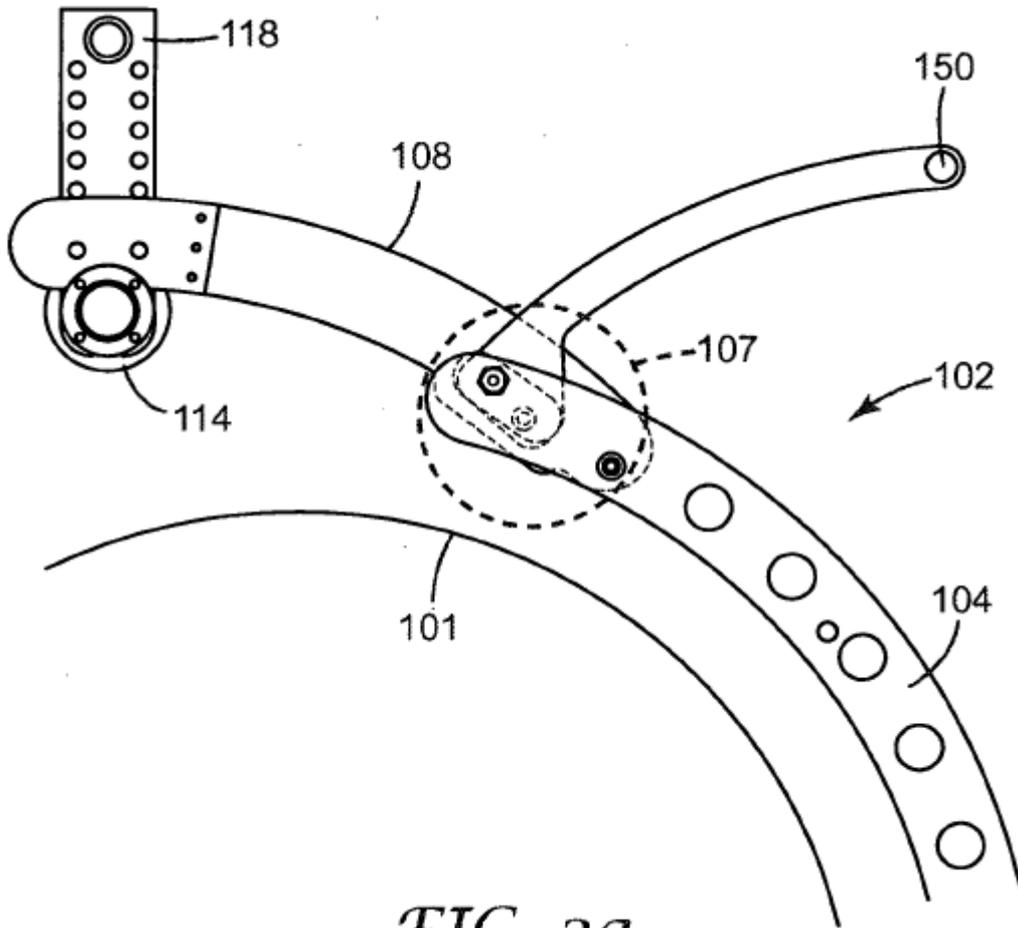
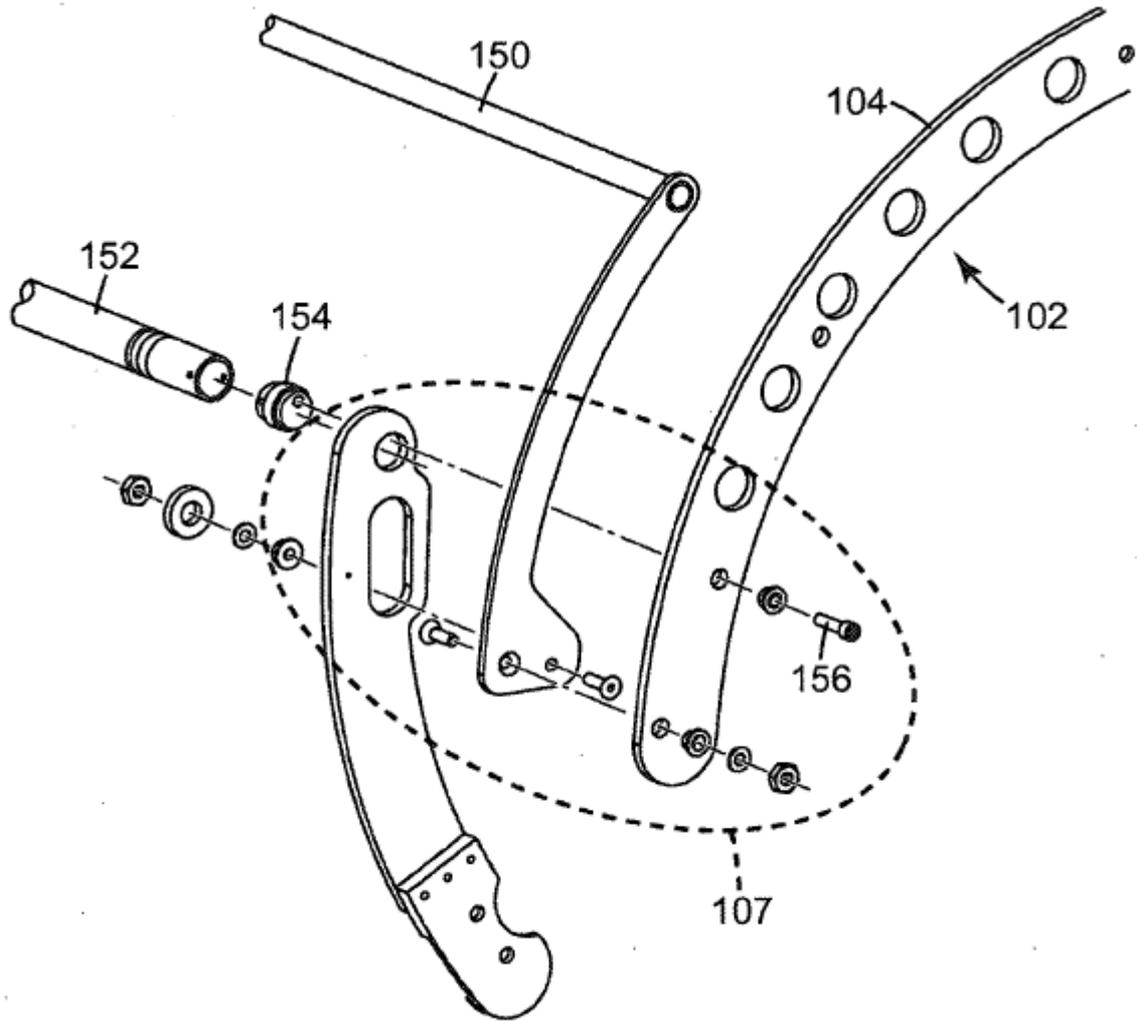


FIG. 2



*FIG. 3a*



*FIG. 3b*

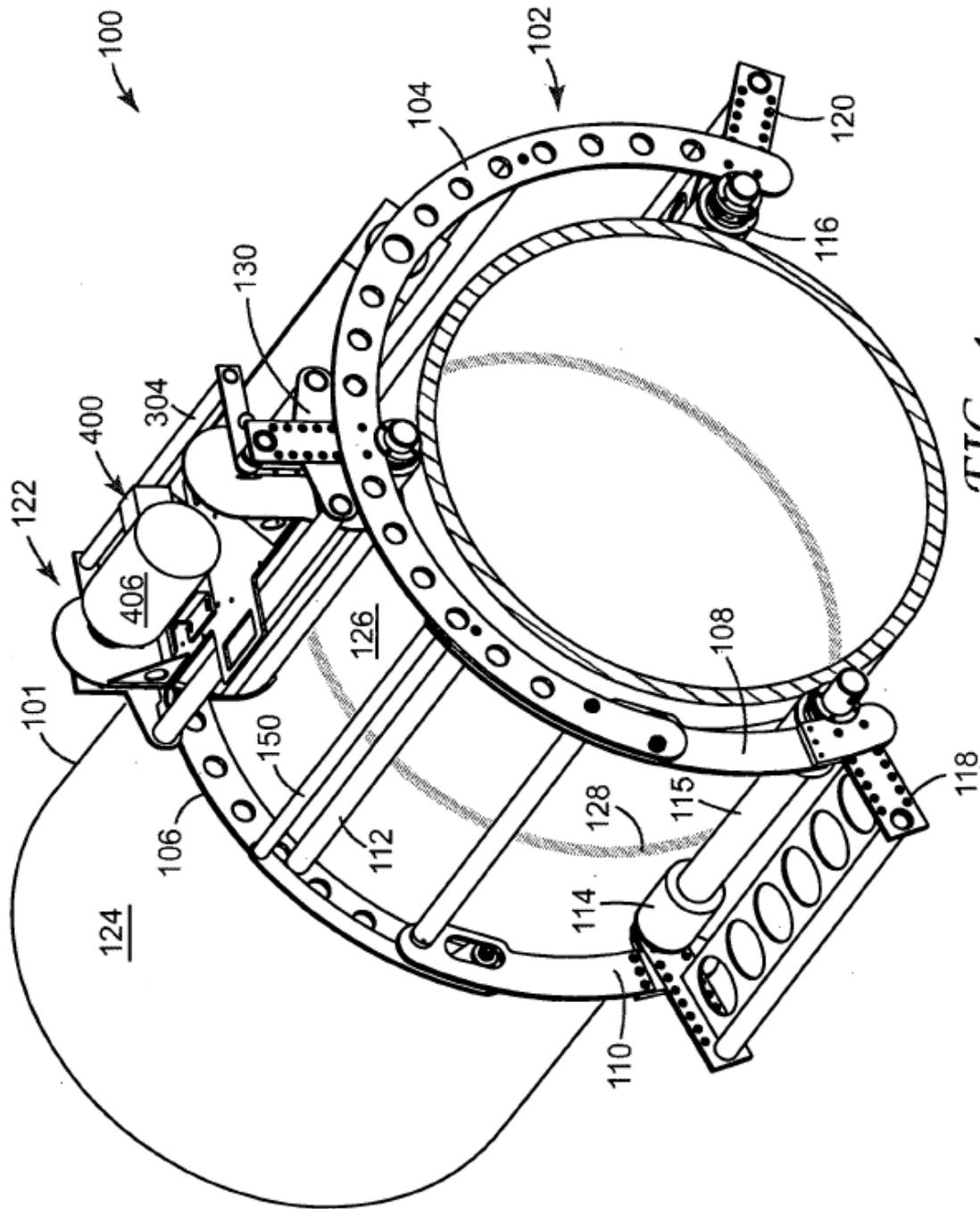


FIG. 4

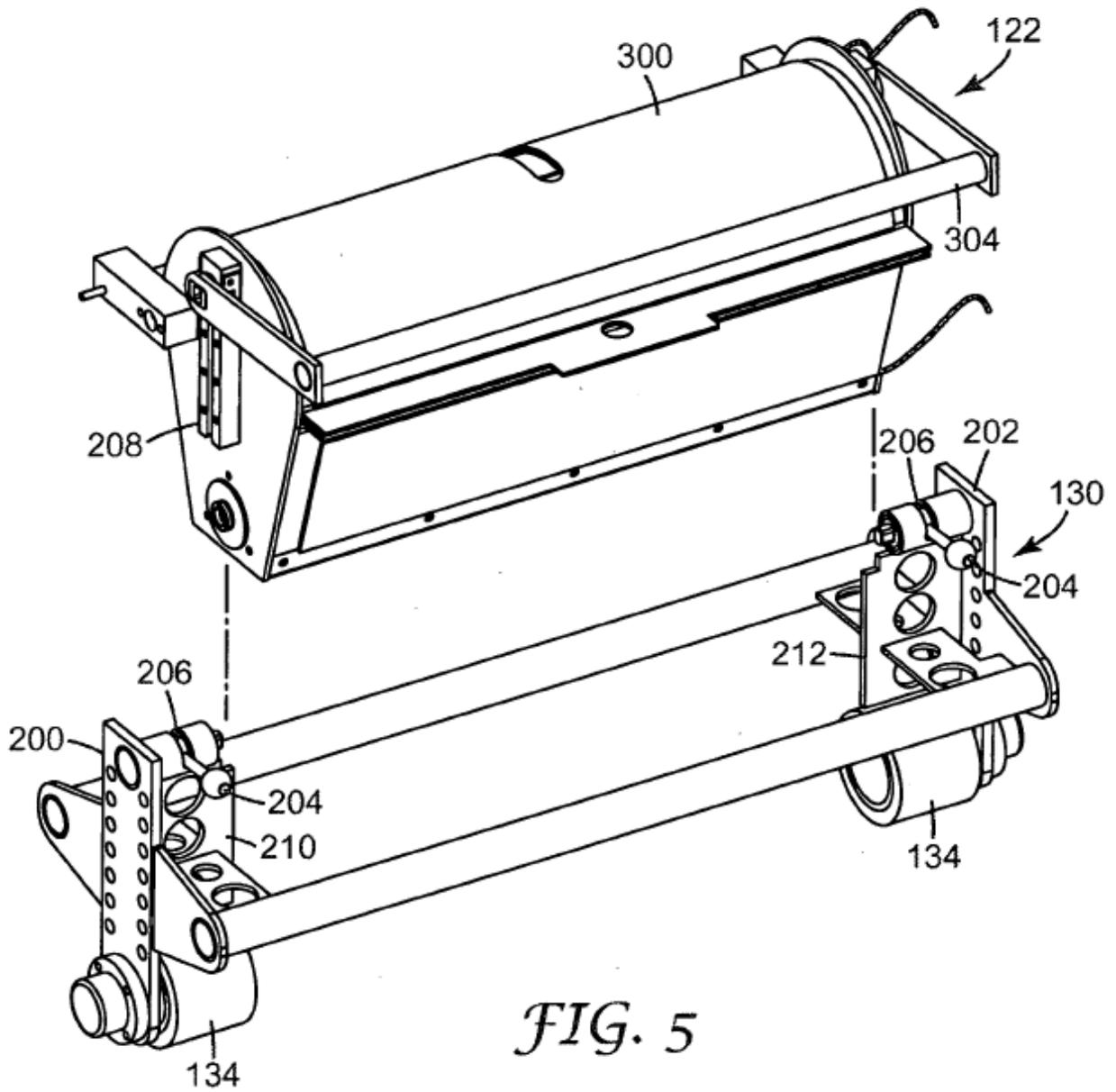
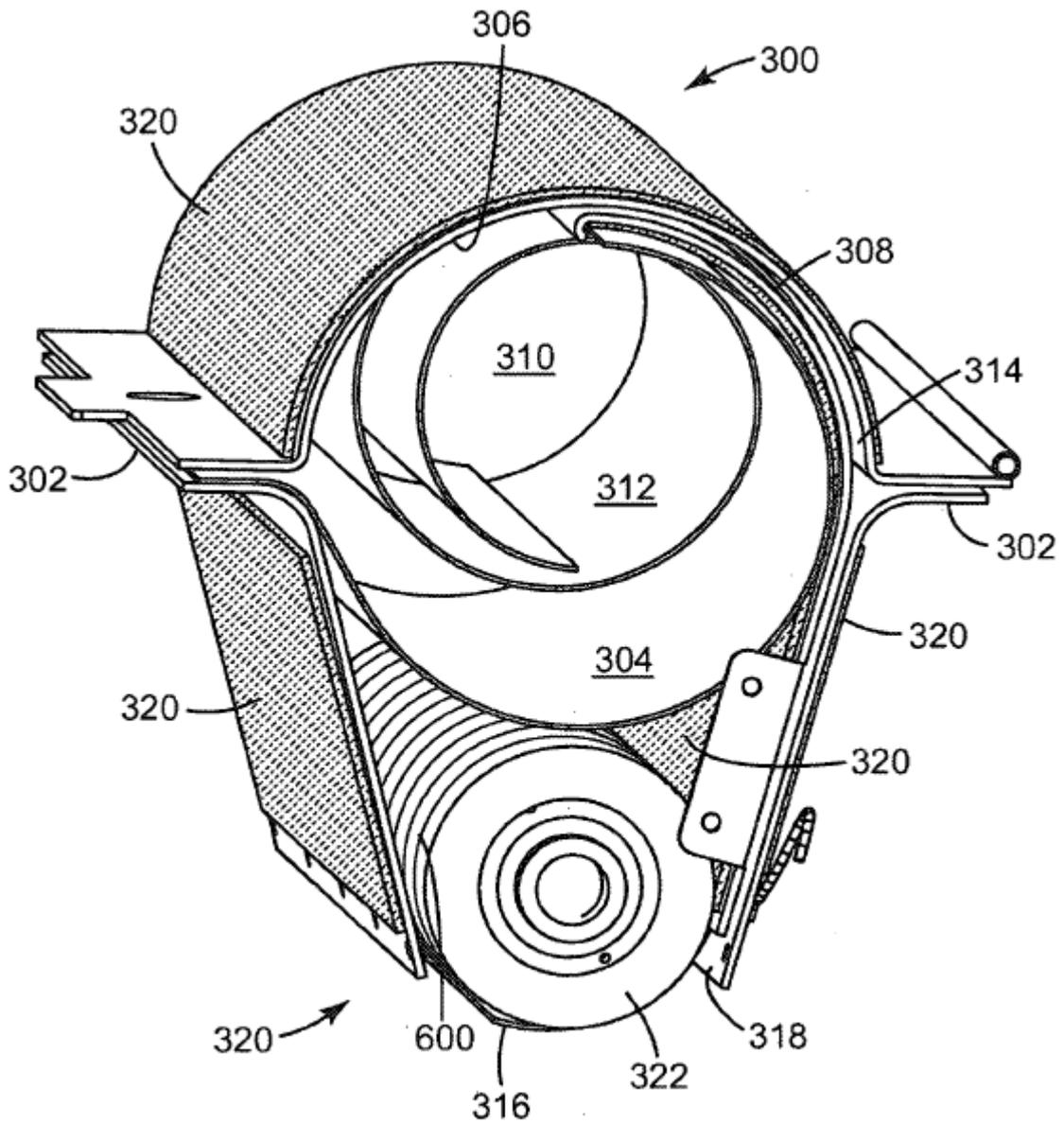
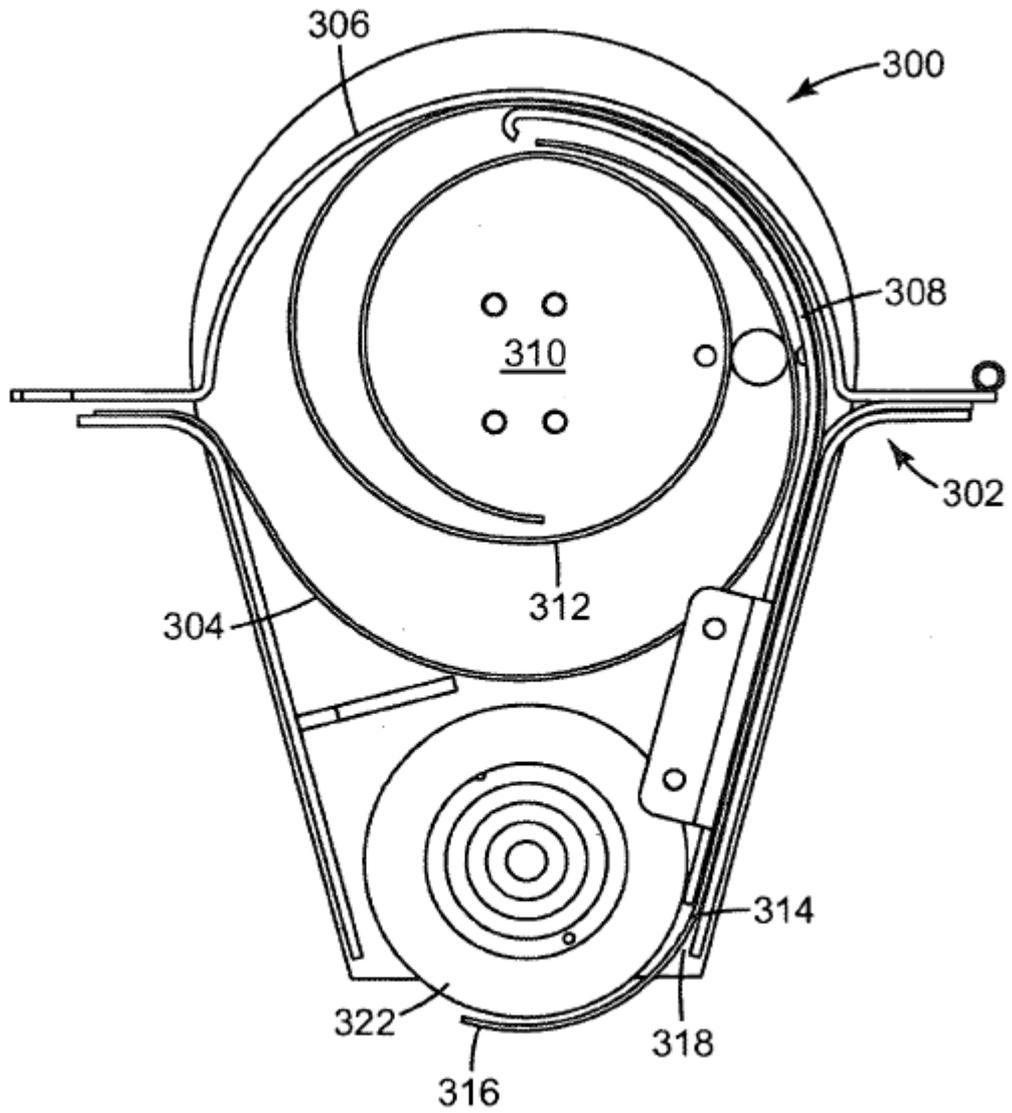


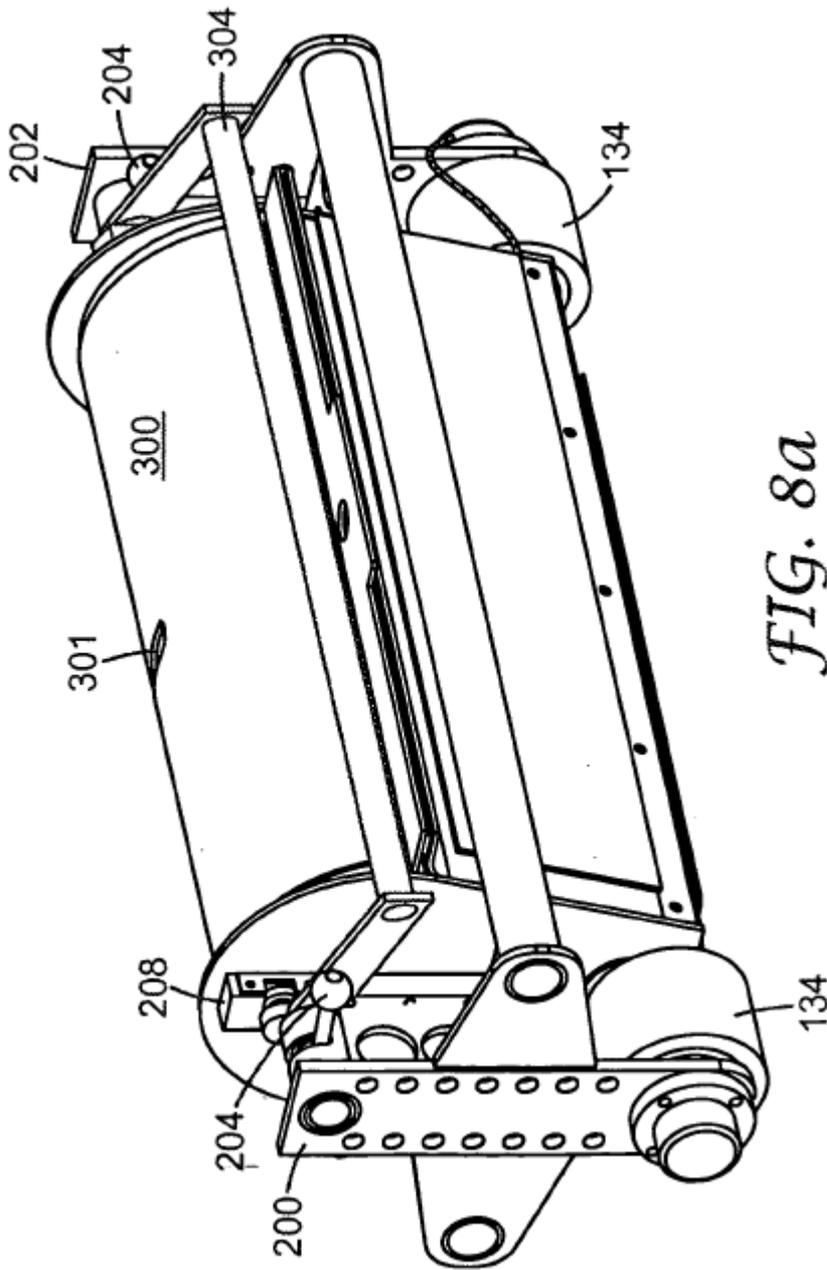
FIG. 5



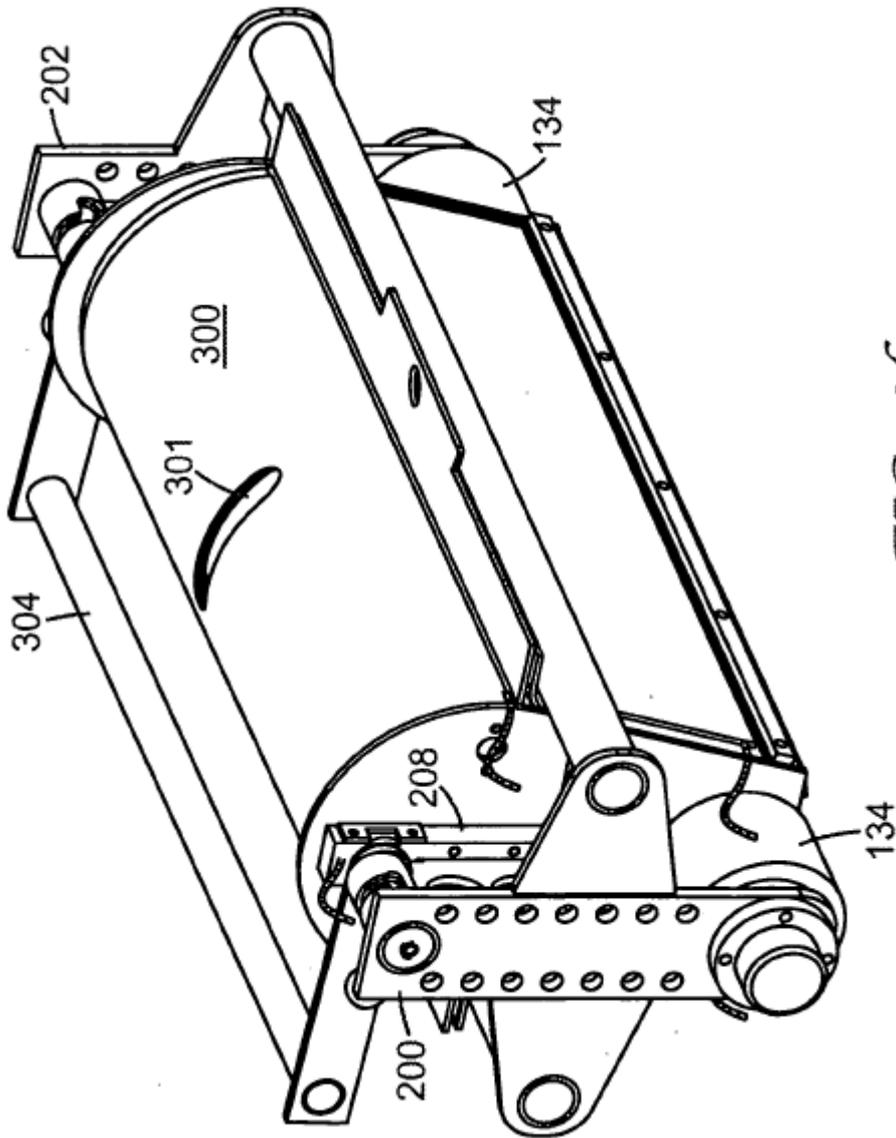
*FIG. 6*



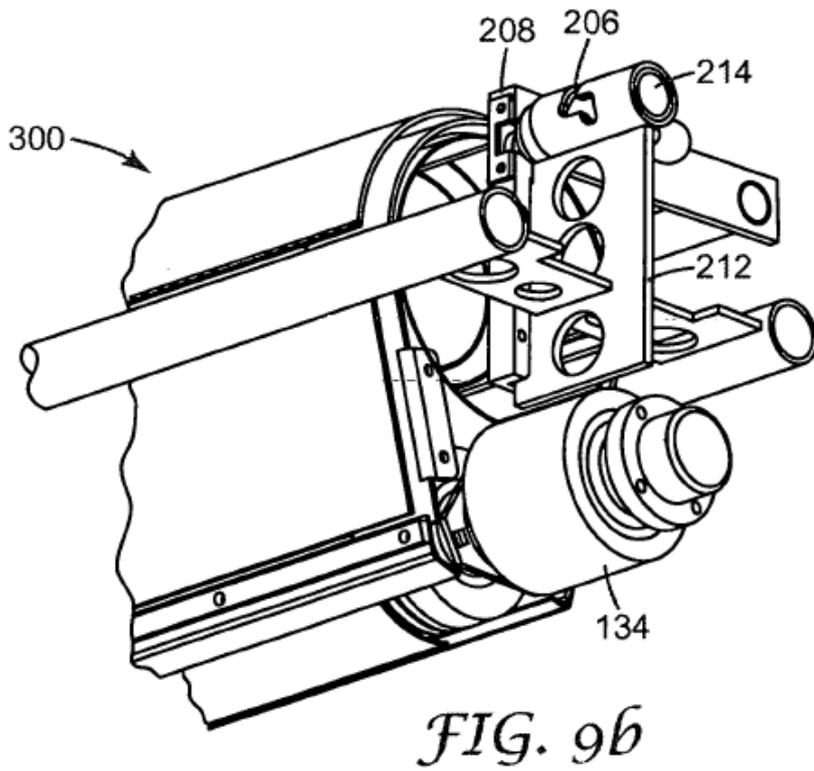
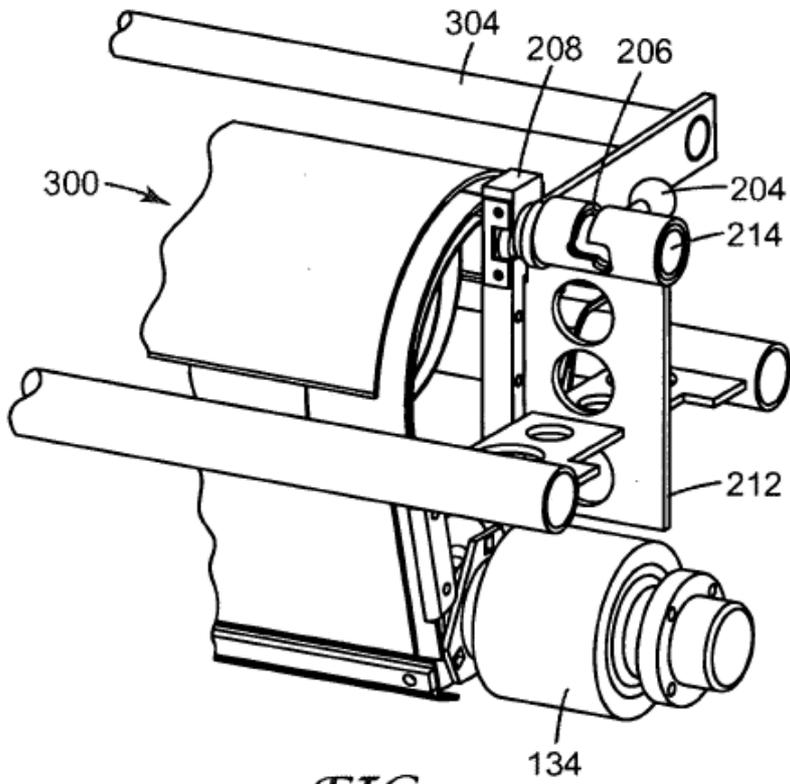
*FIG. 7*



*FIG. 8a*



*FIG. 8b*



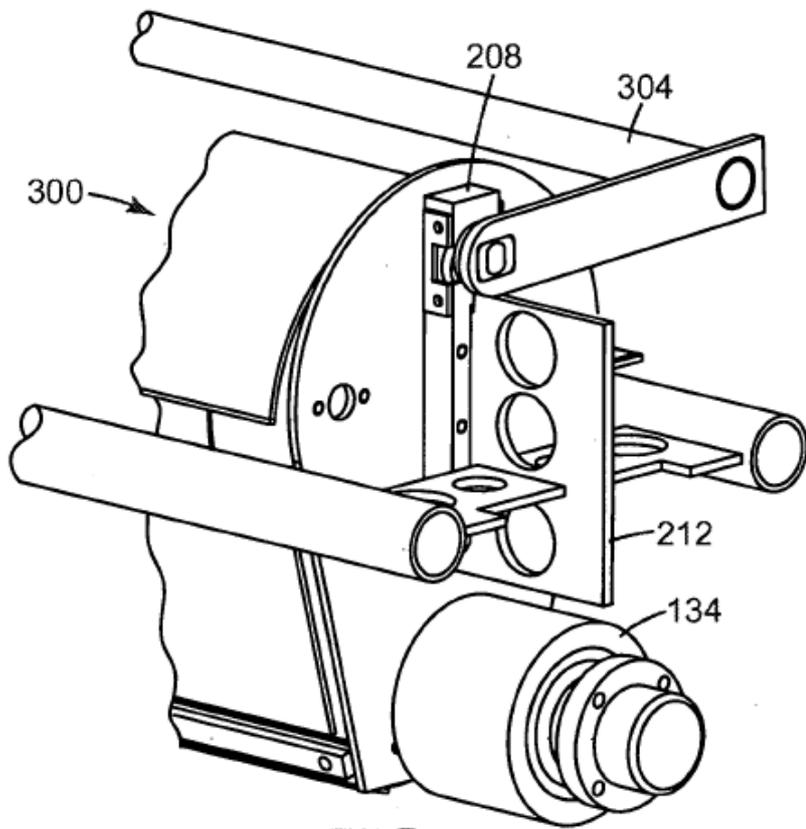


FIG. 9c

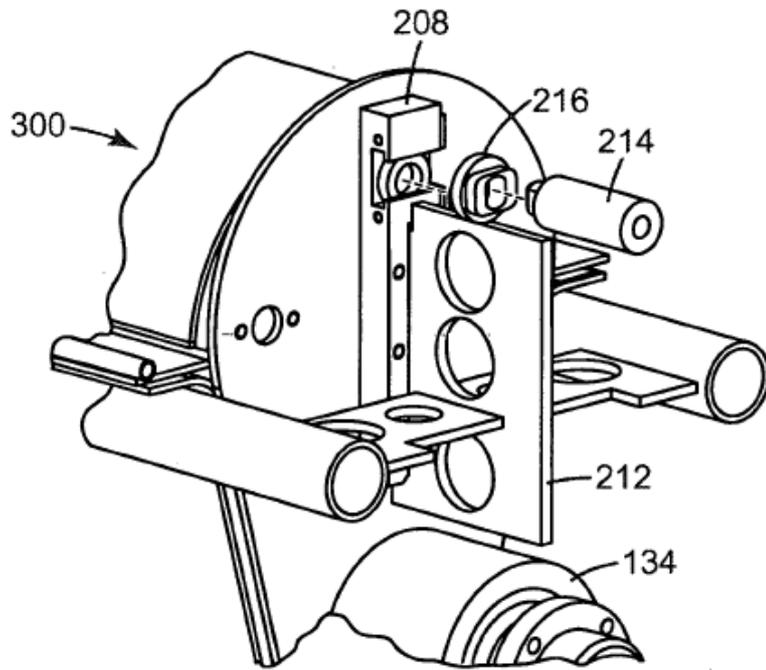
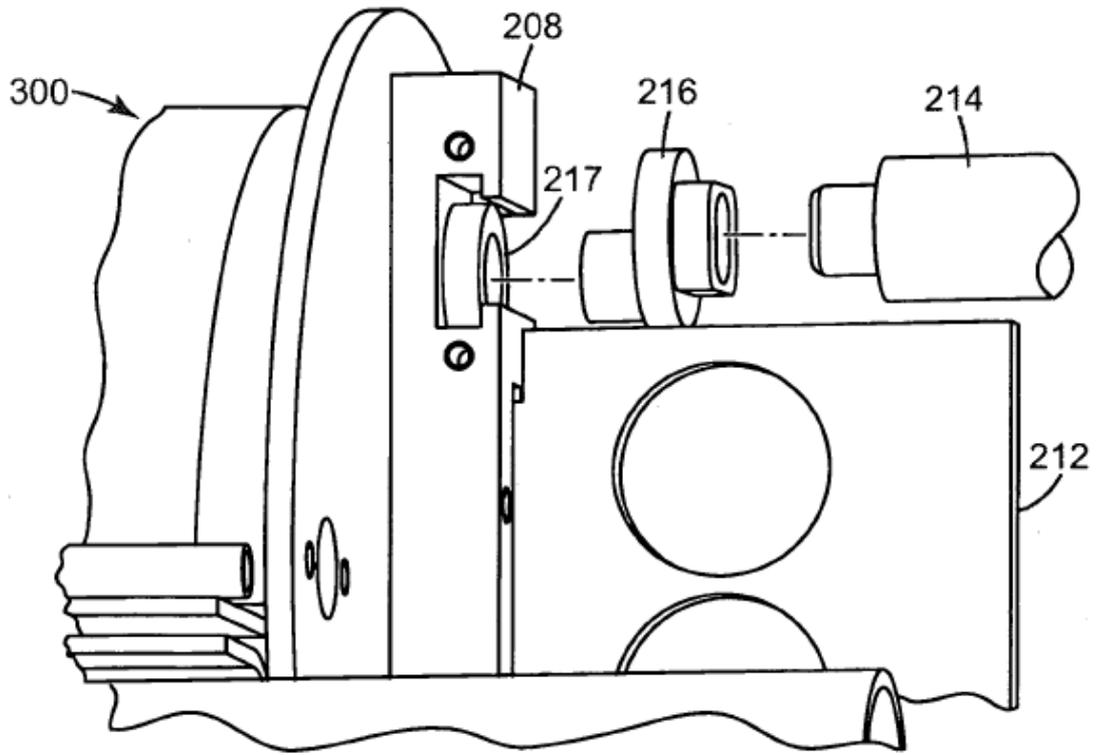
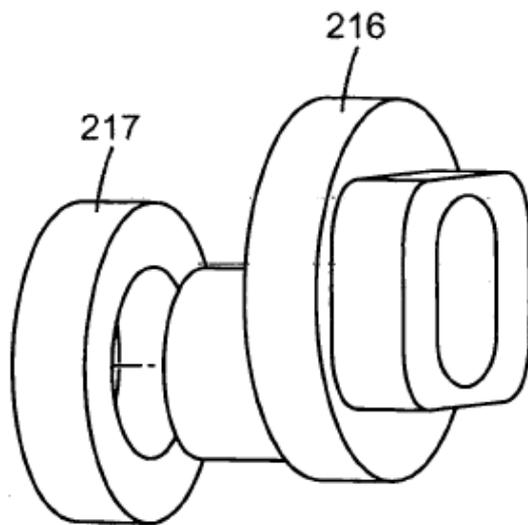


FIG. 9d



*FIG. 9e*



*FIG. 9f*

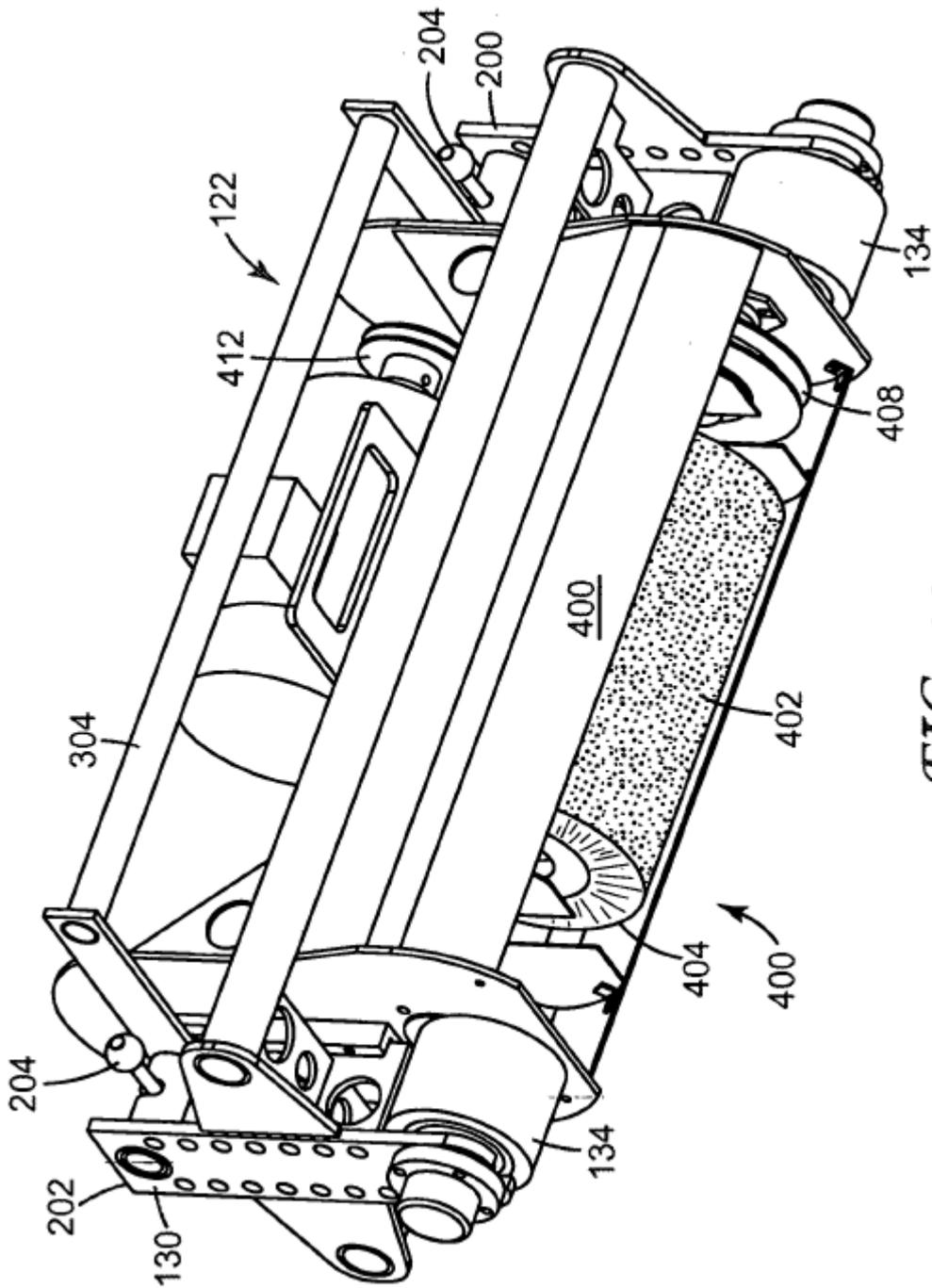


FIG. 10

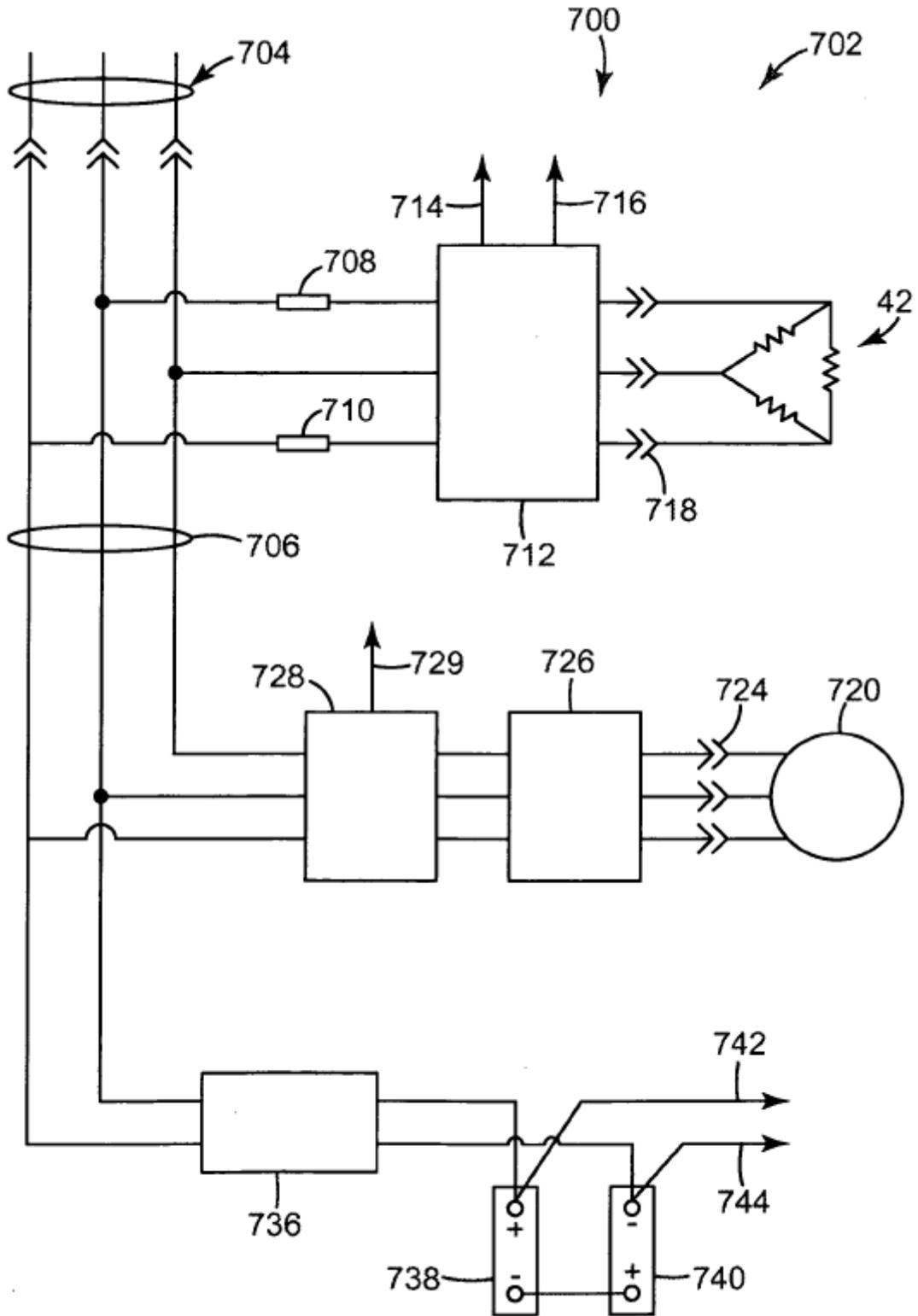


FIG. 11A

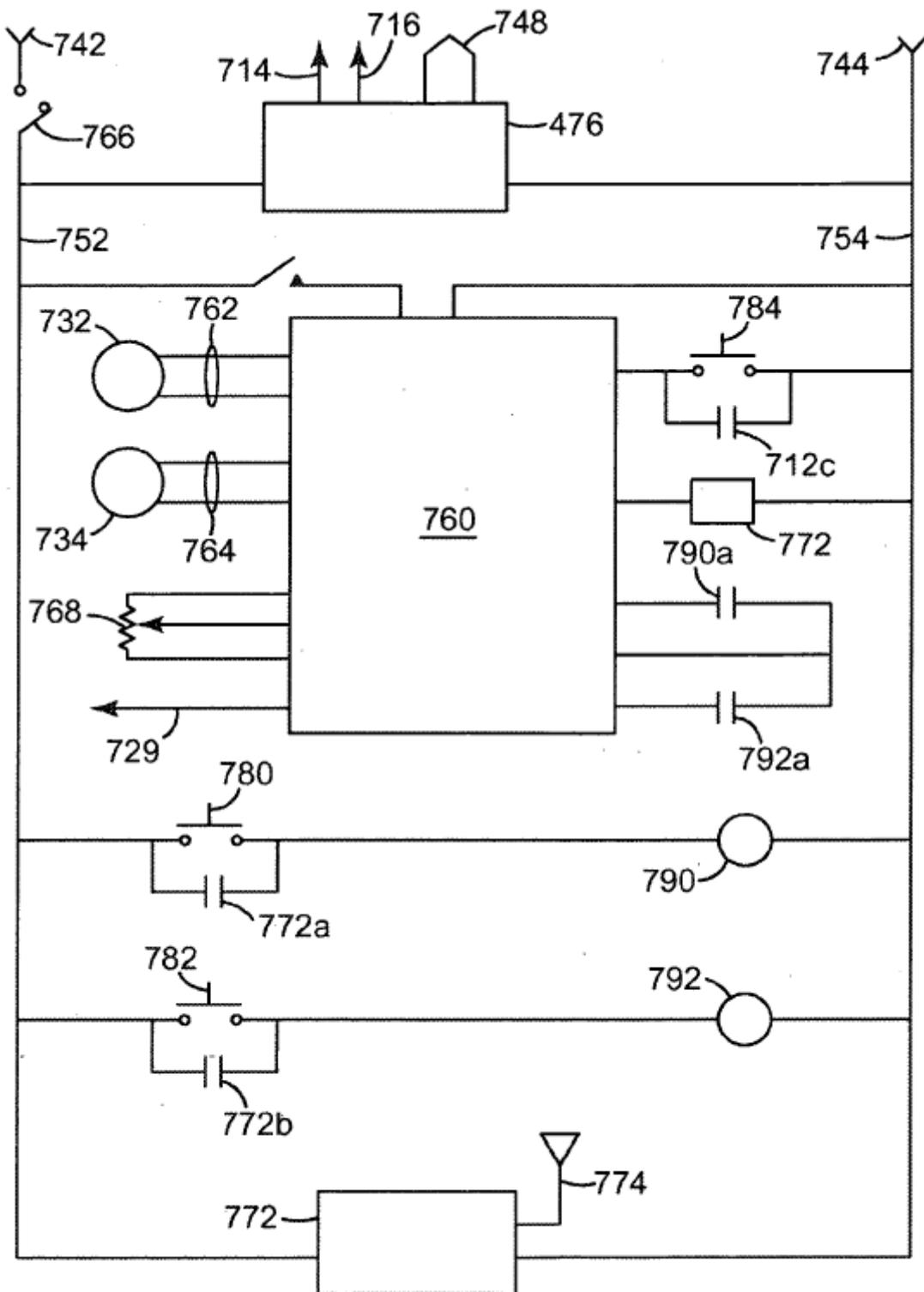
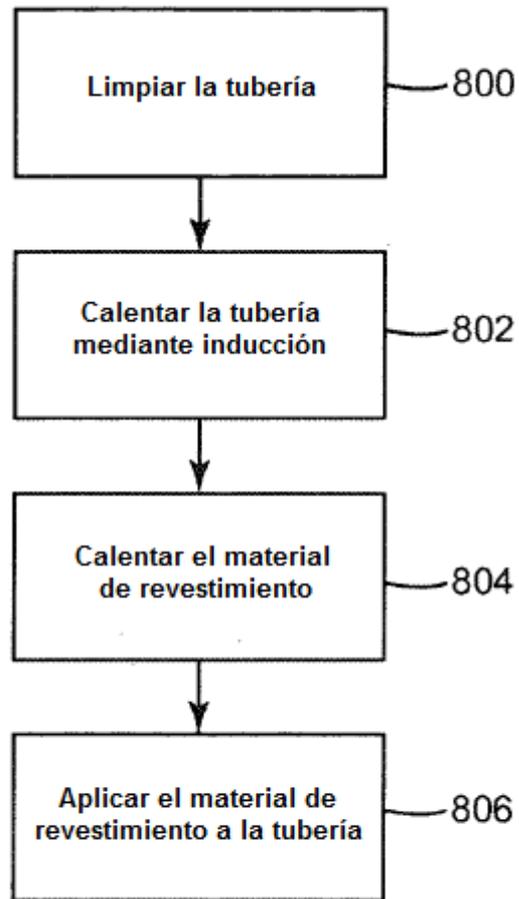


FIG. 11B



*FIG. 12*

PINC
Acero

*FIG. 13A*

Capa superior
PINC
Acero

*FIG. 13B*

PINC
FBE
Acero

*FIG. 13C*

Capa superior
PINC
FBE
Acero

*FIG. 13D*