

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 827 779**

51 Int. Cl.:

B29C 70/32 (2006.01)

B29C 53/58 (2006.01)

B29C 70/86 (2006.01)

B29D 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2016** **PCT/US2016/068182**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.07.2017** **WO17123399**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2016** **E 16885428 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2020** **EP 3402656**

54 Título: **Tubo de par entero compuesto con ojales de metal**

30 Prioridad:

15.01.2016 US 201614996922

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

24.05.2021

73 Titular/es:

**MOOG INC. (100.0%)
Seneca & Jamison Road
East Aurora, NY 14052, US**

72 Inventor/es:

LARSON, LOWELL VAN LUND

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 827 779 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

Tubo de par entero compuesto con ojales de metal

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a tubos de par (a veces denominados ejes de par) utilizados en una línea de transmisión de control de vuelo o de servicio de aeronaves, o en cualquier línea de transmisión que requiera un tubo de par para transmitir par de torsión.

10

Antecedentes de la invención

Un tubo de par transmite cargas de torsión estáticas y dinámicas en aplicaciones de transmisión de energía. Por ejemplo, los tubos de par se utilizan comúnmente en aeronaves para proporcionar transmisión de energía para superficies de control de vuelo de accionamiento y frenado como, p. ej., *flaps* y *slats*, y para accionar las puertas y los cierres de puertas de aeronaves. Cada extremo de un tubo de par puede estar provisto de una característica de acoplamiento configurada para acoplar mecánicamente el tubo de par a otro mecanismo de transmisión en la línea de accionamiento. Por ejemplo, uno o ambos extremos de un tubo de par pueden incluir una brida que tenga una matriz o patrón de orificios para pernos usados para acoplamiento.

20

Para ello, en la industria aeronáutica se utilizan ampliamente los denominados tubos de par “compuestos” fabricados enrollando helicoidalmente o envolviendo estopa de fibra de carbono alrededor de un mandril cilíndrico, en parte porque son más ligeros que los tubos de par metálicos y porque siguen cumpliendo los requisitos de resistencia críticos. Los tubos de par compuestos también ofrecen una mejor rigidez a la flexión y a la torsión. Sin embargo, dado que las características de acoplamiento en los extremos del tubo de par difieren de y son más complejas que la longitud directa del tubo de par entre los extremos, las características de acoplamiento no están formadas de material compuesto envuelto. En lugar de ello, se conoce la fabricación de un accesorio de extremo metálico que incluye la característica de acoplamiento y forma el tubo de par como un ensamblaje híbrido que tiene un par de accesorios de extremo de metálico conectados por un tubo recto de material compuesto envuelto. En este sentido, véanse las patentes US-7.335.108 (Line y col.); US-7.419.435 (Borges y col.); US-7.682.256 (Abrazadera y col.); US-7.874.925 (Dewhurst); y US-8.025.580 (Genot y col.). Los accesorios de extremo metálico agregan peso y es un reto asegurar que la unión entre el material compuesto y cada accesorio de extremo metálico sea fiable y no propenso a fallar bajo carga.

25

La patente US-3.651.661 (Darrow) enseña a fabricar un tubo de par compuesto que tiene bridas de orificios para pernos típicos al colocar capas alternantes de fibra compuesta tendidas sobre un mandril cilíndrico. Las bridas se fabrican doblando los dedos o tiras provistas en las capas de fibra. Esta patente no enseña el enrollado de estopa de fibras.

35

En la patente US-5.397.272 (Smiley y col.) se describe un tubo de par entero compuesto que muestra la envoltura de fibra alrededor de un eje y forma íntegramente dos lengüetas de yugo de una junta universal en un extremo del tubo. Las lengüetas se extienden paralelas entre sí en dirección axial del tubo de par e incluyen orificios respectivos alineados entre sí a lo largo de un eje diametral para recibir un miembro de acoplamiento de la junta universal.

40

Fuera de la técnica del tubo de par, la patente US-8.118.958 (Lunin y col.) enseña un método para fabricar un brazo de salida para un accionador rotatorio al enrollar un filamento de fibra compuesto alrededor de un par de ojales de metal y un inserto de engranaje de metal. Los ojales e inserto de engranaje están soportados sobre un accesorio durante el enrollado. El filamento enrollado se infunde a continuación con resina y la resina se cura. El accesorio se retira para producir un brazo accionador acabado.

45

Los métodos para fabricar un tubo de par compuesto han sido descritos también por DE-4414384 y US-2011/192528.

50

Persiste una necesidad de contar con un tubo de par entero compuesto que tenga bridas con orificios para pernos en sus extremos opuestos, en donde el tubo de par sea económico de fabricar y no requiera accesorios de extremo metálico.

Resumen de la invención

55

La presente invención proporciona un método para fabricar un tubo de par entero compuesto, liviano y de bajo coste que implica una sola etapa de curado estructural. El tubo de par resultante no tiene juntas transmisoras de torsión entre el material compuesto y el metal, y es altamente fiable.

60

Así, según la presente invención, se ha provisto un método como el que se define en la reivindicación 1. Opcionalmente, los ojales de metal pueden instalarse para reforzar los orificios para pernos de la brida.

Según un aspecto de la presente invención, se ha provisto un método como el que se define en la reivindicación 7.

65 Breve descripción de los dibujos

La naturaleza y el modo de funcionamiento de la presente invención se describirán ahora de manera más completa en la siguiente descripción detallada de la invención, tomada con las figuras adjuntas, en las cuales:

- La Fig. 1 es una vista ortogonal de un tubo de par compuesto por lo general incorporado en la presente invención;
- la Fig. 2 es una vista en corte transversal longitudinal que muestra una porción de extremo de un tubo de par compuesto formado según una primera realización de la presente invención;
- la Fig. 3 es una vista en corte transversal longitudinal que ilustra una configuración de fabricación para fabricar el tubo de par compuesto mostrado en la Fig. 2;
- la Fig. 4 es una vista de un extremo de la configuración de fabricación mostrada en la Fig. 3, que ilustra una etapa de enrollamiento helicoidal de un método para fabricar el tubo de par compuesto mostrado en la Fig. 2;
- la Fig. 5A es una vista que mira axialmente hacia un accesorio de extremo de la configuración de fabricación, que ilustra una primera etapa de enrollado de ojal del método de fabricación;
- la Fig. 5B es una vista similar a la de la Fig. 5A, que ilustra una segunda etapa de enrollado de ojal del método de fabricación;
- la Fig. 5C es una vista similar a la de la Fig. 5A, que ilustra una tercera etapa de enrollado de ojal del método de fabricación;
- la Fig. 5D es una vista similar a la de la Fig. 5A, que ilustra una cuarta etapa de enrollado de ojal del método de fabricación;
- la Fig. 6 es una vista similar a la de la Fig. 4 que ilustra una etapa de enrollado helicoidal inverso del método de fabricación;
- la Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar el tubo de par compuesto mostrado en la Fig. 1;
- la Fig. 8 es una vista en corte transversal longitudinal que muestra una porción de extremo de un tubo de par compuesto formado según una segunda realización de la presente invención;
- la Fig. 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar el tubo de par compuesto mostrado en la Fig. 8;
- la Fig. 10 es una vista en corte transversal longitudinal que muestra una porción de extremo de un tubo de par compuesto formado según una tercera realización no reivindicada en la presente invención; y
- la Fig. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar el tubo de par compuesto mostrado en la Fig. 10.

Descripción detallada de la invención

- La Fig. 1 ilustra un tubo 10 de par compuesto formado por un método de la presente invención. El tubo 10 de par compuesto comprende, por lo general, un par de acoplamientos 14 de extremo conectados por una porción 12 de tubo intermedio. El carácter de referencia A denota un eje longitudinal del tubo 10 de par. Cada acoplamiento 14 de extremo incluye una brida 16 que se extiende radialmente hacia fuera con respecto a una superficie cilíndrica exterior de la porción 12 de tubo, y una pluralidad de orificios 18 para pernos a través de la brida 16 para usar al unir el acoplamiento 14 de extremo a otra parte del sistema de accionamiento de transmisión. En las realizaciones descritas en la presente memoria, cada acoplamiento 14 de extremo tiene cuatro orificios 18 para pernos; sin embargo, se pueden proveer más o menos orificios para pernos dependiendo de la aplicación de uso final particular y los requerimientos de diseño. Un ojal metálico 20 de dos piezas puede disponerse opcionalmente en cada orificio 18 para pernos para reforzar y proteger la superficie interior del orificio para pernos frente a la fuerza de apriete del perno. El tubo 10 de par se forma completamente de material compuesto reforzado con fibra, salvo los ojales metálicos 20 opcionales.

- La Fig. 2 muestra una porción de extremo del tubo 10 de par compuesto con mayor detalle para ilustrar una primera realización de la presente invención. Como se describirá a continuación, el tubo 10 de par compuesto de la primera realización se forma utilizando una manga 22 de extremo pretejida en cada extremo y un enrollamiento de estopa 30 de fibra que se fusiona con cada manga 22 de extremo. Las fibras constituyentes de las mangas 22 de extremo y el enrollamiento de estopa 30 de fibra residen en una matriz de resina termoendurecible que se cura completamente a una temperatura elevada al someterse a una reacción química irreversible en la que la reticulación de las moléculas de resina convierte la resina en un sólido estable (la etapa C), donde el curado integra las mangas 22 de extremo y el enrollamiento 30 de estopa de fibra en un material compuesto estructural sólido. Las fibras usadas para tejer las mangas 22 de extremo, y las fibras en el enrollamiento 30 de estopa de fibra pueden estar preimpregnadas con la matriz de resina termoendurecible que está parcialmente curada hasta una etapa B de curado para proporcionar un material de fibra compuesto que se espesa y es algo pegajoso en comparación con el material laminado no curado "húmedo". Como alternativa a utilizar el material de fibra preimpregnado, puede utilizarse estopa de fibra seca para formar las mangas 22 de extremo y el enrollamiento 30, y las fibras constituyentes pueden infundirse al vacío después de tejerse y enrollarse con una matriz de resina termoendurecible. Las fibras pueden incluir, por ejemplo, fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de boro y/o fibras cerámicas.

Cada manga 22 de extremo está configurada para incluir un vástago 24 que se extiende axialmente, una capa 26 de brida radialmente ampliada en un extremo distal del vástago, un conducto 27 a través de la capa 26 de brida y el vástago 24 para recibir una porción de extremo de un mandril M (véase la Fig. 3), y una pluralidad de orificios 28 para pernos a través de la capa 26 de brida.

A continuación, se describirá un método para fabricar un tubo 10 de par según la primera realización con referencia al diagrama de flujo de la Fig. 7 y con referencia adicional a las Figs. 3-6. En una etapa inicial 50, se provee al menos una manga 22 de extremo pretejida. En la etapa 54, la manga 22 de extremo se coloca sobre un mandril cilíndrico M. Luego, según la etapa 58, un accesorio F de extremo se coloca sobre el mandril M en contacto con la capa 26 de brida de la manga 22 de extremo. El accesorio F de extremo incluye una pluralidad de aberturas FO, respectivamente, alineadas con la pluralidad de orificios 28 para pernos de la manga 22 de extremo. La configuración de fabricación también incluye la etapa 62 de insertar una pluralidad de formas E de ojal respectivamente a través de la pluralidad de orificios 28 para pernos de la manga 22 de extremo y en las diversas aberturas FO en el accesorio F de extremo. Esta disposición se puede ver, por ejemplo, en la Fig. 3.

El método continúa en la etapa 66 con el enrollado de estopa 30 de fibra alrededor del mandril M, el vástago 24 de la manga 22 de extremo, y la pluralidad de las formas E de ojales. La etapa 66 de enrollamiento se ilustra en las Figs. 4-6. La estopa 30 de fibra se enrolla helicoidalmente alrededor del mandril M, de manera que se aproxime a la manga 22 de extremo en una dirección axial, como se muestra en la Fig. 4. El enrollamiento helicoidal continúa hasta que la estopa 30 de fibra se enrolla alrededor del vástago 24 y alcanza la capa 26 de brida. Después, la estopa 30 de fibra se enrolla alrededor de dos de la pluralidad de las formas E de ojal como se ilustra en la Fig. 5A. Más específicamente, la estopa 30 de fibra se separa del vástago 24 y se enrolla parcialmente alrededor de una primera de las formas E1 de ojal. Como puede observarse, la estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial exterior a la primera forma E1 de ojal. La estopa 30 de fibra de la primera forma E1 de ojal se enrolla parcialmente alrededor de una segunda de las formas E2 de ojal y avanza nuevamente al vástago 24 de la manga 22 de extremo. Como se muestra en la Fig. 5A, la estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial interior a la segunda forma E2 de ojal, y la estopa de fibra que sale de la segunda forma E2 de ojal puede cruzar la estopa de fibra próxima a la segunda forma de ojal E2 cuando se observa en la dirección axial hacia la capa 26 de brida. La etapa 66 de enrollado continúa por el enrollamiento helicoidal de la estopa 30 de fibra alrededor del vástago 24 y el mandril M en una dirección axial lejos de la capa 26 de brida.

Como se entenderá, puede proporcionarse otra manga 22 de extremo en el mandril M en una ubicación que corresponde a un extremo opuesto del tubo 10 de par, y el patrón de enrollamiento descrito anteriormente puede repetirse en forma de imagen espejo, ya que la estopa 30 de fibra se acerca a la manga de extremo opuesta. El enrollamiento helicoidal continúa hacia la primera manga 22 de extremo. Una vez la estopa 30 de fibra alcanza la capa 26 de brida, el patrón de enrollado de ojal descrito anteriormente para la primera y segunda formas E1 y E2 de ojal se repite para formar la segunda forma E2 de ojal y una tercera forma E3 de ojal como se ilustra en la Fig. 5B. La estopa 30 de fibra se separa del vástago 24 y se enrolla parcialmente alrededor de la segunda forma E2 de ojal. La estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial exterior a la segunda forma E2 de ojal. La estopa 30 de fibra de la segunda forma E2 de ojal se enrolla parcialmente alrededor de la tercera forma E3 de ojal, y avanza nuevamente al vástago 24 de la manga 22 de extremo. Como se muestra en la Fig. 5B, la estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial interior a la tercera forma E3 de ojal, y la estopa de fibra que abandona la tercera forma E3 de ojal puede atravesar la estopa de fibra próxima a la tercera forma E3 de ojal al observar en la dirección axial hacia la capa 26 de brida.

El enrollamiento helicoidal continúa axialmente a lo largo del vástago 24 y el mandril M lejos de la manga 22 de extremo ilustrada, y un patrón de enrollamiento de imagen de espejo puede formarse en el extremo opuesto antes de que la estopa 30 de fibra se enrolle de nuevo helicoidalmente alrededor del mandril M de regreso hacia la manga 22 de extremo ilustrada. Una vez la estopa 30 de fibra vuelve a la capa 26 de brida, el patrón de enrollamiento de ojal descrito anteriormente se repite para formar la tercera forma E3 de ojal y una cuarta forma E4 de ojal como se ilustra en la Fig. 5C. La estopa 30 de fibra se aparta del vástago 24 y se enrolla parcialmente alrededor de la tercera forma E3 de ojal. La estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial exterior a la tercera forma E3 de ojal. La estopa 30 de fibra se aparta de la tercera forma E3 de ojal y se enrolla parcialmente alrededor de la cuarta forma E4 de ojal antes de volver al vástago 24 de la manga 22 de extremo. La estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial interior a la cuarta forma E4 de ojal, y la estopa de fibra que sale de la cuarta forma E4 de ojal puede cruzar la estopa de fibra próxima a la cuarta forma E4 de ojal cuando se observa en la dirección axial hacia la capa 26 de brida.

La estopa 30 de fibra se enrolla helicoidalmente hacia el extremo opuesto, en donde el patrón de enrollado de la forma de ojal puede repetirse en imagen de espejo, y luego se enrolla de nuevo en forma helicoidal hacia la manga 22 de extremo ilustrada. Una vez la estopa 30 de fibra vuelve a la capa 26 de brida, el patrón de enrollamiento de ojal descrito anteriormente se repite para formar la cuarta forma E4 de ojal y una primera forma E1 de ojal como se ilustra en la Fig. 5D. La estopa 30 de fibra se aparta del vástago 24 y se enrolla parcialmente alrededor de la cuarta forma E4 de ojal. La estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial exterior a la cuarta forma E4 de ojal. La estopa 30 de fibra se aparta de la cuarta forma E4 de ojal y se enrolla parcialmente alrededor de la primera forma E1 de ojal antes de volver al vástago 24. La estopa 30 de fibra puede tener un planteamiento tangencial interior a la primera forma E1 de ojal, y la estopa de fibra que sale de la primera forma E1 de ojal puede cruzar la estopa de fibra próxima a la primera forma E1 de ojal cuando se observa en la dirección axial hacia la capa 26 de brida.

Como se comprenderá, el patrón de enrollamiento descrito anteriormente continúa de manera repetida hasta que el material se acumula para formar los acoplamientos 14 de extremo y la porción 12 de tubo. Los expertos en la técnica reconocerán que el ángulo de enrollamiento helicoidal de la estopa 30 de fibra puede variar durante la etapa de enrollado para lograr la resistencia y características de flexión deseadas. El enrollado de la estopa de fibra puede llevarse a cabo utilizando una máquina herramienta convencional operada para hacer girar el mandril M y los accesorios F de extremo alrededor de su eje A longitudinal común como un torno, mientras que un alimentador de estopa de fibra se mueve de forma alterna hacia adelante y hacia atrás en la dirección axial para alimentar estopa de fibra al conjunto giratorio para lograr un patrón de devanado predeterminado a medida que el conjunto giratorio recoge la estopa de fibra. Cuando se completa la etapa 66 de envoltura de la estopa de fibra, se forma un conjunto envuelto con fibra que incluye el mandril M, los accesorios F de extremo que incluyen las formas E1 a E4 de ojal, mangas 22 de extremo y la estopa 30 de fibra envuelta.

La etapa 70 representa un bloque de decisión para el flujo de ramificación dependiendo de si se usa o no estopa de fibra preimpregnada. Si se utiliza estopa de fibra preimpregnada, la estopa 30 de fibra envuelta y las mangas 22 de extremo ya incluyen una resina de matriz en una condición de etapa B parcialmente curada. En ese caso, el método de fabricación se dirige directamente a la etapa 78 de curado. Si se utiliza estopa de fibra seca, una matriz de resina debe añadirse a la estopa 30 de fibra envuelta y las mangas 22 de extremo tejidas realizando una etapa 74 de infusión de resina como es conocido en la técnica de fabricación de compuestos, y el flujo se dirige a una etapa 78 de curado.

La etapa siguiente 78 es el curado de la matriz de resina que contiene la estopa 30 de fibra envuelta y mangas 22 de extremo de fibra tejida hasta que la resina se cure por completo hasta una condición de etapa C. Antes del curado, el conjunto de compuesto puede ser termoencogido con una cinta de envasado retráctil o trabajarse al vacío para eliminar los volátiles y el aire atrapado como se conoce en la técnica de la fabricación de compuestos. El curado se puede realizar a una temperatura elevada colocando el conjunto en un horno. Alternativamente, el curado se puede realizar en un autoclave. El protocolo de curado dependerá del tamaño y la configuración del tubo 10 de par y del tipo de estopa de fibra y resina que se utilice. Una vez que el material de estopa de fibra y resina está completamente curado, el conjunto se retira del horno o autoclave y la envoltura retráctil o la bolsa de vacío se retira.

En la etapa 82, las formas E1 a E4 de ojal y los accesorios F de extremo se eliminan, y el mandril M es retirado deslizándolo axialmente fuera del conjunto. La estructura restante comprende un tubo 10 de par entero compuesto. El tubo de par entero compuesto puede estar en forma acabada sin los ojales metálicos en los orificios 18 para pernos. De forma alternativa, si se desean ojales 20 de metal para proteger y reforzar los orificios 18 para pernos, los ojales 20 pueden instalarse en una etapa opcional 86. Los ojales 20 pueden ser ojales de metal de dos piezas situados a través de los orificios 18 para pernos y engarzados utilizando un útil de engaste.

Se hace referencia ahora a las Figs. 8 y 9 que ilustran un tubo 110 de par y un método de fabricación según una segunda realización de la presente invención. El tubo 110 de par está formado con una forma generalmente similar al tubo 10 de par de la primera realización, salvo que las mangas 22 de extremo pretejidas no son útiles para formar acoplamientos 14 de extremo. En lugar de ello, toda la estructura compuesta de tubo 110 de par, incluyendo empalmes 14 de extremo, se forma completamente mediante el enrollado de la estopa 130 de fibra directamente alrededor del mandril M y alrededor de las formas E de ojal sujetas por el accesorio F. Como en la primera realización, los ojales 20 de metal pueden proporcionarse para proteger los orificios 18 para pernos.

El diagrama de flujo de la Fig. 9 ilustra un método para fabricar un tubo de par 110 según la segunda realización. En una etapa inicial 150, al menos un accesorio F de extremo se coloca en el mandril M. La etapa 154 incluye insertar una pluralidad de formas E de ojal respectivamente en la pluralidad de aberturas FO en el accesorio F de extremo. Luego, en la etapa 158, la estopa 130 de fibra se enrolla alrededor del mandril M y las formas E de ojal. El mismo patrón de enrollado descrito anteriormente en relación con la etapa 66 de la primera realización se puede usar para la segunda realización. Si la estopa 130 de fibra es estopa de fibra preimpregnada, la etapa 162 de decisión avanza el flujo a una etapa 170 de curado. Si la estopa 130 de fibra es estopa de fibra seca, entonces la etapa 162 de decisión dirige el flujo a la etapa 166 de infusión de resina antes de pasar el flujo a la etapa 170 de curado. Después de que el curado se ha completado, las formas E de ojal, accesorio F de extremo y mandril M se eliminan en la etapa 174. La estructura restante comprende un tubo 110 de par entero compuesto. El tubo de par entero compuesto puede estar en forma acabada sin ojales 20 de metal, o los ojales 20 de metal pueden instalarse en una etapa opcional 178 para proteger y reforzar los orificios 18 para pernos.

Las Figs. 10 y 11 ilustran un tubo 210 de par y un método de fabricación según una tercera realización de la presente invención. El tubo 210 de par está formado de un modo generalmente similar al tubo 10 de par de la primera realización, salvo que las mangas 22 de extremo pretejidas se sustituyen por una manga 222 de extremo modificada que tiene un vástago 224 que crece radialmente y se fusiona con una brida 226 axialmente espesada para formar los acoplamientos 14 de extremo. Por lo tanto, en el tubo 210 de par, cada acoplamiento 14 de extremo se forma completamente por la manga 222 de extremo pretejida, y la porción 12 de tubo se forma enrollando una estopa 230 de fibra alrededor del mandril M y parte 224 del vástago.

Un método para fabricar un tubo 210 de par según la tercera realización no reivindicada en la presente invención se ilustra mediante el diagrama de flujo de la Fig. 11. En una etapa inicial 250, se provee al menos una manga 222 de extremo pretejida. En la etapa 254, la manga 222 de extremo se coloca en un mandril cilíndrico M. La etapa 258 representa una

- etapa opcional en donde los ojales 20 de metal se instalan en los orificios 228 para pernos. A continuación, en la etapa 262, la estopa 230 de fibra se enrolla alrededor del mandril M y el vástago 224 de la manga 222 de extremo. Para la tercera realización, la etapa 262 de enrollado se simplifica en relación con las realizaciones anteriores e implica el enrollamiento helicoidal de un lado a otro a lo largo del mandril M. Si la estopa 230 de fibra es estopa de fibra preimpregnada, la etapa 266
- 5 de decisión avanza el flujo a la etapa 274 de curado. Si la estopa 230 de fibra es estopa de fibra seca, entonces la etapa 266 de decisión dirige el flujo a la etapa 270 de infusión de resina antes de pasar el flujo a la etapa 274 de curado. Después de completar el curado de la manga 222 de extremo y la estopa 230 de fibra envuelta, el mandril M se retira en la etapa 278. La estructura restante comprende un tubo 210 de par entero compuesto que tiene ojales 20 de metal opcionales.
- 10 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con realizaciones ilustrativas, la descripción detallada no pretende limitar el alcance de la presente invención a las formas particulares indicadas. La presente invención pretende cubrir aquellas alternativas, modificaciones y equivalentes de la realización descrita que pueden incluirse dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un tubo (10, 110) de par compuesto, comprendiendo el método las etapas de:
proporcionar un mandril cilíndrico (M);
5 colocar un accesorio (F) de extremo en el mandril (M), incluyendo el accesorio (F) de extremo una superficie de soporte radialmente ampliada con respecto a una superficie exterior del mandril (M) y una pluralidad de aberturas (FO) a través de la superficie de soporte;
insertar una pluralidad de formas (E) de ojal respectivamente en la pluralidad de aberturas (FO) del accesorio (F) de extremo;
10 enrollar una estopa de fibra alrededor (30, 130) del mandril (M) y la pluralidad de formas (E) de ojal;
infundir la estopa (30, 130) de fibra enrollada con una matriz de resina, o utilizar la estopa de fibra preimpregnada con una matriz de resina en una etapa de curado B como la estopa (30, 130) de fibra para la etapa de enrollado;
curar la estopa (30, 130) de fibra enrollada hasta una etapa de curado C, proporcionando así un tubo compuesto (10, 110) que incluye una brida (16) de extremo integral que tiene una pluralidad de orificios (18) para pernos; y
15 retirar las formas (E) de ojal, el accesorio (F) de extremo y el mandril (M) del tubo compuesto (10, 110);
en donde la etapa de enrollar la estopa (30) de fibra incluye, en secuencia ordenada:
enrollar en forma helicoidal la estopa (30, 130) de fibra alrededor del mandril (M) en una dirección axial hacia la capa (26) de brida;
enrollar la estopa (30, 130) de fibra parcialmente alrededor de una primera (E1) de las formas (E) de ojal;
20 enrollar la estopa (30, 130) de fibra parcialmente alrededor de una segunda (E2) de las formas (E) de ojal, de tal manera que la estopa (30, 130) de fibra que abandona la segunda forma (E2) de ojal cruza la estopa (30, 130) de fibra que se aproxima a la segunda forma (E2) de ojal cuando se observa en la dirección axial hacia la capa (26) de brida; y
enrollar en forma helicoidal la estopa (30, 130) de fibra alrededor del mandril (M) en una dirección axial lejos de la capa de brida.
25
2. El método según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
proporcionar una manga (22) de extremo tejida que incluye un vástago (24) que se extiende axialmente, una
30 capa (26) de brida radialmente ampliada en un extremo distal del vástago (24), un conducto (27) a través de la capa (26) de brida y el vástago (24) para recibir una porción de extremo del mandril (M), y una pluralidad de orificios (28) para pernos a través de la capa (26) de brida;
colocar la manga (20) de extremo sobre el mandril (M) de tal manera que la capa (26) de brida de la manga (24) de extremo esté en contacto contra la superficie de soporte del accesorio (F) de extremo, en donde la pluralidad de formas (E) de ojal se insertan respectivamente a través de la pluralidad de orificios (28) para pernos de la manga
35 (22) de extremo y en la pluralidad de aberturas (FO) del accesorio (F) de extremo; y
infundir la manga (22) de extremo con una matriz de resina, o utilizar estopa (30) de fibra preimpregnada con una matriz de resina en una etapa de curado B para tejer la manga (22) de extremo;
en donde la etapa de enrollado incluye enrollar la estopa (30) de fibra alrededor del vástago (24) de la manga (22) de extremo;
40 en donde la etapa de curado incluye el curado de la manga (22) de extremo hasta una etapa de curado C junto con la estopa (30) de fibra envuelta.
3. El método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de instalar una pluralidad de ojales (20) de metal respectivamente en la pluralidad de orificios (28) para pernos de la brida (26) de extremo integral.
45
4. El método según la reivindicación 2, que comprende además la etapa de instalar una pluralidad de ojales (20) de metal respectivamente en la pluralidad de orificios (28) para pernos de la brida (26) de extremo integral.
5. El método según la reivindicación 2, en donde la etapa de enrollar la estopa (30) de fibra comprende además
50 las etapas de:
enrollar helicoidalmente la estopa (30) de fibra alrededor del vástago (24) de la manga (20) en una dirección axial hacia la capa (26) de brida después de enrollar la estopa (30) de fibra alrededor del mandril (M) en una dirección axial hacia la capa (26) de brida; y
enrollar helicoidalmente la estopa (30) de fibra alrededor del vástago (24) de la manga (20) en una dirección axial
55 lejos de la capa (26) de brida después de enrollar la estopa (30) de fibra alrededor del mandril (M) en una dirección axial lejos de la capa (26) de brida.
6. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 5, en donde la estopa (30) de fibra tiene un planteamiento tangencial exterior a la primera (E1) de las formas (E) de ojal y un planteamiento tangencial interior a la segunda (E2) de las formas (E) de ojal.
60
7. Un método para fabricar un tubo (10) de par compuesto, comprendiendo el método las etapas de:
proporcionar un mandril cilíndrico (M);
proporcionar una manga (22) de extremo tejida que incluye un vástago (24) que se extiende axialmente, una
65 brida (26) radialmente ampliada en un extremo distal del vástago (24), un conducto (27) a través de la brida (26)

- y el vástago (24) para recibir una porción de extremo del mandril (M), y una pluralidad de orificios (28) para pernos a través de la brida (26);
colocar la manga (28) de extremo en un mandril (M);
enrollar una estopa (30) de fibra alrededor del mandril (M) y el vástago (24) de la manga (22) de extremo;
5 infundir la estopa (30) de fibra enrollada y la manga (22) de extremo con una matriz de resina, o utilizar la estopa (30) de fibra preimpregnada con una matriz de resina en una etapa de curado B como la estopa (30) de fibra para la etapa de enrollado y para tejer la manga (22) de extremo;
curar la estopa (30) de fibra y la manga (22) de extremo hasta una etapa de curado C, proporcionando así un tubo compuesto (10) que incluye una brida (16) de extremo integral que tiene una pluralidad de orificios (18)
10 para pernos; y
retirar el mandril (M).
8. El método según la reivindicación 7, que comprende además la etapa de colocar una pluralidad de ojales (20) de metal, respectivamente, en la pluralidad de orificios (28) para pernos de la manga (22) de extremo antes de
15 la etapa de curado.
9. El método según la reivindicación 7, en donde la etapa de enrollar la estopa (30) de fibra incluye, en secuencia ordenada:
enrollar helicoidalmente la estopa (30) de fibra alrededor del mandril (M) y el vástago (24) de la manga (22) de
20 extremo en una dirección axial hacia la brida (26) de la manga (22) de extremo; y
enrollar helicoidalmente la estopa (30) de fibra alrededor del vástago (24) de la manga (22) de extremo y el mandril (M) en una dirección axial lejos de la brida (26) de la manga (22) de extremo.

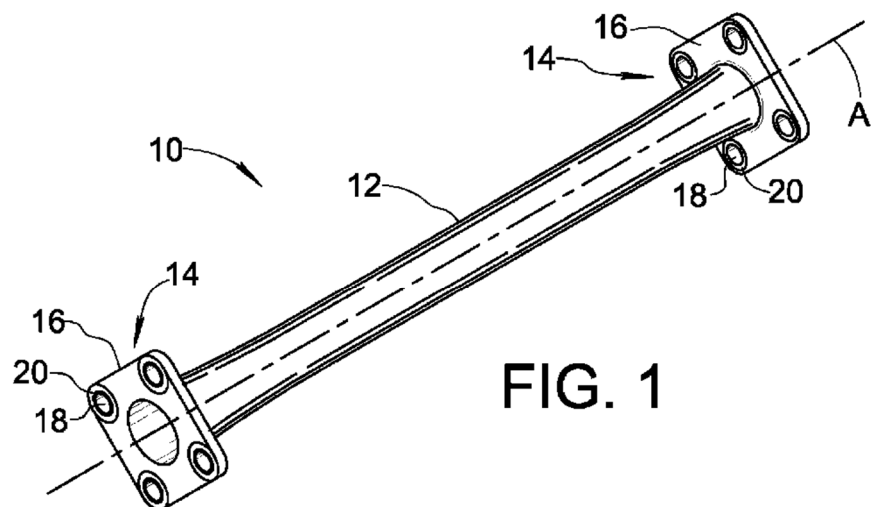


FIG. 1

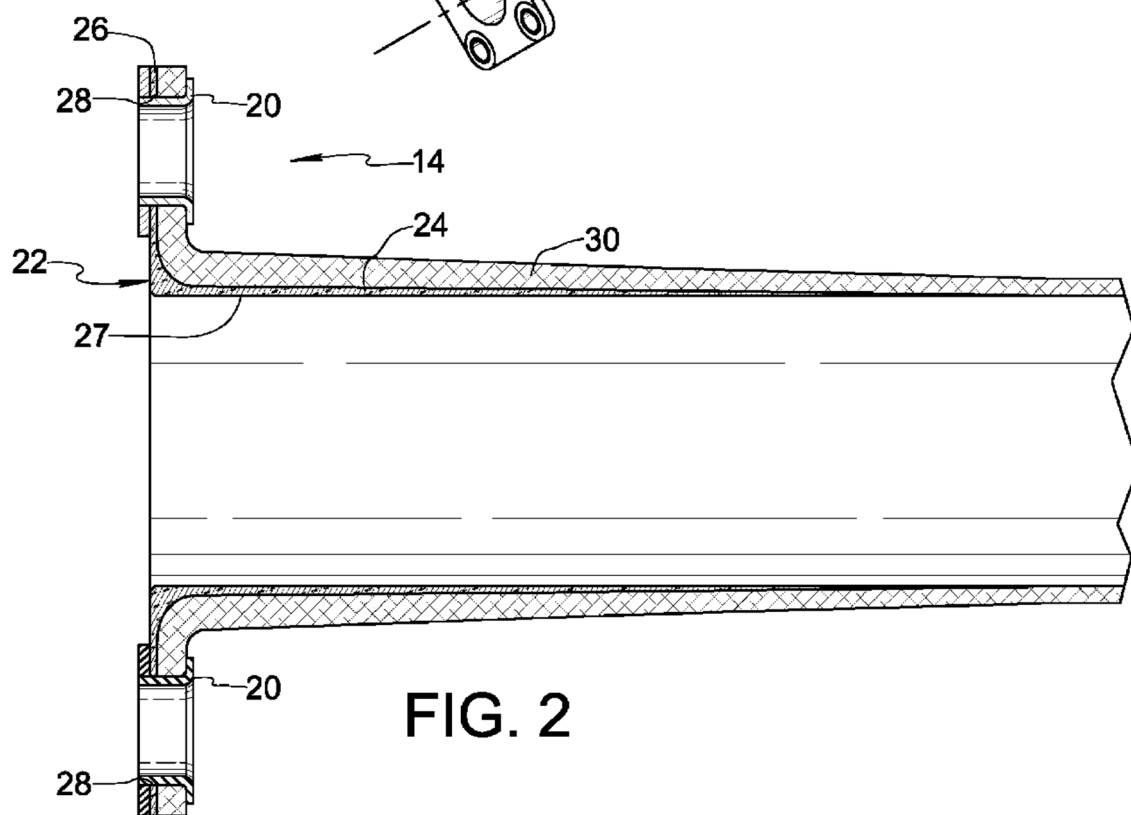


FIG. 2

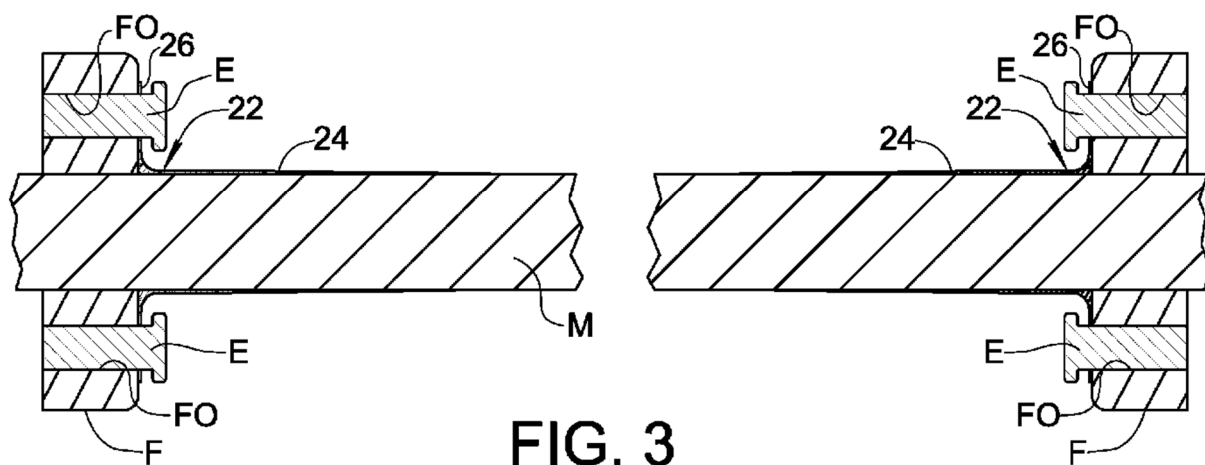
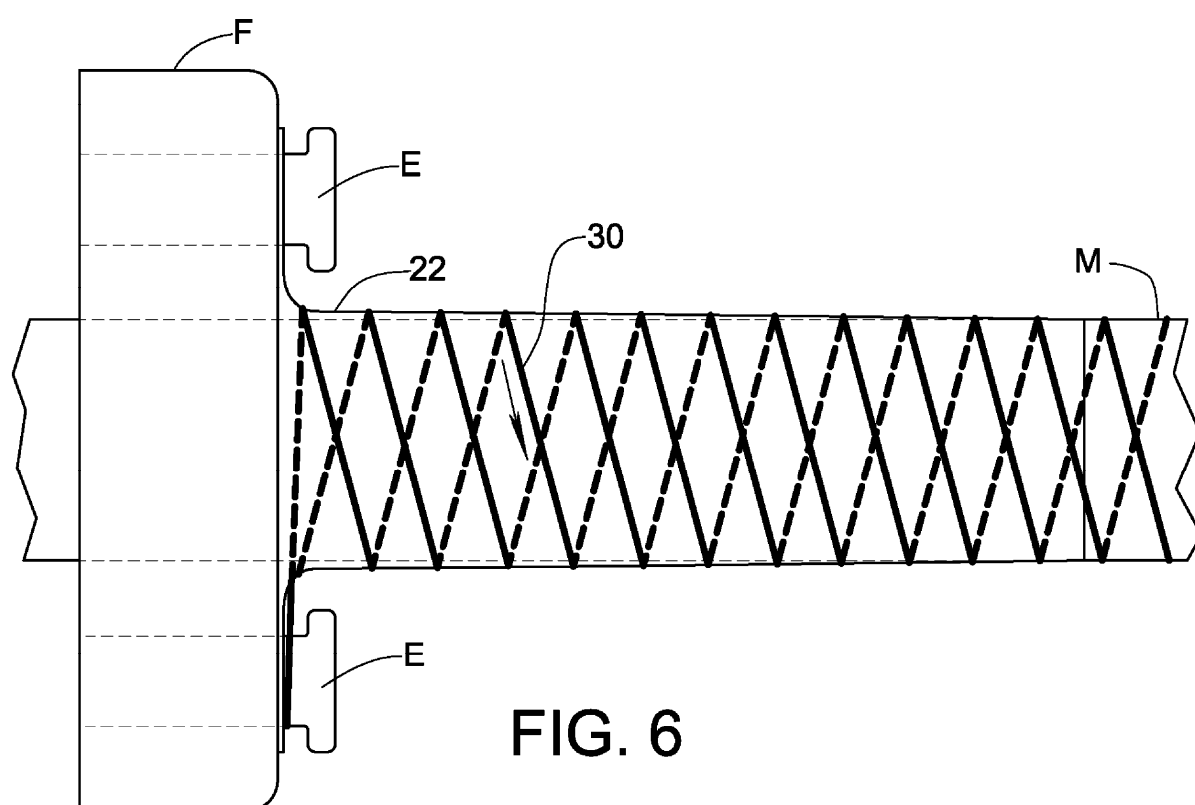
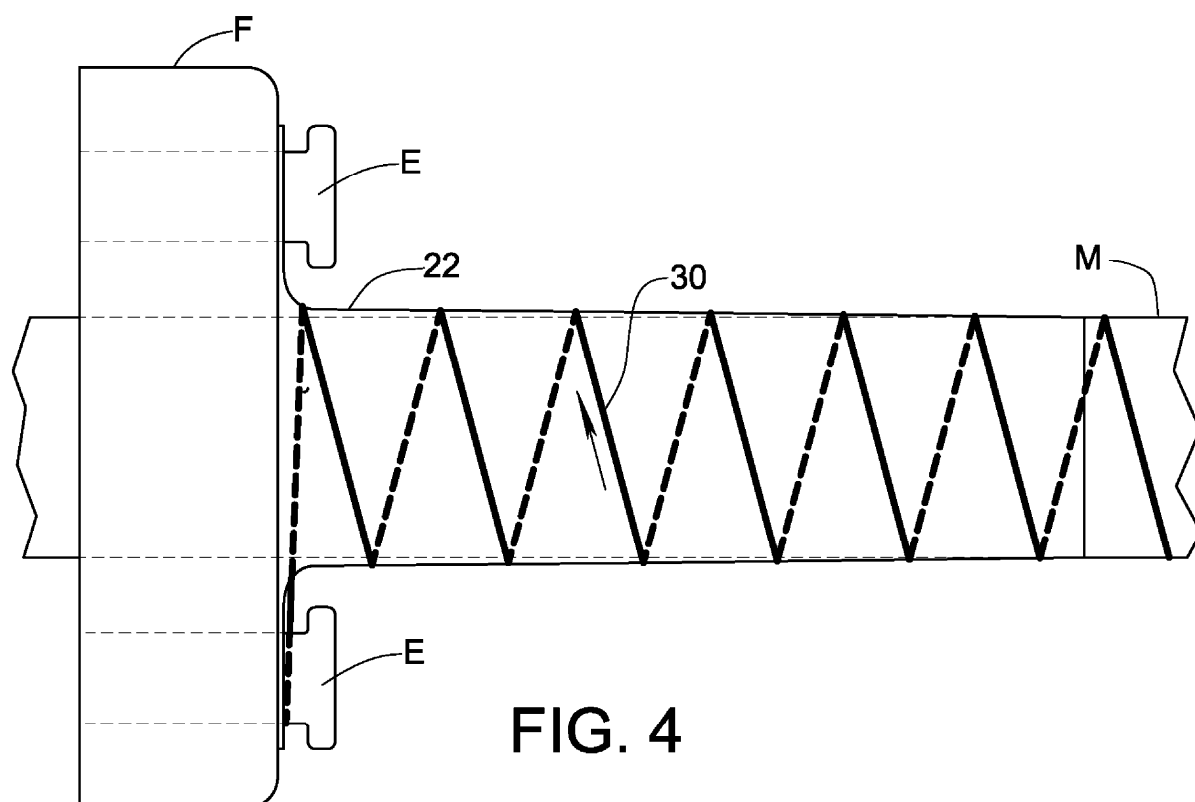


FIG. 3



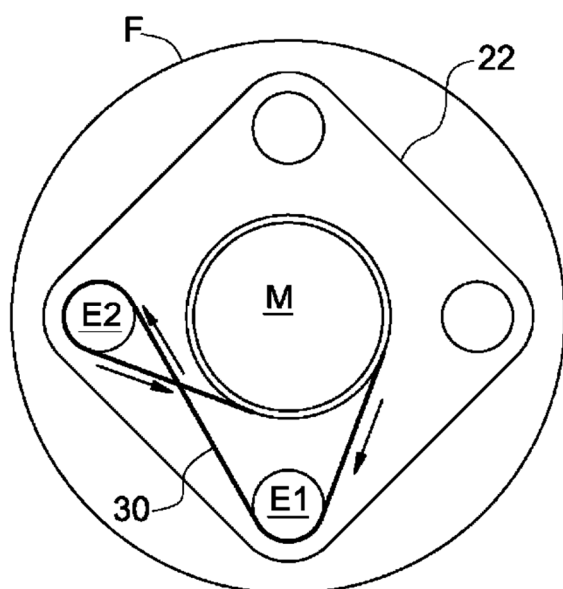


FIG. 5A

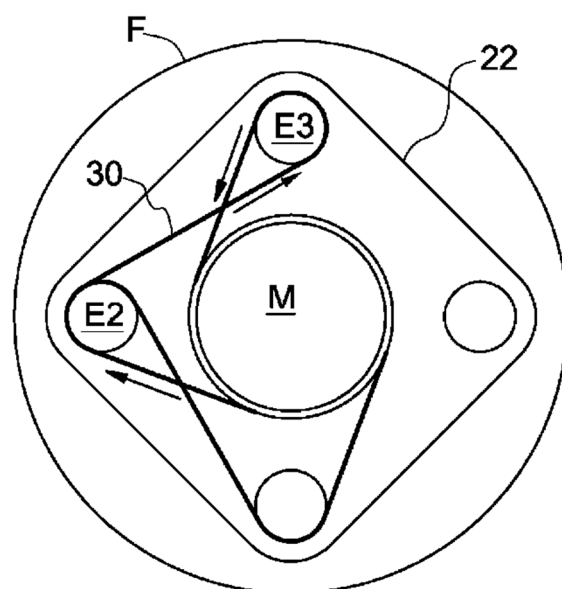


FIG. 5B

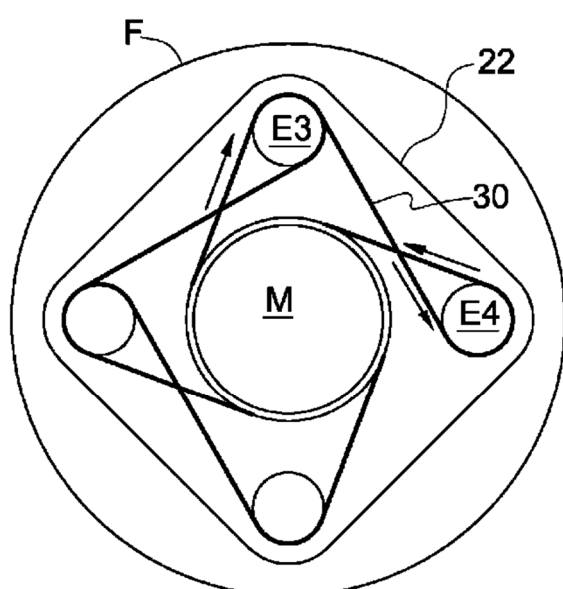


FIG. 5C

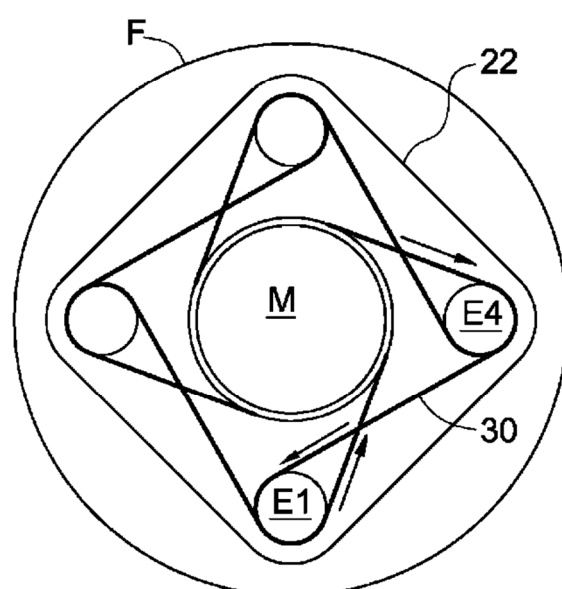


FIG. 5D

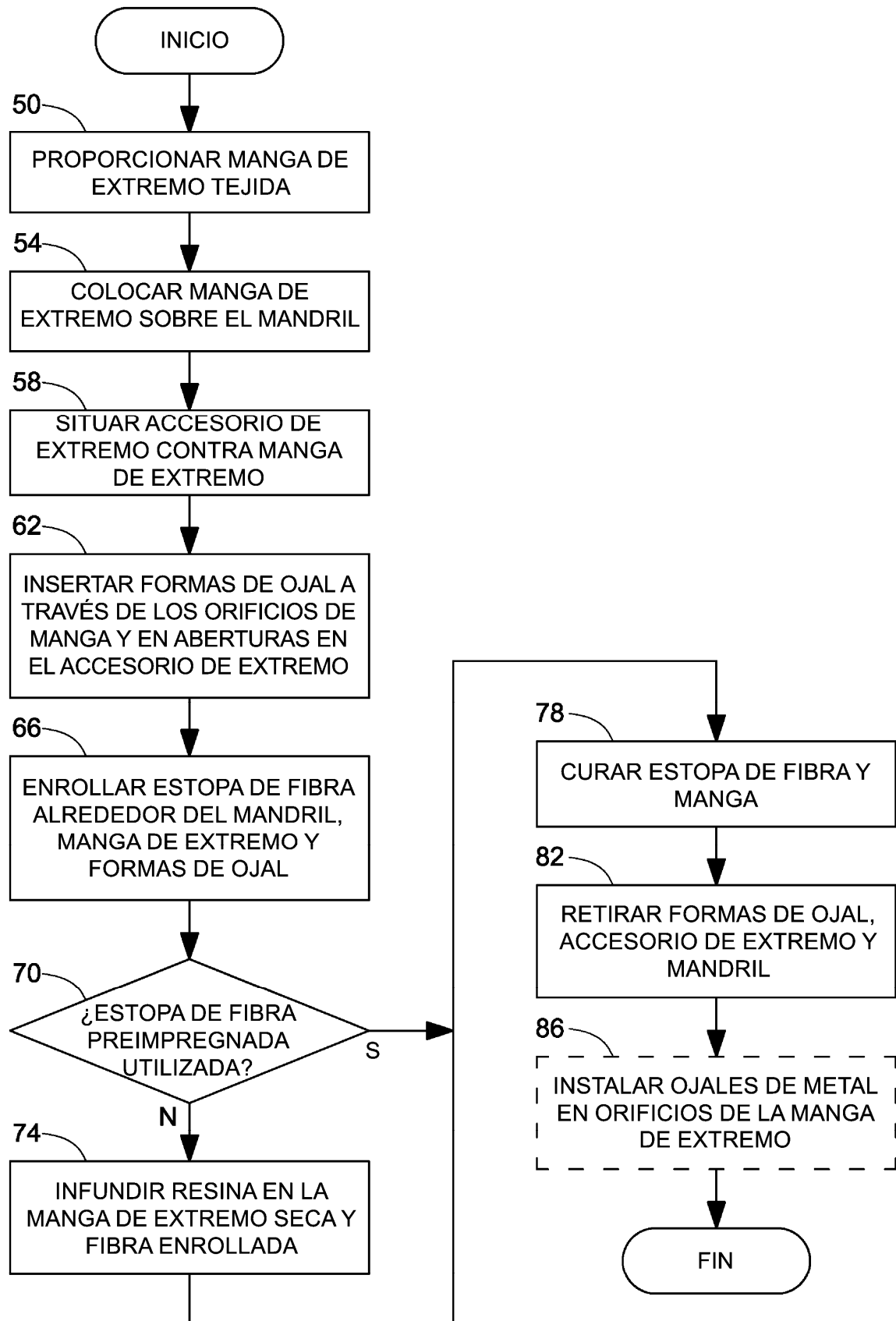


FIG. 7

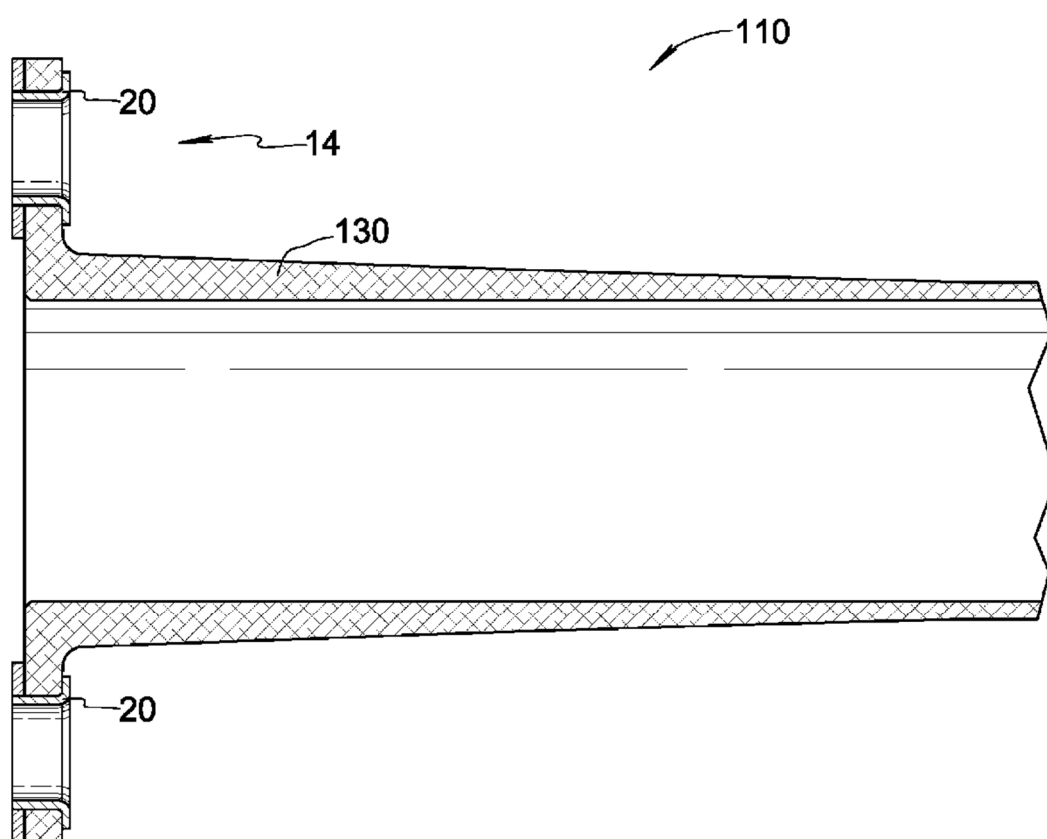


FIG. 8

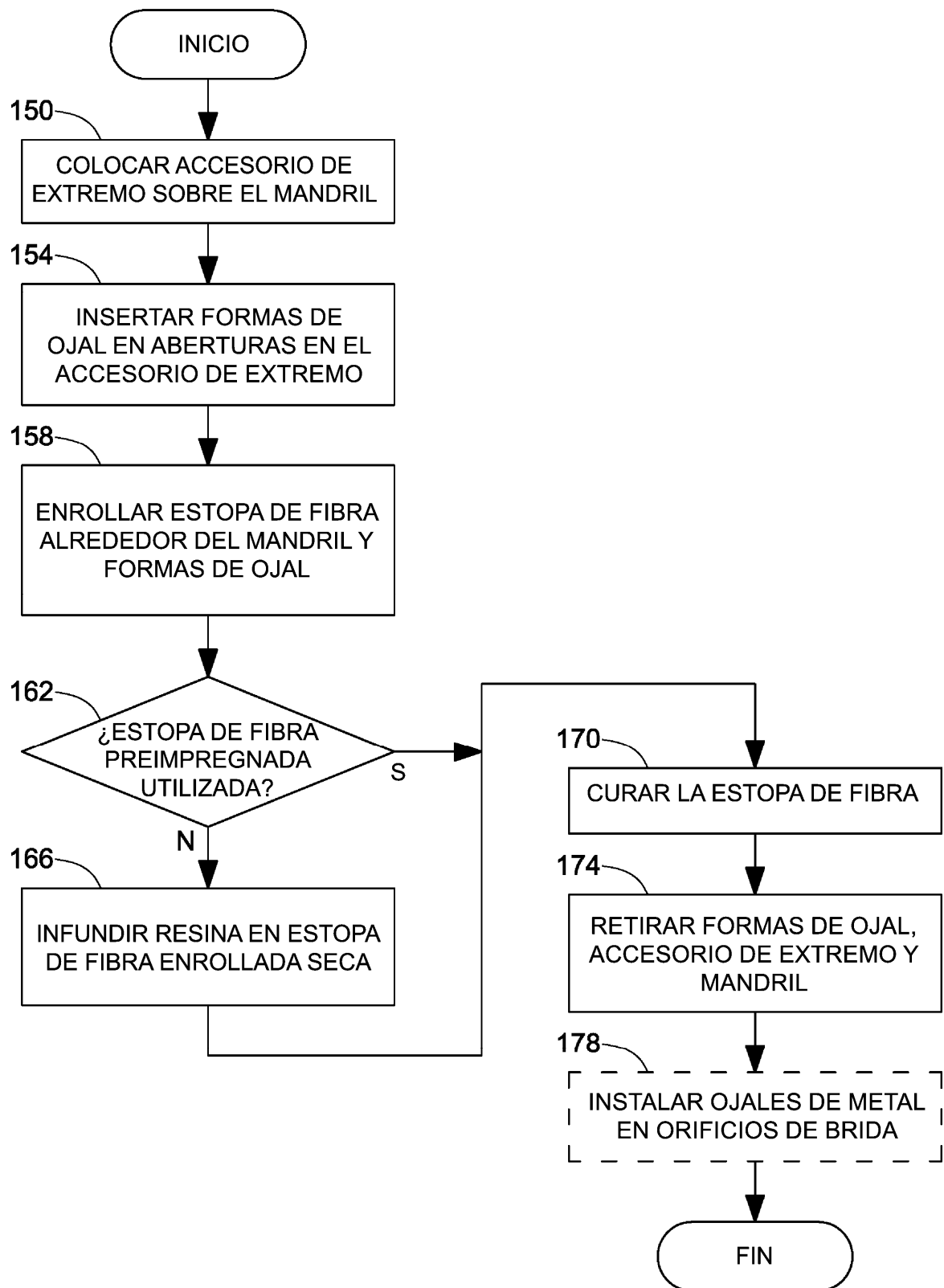


FIG. 9

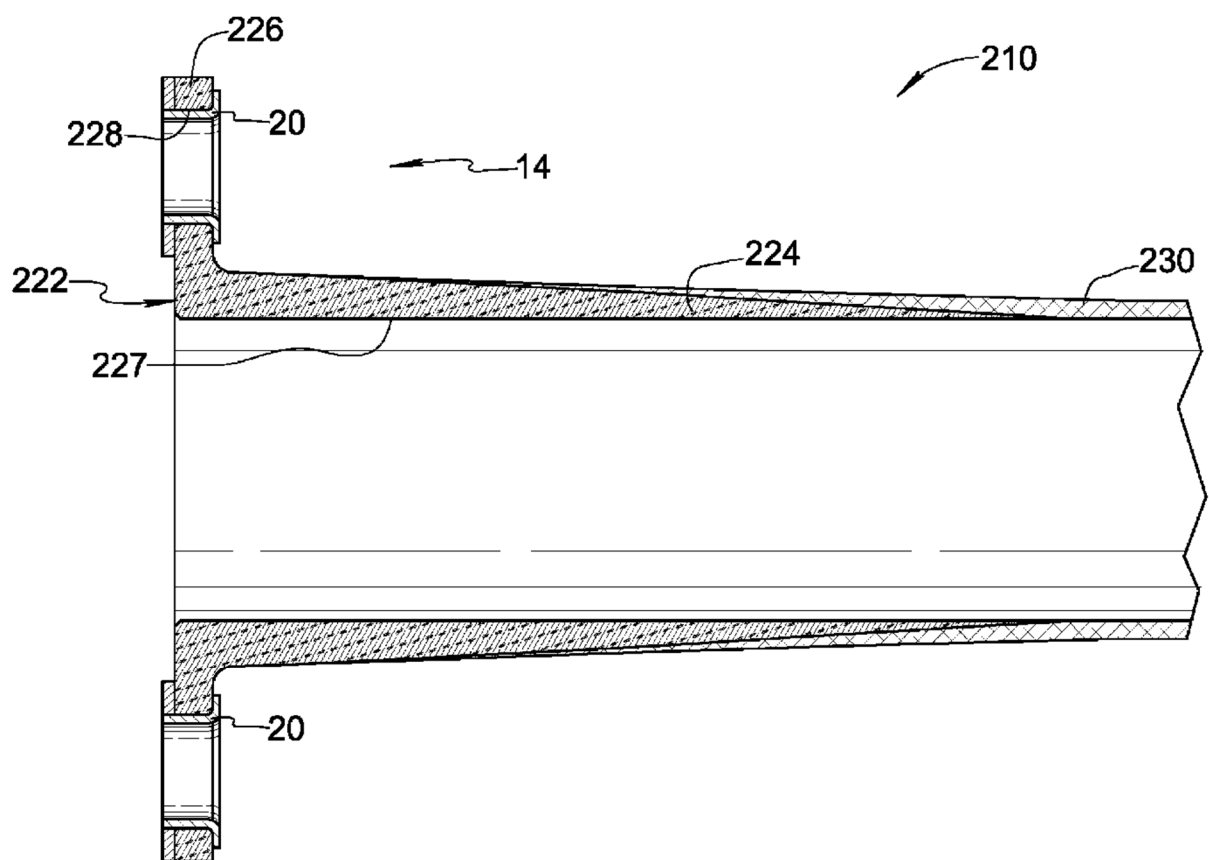


FIG. 10

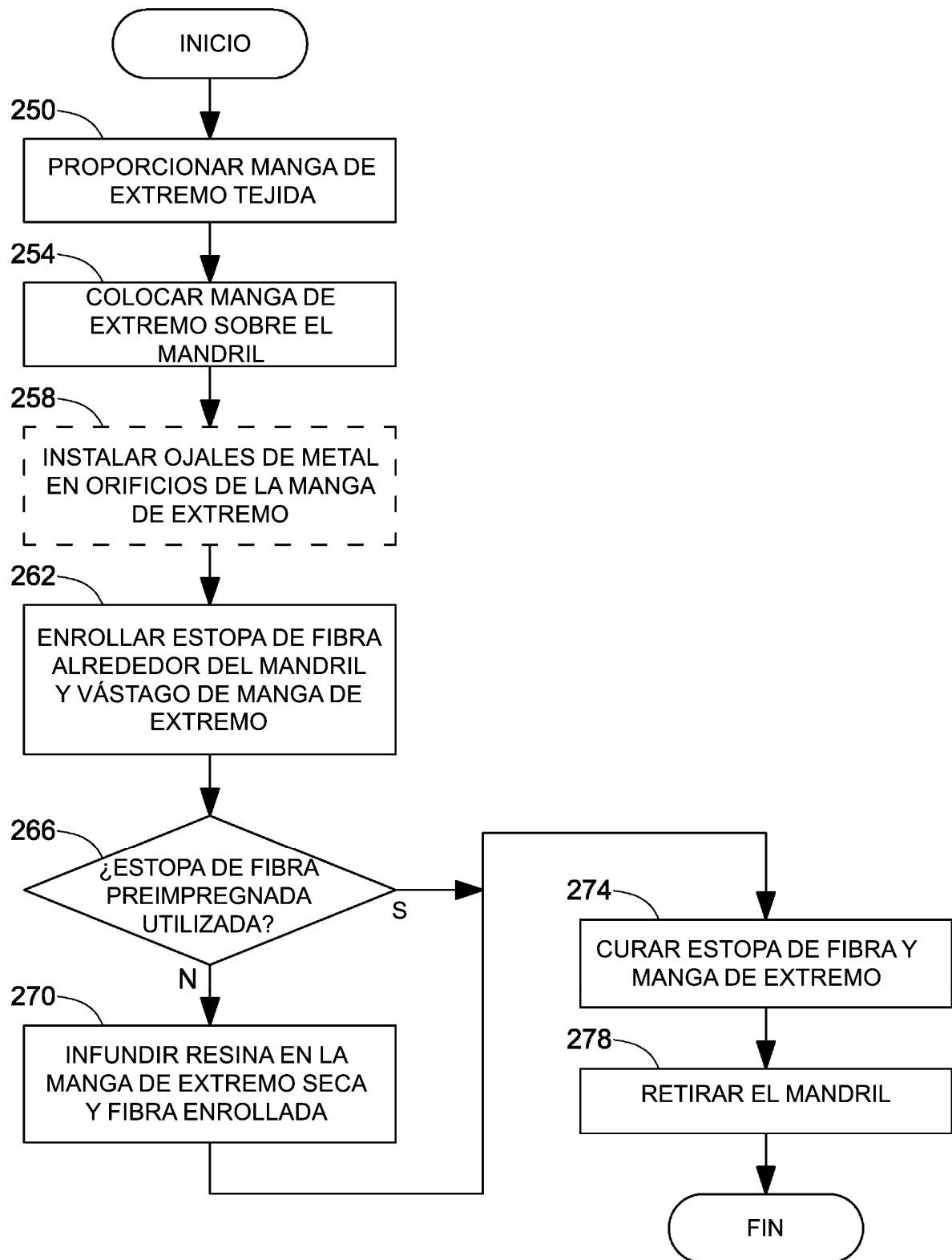


FIG. 11