

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 100**

51 Int. Cl.:

B32B 1/08 (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
B32B 7/12 (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01)
B32B 15/14 (2006.01)
B32B 15/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2018 PCT/US2018/022708**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2018 WO18170303**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2018 E 18715409 (1)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3411223**

54 Título: **Tubo corrugado de protección térmica y métodos para fabricarlo**

30 Prioridad:

15.03.2017 US 201762471402 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MUELLER, CHRISTIAN;
MERTENS, BURKHARD y
WEBER, MARC PHILIPP**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 768 100 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 corrugado de protección térmica y métodos para fabricarlo

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Número 62/471.402 presentada el 15 de marzo de 2017.

10 Campo

Esta divulgación se refiere a tubos de protección térmica corrugados para su uso en aplicaciones automotrices, de transporte, industriales u otras.

15 Antecedentes

Las aleaciones de aluminio (Al) están reemplazando cada vez más el acero y otros metales en múltiples aplicaciones, como aplicaciones automotrices, de transporte, industriales o relacionadas con la electrónica. En algunas aplicaciones, las aleaciones de aluminio pueden necesitar exhibir alta resistencia, alta formabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia a altas temperaturas y/o bajo peso. En algunos casos, las aleaciones de aluminio se combinan con materiales aislantes, como fibra de vidrio, en tubos de protección térmica. Dichos tubos de protección térmica se pueden usar en el compartimento del motor de automóviles, camiones u otros vehículos para proteger los cables, las líneas y las tuberías de agua de refrigeración de las fuentes de calor por radiación. Los tubos de protección térmica deben ser flexibles, resistentes a las vibraciones, a la combustión y a la temperatura, y no deben deslaminarse, agrietarse ni fracturarse en condiciones de trabajo. A medida que los motores con mayor consumo de combustible se calientan más y los diseños del compartimento del motor se vuelven más compactos, se necesitan tubos de protección térmica capaces de proporcionar protección a temperaturas más altas.

Además, las capas aislantes de fibra de vidrio en los tubos de protección térmica pueden degradarse como resultado de la abrasión durante el uso. La abrasión hace que las fibras de vidrio se rompan, debilitando así la capa de fibra de vidrio. El aumento de la resistencia a la abrasión es una propiedad deseable.

Además, es muy deseable proteger a los trabajadores de ensamblaje de las fibras de vidrio empleadas en los tubos de protección térmica. A medida que los trabajadores cortan los tubos a longitudes específicas y roscan componentes como cables, líneas, mangueras y tuberías de agua de enfriamiento a través de los tubos, las fibras de vidrio quedan expuestas y/o son liberadas. Las fibras de vidrio y/o las partículas derivadas de fibra de vidrio pueden causar irritación de la piel en los brazos y antebrazos expuestos de los trabajadores. Además, la fibra de vidrio en el aire o las partículas derivadas de fibra de vidrio pueden causar un peligro de inhalación para los trabajadores. Se necesitan tubos de protección térmica mejorados para evitar la exposición de los trabajadores a estos riesgos laborales.

Novelis Deutschland GmbH publicó el 31 de diciembre de 2012 un folleto de producto que presenta un tubo de protección térmica con una capa externa de aleación de aluminio y una capa compuesta interna que comprende una capa de aluminio y una capa de fibra de vidrio.

45 Sumario

El término "realización" y términos similares pretenden referirse ampliamente a todo el objeto de esta divulgación y las reivindicaciones a continuación. Debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos no limitan el objeto descrito en este documento ni limitan el significado o el alcance de las siguientes reivindicaciones. Las realizaciones de la presente divulgación cubiertas en este documento están definidas por las reivindicaciones a continuación, no por este sumario. Este sumario es una descripción general de alto nivel de varios aspectos de la invención e introduce algunos de los conceptos que se describen adicionalmente en la sección Descripción detallada a continuación. Este sumario no tiene la intención de identificar características clave o esenciales del objeto reivindicado, ni está destinado a ser utilizado de forma aislada para determinar el alcance del objeto reivindicado.

En el presente documento se proporcionan tubos de protección térmica mejorados que proporcionan protección térmica a temperaturas más altas para los componentes protegidos, proporcionan una mejor resistencia a la abrasión y también reducen la exposición de los trabajadores a la fibra de vidrio y/o partículas derivadas de la fibra de vidrio.

En algunos ejemplos, un tubo de protección térmica comprende una capa externa y una capa compuesta interna. En algunos ejemplos, la capa externa comprende aluminio y tiene una superficie externa y una superficie interna. En algunos ejemplos, la capa compuesta interna comprende una capa de aluminio y una capa de fibra de vidrio, donde la capa de aluminio y la capa de fibra de vidrio están laminadas juntas. En algunos casos, la capa de aluminio de la capa compuesta interna está unida a la superficie interna de la capa externa de aluminio, y la capa de fibra de vidrio

de la capa compuesta interna define un espacio interior del tubo de protección térmica. En algunos ejemplos, la capa de fibra de vidrio está recubierta al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico.

5 En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica es corrugado. En algunos ejemplos, la capa externa del tubo de protección térmica comprende una aleación de aluminio de las series 1XXX, 3XXX, 5XXX u 8XXX. En algunos ejemplos, la capa de aluminio de la capa compuesta interna del tubo de protección térmica comprende una aleación de aluminio de las series 1XXX, 3XXX, 5XXX u 8XXX.

10 En algunos ejemplos, la capa de fibra de vidrio comprende fibras de vidrio tejidas y está recubierta al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende uno o más de un poliacrilato, un polisiloxano, un poliuretano, una poliimida, un polibencimidazol, un polibenzotiazol, un polibenzoxazol, un poliéter, una poliimidazopirrolona, un polioxadiazol, un poli (*p*-fenileno), una poliinoxalina, un polisulfuro, una polisulfona, un poliatriazol, un poli (*p*-xilileno), una poliamida, un poli (sulfuro de fenileno) y un policarbonato. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende un poliacrilato. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende un polisiloxano. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende un poliuretano. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende una poliimida. En algunos casos, el recubrimiento polimérico puede aplicarse a partir de una dispersión acuosa. Por ejemplo, el recubrimiento polimérico puede aplicarse a partir de una dispersión acuosa que comprende un polímero de poliuretano alifático reticulable por calor. En los casos en que el recubrimiento polimérico es reticulable, el polímero contiene restos de reticulación.

20 En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico se reticula después de la aplicación a la capa de fibra de vidrio. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 250 °C durante al menos 3000 horas. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 300 °C durante hasta seis horas. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica proporciona una temperatura interna en el espacio interior del tubo de protección térmica de no más de aproximadamente 65 °C durante al menos una hora. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica tiene una velocidad de combustión de cero, medida según el método de prueba DIN 75200 (1989-09). En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica se puede operar para someterse a aproximadamente 5.000.000 ciclos de prueba o más sin desarrollar grietas finas visibles o separación de capas laminadas.

30 Además en el presente documento se proporcionan métodos para producir un tubo de protección térmica corrugado. En algunos ejemplos, un método para producir un tubo de protección térmica corrugado comprende laminar una capa de fibra de vidrio y una primera capa de aluminio para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio que tenga un lado de fibra de vidrio y un lado de aluminio; recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero; colocar el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero sobre un mandril para formar un tubo laminado, en el que el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero se coloca frente al mandril, y en el que el lado de fibra de vidrio define un espacio interior del tubo de protección térmica para recibir un componente protegido; aplicar una capa externa que comprende una segunda capa de aluminio sobre el lado de aluminio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre el mandril para formar un tubo de protección térmica; y corrugar el tubo de protección térmica para formar un tubo de protección térmica corrugado.

45 En algunos ejemplos, recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico comprende las etapas de aplicar un recubrimiento polimérico para recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio; y curar el recubrimiento polimérico para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero. En algunos ejemplos, la etapa de curado comprende calentar el laminado de fibra de vidrio y aluminio en un horno de producción continua a aproximadamente 90-200 °C durante aproximadamente 15 a 90 segundos.

50 En otros ejemplos, un método para formar un tubo de protección térmica corrugado comprende recubrir al menos parcialmente al menos un lado de una capa de fibra de vidrio con un recubrimiento polimérico para formar una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero; laminar la capa de fibra de vidrio recubierta de polímero y una primera capa de aluminio para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero que tiene un lado de fibra de vidrio recubierto de polímero y un lado de aluminio; colocar el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre un mandril para formar un tubo laminado, en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero se coloca frente al mandril, y en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero define un espacio interior del tubo de protección térmica para recibir un componente protegido; aplicar una capa externa que comprende una segunda capa de aluminio sobre el lado de aluminio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre el mandril para formar un tubo de protección térmica; y corrugar el tubo de protección térmica para formar un tubo de protección térmica corrugado. En algunos ejemplos, recubrir al menos parcialmente una capa de fibra de vidrio con un recubrimiento polimérico para producir una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero comprende además la etapa de curar el recubrimiento polimérico para producir una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero.

65 En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende un poliacrilato, un poliuretano o un polisiloxano. En

algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 250 °C durante al menos 3000 horas. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 300 °C durante hasta seis horas. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica proporciona una temperatura interna medida en el espacio interior de no más de aproximadamente 65 °C durante al menos una hora cuando se mide de acuerdo con el método de prueba de protección térmica descrito a continuación.

Otros objetos y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de ejemplos no limitantes.

Breve descripción de las figuras

La memoria descriptiva hace referencia a las siguientes figuras adjuntas, en las cuales el uso de números de referencia similares en diferentes figuras pretende ilustrar componentes similares o análogos.

La Fig. 1 es un dibujo esquemático de una sección transversal de un tubo de protección térmica según un ejemplo.

La Fig. 2 es una fotografía de un tubo de protección térmica según un ejemplo, y un tubo de protección térmica comparativo.

La Fig. 3 es un dibujo esquemático de la configuración de la prueba de protección térmica.

La Fig. 4 es un dibujo esquemático de la configuración de la prueba de resistencia a la vibración.

La Fig. 5 es un esquema de la configuración de la prueba secundaria de propiedades de flexión.

La Fig. 6A es un dibujo esquemático de la configuración de la prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 6B es un dibujo esquemático de la porción de compresión de la configuración de prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 6C es un dibujo esquemático de la porción de alargamiento de la configuración de la prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 7 es un gráfico de temperatura frente al tiempo para los resultados de la prueba de protección térmica.

La Fig. 8A es una fotografía de un tubo de protección térmica sobre un mandril en la prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 8B es una fotografía de un tubo de protección térmica en un mandril en la porción de compresión de la configuración de la prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 8C es una fotografía de un tubo de protección térmica sobre un mandril en la porción de alargamiento de la configuración de prueba de compresión y alargamiento.

La Fig. 9A es una fotografía de una sección transversal cortada de un tubo comparativo de protección térmica.

La Fig. 9B es una fotografía de una sección transversal cortada de un tubo de protección térmica según algunos ejemplos.

La Fig. 10A es una fotografía de cables utilizados como compañeros de fricción con un tubo de protección térmica comparativo en la prueba de resistencia a la abrasión.

La Fig. 10B es una fotografía de cables utilizados como compañeros de fricción con un tubo de protección térmica según algunos ejemplos en la prueba de resistencia a la abrasión.

La Fig. 11A es una fotografía de una capa de fibra de vidrio comparativa sin recubrimiento antes y después de la prueba de resistencia a la abrasión.

La Fig. 11B es una fotografía de una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero de acuerdo con algunos ejemplos antes y después de la prueba de resistencia a la abrasión.

Descripción detallada

En el presente documento se describen tubos de protección térmica corrugados y métodos para fabricarlos. Los tubos de protección térmica tienen una resistencia al calor mejorada, una resistencia a la abrasión mejorada y reducen, minimizan o eliminan la exposición del trabajador a materiales aislantes de fibra de vidrio en comparación con los tubos de protección térmica comparativos que comprenden una capa de fibra de vidrio que no está recubierta con un recubrimiento polimérico.

Definiciones y descripciones

Tal como se usan en el presente documento, los términos "invención", "la invención", "esta invención" y "la presente invención", están destinados a referirse ampliamente a todo el objeto de esta solicitud de patente y las reivindicaciones a continuación. Debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos no limitan el objeto descrito en este documento ni limitan el significado o el alcance de las reivindicaciones de patente a continuación.

Como se usa en el presente documento, el término "metales" incluye metales puros, aleaciones y soluciones sólidas de metales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

En esta descripción, se hace referencia a las aleaciones identificadas por números AA y otras designaciones relacionadas, como "series" o "7XXX". Para una comprensión del sistema de designación de números más comúnmente utilizado para nombrar e identificar el aluminio y sus aleaciones, consulte "International Alloy

Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys" o "Registration Record of Aluminum Association Alloy Designations and Chemical Compositions Limits for Aluminum Alloys in the Form of Castings and Ingot", ambos publicados por The Aluminum Association.

- 5 Como se usa en el presente documento, el significado de "temperatura ambiente" puede incluir una temperatura de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 30 °C, por ejemplo, aproximadamente 15 °C, aproximadamente 16 °C, aproximadamente 17 °C, aproximadamente 18 °C, aproximadamente 19 °C, aproximadamente 20 °C, aproximadamente 21 °C, aproximadamente 22 °C, aproximadamente 23 °C, aproximadamente 24 °C, aproximadamente 25 °C, aproximadamente 26 °C, aproximadamente 27 °C, aproximadamente 28 °C,
- 10 aproximadamente 29 °C, o aproximadamente 30 °C. Como se usa en este documento, el significado de "condiciones ambientales" puede incluir temperaturas de aproximadamente temperatura ambiente, humedad relativa de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 100 %, y presión barométrica de aproximadamente 975 milibares (mbar) a aproximadamente 1050 mbar (97,5-105 kPa). Por ejemplo, la humedad relativa puede ser de
- 15 aproximadamente el 20 %, aproximadamente el 21 %, aproximadamente el 22 %, aproximadamente el 23 %, aproximadamente el 24 %, aproximadamente el 25 %, aproximadamente el 26 %, aproximadamente el 27 %, aproximadamente el 28 %, aproximadamente el 29 %, aproximadamente el 30 %, aproximadamente el 31 %, aproximadamente el 32 %, aproximadamente el 33 %, aproximadamente el 34 %, aproximadamente el 35 %, aproximadamente el 36 %, aproximadamente el 37 %, aproximadamente el 38 %, aproximadamente el 39 %, aproximadamente el 40 %, aproximadamente el 41 %, aproximadamente el 42 %, aproximadamente el 43 %,
- 20 aproximadamente el 44 %, aproximadamente el 45 %, aproximadamente el 46 %, aproximadamente el 47 %, aproximadamente el 48 %, aproximadamente el 49 %, aproximadamente el 50 %, aproximadamente el 51 %, aproximadamente el 52 %, aproximadamente el 53 %, aproximadamente el 54 %, aproximadamente el 55 %, aproximadamente el 56 %, aproximadamente el 57 %, aproximadamente el 58 %, aproximadamente el 59 %, aproximadamente el 60 %, aproximadamente el 61 %, aproximadamente el 62 %, aproximadamente el 63 %,
- 25 aproximadamente el 64 %, aproximadamente el 65 %, aproximadamente el 66 %, aproximadamente el 67 %, aproximadamente el 68 %, aproximadamente el 69 %, aproximadamente el 70 %, aproximadamente el 71 %, aproximadamente el 72 %, aproximadamente el 73 %, aproximadamente el 74 %, aproximadamente el 75 %, aproximadamente el 76 %, aproximadamente el 77 %, aproximadamente el 78 %, aproximadamente el 79 %, aproximadamente el 80 %, aproximadamente el 81 %, aproximadamente el 82 %, aproximadamente el 83 %,
- 30 aproximadamente el 84 %, aproximadamente el 85 %, aproximadamente el 86 %, aproximadamente el 87 %, aproximadamente el 88 %, aproximadamente el 89 %, aproximadamente el 90 %, aproximadamente el 91 %, aproximadamente el 92 %, aproximadamente el 93 %, aproximadamente el 94 %, aproximadamente el 95 %, aproximadamente el 96 %, aproximadamente el 97 %, aproximadamente el 98 %, aproximadamente el 99 %, aproximadamente 100 %, o en cualquier punto entremedias. Por ejemplo, la presión barométrica puede ser de
- 35 aproximadamente 975 mbar, aproximadamente 980 mbar, aproximadamente 985 mbar, aproximadamente 990 mbar, aproximadamente 995 mbar, aproximadamente 1000 mbar, aproximadamente 1005 mbar, aproximadamente 1010 mbar, aproximadamente 1015 mbar, aproximadamente 1020 mbar, aproximadamente 1025 mbar, aproximadamente 1030 mbar, aproximadamente 1035 mbar, aproximadamente 1040 mbar, aproximadamente 1045 mbar, aproximadamente 1050 mbar, o en cualquier punto entremedias.
- 40
- Debe entenderse que todos los intervalos desvelados en el presente documento abarcan cualquiera y todos los subintervalos incluidos en el mismo. Por ejemplo, se debe considerar que un rango establecido de "1 a 10" incluye cualquiera y todos los subintervalos entre (e inclusive) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos comienzan con un valor mínimo de 1 o más, por ejemplo, de 1 a 6,1, y terminan con un valor
- 45 máximo de 10 o menos, por ejemplo, de 5,5 a 10. A menos que se indique lo contrario, la expresión "hasta" cuando se refiere a la cantidad de composición de un elemento significa que ese elemento es opcional e incluye una composición del cero por ciento de ese elemento en particular. A menos que se indique lo contrario, todos los porcentajes de la composición están en porcentaje en peso (% en peso).
- 50 Como se usa en este documento, el significado de "un", "una" y "el/la" incluye referencias en singular y plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Pueden estar presentes elementos accesorios, como los refinadores de grano y los desoxidantes, u otros aditivos, y pueden añadir otras características por sí mismos sin apartarse o alterar significativamente la aleación descrita en el presente documento o las características de la aleación descrita en el presente documento.

Tubos de protección térmica que incluyen productos de aleación de aluminio

- 60 Un dibujo esquemático de una sección transversal de un ejemplo de tubo de protección térmica se muestra en la Fig. 1. Un tubo de protección térmica 100 ilustrado en la Fig. 1 incluye una capa externa 10 y una capa compuesta interna 20. En algunos ejemplos, la capa compuesta interna 20 incluye una capa de aluminio 20B y una capa de fibra de vidrio 20A que se laminan juntas para hacer un material laminado de aluminio-vidrio (AG). En algunos ejemplos, la capa de aluminio 20 está unida a la superficie interna de la capa externa 10, opcionalmente con un lugar adhesivo entre la capa de aluminio 20B y la superficie interna de la capa externa 10. La capa de fibra de vidrio
- 65 20A está recubierta al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico 30. La capa de fibra de vidrio 20A define un espacio interior 40.

ES 2 768 100 T3

En algunos ejemplos, un diámetro externo 50 del tubo de protección térmica 100 es de aproximadamente 8 a aproximadamente 120 milímetros (mm), aunque el tubo puede tener cualquier diámetro adecuado. En algunos ejemplos, el diámetro externo es de aproximadamente 10 a aproximadamente 100 mm, de aproximadamente 20 a aproximadamente 80 mm, de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 mm, de aproximadamente 8 a aproximadamente 20 mm, de aproximadamente 20 a aproximadamente 40 mm, de aproximadamente 40 a aproximadamente 60 mm, de aproximadamente 60 a aproximadamente 80 mm, de aproximadamente 80 a aproximadamente 100 mm, de aproximadamente 100 a aproximadamente 110 mm, o de aproximadamente 110 a aproximadamente 120 mm.

La Fig. 2 es una fotografía de un tubo 200 de protección térmica cortado que incluye un recubrimiento polimérico y un tubo 250 de protección térmica comparativo de corte que no tiene un recubrimiento polimérico. Las fibras de vidrio del tubo térmico comparativo están deshilachadas y sueltas, y por lo tanto podrían causar irritación en la piel y los pulmones de los trabajadores. En contraste, las fibras de vidrio del tubo térmico 200 no están deshilachadas ni sueltas.

En algunos ejemplos, como se muestra en la Fig. 2, el tubo de protección térmica es corrugado. Para los fines de este documento, un tubo corrugado es un tubo con una serie de crestas y surcos paralelos en su superficie en la dirección de la circunferencia. Cada cresta cuenta como una corrugación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica puede tener aproximadamente 450 ± 30 corrugaciones o más por metro de longitud del tubo. En otros ejemplos, el tubo de protección térmica puede tener aproximadamente 1250 ± 30 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 850 ± 30 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 650 ± 30 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 500 ± 30 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 400 ± 10 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 375 ± 10 corrugaciones o más por metro, aproximadamente 350 ± 10 corrugaciones o más por metro, o aproximadamente 300 ± 10 corrugaciones o más por metro.

En algunos ejemplos, la capa externa 10 comprende aluminio. Se puede usar cualquier aleación de aluminio flexible. En algunos ejemplos, la aleación es una aleación de aluminio de la serie 1XXX, una aleación de aluminio de la serie 3XXX, una aleación de aluminio de la serie 5XXX o una aleación de aluminio de la serie 8XXX, aunque pueden usarse otras aleaciones de aluminio.

Opcionalmente, la aleación de aluminio como se describe en el presente documento puede ser una aleación de aluminio de la serie 1XXX de acuerdo con una de las siguientes designaciones de aleación de aluminio: AA1100, AA1100A, AA1200, AA1200A, AA1300, AA1110, AA1120, AA1230, AA1230A, AA1235, AA1435, AA1145, AA1345, AA1445, AA1150, AA1350, AA1350A, AA1450, AA1370, AA1275, AA1185, AA1285, AA1385, AA1188, AA1190, AA1290, AA1193, AA1198, o AA1199.

Opcionalmente, la aleación de aluminio como se describe en el presente documento puede ser una aleación de aluminio de la serie 3XXX de acuerdo con una de las siguientes designaciones de aleación de aluminio: AA3002, AA3102, AA3003, AA3103, AA3103A, AA3103B, AA3203, AA3403, AA3004, AA3004A, AA3104, AA3204, AA3304, AA3005, AA3005A, AA3105, AA3105A, AA3105B, AA3007, AA3107, AA3207, AA3207A, AA3307, AA3009, AA3010, AA3110, AA3011, AA3012, AA3012A, AA3013, AA3014, AA3015, AA3016, AA3017, AA3019, AA3020, AA3021, AA3025, AA3026, AA3030, AA3130, o AA3065.

Opcionalmente, la aleación de aluminio como se describe en el presente documento puede ser una aleación de aluminio de la serie 5XXX de acuerdo con una de las siguientes designaciones de aleación de aluminio: AA5005, AA5005A, AA5205, AA5305, AA5505, AA5605, AA5006, AA5106, AA5010, AA5110, AA5110A, AA5210, AA5310, AA5016, AA5017, AA5018, AA5018A, AA5019, AA5019A, AA5119, AA5119A, AA5021, AA5022, AA5023, AA5024, AA5026, AA5027, AA5028, AA5040, AA5140, AA5041, AA5042, AA5043, AA5049, AA5149, AA5249, AA5349, AA5449, AA5449A, AA5050, AA5050A, AA5050C, AA5150, AA5051, AA5051A, AA5151, AA5251, AA5251A, AA5351, AA5451, AA5052, AA5252, AA5352, AA5154, AA5154A, AA5154B, AA5154C, AA5254, AA5354, AA5454, AA5554, AA5654, AA5654A, AA5754, AA5854, AA5954, AA5056, AA5356, AA5356A, AA5456, AA5456A, AA5456B, AA5556, AA5556A, AA5556B, AA5556C, AA5257, AA5457, AA5557, AA5657, AA5058, AA5059, AA5070, AA5180, AA5180A, AA5082, AA5182, AA5083, AA5183, AA5183A, AA5283, AA5283A, AA5283B, AA5383, AA5483, AA5086, AA5186, AA5087, AA5187, o AA5088.

Opcionalmente, la aleación de aluminio como se describe en el presente documento puede ser una aleación de aluminio de la serie 8XXX de acuerdo con una de las siguientes designaciones de aleación de aluminio: AA8005, AA8006, AA8007, AA8008, AA8010, AA8011, AA8011A, AA8111, AA8211, AA8112, AA8014, AA8015, AA8016, AA8017, AA8018, AA8019, AA8021, AA8021A, AA8021B, AA8022, AA8023, AA8024, AA8025, AA8026, AA8030, AA8130, AA8040, AA8050, AA8150, AA8076, AA8076A, AA8176, AA8077, AA8177, AA8079, AA8090, AA8091, o AA8093.

En algunos casos, la capa externa 10 es una capa delgada de aluminio, como una lámina de aluminio. En algunos ejemplos, el espesor de la capa externa 10 es de aproximadamente 5 micrómetros a aproximadamente 100 micrómetros. En algunos ejemplos, el espesor de la capa externa es de aproximadamente 10 micrómetros a

aproximadamente 60 micrómetros, de aproximadamente 25 micrómetros a aproximadamente 50 micrómetros, o de aproximadamente 30 micrómetros a aproximadamente 50 micrómetros. En algunos ejemplos, la capa externa se puede formar a partir del devanado superpuesto de una cinta de aluminio alrededor de un mandril. En algunos ejemplos, la capa externa se puede formar a partir del devanado superpuesto de una cinta de aluminio alrededor de una capa compuesta interna que está dispuesta en un mandril. En algunos casos, el devanado superpuesto se produce por un patrón en espiral que enrolla la cinta de aluminio alrededor del mandril. En algunos casos, los bordes de la cinta de aluminio se colocan en una disposición no superpuesta o superpuesta, que también se puede denominar una disposición superpuesta. En una disposición superpuesta, una parte del ancho de la cinta de aluminio puede superponerse, tal como aquel en el que aproximadamente el 50 % de la cinta de aluminio se superpone al devanado anterior por anchura, o en el que aproximadamente el 40 %, aproximadamente el 30 %, aproximadamente el 20 %, aproximadamente el 10 %, aproximadamente el 5 %, aproximadamente el 4 %, aproximadamente el 2 %, aproximadamente el 1 % o aproximadamente el 0,5 % por superposición del devanado anterior por anchura. Por ejemplo, una cinta de aluminio de 1 cm de ancho y con una superposición del 10 % cubriría 1 mm de la anchura del borde de la cinta adyacente, como la cinta de aluminio del borde adyacente de la revolución espiral anterior alrededor del mandril.

En algunos ejemplos, puede usarse cualquier aleación de aluminio flexible para la capa de aluminio 20B de la capa compuesta interna 20. En algunos ejemplos, la aleación es una aleación de aluminio de la serie 1XXX, una aleación de aluminio de la serie 3XXX, una aleación de aluminio de la serie 5XXX o una aleación de aluminio de la serie 8XXX, aunque pueden usarse otras aleaciones de aluminio. En algunos casos, la capa de aluminio 20B de la capa compuesta interna 20 es una capa delgada de aluminio, tal como una lámina de aluminio. En algunos ejemplos, el espesor de la capa de aluminio 20B de la capa compuesta interna 20 es de aproximadamente 5 micrómetros a aproximadamente 60 micrómetros. En algunos ejemplos, el espesor de la capa de aluminio 20B de la capa compuesta interna 20 es de aproximadamente 10 micrómetros a aproximadamente 50 micrómetros, de aproximadamente 15 micrómetros a aproximadamente 40 micrómetros, o de aproximadamente 25 micrómetros a aproximadamente 35 micrómetros.

En algunos ejemplos, la capa de fibra de vidrio 20B de la capa compuesta interna 20 comprende fibras de vidrio tejidas. Se puede usar cualquier composición de vidrio, como vidrio A, vidrio E-CR, vidrio C, vidrio D, vidrio R o vidrio S, para crear fibras de vidrio delgadas. Se pueden usar fibras de vidrio que tengan cualquier longitud o diámetro adecuado. Las fibras de vidrio generalmente se agrupan en haces o mechales y se pueden tejer en cualquier patrón, como un tejido bidireccional, tejido liso, tejido satinado o sarga. Alternativamente, se pueden usar esteras de fibras de vidrio no tejidas. En algunos ejemplos, las fibras de vidrio tejidas tienen la forma de una cinta de fibra de vidrio tejida. En algunos ejemplos, la cinta de fibra de vidrio tejida puede tener una densidad de 100 gramos por metro cuadrado (g/m^2). En algunos ejemplos, la cinta de fibra de vidrio tejida puede tener una densidad de aproximadamente 50-150 g/m^2 , aproximadamente 75-125 g/m^2 , aproximadamente 80-120 g/m^2 , o aproximadamente 90-110 g/m^2 . En algunos ejemplos, una cinta tiene una longitud mucho más larga que la anchura, como aproximadamente un centímetro de ancho por muchos metros de longitud. En algunos ejemplos, una cinta tiene una longitud mucho más larga que la anchura, como aproximadamente un centímetro de ancho por muchos metros de longitud. La cinta de fibra de vidrio puede denominarse opcionalmente como una capa de fibra de vidrio.

En algunos ejemplos, la capa compuesta interna 20 se fabrica laminando una lámina de fibra de vidrio tejida bidireccionalmente a una lámina de aluminio de la misma anchura o una anchura similar para producir una lámina compuesta. En algunos casos, las láminas generalmente son planas con una alta relación longitud:anchura, como mayor que 10:1, mayor que 100:1 o mayor que 1000:1. En algunos ejemplos, se puede usar un adhesivo para unir o laminar la lámina de fibra de vidrio a la lámina de aluminio. En algunos ejemplos, la unión comprende unión adhesiva, por ejemplo, con una composición adhesiva, tal como una composición que comprende una resina epoxídica, una silicona, un acrilato o un cianoacrilato.

En algunos ejemplos, la capa compuesta interna 20 se forma a partir del devanado superpuesto de la lámina o cinta compuesta alrededor de un mandril. En algunos casos, el devanado superpuesto se produce por un patrón en espiral que enrolla la lámina compuesta o la cinta alrededor del mandril. En algunos casos, los bordes de la lámina compuesta se colocan en una disposición no superpuesta o superpuesta, que también se puede denominar una disposición superpuesta. En una disposición superpuesta, una parte del ancho de la lámina o cinta compuesta puede solaparse, tal como en el que aproximadamente el 50 % de la lámina o cinta se superpone al devanado anterior por anchura, o en el que aproximadamente el 40 %, aproximadamente el 30 %, aproximadamente el 20 %, aproximadamente el 10 %, aproximadamente el 5 %, aproximadamente el 4 %, aproximadamente el 2 %, aproximadamente el 1 % o aproximadamente el 0,5 % por superposición del devanado anterior por anchura. Por ejemplo, una cinta de aluminio de 1 cm de ancho y con una superposición del 10 % cubriría 1 mm de la anchura del borde de la cinta adyacente, como la cinta de aluminio del borde adyacente de la revolución espiral anterior alrededor del mandril.

Como se ha mencionado anteriormente, el lado interno de la capa de fibra de vidrio 20B de la capa compuesta interna 20 está recubierto o al menos parcialmente recubierto con un recubrimiento polimérico 30. Alternativamente, la capa de fibra de vidrio 20B está recubierta con un recubrimiento polimérico 30 antes de producir la capa compuesta interna 20. Se puede usar cualquier recubrimiento polimérico que pueda soportar altas temperaturas,

ES 2 768 100 T3

como, por ejemplo, más de aproximadamente 200 °C. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 comprende un polímero resistente al calor.

5 En algunos ejemplos "al menos parcialmente recubierto" significa que el área superficial está al menos el 99 por ciento recubierta, al menos el 98 por ciento recubierta, al menos el 97 por ciento recubierta, al menos el 95 por ciento recubierta, al menos el 90 por ciento recubierta, al menos el 80 por ciento recubierta, al menos el 70 por ciento recubierta, al menos el 60 por ciento recubierta, al menos el 50 por ciento recubierta, al menos el 40 por ciento recubierta, al menos el 30 por ciento recubierta, al menos el 25 por ciento recubierta, al menos el 20 por ciento recubierta, al menos el 15 por ciento recubierta, al menos el 10 por ciento recubierta, al menos el 5 por ciento recubierta, al menos el 4 por ciento recubierta, al menos el 3 por ciento recubierta, al menos el 2 por ciento recubierta, al menos el 1 por ciento recubierta, o al menos el 0,5 % por ciento recubierta. El recubrimiento puede cubrir la superficie de manera uniforme o desigual.

15 En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 comprende uno o más de un poliacrilato, un polisiloxano, un poliuretano, una poliimida, un polibencimidazol, un polibenzotiazol, un polibenzoxazol, un poliéter, una poliimidazopirrolona, un polioxadiazol, un poli (*p*-fenileno), una poliquinoxalina, un polisulfuro, una polisulfona, un poliatrizol, un poli (*p*-xilileno), una poliamida, un poli (sulfuro de fenileno); y un policarbonato. Se pueden usar otras clases de polímeros resistentes al calor.

20 En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor es un poliacrilato. En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor es un poliacrilato reticulado. Ejemplos no limitantes de poliacrilatos adecuados incluyen metacrilatos, metil acrilatos, metil metacrilatos, etil acrilatos, butil acrilatos y butil metacrilatos. En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor comprende un polisiloxano. En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor es un polisiloxano reticulado. Ejemplos no limitantes de polisiloxanos adecuados son poli (dimetilsiloxano), poli (dietsiloxano) y poli (difenilsiloxano).

30 En algunos casos, el polímero resistente al calor comprende un resto alifático. En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor comprende un poliuretano formado a partir de un monómero de di- o multi-isocianato y un monómero de polioli. En algunos ejemplos, el polímero resistente al calor es un poliuretano reticulado. Ejemplos no limitantes de poliuretanos adecuados son aquellos formados a partir de toluendiisocianato (TDI) o metilen difenildiisocianato que reaccionan con un monómero de polioli.

35 El peso molecular promedio en peso del polímero resistente al calor (antes del curado, cuando corresponda) puede ser de aproximadamente 500 gramos por mol (g/mol) a aproximadamente 50.000 g/mol. El peso molecular promedio en número del polímero resistente al calor (antes del curado, cuando corresponda) puede ser de aproximadamente 500 g/mol a aproximadamente 50.000 g/mol.

40 El recubrimiento polimérico puede aplicarse puro, o puede aplicarse en un disolvente o en una dispersión acuosa. En algunos ejemplos, una dispersión polimérica acuosa puede contener un polímero o prepolímero (oligómero) y un agente de reticulación que se puede operar para reaccionar con restos de reticulación en el polímero. En algunos ejemplos, la dispersión polimérica acuosa contiene un poliuretano. Se puede usar cualquier agente de reticulación conocido adecuado. El agente de reticulación puede ser curable por calor o fotocurable. En algunos ejemplos, la dispersión acuosa de polímero contiene un agente de reticulación de hidróxido metálico, tal como trihidróxido de aluminio. Además, la dispersión polimérica acuosa puede contener aditivos adicionales tales como antioxidantes, biocidas, colorantes, antiespumantes, dispersantes, emulsionantes y/o humectantes.

50 En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 puede ser estable al calor a una temperatura de hasta aproximadamente 400 °C durante un período de tiempo. Por ejemplo, el recubrimiento polimérico 30 puede ser estable al calor hasta aproximadamente 250 °C durante hasta aproximadamente 3000 horas, hasta aproximadamente 2000 horas, hasta aproximadamente 1000 horas o hasta aproximadamente 500 horas. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 es estable al calor hasta aproximadamente 200 °C durante aproximadamente 20.000 horas o hasta aproximadamente 275 °C durante aproximadamente 10 horas. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 es estable al calor hasta aproximadamente 300 °C durante aproximadamente seis horas, aproximadamente 5 horas, aproximadamente 4 horas, aproximadamente 2 horas o aproximadamente 1 hora. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico 30 es estable al calor hasta aproximadamente 310 °C durante aproximadamente 3 horas o hasta aproximadamente 290 °C durante aproximadamente 12 horas.

60 En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 proporciona una temperatura interna en el espacio interior 40 de no más de aproximadamente 70 °C durante al menos una hora cuando se mide de acuerdo con los métodos descritos en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 proporciona una temperatura interna en el espacio interior 40 de no más de aproximadamente 65 °C, de no más de aproximadamente 60 °C, o de no más de aproximadamente 55 °C durante al menos una hora cuando se mide de acuerdo con la prueba de protección térmica.

65 En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 pasa la prueba de resistencia a la vibración descrita en la

sección Métodos de prueba a continuación, que no muestra daños visibles después de experimentar aproximadamente 10.000.000 ciclos de vibración. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 se puede operar para someterse a aproximadamente 8.000.000, aproximadamente 5.000.000, aproximadamente 1.000.000, aproximadamente 4.000.000, aproximadamente 3.000.000, aproximadamente 1.000.000 o aproximadamente 500.000, ciclos de vibración sin desarrollar grietas finas o separación de capas laminadas, de acuerdo con método de prueba de resistencia a vibraciones.

En algunos ejemplos, el tubo 100 de protección térmica tiene una velocidad de combustión de cero, medida según el método de prueba DIN 75200 (1980-09). En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica tiene una longitud de combustión menor o igual a 292 milímetros/minuto (mm/min), menor o igual a 88 mm/min, o menor o igual a 38 mm/min.

El tubo de protección térmica 100 puede almacenarse a temperaturas que varían de aproximadamente -40 °C a aproximadamente 250 °C. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 puede almacenarse en un congelador durante aproximadamente 100 horas a aproximadamente -40 °C o en un horno de laboratorio durante hasta aproximadamente 100 horas a 250 °C sin evaporación de adhesivo, olor, emisión de humo, separación de la laminación y separación del devanado superpuesto, de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de condiciones de almacenamiento de frío-calor descrita en la sección Métodos de prueba a continuación.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede recibir una carga estática radial de al menos aproximadamente 289 Newtons por 100 milímetros (N/100 mm) de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de carga estática descrita en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede recibir una carga estática radial de al menos 285 N/100 mm, de al menos 280 N/100 mm, de al menos 270 N/100 mm, de al menos 260 N/100 mm, o de al menos 250 N/100 mm según la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de carga estática descrita en la sección Métodos de prueba a continuación.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C, puede recibir una carga estática radial de al menos 229 N/100 mm de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de carga estática descrita en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C, puede recibir una carga estática radial de al menos 228 N/100 mm, de al menos 226 N/100 mm, de al menos 224 N/100 mm, de al menos 222 N/100 mm, o de al menos 220 N/100 mm según la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de carga estática. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede recibir una carga estática radial de al menos 290 N/100 mm, de al menos 285 N/100 mm, de al menos 280 N/100 mm, de al menos 260 N/100 mm, o de al menos 240 N/100 mm según la prueba de resistencia a la temperatura.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C, puede pasar la prueba de propiedades de flexión de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de propiedades de flexión descrita en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede pasar la prueba de propiedades de flexión según la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de propiedades de flexión descrita en la sección Métodos de prueba a continuación.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede pasar la prueba de color de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de color descrita en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C, puede pasar la prueba de color de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: prueba de color descrita en la sección Métodos de prueba a continuación.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de ser almacenado en un congelador durante 100 horas a -40 °C, puede recibir al menos una designación de "bueno" en la prueba de adhesión de capas de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: adhesión de capas prueba descrita en la sección Métodos de prueba a continuación. En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100, después de almacenarse en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C, puede recibir al menos una designación de "suficiente" en la prueba de adhesión de capas de acuerdo con la prueba de resistencia a la temperatura: adhesión de prueba de capas.

En algunos ejemplos, el tubo de protección térmica 100 puede pasar la prueba de compresión y alargamiento como se describe en la sección Métodos de prueba a continuación.

Métodos de fabricación

En el presente documento también se describen métodos para producir tubos de protección térmica corrugados, que

incluyen pero no se limitan a los tubos de protección térmica 100 y 200 descritos anteriormente.

Generalmente, los tubos de protección térmica corrugados están formados por dos materiales preliminares: un material laminado de aluminio-vidrio (AG) y un segundo material de aluminio. El material laminado de fibra de vidrio y aluminio y el segundo material de aluminio pueden tener la forma de una lámina o una banda o cinta, como se ha descrito anteriormente en la sección Tubos de protección térmica que incluyen productos de aleación de aluminio. En algunos ejemplos, el material laminado de fibra de aluminio y vidrio está recubierto al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico, tal como el recubrimiento polimérico 30 descrito anteriormente, después de que se haya formado el laminado de fibra de aluminio y vidrio. Alternativamente, en algunos ejemplos, un lado de una capa de fibra de vidrio está recubierto al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico, tal como el recubrimiento polimérico 30 descrito anteriormente, antes de que se haya formado el laminado de fibra de aluminio y vidrio, y a continuación la capa de fibra de vidrio recubierta de polímero se lamina a una primera capa de aluminio, tal como la primera capa de aluminio 20B, para producir el material laminado de fibra de vidrio y aluminio (AG).

En algunos ejemplos, el material laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero se conforma en forma de tubo mediante un devanado superpuesto alrededor de un mandril que tiene un diámetro que es el diámetro interno deseado del tubo de protección térmica corrugado. El material laminado de fibra de vidrio y aluminio se envuelve alrededor del mandril con el lado de fibra de vidrio hacia el mandril. A continuación, se aplica una capa externa de aluminio enrollando sobre el mismo mandril que sostiene el material laminado de fibra de vidrio y aluminio formado. En algunos ejemplos, se puede usar un adhesivo para asegurar el material laminado de fibra de vidrio y aluminio y la capa externa de aluminio. De esta manera, el lado de fibra de vidrio del material laminado de fibra de vidrio y aluminio forma un espacio interior para recibir un componente a proteger.

En algunos ejemplos, un método para producir un tubo de protección térmica corrugado incluye laminar una capa de fibra de vidrio y una primera capa de aluminio para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio que tiene un lado de fibra de vidrio y un lado de aluminio. El método incluye además recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero, y colocar el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre un mandril para formar un tubo laminado. En algunos casos, el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero se coloca de manera que quede frente al mandril. El método incluye además aplicar una capa externa que comprende aluminio sobre el lado de aluminio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre el mandril para producir un tubo de protección térmica, y corrugar el tubo de protección térmica. El tubo de protección térmica se puede corrugar por cualquier método conocido. Se puede usar cualquier material de aluminio y cualquier material de vidrio o fibra de vidrio descrito anteriormente.

En algunos ejemplos, la etapa de recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico incluye las etapas de aplicar un recubrimiento de un recubrimiento polimérico con un espesor para recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio y curar el recubrimiento polimérico para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero. Alternativamente, el recubrimiento polimérico se puede aplicar a una capa de fibra de vidrio con un espesor para recubrir al menos parcialmente la capa de fibra de vidrio y curar el recubrimiento polimérico, y a continuación producir el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero laminando la capa de fibra de vidrio recubierta de polímero a una primera capa de aluminio.

En algunos ejemplos, el espesor del recubrimiento polimérico puede ser de 0,1-5 milímetros (mm), de 0,2-4 mm, de 0,2-3 mm, de 0,3-2 mm, o de 0,5-1 mm. En algunos ejemplos, el espesor del recubrimiento polimérico puede ser inferior a aproximadamente 5 mm, inferior a aproximadamente 3 milímetros, inferior a aproximadamente 1 mm, inferior a aproximadamente 0,75 mm, inferior a aproximadamente 0,5 mm, inferior a aproximadamente 0,25 mm o inferior de aproximadamente 0,1 mm.

Cualquier material polimérico descrito anteriormente puede usarse para producir el recubrimiento polimérico. En general, el material polimérico se aplica al material laminado de fibra de vidrio y aluminio antes de la formación del tubo, pero también es posible la aplicación después de la formación del tubo, como es la aplicación del recubrimiento polimérico a la capa de fibra de vidrio antes de producir el laminado de fibra de vidrio y aluminio. Además, cuando el recubrimiento polimérico se aplica en un disolvente o en una dispersión acuosa, el disolvente y/o el agua pueden evaporarse en un horno de secado.

En algunos casos, el material polimérico puede contener uno o más restos de reticulación. En algunos ejemplos, cuando los restos de reticulación están presentes en el material polimérico, el horno puede proporcionar suficiente calor para curar los materiales de los polímeros (por ejemplo, para lograr la reticulación de dichos restos para proporcionar reticulaciones dentro del recubrimiento polimérico). En algunos ejemplos, cuando están presentes restos de reticulación en el material polimérico, el horno puede proporcionar suficiente calor para lograr la reticulación de dichos restos para proporcionar reticulaciones del recubrimiento polimérico a la capa de fibra de vidrio. En algunos ejemplos, cuando los restos de reticulación están presentes en el material polimérico, el horno puede proporcionar suficiente calor para lograr la reticulación de dichos restos para proporcionar reticulaciones del recubrimiento polimérico tanto dentro del recubrimiento polimérico como del recubrimiento polimérico a la capa de

fibra de vidrio. En algunos casos, el material polimérico puede contener uno o más agentes de reticulación para reaccionar con los restos de reticulación.

5 En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico es estable al calor a temperaturas de hasta aproximadamente 300 °C durante seis horas. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico comprende poliuretano. En algunos ejemplos, el recubrimiento polimérico está reticulado. En algunos ejemplos, una densidad del recubrimiento polimérico en la superficie del material laminado de fibra de vidrio y aluminio es de aproximadamente 1 a 50 gramos por metro cuadrado (g/m²). En algunos ejemplos, la densidad del recubrimiento polimérico es de aproximadamente 2 a 40 g/m², de aproximadamente 2 a 20 g/m², de aproximadamente 8 a 30 g/m², de aproximadamente 8 a 20 g/m², de aproximadamente 10 a 15 g/m², de aproximadamente 5 a 15 g/m², de aproximadamente 5 a 10 g/m², o de aproximadamente 5 a 8 g/m².

15 En algunos ejemplos, curar el recubrimiento polimérico para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero comprende calentar el material laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero en un horno a aproximadamente 90-200 °C durante aproximadamente 15 a aproximadamente 90 segundos. En algunos casos, el horno es un horno de rendimiento continuo. En algunos ejemplos, el curado del recubrimiento polimérico para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero reticula al menos aproximadamente el 98 % de los restos de reticulación. En algunos ejemplos, el curado del recubrimiento polimérico reticula al menos aproximadamente el 95 %, al menos aproximadamente el 90 %, al menos aproximadamente el 75 %, al menos aproximadamente el 60 % o al menos aproximadamente el 50 % de los restos de reticulación. En algunos ejemplos, el curado del recubrimiento polimérico comprende calentar el material laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero en un horno de rendimiento continuo a aproximadamente 100 °C durante aproximadamente 25 a aproximadamente 45 segundos. En otros ejemplos, los restos de reticulación pueden reticularse mediante fotocurado.

25

Métodos de prueba

Se utilizan varios métodos de prueba como se describe a continuación para evaluar el rendimiento de los tubos de protección térmica.

30

Prueba de protección térmica

35 La prueba de protección térmica utiliza la configuración experimental 300 representada en la Fig. 3. La fuente de calor 310 es un radiador infrarrojo cerámico de temperatura controlada configurado a 750 °C. Se utiliza un termómetro de memoria, termopar tipo K, para detectar la temperatura en el punto de medición 320 a lo largo del tiempo. La punta del termopar se coloca en el punto de medición 320, que es el espacio interior del tubo de protección térmica 301. Además, la punta del termopar se coloca fuera del componente protegido, que es una manguera de poliamida con un diámetro externo de 6 mm. La distancia lateral entre la superficie de calentamiento de la fuente de calor y la superficie exterior del tubo de protección térmica es de 20 mm. La prueba se lleva a cabo en una sala con una temperatura ambiente de 22 ± 2 °C y una humedad relativa entre 30-40 %.

40

Prueba de resistencia a la vibración

45 La prueba de resistencia a la vibración utiliza la configuración experimental 400 representada en la Fig. 4. El tubo de protección térmica 440 está unido en un primer extremo a la placa fija 410 por una primera abrazadera de tornillo de manguera 430 y asegurado por el tornillo 420, y está unido en un segundo extremo a la placa oscilante 450 por una segunda abrazadera de tornillo de manguera 432 y asegurado por un segundo tornillo 422. La placa oscilante se mueve en el plano horizontal a una amplitud de vibración de ± 2,5 mm desde el centro, de modo que cada ciclo de vibración consiste en un desplazamiento hacia la derecha de 2,5 mm, un retorno al centro, un desplazamiento hacia la izquierda de 2,5 mm, y un retorno al centro. La frecuencia del ciclo de vibración es de 40 Hz. La prueba se lleva a cabo en una sala con una temperatura ambiente de 24 ± 4 °C. Un tubo de protección térmica recibe un resultado de aprobación si resiste un número mínimo de 5 x 10⁶ ciclos de vibración sin daño visible a la capa externa, como grietas finas, separación de las capas de material o daño externo.

50

Prueba de combustión

La prueba de combustión se realiza según el método de prueba DIN 75200 (1980-09). El resultado preferido es una velocidad de combustión de "cero" y una longitud de combustión de "cero".

60

Prueba de resistencia a la temperatura

La resistencia a la temperatura de los tubos de protección térmica se mide sometiendo los tubos a las condiciones de almacenamiento de calor-frío que se describen a continuación, y a continuación realizando cuatro pruebas secundarias: prueba de carga estática; prueba de propiedades de flexión; prueba de color; y prueba de adhesión de capas, todo explicado a continuación.

65

Prueba de resistencia a la temperatura: condiciones de almacenamiento de frío-calor

5 Los tubos de protección térmica se almacenan en un congelador durante 100 horas a -40 °C o en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C. Después de dicho almacenamiento, un tubo de protección térmica obtiene un resultado de aprobación si no hay evaporación del adhesivo, no huele a adhesivo, no hay emisión de humo, no hay separación de la laminación y no hay separación del devanado superpuesto. Se realizan pruebas secundarias adicionales en tubos de calor que reciben un resultado de aprobación en condiciones de almacenamiento en caliente o frío.

10 Prueba secundaria de resistencia a la temperatura: prueba de carga estática

15 Los tubos de protección térmica que se han almacenado en un congelador durante 100 horas a -40 °C o en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C se someten a una prueba de deformación bajo una carga estática. La carga estática radial se define como la fuerza máxima aplicada para lograr una reducción del 30 % en el diámetro del tubo debido a la deformación plástica. La prueba se lleva a cabo en una sala con una temperatura ambiente de 24 ± 4 °C.

Prueba secundaria de resistencia a la temperatura: prueba de propiedades de flexión

20 Los tubos de protección térmica que se han almacenado en un congelador durante 100 horas a -40 °C o en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C de al menos 300 mm de longitud se prueban para determinar las propiedades de flexión con una plantilla de flexión 500 como se muestra en la Fig. 5. El radio de curvatura 520 es 1,5 veces el diámetro interno 510 del tubo de protección térmica. Se da un resultado de aprobación a un tubo de protección térmica si el tubo se dobla sin daño visible a la capa externa, como grietas finas, separación de las capas de material o daño externo, y en la reducción del diámetro es menor o igual al 3 %.

Prueba secundaria de resistencia a la temperatura: prueba de color

30 Se observan cambios de color en los tubos de protección térmica que se han almacenado en un congelador durante 100 horas a -40 °C o en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C. Se observan cambios en el color, pero no se consideran defectuosos. Sin embargo, la preferencia del consumidor dicta que es deseable una falta de cambio de color.

Prueba secundaria de resistencia a la temperatura: prueba de adhesión de capas

35 Los tubos de protección térmica que se han almacenado en un congelador durante 100 horas a -40 °C o en un horno de laboratorio durante 100 horas a 250 °C se prueban para determinar la adhesión de las capas. El tubo de protección térmica se abre en la dirección axial (a lo largo de la longitud del tubo) y se aplana. Se lleva a cabo un intento de deslaminar las capas de material a mano. Los tubos se clasifican como buenos, suficientes o insuficientes. Se da una buena calificación cuando las capas se adhieren claramente entre sí con poca o ninguna deslaminación, y no se observan grietas de fibra dentro de las capas. Se da una calificación de suficiente cuando las capas se adhieren entre sí con poca o ninguna deslaminación, y se observa un mínimo agrietamiento de la fibra dentro de las capas. Se da una calificación de insuficiente cuando las capas se deslaminan o se deslaminan sustancialmente y las capas se separan con una fuerza mínima aplicada.

Prueba de compresión y alargamiento

50 La prueba de compresión y alargamiento utiliza la configuración experimental representada en Las Figs. 6A-6C. Un tubo de protección térmica 620 de 290 mm de longitud está montado en un mandril de prueba 610 que tiene un diámetro que es 0,5 mm menor que el diámetro interno del tubo de protección térmica, como se muestra en la Fig. 6A. La sección compresible L3 del tubo de protección térmica que tiene una longitud inicial L1 y está asegurada en cada extremo por el área manual L2 se comprime por la fuerza F en la dirección axial de acuerdo con la Fig. 6B hasta que se alcance la compresión máxima $C_{m\acute{a}x}$ de la sección L3 (es decir, el tubo no puede comprimirse más). Después de la compresión, el tubo de protección térmica se estira por la fuerza F de acuerdo con la Fig. 6C hasta que la longitud del tubo de protección térmica vuelva a 290 mm, menos 20 mm en cada extremo para un área de mango. Un tubo de protección térmica recibe un resultado de aprobación si no hay daños visibles en las áreas superpuestas de la corrugación.

60 Se ha hecho referencia en detalle a varios ejemplos de la materia desvelada, de la cual anteriormente se expusieron uno o más ejemplos. Cada ejemplo se proporcionó a modo de explicación de la materia, sin su limitación. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente materia sin apartarse del alcance o espíritu de la divulgación. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden usarse con otra realización para producir otra realización adicional.

65 Los siguientes ejemplos servirán para ilustrar adicionalmente la presente invención sin, no obstante, al mismo tiempo, constituir ninguna limitación de la misma. Por el contrario, debe entenderse claramente que puede recurrirse

a diversas realizaciones, modificaciones y equivalentes de las mismas que, después de leer la descripción en el presente documento, puedan sugerirse a los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la invención.

Ejemplo

5 Se preparó un tubo de protección térmica comparativo (Muestra comparativa 1) laminando una cinta aislante de fibra de vidrio tejida y una lámina de aluminio de la serie 1XXX de 20 micrómetros de espesor para producir un laminado de fibra de aluminio y vidrio, produciendo el laminado de fibra de aluminio y vidrio en un mandril para formar un tubo laminado, aplicando una capa externa de papel de aluminio de la serie 3005 de 60 micrómetros de espesor
10 alrededor del mandril, y corrugando el tubo de protección térmica con 450 ± 30 corrugaciones/metro. No se aplicó recubrimiento polimérico.

15 Los tubos de protección térmica de la invención se prepararon de manera idéntica a la Muestra comparativa 1, excepto por que el laminado de fibra de vidrio y aluminio se recubrió previamente en el lado interno de la capa de fibra de vidrio con una dispersión acuosa que comprende un polímero de poliuretano alifático reticulable por calor y se secó en un horno a 100 °C hasta peso constante, y a continuación el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero se enrolla en el mandril, aplicando una capa externa de papel de aluminio de la serie 3005 de 60 micrómetros de espesor alrededor del mandril, y corrugando el tubo de protección térmica con 450 ± 30 corrugaciones/metro, como anteriormente.

20 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y la Muestra de la invención 2 se probaron por triplicado en la prueba de protección térmica como se describe en la sección Métodos de prueba. Los resultados se muestran en la Fig. 7. Los tres tubos mostraron una capacidad de protección térmica satisfactoria al mantener la temperatura en el espacio interior por debajo de 70 °C durante 60 minutos. Las diferencias entre los tubos estaban dentro de las tolerancias del método de prueba.

25 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1, y Muestra de la invención 2 se sometieron a ensayo para 10×10^6 ciclos de vibración en la prueba de resistencia a la vibración, como se describe en la sección Métodos de Ensayo. Los tres tubos pasaron la prueba.

30 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y la Muestra de la invención 2 se probaron según el método de prueba DIN 75200 como se describe en la sección Métodos de prueba. Los tres tubos pasaron la prueba con una velocidad de combustión de cero.

35 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y la Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente o en frío como se describe en la sección Métodos de prueba. Los tres tubos pasaron la prueba y a continuación se sometieron a pruebas secundarias de resistencia a la temperatura.

40 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en frío, y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 que no se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente o frío (como se entregan) se sometieron a la prueba secundaria de carga estática como se describe en la sección Métodos de prueba. Los resultados de la prueba se calcularon a partir del promedio de 5
45 mediciones. Los resultados se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Carga estática radial (N/100 mm)

	Muestra comparativa 1	Muestra de la invención 1	Muestra de la invención 2
Como se entrega	244	224	284
Almacenado en frío	245	230	283
Almacenado en caliente	216	219	228

50 Todos los tubos pasaron la prueba. Sin embargo, los tubos de la Muestra de la invención 2 tenían una resistencia superior a los tubos de la Muestra comparativa 1 y los tubos de la Muestra de la invención 1. Por lo tanto, el recubrimiento polimérico que comprende poliuretano confiere la resistencia adicional deseada.

55 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en frío, y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 que no se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente o frío (como se entregó) se sometieron a la prueba secundaria de propiedades de flexión como se describe en la sección Métodos de prueba. Todos los tubos pasaron la prueba.

60 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en frío, y los tubos de la Muestra

comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 que no se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente o frío (como se entregan) se sometieron a la prueba secundaria de color como se describe en la sección Métodos de prueba. Los resultados se muestran en la Tabla 2:

5 Tabla 2. Color

	Muestra comparativa 1 dentro/fuera	Muestra de la invención 1 dentro/fuera	Muestra de la invención 2 dentro/fuera
Como se entrega	blanco/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco
Almacenado en frío	blanco/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco
Almacenado en caliente	pardo/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco	negro/aluminio en blanco

10 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 se sometieron a condiciones de almacenamiento en frío, y los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y Muestra de la invención 2 que no se sometieron a condiciones de almacenamiento en caliente o frío (como se entregó) se sometieron a la prueba secundaria de adhesión de capas como se describe en la sección Métodos de prueba. Los resultados se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Adhesión de capas

	Muestra comparativa 1	Muestra de la invención 1	Muestra de la invención 2
Como se entrega	bueno	suficiente	bueno
Almacenado en frío	bueno	suficiente	bueno
Almacenado en caliente	suficiente	suficiente	suficiente

15 La Muestra de la invención 2 alcanzó el mismo nivel de adhesión que la Muestra comparativa 1. Por lo tanto, el polímero que comprende poliuretano no afecta negativamente a la adhesión.

20 Los tubos de la Muestra comparativa 1, la Muestra de la invención 1 y la Muestra de la invención 2 se probaron de acuerdo con la prueba de compresión y alargamiento como se describe en la sección Métodos de prueba. Los tres tubos pasaron la prueba. La Fig. 8A muestra el tubo de la Muestra de la invención 2 colocado sobre el mandril. La Fig. 8B presenta la Muestra de la invención 2 en el estado alargado. La Fig. 8C presenta la Muestra de la invención 2 devuelta a una condición aceptable después de que se completó la prueba.

25 La Fig. 9A muestra una fotografía de una sección transversal cortada de la Muestra comparativa 1, mientras que la Fig. 9B muestra una fotografía de una sección transversal cortada de la Muestra de la invención 2. La reducción de fibras sueltas en la Muestra de la invención 2 en comparación con la Muestra comparativa 1 es fácilmente evidente.

30 Los tubos de la Muestra comparativa 1 y la Muestra de la invención 2 se probaron en una prueba de abrasión. En la prueba de abrasión, los cables se usan como compañeros de fricción para frotar o golpear contra el interior del tubo de protección térmica para recoger las fibras que se desprenden debido a la fuerza abrasiva del compañero de fricción en el recubrimiento de fibra de vidrio del tubo de protección térmica. La Fig. 10 A es una fotografía de cables utilizados como compañeros de fricción de la Muestra comparativa 1, mientras que la Fig. 10B es una fotografía de cables utilizados como compañeros de fricción de la Muestra de la invención 2. La reducción de fibras sueltas en la Muestra de la invención 2 en comparación con la Muestra comparativa 1 es fácilmente evidente. La Fig. 11A es una fotografía de la capa de fibra de vidrio sin recubrir antes (izquierda) y después (derecha) de la prueba de resistencia a la abrasión de la Muestra comparativa 1, mientras que la Fig. 11B es una fotografía de la capa de fibra de vidrio recubierta de polímero antes (izquierda) y después (derecha) de la prueba de resistencia a la abrasión de la Muestra de la invención 2. La reducción del daño por abrasión a la cinta de fibra de vidrio tejida en la Muestra de la invención 2 en comparación con la Muestra comparativa 1 es fácilmente evidente.

40

REIVINDICACIONES

1. Un tubo de protección térmica que comprende:
 - 5 una capa externa que comprende aluminio y que tiene una superficie externa y una superficie interna; y una capa compuesta interna que comprende una capa de aluminio y una capa de fibra de vidrio, en el que la capa de aluminio y la capa de fibra de vidrio están laminadas juntas; en el que la capa de aluminio de la capa compuesta interna está unida a la superficie interna de la capa externa; y
 - 10 en el que la capa de fibra de vidrio de la capa compuesta interna define un espacio interior del tubo de protección térmica y en el que la capa de fibra de vidrio está recubierta al menos parcialmente con un recubrimiento polimérico.
- 15 2. El tubo de protección térmica de la reivindicación 1, en el que el recubrimiento polimérico comprende uno o más de un poliacrilato, un polisiloxano, un poliuretano, una poliimida, un polibencimidazol, un polibenzotiazol, un polibenzoxazol, un poliéter, una poliimidazopirrolona, un polioxadiazol, un poli (*p*-fenileno), una poliinoxalina, un polisulfuro, una polisulfona, un poliatriazol, un poli (*p*-xilileno), una poliamida, un poli (sulfuro de fenileno) y un policarbonato.
- 20 3. El tubo de protección térmica de la reivindicación 1, en el que el recubrimiento polimérico comprende un poliacrilato, un poliuretano o un polisiloxano.
4. El tubo de protección térmica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el recubrimiento polimérico está reticulado.
- 25 5. El tubo de protección térmica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 250 °C durante al menos 3000 horas y/o, en el que el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta 300 °C durante al menos 6 horas.
- 30 6. El tubo de protección térmica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tubo de protección térmica proporciona una temperatura interna en el espacio interior de no más de 65 °C durante al menos una hora cuando se mide de acuerdo con la prueba de protección térmica y/o, en el que el tubo de protección térmica tiene una velocidad de combustión de cero, medido de acuerdo con el método de prueba DIN 75200 (1989-09) y/o,
- 35 en el que el tubo de protección térmica se puede operar para someterse a 5.000.000 ciclos de prueba sin desarrollar grietas finas visibles o separación de capas laminadas.
7. El tubo de protección térmica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el recubrimiento polimérico forma una capa más interna del tubo de protección térmica.
- 40 8. Un método para formar un tubo de protección térmica corrugado que comprende:
 - laminar una capa de fibra de vidrio y una primera capa de aluminio para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio que tiene un lado de fibra de vidrio y un lado de aluminio;
 - 45 recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico para formar un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero; colocar el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre un mandril para formar un tubo laminado, en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero se coloca frente al mandril, y en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero define un espacio interior del tubo de protección térmica para recibir un componente protegido;
 - 50 aplicar una capa externa que comprende una segunda capa de aluminio sobre el lado de aluminio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre el mandril para formar un tubo de protección térmica; y corrugar el tubo de protección térmica para formar el tubo de protección térmica corrugado.
- 55 9. El método de la reivindicación 8, en el que al menos recubrir parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio con un recubrimiento polimérico comprende las etapas de:
 - aplicar un recubrimiento polimérico para recubrir al menos parcialmente el lado de fibra de vidrio del laminado de fibra de vidrio y aluminio; y
 - 60 curar el recubrimiento polimérico para producir un laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto de polímero.
10. El método de la reivindicación 9, en el que la etapa de curado comprende calentar el laminado de fibra de vidrio y aluminio a aproximadamente 90-200 °C durante 15 a 90 segundos.
- 65 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en el que el recubrimiento polimérico es estable al calor hasta aproximadamente 250 °C durante al menos 3000 horas y/o,

en el que el recubrimiento polimérico es estable al calor a una temperatura de hasta 300 °C durante seis horas y/o, en el que el tubo de protección térmica proporciona una temperatura interna medida en el espacio interior de no más de 65 °C durante al menos una hora cuando se mide de acuerdo con el método de prueba de protección térmica.

5 12. Un método para formar un tubo de protección térmica corrugado que comprende:

recubrir al menos parcialmente al menos un lado de una capa de fibra de vidrio con un recubrimiento polimérico para formar una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero;

10 laminar la capa de fibra de vidrio recubierta con polímero y una primera capa de aluminio para formar un tubo laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero que tiene un lado de fibra de vidrio recubierto con polímero y un lado de aluminio;

15 colocar el laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre un mandril para formar un tubo laminado, en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero se coloca frente al mandril, y en el que el lado de fibra de vidrio recubierto con polímero define un espacio interior del tubo de protección térmica para recibir un componente protegido;

aplicar una capa externa que comprende una segunda capa de aluminio sobre el lado de aluminio del laminado de fibra de vidrio y aluminio recubierto con polímero sobre el mandril para formar un tubo de protección térmica; y corrugar el tubo de protección térmica para formar el tubo de protección térmica corrugado.

20 13. El método de la reivindicación 12, en el que al menos recubrir parcialmente una capa de fibra de vidrio con un recubrimiento polimérico para producir una capa de fibra de vidrio recubierta de polímero comprende además curar el recubrimiento polimérico.

25 14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en el que el recubrimiento polimérico es termoestable a una temperatura de hasta 300 °C durante seis horas.

15. El método de las reivindicaciones 8 a 14, en el que el recubrimiento polimérico comprende un poliacrilato, un poliuretano o un polisiloxano.

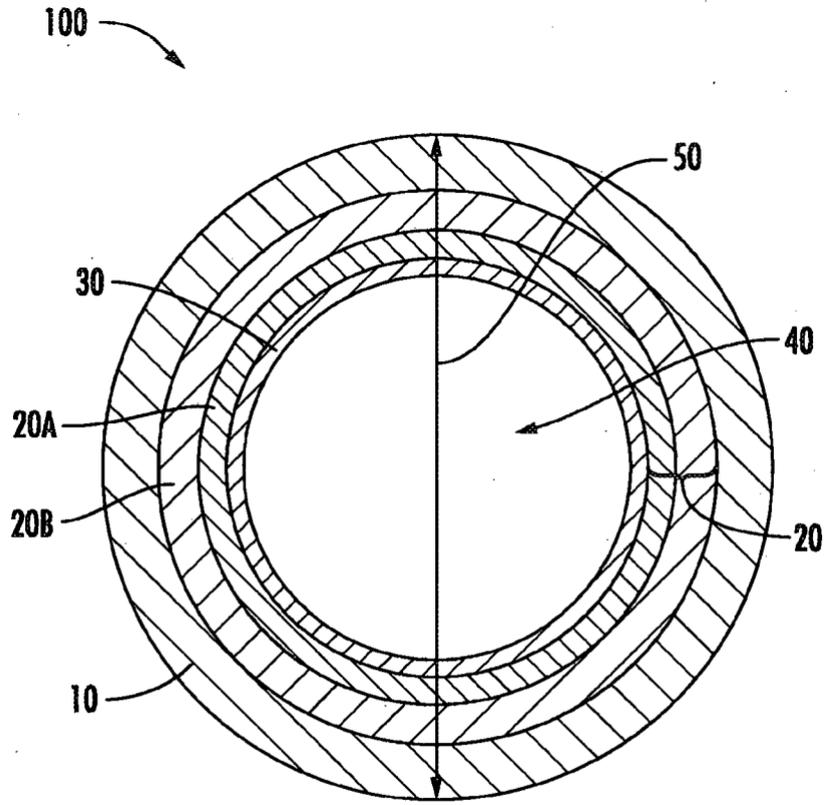


FIG. 1

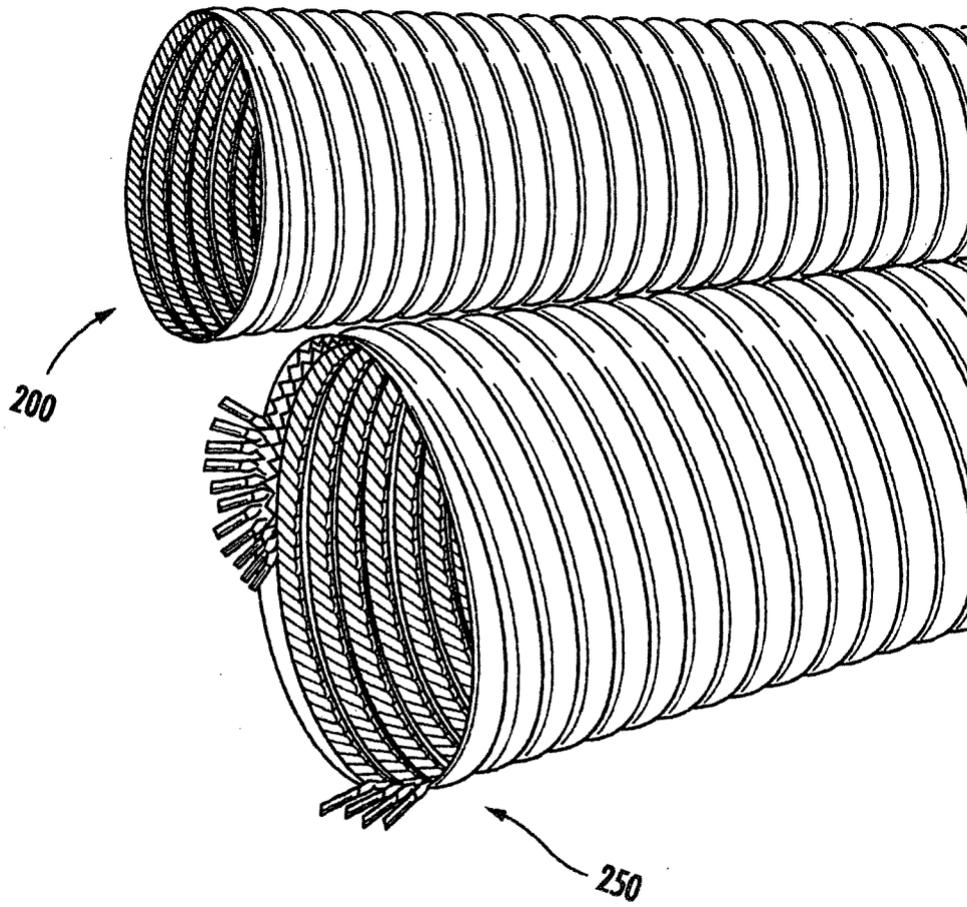


FIG. 2

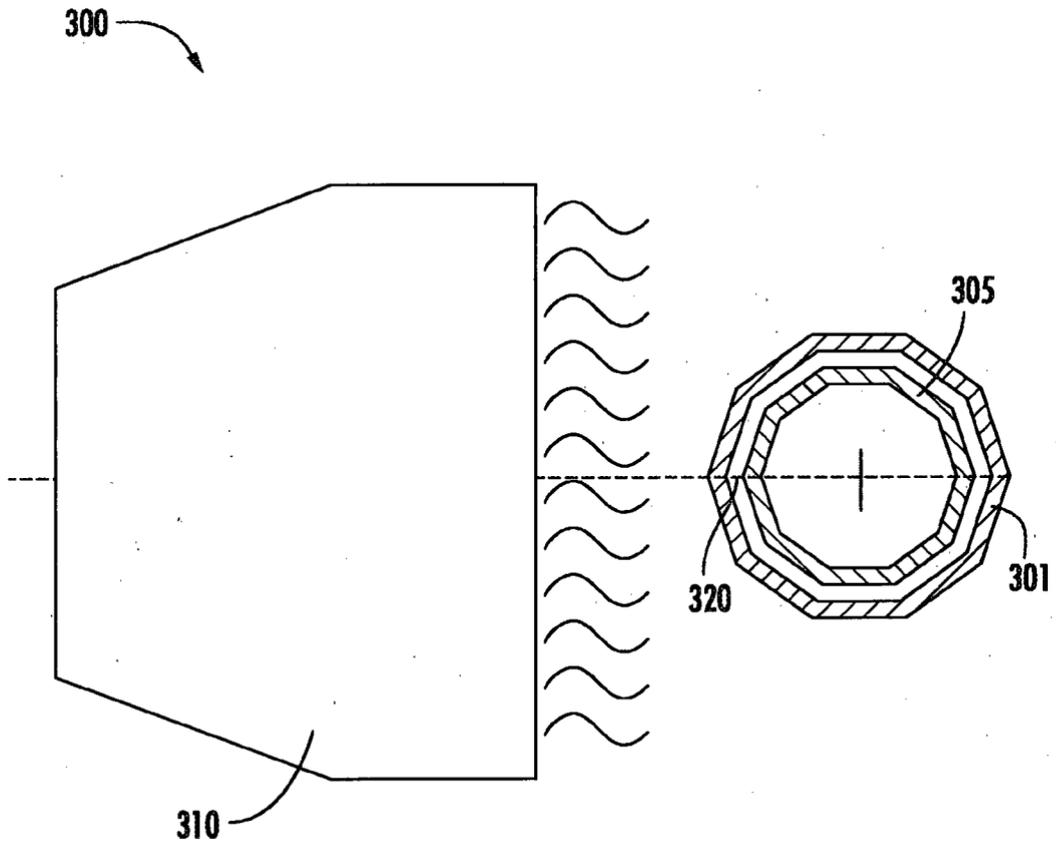


FIG. 3

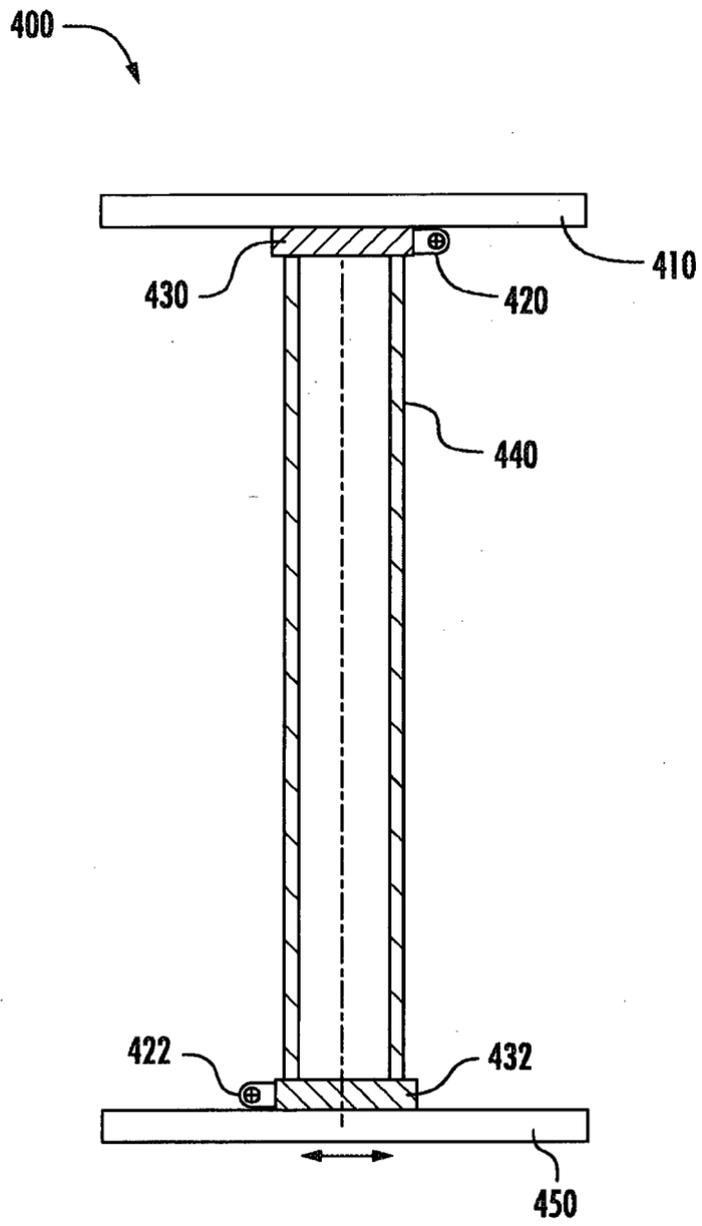


FIG. 4

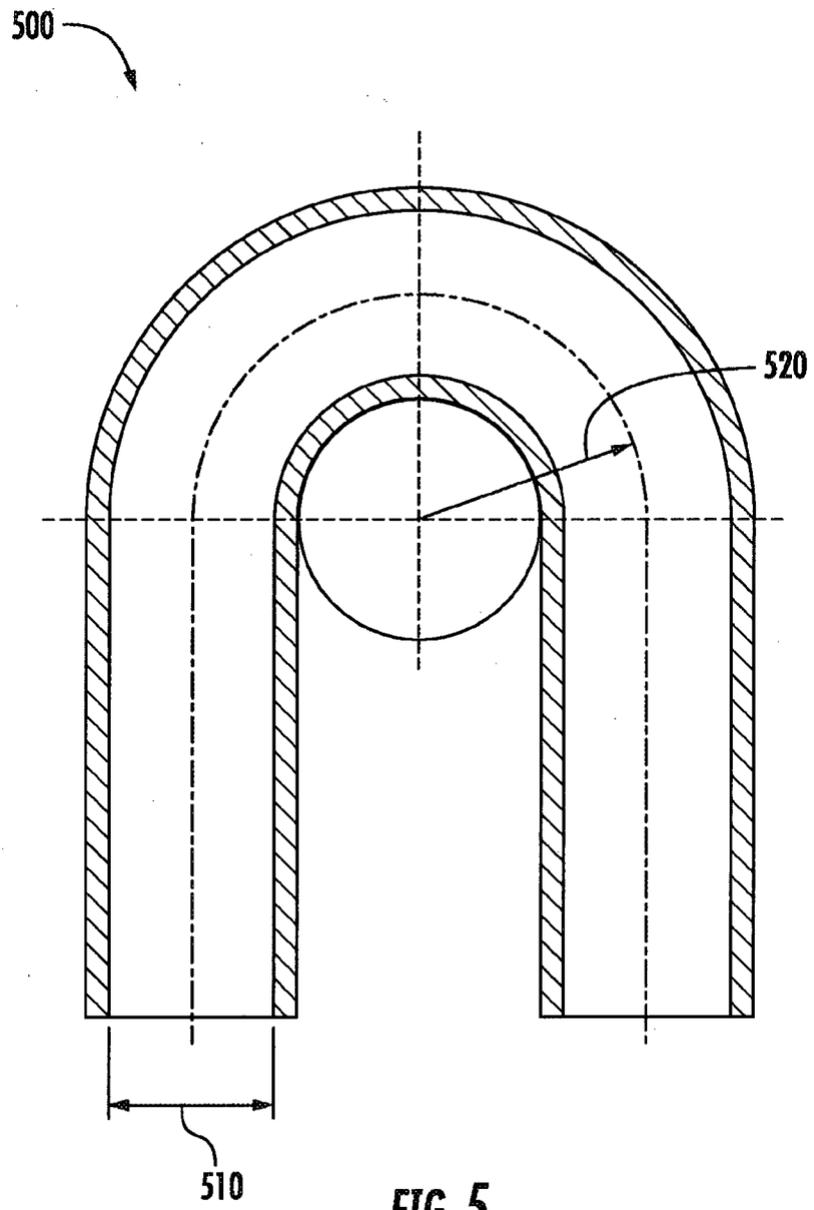


FIG. 5

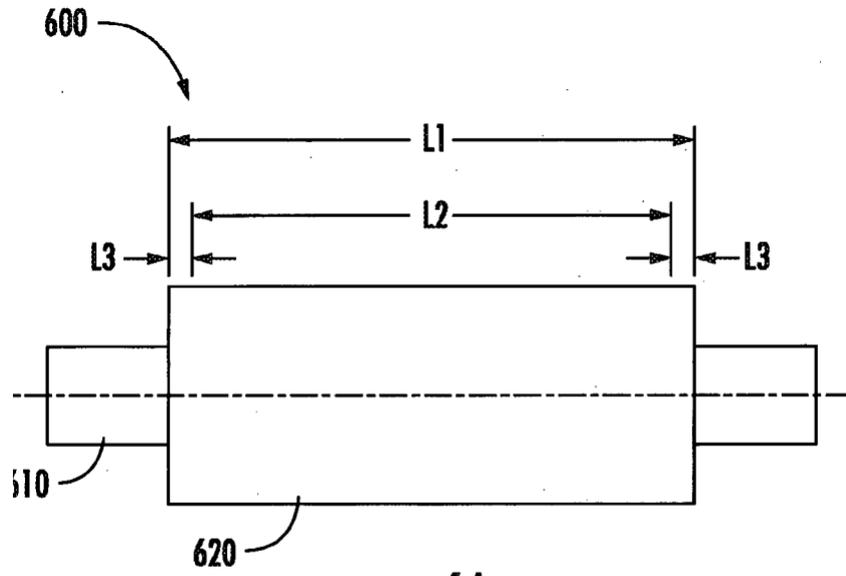


FIG. 6A

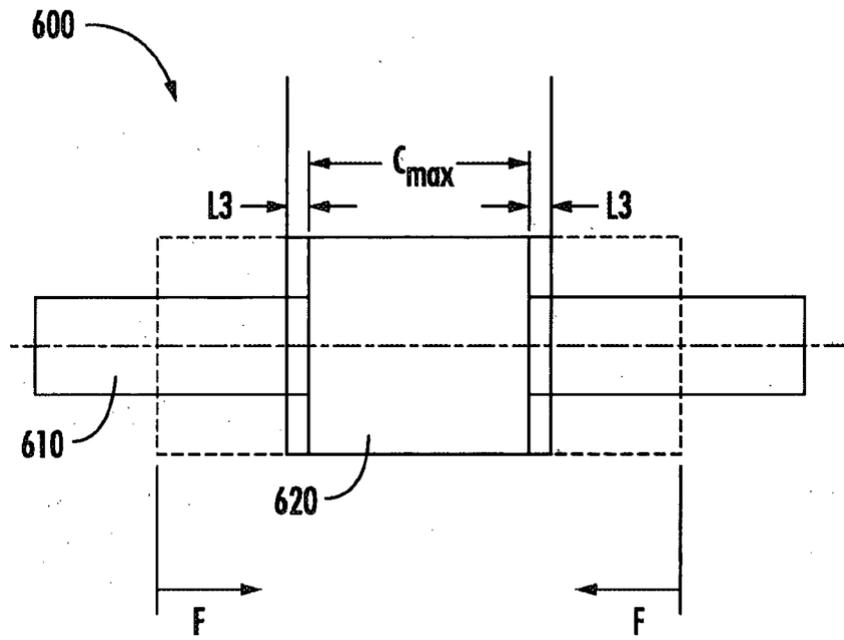


FIG. 6B

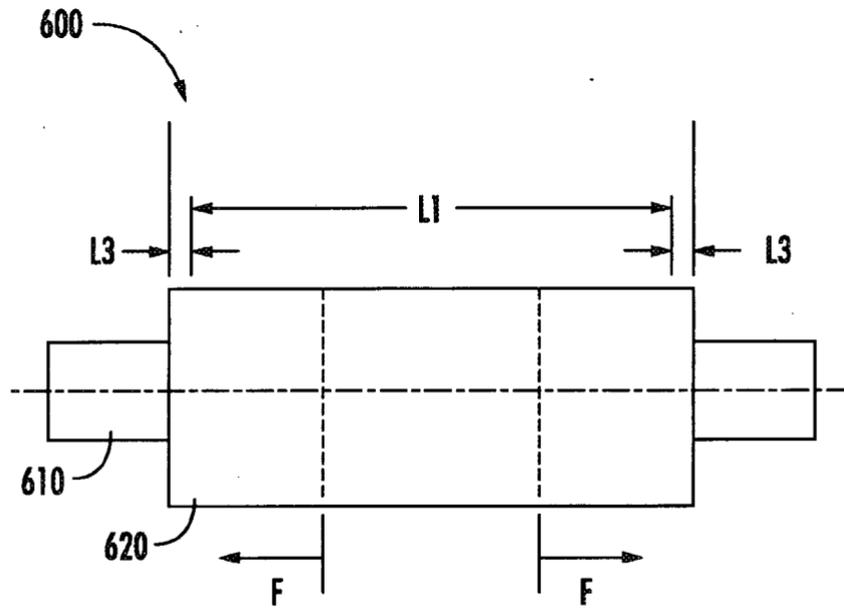


FIG. 6C

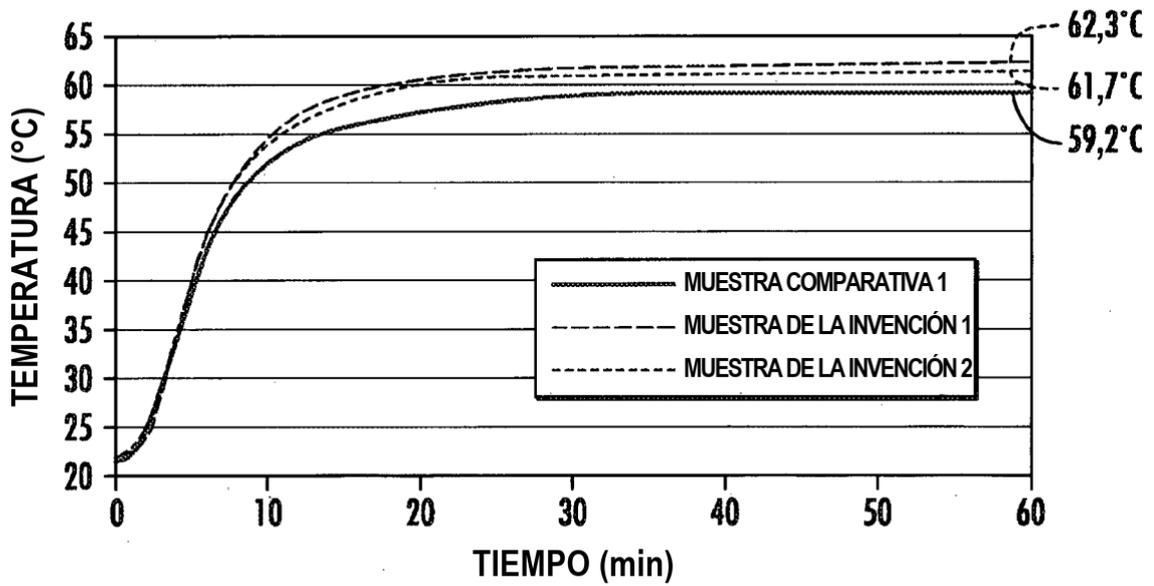


FIG. 7

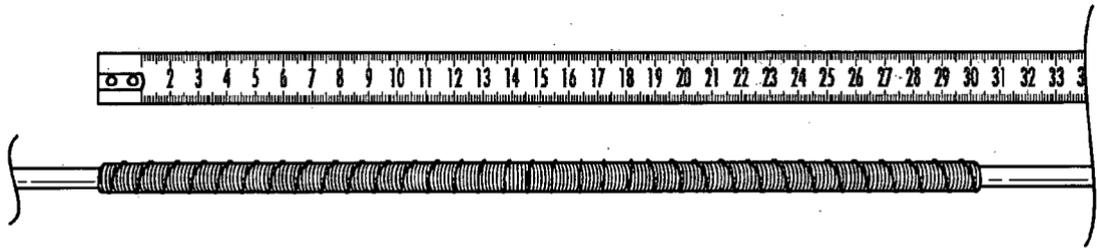


FIG. 8A

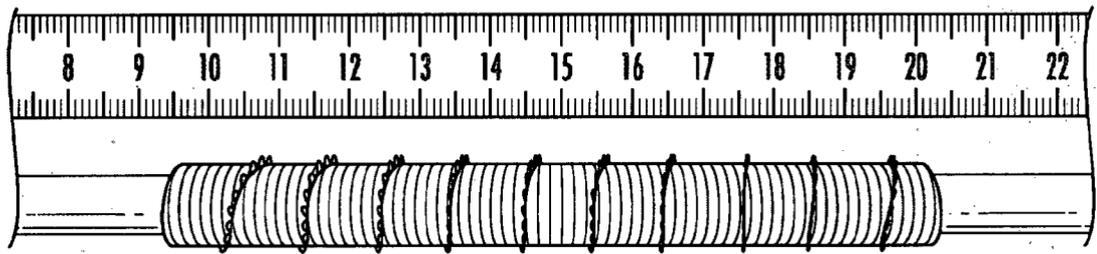


FIG. 8B

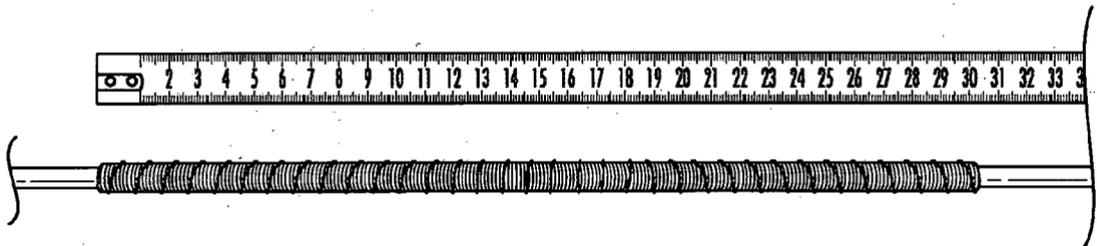


FIG. 8C

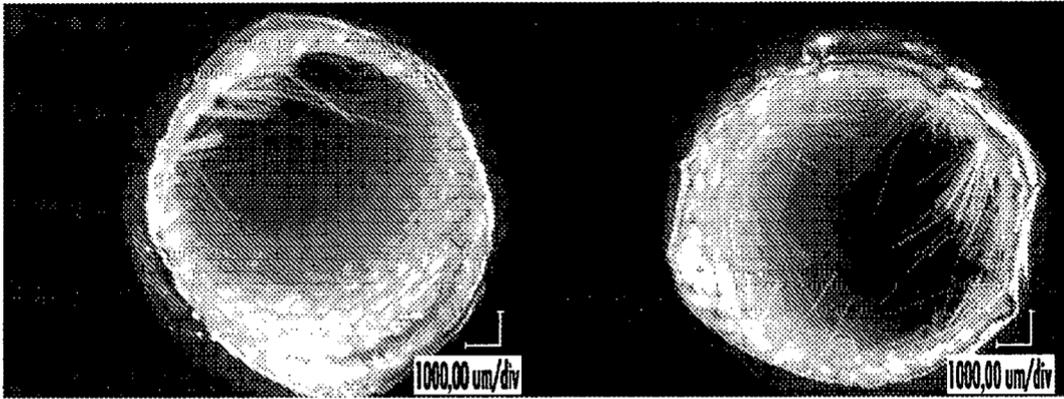


FIG. 9A

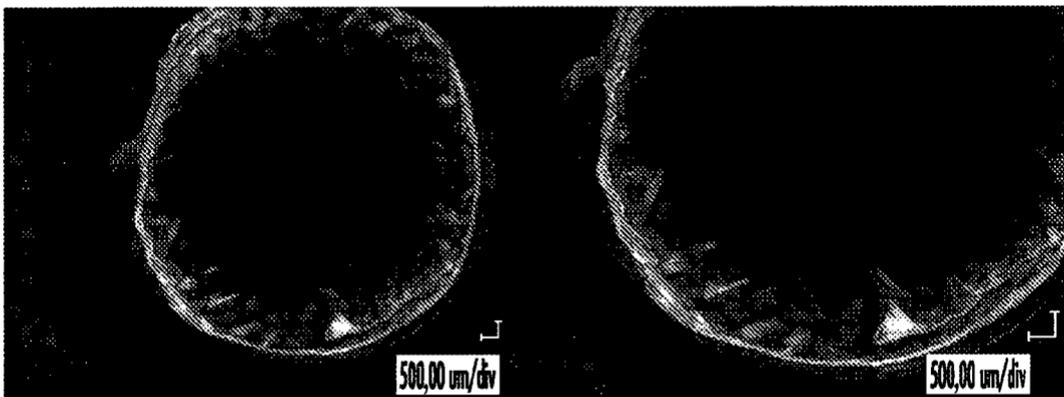


FIG. 9B

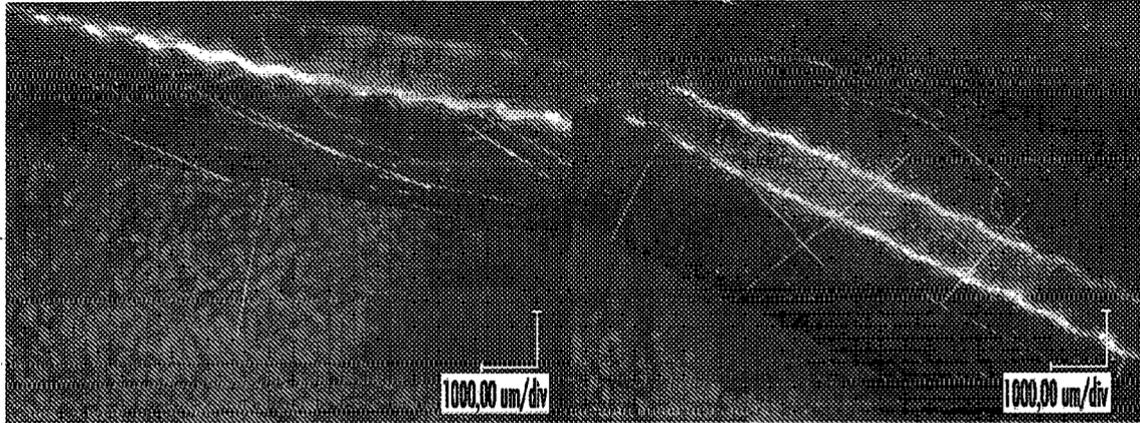


FIG. 10A

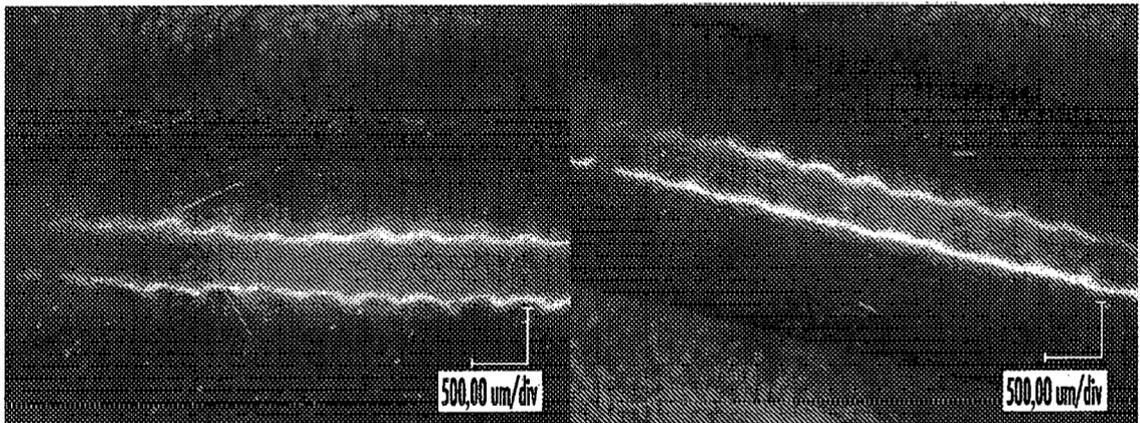


FIG. 10B

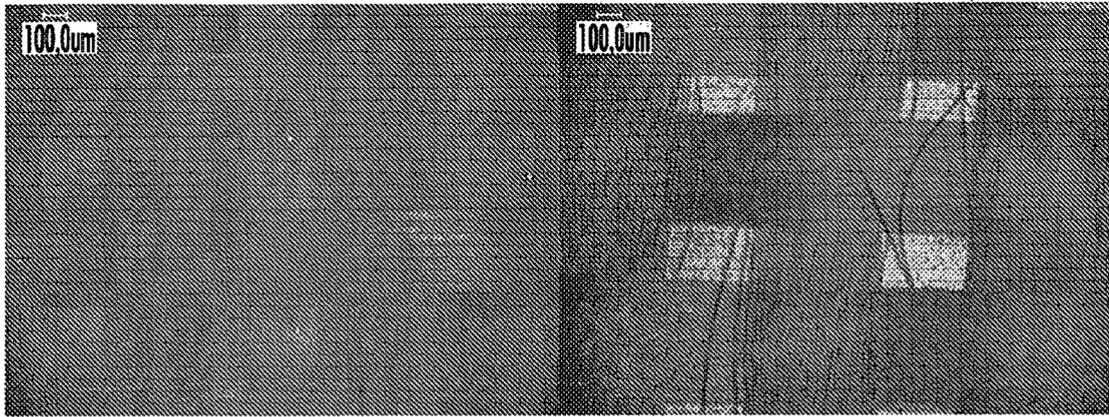


FIG. 11A

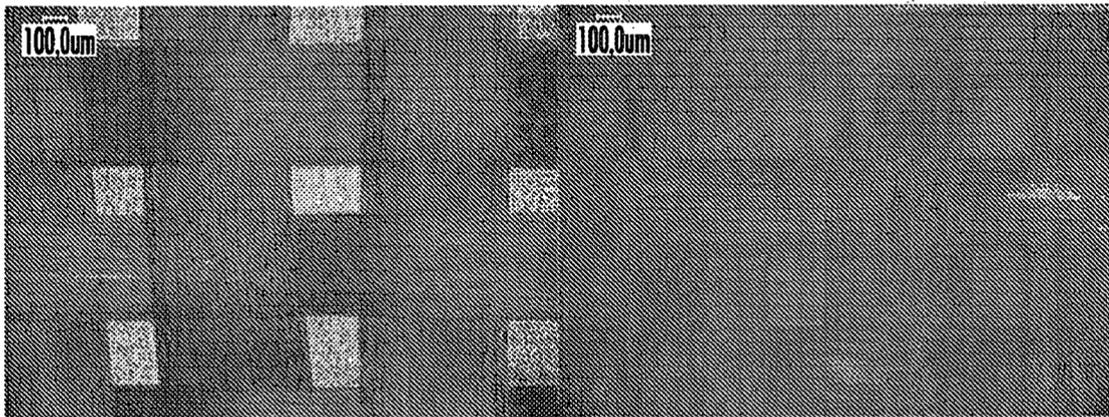


FIG. 11B