

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 604**

51 Int. Cl.:
B29D 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08731801 .0**
96 Fecha de presentación: **10.03.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2134536**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.12.2009**

54 Título: **POSTE DE SEÑALES QUE COMPRENDE MATERIAL COMPUESTO, Y MÉTODO PARA FABRICAR EL MISMO.**

30 Prioridad:
13.04.2007 GB 0707158

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2012

73 Titular/es:
**FRANGIBLE SAFETY POSTS LIMITED
UNIT 10 CHARNWOOD BUSINESS PARK NORTH
ROAD LOUGHBOROUGH
LEICESTERSHIRE LE11 1QJ , GB**

72 Inventor/es:
**BOYCE, Gerard S.;
FINNEY, Nigel A.;
MIDDLETON, Ralph T. y
WEATHERBY, Nicholas L.**

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 376 604 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

Poste de señales que comprende material compuesto, y método para fabricar el mismo

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un soporte tubular, que está basado en un material compuesto ("composite"). En particular, la invención se refiere a postes de soporte tubular que pueden ser colocados a los lados de una calle o vía de circulación, por ejemplo, para soportar señales, incluyendo señales de tráfico, de iluminación, y señales comerciales.

10 **Antecedentes de la invención**

La gran mayoría de postes de soporte tubular, tales como postes de señales, utilizados a lo largo de calles, carreteras y autopistas, consisten en tubos de acero. Los postes de acero son utilizados en diferentes tamaños, dependiendo de la carga de la señal y de las condiciones de aplicación. De manera típica, existen postes de acero en tamaños y formas normalizados y, por lo tanto, los elementos auxiliares de instalación a utilizar con estos tamaños estándar, están también normalizados. Los postes de acero resisten la intemperie hasta unos 15 años antes de requerir su sustitución.

Un problema de los postes de señales de acero es que en una colisión de un vehículo, el poste de acero, de manera general, no cede en el impacto. Dado que el poste permanece rígido en las proximidades del nivel del suelo, puede penetrar dentro del vehículo. En muchos casos, el vehículo se encuentra ya fuera de control cuando choca con el poste, de manera que puede chochar en cualquier ángulo. Este tipo de choque puede tener un resultado mortal y lesiones graves para los ocupantes del vehículo, particularmente si el impacto es lateral. Por lo tanto, existe el deseo de encontrar de postes alternativos que tengan un menor potencial para provocar daños en los vehículos y menor potencial para provocar lesiones. Los gobiernos y autoridades de los países están intentando, continuamente, mejorar la seguridad de la circulación y aumentar la seguridad de las infraestructuras de las carreteras. En particular, algunas autoridades han desarrollado exigencias de seguridad pasiva para postes de señales utilizados en los laterales de las calles. Un ejemplo de ello es, la Norma Europea EN 12767 que clasifica los postes de señales en categorías, dependiendo de la energía en el impacto a una determinada velocidad del vehículo. La norma EN 12767 especifica exigencias para la seguridad pasiva y define niveles en términos de seguridad pasiva, en un intento de reducir la gravedad de las lesiones en los ocupantes de vehículos, en un impacto con estructuras de las carreteras. Los niveles de seguridad pasiva de esta norma son definidos en términos de Alta Energía (HE), Baja Energía (LE), y Sin Energía (NE), que son determinados por la medición de la velocidad del vehículo en un punto más allá del impacto y comparándolo con la velocidad de impacto definida. La diferencia de estas velocidades se relaciona con la energía de impacto. Las estructuras de soporte para la absorción de energía pueden ralentizar el vehículo considerablemente y, por lo tanto, reducir el riesgo de accidentes secundarios con estructuras, árboles, peatones y otros usuarios de la carretera. Las estructuras de soporte que no absorben energía pueden proporcionar un riesgo primario de lesiones más bajo, provocado por el impacto inicial con dicha estructura de soporte, que las estructuras de soporte que absorben energía. Los niveles de riesgo de los ocupantes se definen también en una escala de 1 a 4, según un orden de seguridad creciente. Los niveles 1 a 3 para una clase de velocidad específica, requieren una prueba a 35 km/hora y una a 50, 70 o 100 km/hora, y el nivel 4 requiere solamente una comprobación a la velocidad de la clase.

Sería deseable, en la actualidad, desarrollar un soporte tubular y, en particular, un poste de señales de tráfico y en el que el soporte tubular cumpla diferentes normas nacionales en cuanto a seguridad pasiva. Por ejemplo, debe tener una clasificación de Sin Energía (NE) o de Baja Energía (LE), según EN 12767, a una velocidad de impacto de 50, 70 o 100 km/hora. Un elemento, para conseguir esta clasificación es la energía absorbida por el soporte cuando recibe el impacto la que se debe minimizar, es decir, el soporte debe ser diseñado para ceder cuando ocurre el impacto. Desde luego, sería deseable desarrollar un soporte tubular de manera tal que también se puedan cumplir otras exigencias de comportamiento impuestas de manera típica en los postes de señales. En particular, el soporte se desea que tenga una rigidez y resistencia apropiadas para soportar la señal bajo las expectativas de diseño esperables que resultan de la presión y rachas del viento sobre la señal. Sería deseable desarrollar postes que cumplan las exigencias de la Norma EN 12899 y normas correspondientes de otros países. Es interesante observar que, de manera típica, el deseo de disponer la clasificación NE o LE, según la Norma EN 12767 y las exigencias de resistencia y rigidez, según la Norma EN 12899, son características que entran en competencia.

Por ejemplo, en el documento US 4.939.037 se describe un poste de señales compuesto para sustituir los postes de acero. El poste de señales que se da a conocer comprende fibras longitudinales y/o transversales dispuestas en una matriz de resina. Las fibras típicamente utilizadas y que se dan a conocer son las fibras de vidrio. No obstante, el problema de los postes de señales del tipo compuesto, basadas en fibras de vidrio, tal como se dan a conocer en esta patente US es que el comportamiento de rigidez de dicho poste se encontrará en el límite inferior de lo que se requiere. Si bien, esto se podría resolver incrementando el grosor de la pared del poste, ello implica también que las características de seguridad pasiva se reducen, siendo ello ilustrativo de la oposición entre resistencia y seguridad pasiva. De manera alternativa, se podría prever incrementar el diámetro del poste, pero ello significaría

probablemente que las dimensiones no se encontrarían dentro de los rangos normalizados para los postes de acero, con la consecuencia de que no se podría utilizar los equipos de instalación adaptados a su uso con postes de acero. De manera adicional, las dimensiones del poste podrían contribuir a peligros en el tráfico al obstruir indebidamente la visión de los usuarios y resultarían poco agradables estéticamente. Esto conduciría probablemente a su rechazo por las autoridades de tráfico.

La publicación de patente internacional WO 94/26501 describe un poste de material plástico reforzado con fibras para líneas eléctricas que tiene una estructura de poste troncocónica con un diámetro que varía de forma creciente desde el extremo inferior al extremo superior. La estructura está formada por tres capas separadas, todas las cuales pueden variar de espesor, incluyendo una capa interna de filamentos arrollados, y una capa intermedia de fibras longitudinales directamente y una capa externa de filamentos arrollados. Las fibras longitudinales se extienden desde el extremo inferior, y terminan en ciertas posiciones a lo largo del poste, para reducir gradualmente el número de fibras, de manera que solamente algunas de ellas se extiende a toda la longitud del poste.

Un artículo titulado "pultrusión"; Joseph E. Sumerak y Jeffrey D. Martin; que apareció en ASM Handbook, Material compuestos, Materials Park, Ohio: ASM International, Vol 21, 1 Diciembre 2001, páginas 550-563, XP002489916 describe técnicas para fabricar materiales compuestos o "material compuesto" utilizando la pultrusión y algunas aplicaciones de la pultrusión.

Resumen de la invención

De acuerdo con lo anterior, sería deseable encontrar un poste para señales de material material compuesto alternativo, que combine la alta resistencia y una satisfactoria seguridad pasiva, preferentemente, en los rangos de dimensiones estándar de los postes de acero, los cuales, por ejemplo, para postes de sección transversal circular, en el Reino Unido, son de 88,9 mm, 114,3 mm y 139,7 mm. En particular, sería deseable obtener un poste de señales de material compuesto, clasificado con NE o LE, que cumpliera las exigencias de resistencia similares o superiores a las de un poste de acero de las mismas dimensiones, o un poste de acero de un tamaño menor (normalizada). Por lo tanto, los equipos de instalación existentes sería utilizables con el poste de señales material compuesto. Además, sería una característica deseable que el poste de material compuesto pudiera ser fabricado de forma fácil y cómoda, a un coste mínimo.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se da a conocer un soporte tubular que comprende una capa combinada de resina y primeras fibras dispuestas longitudinalmente, comprendiendo, además, dicho soporte tubular, segundas fibras dispuestas longitudinalmente, que están concentradas en zonas determinadas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular, teniendo dichas segundas fibras un módulo de tracción superior al módulo de tracción de dichas primeras fibras, y una deformación, antes de la rotura, que es menor que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras, de manera que el soporte tubular puede funcionar cediendo cuando tiene lugar un impacto.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se prevé un método para la fabricación de un soporte tubular, tal como se ha definido anteriormente, que comprende:

(i) impregnación de una serie de primeras y segundas fibras con resina, teniendo dichas segundas fibras un módulo de tracción superior al módulo de tracción de dichas primeras fibras, y una deformación antes de la rotura, menor que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras y

(ii) tracción de una serie de dichas primeras y segundas fibras a través de una matriz, típicamente una matriz caliente, para conseguir la forma deseada del soporte tubular;

en el que la serie de primeras y segundas fibras son dispuestas y sometidas a tracción en la matriz, de manera que, en el soporte tubular resultante, las segundas fibras se concentrarán en zonas determinadas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular.

Se ha descubierto que los postes de soporte tubulares pueden ser utilizados como soportes para soportar señales situadas a lo largo de una carretera. El término "carretera", utilizado en relación con la presente invención, se entiende que incluye cualquier carretera diseñada o destinada a su utilización por vehículos, en particular, vehículos a motor. Las carreteras incluyen, a título de ejemplo, calles, pistas de bicicletas, pistas de aeropuertos, carreteras, autovías y autopistas.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

Los soportes tubulares, según la invención, cumplen de manera típica las rígidas exigencias, proporcionando, además, una seguridad pasiva comprendida entre satisfactoria y excelente, incluyendo las clasificaciones LE o NE, según la Norma EN 12767. De manera típica, los soportes tubulares deben tener un módulo de flexión comprendido entre bueno y excelente, que tiene como resultado una capacidad del momento de curvatura en la flexión, medida según EN 12899, que es compatible con la de los postes de acero de dimensiones similares. Por lo tanto, el equipo

de instalación utilizado típicamente con postes de acero es utilizable con los soportes tubulares de material compuesto, de acuerdo con la invención. Además, de manera típica, los soportes tubulares de material compuesto pueden ser producidos de manera fácil y cómoda utilizando la pultrusión, y son de un coste satisfactorio.

5 El soporte tubular, de acuerdo con la presente invención, comprende una capa de material compuesto de resina, y primeras y segundas fibras dispuestas longitudinalmente. Las segundas fibras tienen un módulo de tracción, medido de acuerdo con la norma ASTM Standard D4018-99 (2004) que es superior que el módulo de tracción de las primeras fibras. De manera típica, las segundas fibras tienen un módulo de tracción que es, como mínimo, 1,5 veces el módulo de tracción de las primeras fibras. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el módulo de tracción de las segundas fibras está comprendido entre 1,5 y 10 veces el módulo de tracción de las primeras fibras, de manera alternativa entre 2 y 8 veces el módulo de tracción de las primeras fibras, o entre 3 y 6 veces el módulo de tracción de las primeras fibras. De acuerdo con una realización específica, el módulo de tracción de las primeras fibras está comprendido entre 50 y 100 GPa, por ejemplo entre 60 y 90 GPa. En otra realización, el módulo de tracción de las primeras fibras está comprendido entre 65 y 80 GPa. De acuerdo con una realización específica, el módulo de tracción de las segundas fibras está comprendido entre 200 y 800 GPa, por ejemplo, entre 150 y 500 GPa. En otra realización, el módulo de tracción de las segundas fibras está comprendido entre 200 y 400 GPa.

Se incluyen, entre los ejemplos de fibras que pueden ser utilizadas como primeras fibras, fibras tales como fibras de vidrio E, C, R, S, T, A, y también fibras de vidrio ECR. El basalto puede ser utilizado como primeras fibras. Otras fibras que puedan ser previstas, además, para su utilización como primeras fibras, que incluyen fibras de poliéster, fibras de polietileno y fibras naturales, tales como madera reconstituida.

Son ejemplos de fibras que pueden ser utilizadas como segundas fibras, en particular, las fibras de carbono. Dichas fibras de carbono se encuentran a disposición en una serie de módulos, por ejemplo, fibras de carbono de módulo elevado con un módulo de tracción de 393 GPa y fibras de carbono de módulo ultra elevado con un módulo de tracción de 724 GPa. En una realización, se utilizan fibras de carbono que son obtenidas por pirolisis o un proceso de oxidación, carbonización y grafitización. Por ejemplo, fibras carbonosas pirolizadas, que pueden ser utilizadas en esta invención, pueden ser constituidas de acuerdo con una serie de técnicas conocidas en este sector. Por ejemplo, materiales fibrosos polímeros, que son capaces de ser sometidos a estabilización térmica, pueden ser estabilizados inicialmente por tratamiento en una atmósfera apropiada a una temperatura moderada (por ejemplo, 200° a 400°C), y pueden ser calentadas, a continuación, en una atmósfera inerte a una temperatura más elevada, por ejemplo 1500° a 2000°C, o más, hasta que se obtiene un material fibroso carbonoso pirolizado que contiene la cantidad deseada de carbono en peso. De manera típica, las fibras puede ser deseable que tengan, como mínimo, 90 por cien aproximadamente de carbono en peso. Cuanto mayor es la temperatura (por ejemplo, dentro de un rango aproximado de 2000° a 3100°C), más perfecta es la estructura gráfica producida con las mismas.

La temperatura exacta y la atmosfera, utilizadas durante la estabilización inicial de un material fibroso polímero orgánico, varían habitualmente con la composición del precursor, tal como será evidente para los técnicos en la materia. Durante la subsiguiente reacción de carbonización, los elementos presentes en el material fibroso distinto al carbono (por ejemplo, oxígeno e hidrógeno) son expulsados sustancialmente. Se incluyen, entre los materiales fibrosos, polímeros orgánicos adecuados de los que se puede conseguir un material fibroso capaz de soportar una carbonización, polímeros acrílicos, polímeros celulósicos, poliamidas, polibenzimidazol, alcohol polibiniílico, etc. Los materiales de polímeros acrílicos son especialmente adecuados para su utilización como precursores en la formación de materiales fibrosos carbonosos gráficos. Se incluyen entre los ejemplos ilustrativos de materiales celulósicos adecuados, las formas naturales y regeneradas de células, por ejemplo, rayón. Son ejemplos ilustrativos de materiales de poliamida adecuados, las poliamidas aromáticas, tales como nylon 6T, formado por condensación de hexametilentiamina y ácido tereftálico. Un ejemplo ilustrativo de polibenzimidazol adecuado es el poli-2,2'-m-fenilen-5,5'-dibenzimidazol.

Las segundas fibras de la invención son fibras que tienen una deformación antes de la rotura menor que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras. Por ejemplo, en una realización, la deformación antes de la rotura de las primeras fibras es, como mínimo, de 1,5, por ejemplo, un mínimo del doble que el de las segundas fibras. En una realización, la deformación antes de la rotura de las primeras fibras se encontrará entre el 2 y 8%, por ejemplo, entre 3 y 6%. La deformación antes de la rotura de las segundas fibras está comprendida, por ejemplo, entre 0,5 y 3%, por ejemplo, entre 1 y 2,5%. Las fibras de carbono son especialmente preferentes a este respecto como segundo material de fibras porque son relativamente frágiles. La deformación antes de la rotura de las fibras de carbono es de 1,5%, mientras que para fibras de vidrio E es de 4,5%. La fragilidad de las segundas fibras puede favorecer adicionalmente la seguridad pasiva, porque la rotura de las segundas fibras (por ejemplo, hebras de carbono) provoca, de manera típica, cizalladura interlaminar longitudinal en el poste, y conduce a la curvatura por flexión del poste.

De manera típica, las primeras y segundas fibras son utilizadas como hebras de fibras, es decir, pueden consistir en un haz de filamentos de fibras. Las primeras fibras tienen, de manera típica, un diámetro de filamento entre 1 y 40 micras, por ejemplo, entre 5 y 25 micras. Las hebras de primeras fibras tienen, de manera típica, un valor TEX comprendido entre 100 y 4800, por ejemplo entre 1200 y 4800. El valor de TEX es una indicación de la masa lineal

de los filamentos de fibras en una hebra, expresada en g/km. Por ejemplo, un valor TEX de 4800 significaría que la masa lineal de la hebra es aproximadamente de 4800 g/km. Comercialmente, las hebras de fibra de vidrio disponibles que se pueden utilizar, incluyen hebras de fibra de vidrio E disponibles de la firma Saint-Gobain Vetrotex con la marca RO99.

Las segundas fibras tienen, de manera típica, un diámetro de filamento entre 1 y 12 micras, por ejemplo, entre 5 y 8 micras. Las hebras de las segundas fibras tienen de manera típica un valor TEX comprendido entre 50 y 4000, por ejemplo, entre 800 y 3800. El valor Tow se define como el número de filamentos de un haz (o hebra). Las hebras de las segundas fibras tienen de manera típica, un valor Tow comprendido entre 1000 y 50000, por ejemplo entre 12000 y 50000. Las hebras de fibra de carbono disponibles comercialmente que pueden ser utilizadas, incluyen hebras de fibras de carbono GRAFIL™, tales como GRAFIL™ 34-600WD de la firma Grafil Inc y PANEX™, 35 de la firma Zoltec Companies Inc.

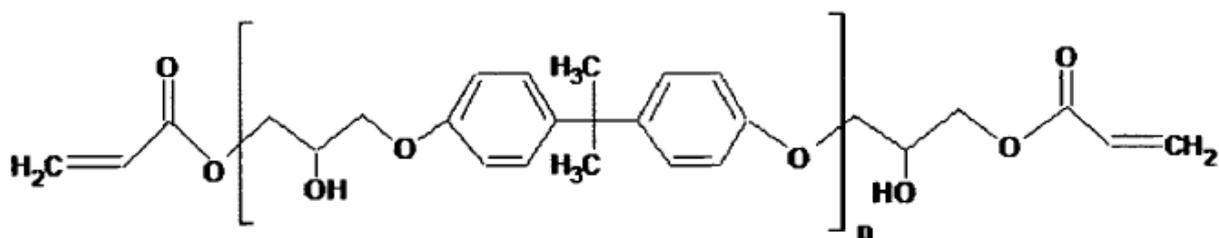
La resina a utilizar en la capa de material compuesto como matriz para las primeras y segundas fibras longitudinales incluye resinas reticuladas, tales como resinas termocuradas, así como resinas termoplásticas. Son ejemplos ilustrativos de resinas termocurables adecuadas a utilizar en la producción del elemento tubular, las resinas epoxy, poliésteres termocurables que incluyen resinas de viniléster, fenólicas, poliimidas, polibenzimidazoles, etc. Son resinas termocurables especialmente adecuadas las resinas de viniléster y las resinas epoxy. Las resinas termoplásticas pueden ser fundidas para impregnar las fibras y solidificarse después del enfriamiento, o pueden ser formadas in situ por una reacción de adición con catalizador, de manera similar a las resinas termocurables. Son ejemplos ilustrativos de materiales de resinas termoplásticas, las poliamidas, polioximetilenos, poliolefinas, por ejemplo, polietileno y polipropileno, poliésteres termoplásticos o poliuretanos, etc.

Las resinas epoxy utilizadas como material de matriz de resinas pueden ser preparadas por condensación de bisfenol A (4,4' isopropilideno difenol) y epíclorohidrina. Asimismo, otros polioles, tales como glicoles alifáticos y resinas novolak (por ejemplo, resinas de fenol formaldehído), ácidos, u otros compuestos que contienen hidrógeno activo se pueden hacer reaccionar con epíclorohidrina para la producción de resinas epoxy adecuadas para su utilización como material de matriz de resinas. Se seleccionan, preferentemente, resinas epoxy que poseen las características de flujo requeridas antes del curado, o que pueden ser modificadas para poseerlas.

Son bien conocidos numerosos diluyentes reactivos o modificadores capaces de incrementar las características de flujo de resinas epoxy no curadas, e incluyen butil glicidil éter, mono-glicidil éteres alifáticos y cicloalifáticos de elevado peso molecular, óxido de estireno, éteres diglicidil alifáticos y cicloalifáticos, y mezclas de los anteriores.

Se puede utilizar una serie de agentes de curado de resinas epoxy, conjuntamente con la resina epoxy. El curado o endurecido de la resina epoxy comporta, de manera típica, una reacción adicional de los grupos epoxy o grupos hidroxilo, provocando un crecimiento de la cadena molecular y reticulación. El término "agente de curado" utilizado en esta descripción, queda definido subsiguientemente, de manera que incluye los diferentes endurecedores de tipo co-reactivo. Se incluyen entre las clase ilustrativas de agentes de curado de epoxy conocidas, que pueden ser utilizadas, las aminas alifáticas y aromáticas, poliamidas, aminas terciarias, aductos de amina, anhídridos de ácido, ácidos, productos de condensación de aldehídos, y catalizadores de ácido de Lewis, tales como trifluoruro de boro. Los agentes de curado de epoxy preferentes a utilizar con la resina epoxy son anhídridos de ácido (por ejemplo, ácido hexahidroftálico e isómeros del anhídrido de metilbencilo [2.2.1] hepteno-2,2-dicarboxílico comercializados con la designación Nadic Methyl Anhydride por la Allied Chemical Company), y aminas aromáticas (por ejemplo, meta-fenileno diamina y dimetilnilina).

Se incluyen entre las resinas especialmente adecuadas para su utilización, en relación con esta invención, las resinas termocurables basadas en vinilésteres. Un ejemplo de viniléster que puede ser utilizado comprende un viniléster basado en la condensación de bisfenos A y epíclorohidrina con la siguiente fórmula:



En la que n es 1 o más, o típicamente entre 1 a 5, o preferentemente 1 ó 2.

De manera típica, uno o varios iniciadores térmicos son mezclados con el viniléster para iniciar el curado de la resina de viniléster, después de activación térmica. Se incluyen, entre los iniciadores o catalizadores adecuados, varios agentes de curado de peróxido o agentes reticulantes, tales como (4-tert-butil-ciclohexil)-peroxidicarbonato, tert-butilperoxineodecanoato, tert-Butil peroxi-2-etilhexanoato, 2,5-dimetil-2,5-bis(2-etilhexanoilperoxi) hexano, tert-

amilperoxi-2-etilhexanoato, 1,1-di-(t-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, tert-butilperoxibenzoato, y dibenzoil peróxido, que se pueden utilizar solos, en mezcla, y/o compuestos con un plastificante, tal como diciclohexilftalato. Los que activan a temperatura más baja pueden ser utilizados como iniciadores y pueden generar calor, que conduce a la activación de otros agentes de la mezcla. Una reticulación más completa se consigue por los agentes que operan a mayor temperatura, contribuyendo a la rigidez de la estructura física.

La cantidad total de primeras y segundas fibras de la capa de material compuesto puede variar ampliamente dependiendo de la aplicación y exigencias de carga impuestas en el poste de soporte tubular. De manera típica, la cantidad total combinada de las primeras y segundas fibras longitudinales es entre 50 y 90% en peso, basado en el peso total del soporte tubular. En una realización, la cantidad está comprendida entre 60 y 90. En otra realización adicional, la cantidad está comprendida entre 70 y 90. De manera general, la cantidad de primeras fibras es superior que la cantidad de segundas fibras, dado que estas últimas se encuentran presentes solamente en zonas determinadas de la circunferencia del soporte tubular. Por ejemplo, la cantidad de segundas fibras (expresado, número de fibras) está comprendida entre 3 y 45% de la cantidad de las primeras y segundas fibras, por ejemplo, entre 5 y 40% o entre 8 y 35%, o entre 10 y 30%. De modo general, se incluye una cantidad mínima de segundas fibras para obtener el nivel de rendimiento deseado. La inclusión de una mayor cantidad de segundas fibras puede mejorar adicionalmente el rendimiento, pero de manera típica, ello influye en el coste del poste, dado que las segundas fibras tienden a ser más caras que las primeras fibras.

Las primeras fibras longitudinales son distribuidas de manera típica de forma, en general, uniforme en la capa compuesta, alrededor de la concurrencia del soporte tubular. Por "generalmente uniforme" se comprende que cualesquiera secciones arbitrarias del soporte tubular consideradas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular, muestran una distribución similar de primeras fibras longitudinales, excepto una posible interrupción por zonas de segundas fibras, tal como se describe más adelante, de acuerdo con una realización específica. De acuerdo con ello, excepto en lo que respecta a posibles zonas de segundas fibras, la capa compuesta aparecería en forma de capa continua o generalmente continua. Las disposiciones descritas en esta solicitud de patente como "longitudinales" pueden incluir las que presentan una trayectoria ligeramente helicoidal, en las que el paso de la hélice, definido como ángulo entre el eje de soporte y la dirección de la hebra, puede llegar a unos 10 grados.

Las segundas fibras longitudinales están situadas o colocadas en zonas discretas distribuidas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular. Por zonas discretas se comprende que las hebras de segundas fibras están reunidas en zonas específicas a lo largo de la circunferencia. De manera típica, estas zonas estarían distribuidas, de manera general, regularmente a lo largo de la circunferencia, si bien ello puede no ser necesario en todas las aplicaciones. En una realización, las segundas fibras están distribuidas en zonas situadas dentro de la capa compuesta definida por dichas primeras fibras y la resina. En otras palabras, en esta realización, las zonas de segundas fibras pueden interrumpir la fase continua definida por las primeras fibras. Dentro de la capa compuesta, las zonas de segundas fibras pueden estar situadas radialmente en la parte más externa, de manera que dichas zonas aparecen solamente hacia la parte radialmente más externa de la capa compuesta. En otra realización, las zonas de segundas fibras pueden estar situadas radialmente en la parte más interna, y en otra realización adicional, dichas zonas pueden aparecer tanto en la parte más interna como en la parte más externa de la capa compuesta.

En otra realización adicional, las agrupaciones o zonas de hebras de segundas fibras longitudinales pueden estar dispuestas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular en una capa adyacente, en particular, una capa contigua a la capa compuesta de primeras fibras longitudinales. De manera típica, esta capa contigua estará situada en el lado radialmente más externo a la capa compuesta de las primeras fibras longitudinales. Esta disposición se puede conseguir por la utilización de una esterilla tejida que tiene hebras de segundas fibras longitudinales, tales como por ejemplo, hebras de fibras de carbono.

De acuerdo con una realización específica de la presente invención, el soporte tubular puede incluir, además, otras dos capas compuestas dispuestas en los lados principales opuestos de la capa compuesta de las primeras fibras longitudinales. Cada una de estas otras dos capas compuestas comprenden una resina, típicamente la misma resina utilizada en la capa compuesta que comprende las primeras fibras longitudinales. Además, cada una de estas otras dos capas compuestas comprende hebras de fibras transversales dispuestas según un ángulo comprendido entre 10 y 80° con respecto al eje longitudinal del soporte tubular y hebras de fibras transversales a un ángulo comprendido entre -10 y -80° con respecto al eje longitudinal del soporte tubular. En una realización específica, cada una de las capas compuestas adicionales comprende hebras de fibras transversales dispuestas según un ángulo comprendido entre 30 y 60° con respecto al eje longitudinal del soporte tubular, y hebras de fibras transversales según un ángulo comprendido entre -30 y -60° con respecto al eje longitudinal del soporte tubular. En otra realización adicional, un tercer juego de hebras de fibras transversales puede estar incluido en cada una de las otras dos capas compuestas. Este tercer conjunto de hebras de fibras transversales se incluirá según un ángulo distinto del ángulo de los otros conjuntos de hebras de fibras transversales, por ejemplo, un ángulo próximo a 0°, por ejemplo, entre -5 y 5°.

En una realización específica, las hebras de fibras transversales, de las otras capas compuestas están incluidas en el soporte tubular como esterilla biaxial (en el caso de dos juegos de hebras de fibras transversales), o triaxial (en

el caso de tres juegos de hebras de fibras transversales). Preferentemente, la esterilla comprenderá hebras de fibras tejidas que están cosidas entre sí para hacer máxima la estabilidad dimensional y para reducir el deshilachado. De manera típica, se pueden utilizar esterillas tejidas que tienen un peso nominal de la tela de 200 a 2000 g/m², por ejemplo, 300 a 1500 g/m².

5 Se incluyen entre las fibras que se pueden utilizar como fibras transversales cualesquiera de las mencionadas anteriormente para las primeras o segundas fibras longitudinales. Son especialmente preferentes las hebras de fibras de vidrio, incluyendo fibras de vidrio de tipo E, C, R, S, T, A, y también fibras de vidrio ECR.

10 Las hebras de fibras de las fibras transversales consisten en un haz de filamentos de fibras. Las fibras transversales tienen, típicamente, un diámetro del filamento comprendido entre 1 y 40 micras, por ejemplo, entre 5 y 25 micras. Las hebras de fibras transversales tienen, de manera típica, un valor TEX comprendido entre 100 y 4800, por ejemplo, entre 1200 y 4800. Las hebras de fibras transversales están formadas típicamente en el soporte tubular, en una cantidad de 10 a 40% en peso del peso total del soporte tubular, por ejemplo, entre 12 y 30% en peso del peso total del soporte tubular. La utilización de las capas compuestas de fibras transversales en ambas caras principales opuestas de la capa compuesta de fibras longitudinales, mejora, de manera típica, la resistencia del soporte tubular. Por ejemplo, se incrementan la rigidez transversal y la rigidez a la torsión. De acuerdo con ello, el soporte tubular será especialmente útil para su utilización como poste para soportar una señal. De este modo, la resistencia del poste se puede mejorar, de manera que se puede obtener o diseñar un poste que cumple las condiciones requeridas de resistencia en varias situaciones de carga, con dimensiones próximas a las dimensiones externas de un poste de acero diseñado para su utilización bajo las mismas condiciones de carga. Esto permite entonces, la utilización de equipos de instalación típicos y normalizados de los utilizados habitualmente con los postes de acero.

25 En una realización específica en relación con la presente invención, se incluye una capa compuesta de resina y fibras cortadas al azar entre cada una de las capas compuestas de fibras transversales y la capa compuesta de primeras fibras longitudinales. La utilización de estas capas adicionales compuestas de fibras cortadas dispuestas al azar puede ofrecer las ventajas de hacer máxima la transferencia de carga e incrementar la resistencia a la cizalladura interlaminar entre la capa compuesta con fibras dispuestas longitudinalmente y la capa de fibras dispuestas transversalmente. En una realización especialmente preferente, las fibras cortadas dispuestas al azar incluyen cualquiera de las fibras mencionadas anteriormente, pero, en general, incluyen fibras de vidrio cortadas. La longitud de las fibras cortadas puede variar ampliamente, pero de manera típica está comprendida entre 1 y 260 mm, por ejemplo, entre 25 y 100 mm. El diámetro de las fibras cortadas puede variar también ampliamente, pero de manera típica está comprendido entre 1 y 40 micras o entre 5 y 25 micras.

35 De modo general, la capa de fibras cortadas tiene un peso comprendido entre 20 y 600 g/m², por ejemplo, entre 100 y 300 g/m². La cantidad de fibras cortadas en el soporte tubular está comprendida típicamente entre 1 y 10% en peso del peso total del soporte tubular, por ejemplo, entre 3 y 7% en peso.

40 El soporte tubular puede incluir, además, una capa superficial o velo como capa más externa y capa más interna para impartir el aspecto deseado y tacto al mismo, y aumentar la duración y la resistencia al desgaste. El soporte tubular, de acuerdo con la presente invención, es alargado y tiene un núcleo hueco. La sección transversal del soporte tubular puede comprender cualquier forma adecuada, incluyendo la forma circular, ovalada, cuadrada, rectangular, o combinaciones de las mismas, tales como semicircular combinada con una parte rectangular. La sección transversal puede variar también a lo largo del soporte tubular y, de manera similar, pueden variar las dimensiones a lo largo del soporte tubular. Por ejemplo, en una realización, el soporte tubular puede mostrar concicidad, según su longitud.

50 Los técnicos en la materia que utilicen construcciones de soporte descritas en esta descripción de patente serán capaces de seleccionar el grosor de soporte que proporcione al diámetro escogido la rigidez requerida para cumplir las normas, optimizando simultáneamente la resistencia y resistencia al impacto por la elección de materiales que formen la construcción, para conseguir la seguridad pasiva requerida. El soporte tubular es especialmente adecuado para el soporte de estructuras de iluminación, señales de control de tráfico, líneas de compañías de servicio, y similares. Estos soportes tubulares están dispuestos de manera típica a lo largo de una vía de circulación. El soporte tubular, de acuerdo con la invención, puede mostrar características de elevada resistencia en condiciones estáticas, haciéndolo adecuado para su utilización, para soportar señales de tráfico o cualquier otro tipo de señales, cámaras, o similares que se colocan en los lados de una vía de circulación. Un soporte tubular, para su utilización a lo largo de una vía de circulación, puede ser instalado en el lateral de la vía de circulación, fijando su extremo inferior en posición sustancialmente vertical, en un medio de montaje adyacente a dicha vía de circulación. Los medios de montaje están estructurados de manera típica, de manera que no muestran impedimentos sustanciales para el movimiento de los vehículos. Por ejemplo, los medios de montaje pueden comprender una base de hormigón u otro material duradero, que no se extiende apreciablemente por encima del nivel del suelo, y que se acopla al extremo inferior del elemento tubular.

65 Cuando un vehículo que, inadvertidamente, ha salido de la vía de circulación choca con el soporte tubular, la posibilidad de daños corporales y daños en el vehículo se hace mínima. El soporte tubular se rompe fácilmente

cuando recibe el coche de un vehículo en movimiento a causa de su baja resistencia a los impactos. Se consume poca energía en el impacto, y la velocidad de desplazamiento del vehículo es alterada solamente de forma moderada.

5 El soporte tubular, de acuerdo con la presente invención, puede ofrecer ventajas significativas. A diferencia de los postes de madera o metálicos, los soportes de la presente invención pueden ser manipulados y desplazados fácilmente sin recurrir a equipos complejos, y tienen un peso reducido. La combinación de características exhibidas por el soporte tubular posibilita que, dicho soporte resista de manera fiable a las condiciones ambientales normales, tales como viento, precipitaciones, etc. Cuando tiene lugar el impacto, el elemento tubular se rompe
10 fácilmente. Además, el curvado que típicamente tiene lugar cuando el soporte es golpeado por un vehículo, permite que el vehículo ceda poca energía al soporte, y puede provocar que el soporte sufra rotura longitudinal de manera tal que las señales u otros elementos fijados al mismo mediante dispositivos de fijación se puedan liberar y salir de soporte. De manera adicional, para ciertas realizaciones de la invención, la energía impartida a la señal, u otros elementos, puede ser tan reducida que la señal cae al suelo sin pasar a ser otro peligroso proyectil del accidente.

15 El soporte tubular, según la presente invención, puede ser realizado por arrollamiento y tracción ("pull-winding"), arrollamiento de filamentos ("filament-winding"), infusión en vacío, o muchos otros procedimientos. No obstante, es preferible su reducción por pultrusión. Este procedimiento es relativamente económico, produce tramos continuos de soporte tubular, y proporciona un soporte tubular con lados rectos y paralelos reproducibles. De acuerdo con
20 ello, un método de fabricación del soporte tubular comprende (i) impregnación de una serie de primeras y segundas fibras con resina, (ii) sometimiento a presión de una serie de primeras y segundas fibras continuas a través de una matriz para proporcionar la forma deseada al soporte tubular. Cuando se utiliza una resina termocurable, de manera típica, la matriz será calentada. No obstante, en caso de una resina termoplástica, la matriz no necesitaría ser calentada. La matriz puede comprender una matriz con un diámetro interno fijo y un mandrino central en voladizo con un diámetro externo más reducido, entre el que se forma el soporte tubular. Las series de primeras y segundas fibras están dispuestas y sometidas a tracción dentro de la matriz, de manera que
25 en el soporte tubular resultante, las segundas fibras se concentrarán en sectores discretos a lo largo de la circunferencia del soporte tubular. Las primeras fibras están dispuestas, de manera típica, de forma tal que se distribuirán uniformemente, de forma general, a lo largo de la circunferencia del soporte tubular, tal como se ha descrito en lo anterior. Las fibras son impregnadas de manera típica al someterlas a tracción, a través de un baño de resina que comprende la composición de resina. De manera alternativa, la composición de resina puede ser inyectada en la matriz a efectos de impregnar las primeras y segundas fibras. En una realización preferente, la composición de resina utilizada para la impregnación, es una resina de termocurado, y la resina es curada o se provoca el curado en la matriz.

35 En el caso en que se tengan que incluir en la construcción del soporte tubular otras capas de fibras opcionales, éstas serán sometidas a tracción de manera similar a través de la matriz calentada. Por ejemplo, en una realización particular, una capa compuesta de fibras transversales es incluida en ambas caras principales opuestas de la capa compuesta de primeras fibras longitudinales. Esto se puede conseguir de manera conveniente al disponer una
40 esterilla tejida, por ejemplo, una esterilla biaxial o una esterilla triaxial, suministrando un par de esterillas a través de las ranuras verticales en ángulo, en una matriz, tal como se describe más adelante a efectos de formar una capa cilíndrica, por ejemplo, por tracción, alrededor de un mandrino. Las primeras y segundas fibras son dispuestas a continuación alrededor de esta capa de esterilla cilíndrica. La segunda capa de fibras transversales se puede obtener al suministrar otro par de esterillas al someterlas a tracción a través de otra matriz, a través de
45 ranuras transversales en ángulo, tal como se ha descrito más adelante, formando de esta manera una capa de esterilla cilíndrica alrededor de las primeras y segundas fibras. Esta segunda disposición de primeras y segundas fibras y esterillas de fibras transversales, se pueden someter a tracción a través de la matriz. Asimismo, esta disposición será impregnada en un baño de resina, tal como se ha descrito en lo anterior, o alternativamente, se puede impregnar con resina por inyección de resina en la matriz. Si se tienen que incluir también capas de fibras cortadas, será preferible unir las por cosido a la esterilla de fibras transversales.

50 En la figura 1, se ha mostrado un aparato y método para la fabricación de un soporte tubular, de acuerdo con una realización específica de la presente invención. Tal como se ha mostrado en la figura 1, un par de esterillas (50), facilitadas desde rodillos (52), son alimentadas a través de pares de ranuras verticales en un armazón anterior cargado (2) y, a continuación, a través del primer y segundo armazones de cargado (4, 6) y dirigidas a través de las ranuras verticales en ángulo (24) en una matriz (18) hacia el interior de esta, por ejemplo, una matriz de plástico, tal como una matriz de polipropileno dispuesta entre el segundo y tercer armazones de cargado (6, 8), donde son
55 envueltas alrededor del mandrino en voladizo que proporciona la forma interna del tubo. El mandrino en voladizo es soportado sobre un montaje rígido (25) y se prolonga desde el punto de montaje hasta el extremo de salida de la matriz (26). De manera general, la anchura de las esterillas será tal que tiene lugar suficiente solape entre las esterillas, formando de esta manera una capa de esterilla cilíndrica. Esta capa cilíndrica formará una esterilla de fibras transversales en el interior del soporte tubular final.

60 Se alimentan primeras y segundas hebras de fibras (20) desde soportes de bobinas (o carretes) (40) a través de orificios del armazón de cargado anterior (2) dispuesto dirigirlas a través del baño de composición de resina (30), y a continuación, reteniendo la impregnación de resina del baño a través de una serie de armazones de cardado (4,

6, 8, 10) con orificios para disponer las hebras en las tres disposiciones cilíndricas concéntricas para formar el refuerzo longitudinal del soporte tubular. Los dos dispositivos cilíndricos internos son de hebras de primeras fibras, y el dispositivo cilíndrico más externo comprende una combinación de hebras de primeras y segundas fibras. Entre el segundo y tercer armazones de cardado (6, 8) se guían hebras de primeras fibras sobre la esterilla de fibras transversales de la capa cilíndrica. La siguiente disposición de hebras de primeras fibras es añadida entre el tercer y cuarto armazones de cardado (8, 10). Después del cuarto armazón de cardado (10), la combinación restante de hebras (44) de segundas fibras y hebras (46) de primeras fibras es guiada hacia dentro de la entrada de la matriz de preconformación (22). Cualquier exceso de resina de dichas hebras puede ser exprimido durante la entrada en la matriz de preconformación. Un segundo par de esterillas de fibras transversales (esterilla superior, 56), facilitadas desde rodillos (rodillo superior, 54) son alimentadas a través de un par de ranuras transversales en ángulo (28) dentro de la matriz de preconformación (22) para proporcionar una envolvente o esterilla cilíndrica de solapado de fibras transversales alrededor de las hebras más externas. El conjunto de la construcción compuesta puede ser curado, a continuación, haciéndolo pasar hacia dentro de una matriz metálica (26) calentada cerca de su entrada. La matriz puede ser calentada a cualquier temperatura deseada o requerida para provocar el curado de la composición de resina. De manera típica, la temperatura para el curado estará comprendida entre 100°C y 200°C. Después del curado, el soporte tubular resultante puede ser sometido a estirado desde la matriz, utilizando pinzas de tracción. La variación de combinaciones de diámetro externo del mandrino y/o forma del mismo, diámetro interno y/o de la matriz, número y anchura de las esterillas interna y externa y el número total de hebras de primeras y segundas fibras, proporcionan flexibilidad en la forma, diámetro y grosor de paredes del poste tubular a producir.

La figura 2 muestra una realización de un soporte tubular, de acuerdo con la presente invención, tal como puede resultar del proceso descrito en lo anterior en relación con la figura 1. El soporte tubular de la figura 2 consiste en las siguientes capas, empezando desde el interior y precediendo hacia el exterior: capa laminar o velo interno y capa de resina (62), esterilla interna biaxial (64) con esterilla de fibras cortadas al azar (65), hebras (66) de primeras fibras longitudinales, hebras (68) de segundas fibras longitudinales, esterilla (69) de fibras cortadas al azar con esterilla biaxial externa (70), capa laminar o velo superficial exterior y capa de resina (72). La capa (64, 65) de esterilla biaxial interna y esterilla de fibras cortadas al azar está formada a partir de esterillas (50). La capa (70, 69) de esterilla biaxial externa y esterilla de fibras cortadas, está formada a partir de esterillas (56). Tal como se puede apreciar en la figura 2, las hebras de segundas fibras están concentradas en zonas distribuidas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular. Estas zonas están distribuidas de manera general regularmente a lo largo de la circunferencia.

La invención se explicará a continuación, adicionalmente, haciendo referencia a los ejemplos siguientes de la sección experimental siguiente, sin que ello sea limitativo de la invención.

SECCIÓN EXPERIMENTAL

MATERIAL

a. FIBRAS

Hebras de fibra de vidrio de tipo E - las hebras de 4800 TEX tienen 4800 filamentos con un diámetro de 24 micras, pudiéndose conseguir de la firma Saint-Go bain Vetrotex UK Ltd., Unit 2, Thames Park, Lester Way, Wallingford, Oxfordshire, OX10 9TA, UK. El módulo de tracción de los filamentos es de 69 Gpa.

Las hebras de fibras de carbono (conocidas por otra parte como haces ("tows") - PANEX 35 (50k Tex) de la firma Zoltec Companies Inc., 3101 cKelvey Road, St. Louis, Missouri, MO63044, USA. El diámetro de los filamentos es de 7,2 micras, y el módulo de tracción de los filamentos es de 242 Gpa.

b. ESTERILLAS

Para ejemplos de pultrusión - esterillas comprendiendo fibras de vidrio E biaxial +/- 45° (600 g/m²), siendo la fibra de vidrio tipo E el mismo filamento utilizado en las hebras, y que tiene una esterilla cortada con orientación al azar (225 g/m²), siendo las fibras cortadas, fibras de vidrio de tipo E con una longitud de 25-75 mm y un diámetro de 24 micras, cosidas sobre una cara de la esterilla.

c. POLÍMEROS

Resina:

Resina termocurable de viniléster ALTAC 580 de la firma DSM Material compuesto Resins AG, PO Box 1227, 8207 Schaffhausen, Suiza.

d. ADITIVOS

Carga (o aditivo de tipo bajo) - Microdol Extra, de la firma Euroresins UK Ltd., Cloister Way, Bridges Road, Ellesmere Port, Cheshire CH65 4EL, UK. Coathylene HA 1682, de la firma DuPont.
 Catalizador - Perkadox CH-50-X, Triganox 29-B-50 y Triganox C, de la firma Akzo Nobel
 Pigmento - Neolite RAL 7001, de la firma Euroresins UK Ltd, (dirección indicada anteriormente).
 5 Lubrificante -Esterato de Zinc de la firma FACI Spa (UK), Ashcroft Road, Knowsley Industrial Par, Liverpool, L33 7TW, Reino Unido.

e. COMPOSICIÓN DE RESINA

10 Para ejemplos de pultrusión - se preparó una resina de viniléster termocurable combinando:

- 80% en peso de resina de viniléster,
- 16% en peso de carga Microdol Extra
- 1,0% en peso de Coathylene HA 1682
- 15 1,0% en peso de catalizador
- 0,8% en peso de etireno
- 0,5% en peso de desmoldeante PAT 654/M
- 0,5% en peso de estearato de Zinc
- 20 0,2% en peso de pigmento Neolite RAL 7001

Los componentes fueron mezclados entre sí y agitados hasta conseguir homogeneidad. La mezcla fue vertida a continuación en un baño de composición de resina.

MÉTODOS DE PRUEBA

25 Se llevaron a cabo los siguientes métodos utilizando los principios básicos de las normas indicadas, pero adaptados a la naturaleza de las muestras objeto de comprobación:

Módulo de flexión y resistencia - basado en ASTM D790

30 Se cortaron del poste a comprobar piezas de forma acanalada a las que se hace referencia como "cupones" con dimensiones b x l, siendo l la medida longitudinal.

- 35 Grosor (h) 5,2mm
- Anchura (b) 20mm
- Longitud(l) 104mm

40 Cada una de las piezas fue montada en una máquina de comprobación de carga a tracción Instron 5500R, de manera que descansó sobre 2 barras de soporte paralelas con una separación S. Una tercera barra paralela fue bajada a 2,1 mm/min en una zona intermedia entre las barras de soporte, y la carga se registró con respecto a la distancia/tiempo.

Separación de soporte (S) 80 mm

45 La resistencia a la flexión es determinada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_f = 3P_f S / 2bh^2$$

σ_f Resistencia a la flexión
 P_f Carga Máxima Observada (N)

50 El Módulo de flexión viene dado por:

$$E_f = S^3 m / 4bh^3$$

E_f Módulo a la flexión
 m Pendiente de la tangente a la parte de línea recta inicial de la curva carga-flexión

55 Resistencia a la cizalladura interlaminar - basada en BS EN ISO14130.

ES 2 376 604 T3

Se cortaron del poste a comprobar piezas de forma acanalada a las que se hace referencia como "cupones" con dimensiones $b \times l$, siendo l la medida longitudinal.

5	Anchura de la muestra (b) ($=5h$)	26 mm
	Grosor de la muestra (h)	5,2 mm
	Longitud de la muestra (l) ($=10h$)	52 mm
	Separación del soporte (S) ($=5h$)	2 mm
	Velocidad de deformación	1 mm/min

10 Cada una de las piezas fue montada en una máquina de comprobación de carga a tracción Instron 5500R, de manera que descansó sobre 2 barras de soporte paralelas con una separación S . Una tercera barra paralela fue bajada a 1 mm/min en una zona intermedia entre las barras de soporte, y la carga se registró con respecto a la distancia/tiempo.

15 La resistencia a la cizalladura interlaminar se calcula del modo siguiente:

$$F^{sbs} = (0.75 \times P_m) / (b \times h)$$

F^{sbs} Resistencia a la cizalladura interlaminar (MPa)
 P_m Máxima Carga Observada (N)

20 La energía se calcula integrando el área por debajo de la curva de carga (N) con respecto al extensión (mm) desde el origen al punto de rotura interlaminar, y expresándola en Julios.

El extensión es la distancia (mm) desde la carga inicial al punto de rotura interlaminar.

25 Capacidad de par de curvatura en el límite de flexión (KNm), según exigencias de EN 12899 A. Se suspendió horizontalmente un tramo de poste, de manera que un tramo de 4 metros queda dispuesto en voladizo. Se aplicaron pesos al extremo en voladizo, hasta conseguir una flexión de 200 mm (50 mm por metro de poste en voladizo). El momento de curvatura fue calculado por el peso (kN) multiplicado por la longitud en voladizo (m). El módulo de flexión aparente fue calculado a partir del momento de curvatura teórico, utilizando software MITCalc, que se puede conseguir online en <http://www.mitcalc.com> o de Ing. Miroslav Petel e; Stolnici 1205/6; 405 01 Decin; República Txeca.

30 Prueba de aplastamiento según EN12767

Prueba certificada

35 Se comprobó el Rendimiento Seguro Pasivo, según la norma EN12767 del Transport Research Laboratory, Wokingham, Reino Unido. Un tramo de poste de 5 metros fue insertado en un orificio de 1 metro de diámetro 300 mm lleno de arena compactada cada 300 mm. Se montó en el poste una señal con dimensiones de 2m de altura x 1m de anchura, con un peso de 18,5 kg, con el borde inferior a 2m por encima del suelo. Se adaptó para su utilización un Ford Fiesta 1.11 de 3 puertas, con puerta posterior (modelo 1988) ajustando la masa e instalando acelerómetros en el vehículo. Su masa estática en bruto (938 kg) incluía 64 kg de lastre para el ajuste, a efectos de posicionar el centro de gravedad a 977 mm por detrás del eje delantero, 451 mm por encima del suelo y 5 mm a la derecha del centro. De esta forma, el vehículo cumplía la sección 6.2 de la norma. Fue remolcado por cadenas fijadas a un bucle continuo de cable de acero fijado a un sistema de propulsión hidráulica controlado por ordenador. Justamente antes del impacto, las cadenas fueron desacopladas, permitiendo que el vehículo se desplazara libremente contra el poste que se había insertado, encontrándose el plano de la señal en un ángulo de 20 grados con respecto a un plano normal a la dirección de desplazamiento. El comportamiento fue comprobado a 35 km hr⁻¹ y a 100 km hr⁻¹.

Prueba no certificada

50 Se comprobó el Rendimiento Seguro Pasivo, según la norma EN12767 del Transport Research Laboratory, Wokingham, Reino Unido. Un tramo de 4 metros de poste fue insertado en un orificio de 1 metro, y se montó una señal de 1 metro x 1 metro a 2 metros por encima del suelo. Un Ford Fiesta diesel con puerta posterior, modificado para tener la misma masa de inercia que el vehículo de la prueba certificada anterior, fue dirigido hacia el poste insertado. El comportamiento fue comprobado a 35 km hr⁻¹ y a 100 km hr⁻¹.

APARATO

Se utilizó un aparato de pultrusión de tipo Pultrex P8000 de Pultrex Ltd, The Octagon 27 Middleborough, Colchester, Essex CO1 1PD, Reino Unido.

5 El aparato es de una escala capaz de producir un tubo que tiene un diámetro exterior de 139,7 mm y un grosor de paredes de 5,2 mm, o dimensiones similares incorporando diferentes tamaños de matriz o de mandrino. La producción de material compuesto es del orden de 75 kg por hora.

EJEMPLOS

10 Los ejemplos fueron preparados por pultrusión utilizando el aparato antes indicado y el proceso descrito anteriormente. En la construcción (figura 2), se omitieron ambas capas superficiales o velos (62, 72). Por lo demás, los ejemplos fueron preparados igual que en la figura 2. La localización de los haces de fibras de carbono (68) es de la circunferencia más externa del material compuesto de fibras longitudinales, es decir, el tercer conjunto cilíndrico concéntrico, distribuidas regularmente en haces. Para mantener el volumen de la capa cilíndrica en la que se prescribió un número mayor de haces de fibras de carbono, se omitió un número correspondiente de haces de fibra de vidrio. Un ejemplo de ello es el que se muestra en la figura 3. Por lo tanto, donde la tabla de ejemplos se refiere a "24, 5x2 y 3", esto representa 5 conjuntos de 2 haces, seguido de un conjunto con 3 haces. Ello se repite cuatro veces, consiguiendo 24 conjuntos regularmente distribuidos alrededor de la circunferencia. La figura 3 muestra también las posiciones de la esterilla interna (64, 65), esterilla externa (70, 69) y hebras de fibra de vidrio longitudinales (66).

El ejemplo comparativo C1 fue llevado a cabo igual que lo indicado, con la excepción de que no se incluyen los haces de fibras de carbono.

25 El ejemplo comparativo S1 se refiere a un poste de acero con un diámetro de 113,9 mm y un grosor de pared de 3,2 mm, que corresponde a la siguiente medida más pequeña de poste que los ejemplos en el Reino Unido. Los valores indicados fueron determinados, teóricamente, a partir de datos establecidos.

30 Se facilitan detalles de los ejemplos y de los resultados de las pruebas, según la norma EN 12899 en la Tabla 1a. Se facilitan detalles de los ejemplos y de los resultados de pruebas, según las normas ASTM D790 y ISO 14130 en la Tabla 1b. Los resultados de la prueba de aplastamiento, según EN 12767 de los ejemplos 1 y 2, se indican en las Tablas 2a y 2b, respectivamente.

Tabla 1a

Ejemplo	Fibras longitudinales			Módulo de flexión aparente, según BS EN 12899 de los postes de muestras (GPa)	Momento de curvatura a 50 mm/m de flexión (KNm), según norma BS EN 12R99 de los postes de prueba	Número de mediciones
	% volumen fibras de carbono con respecto al volumen de la capa unidireccional	% en peso fibras de carbono con respecto a peso de haces y hebras unidireccionales	Localización de haces de fibras de carbono (no. de paquetes dispuestos circunferencialmente, no. de haces por paquete)			
1	10	7.57	24, 5x2 y 3 repetido 4 veces	33.03	7.13	4
2	20	15.56	24, 5x4 y 6 repetido 4 veces	35.50	7.5	1
3	20	15.56	48, 5x2 y 3 repetido 2 veces	34.25	7.7	1
C1	0	0	n/d	29.77	6.22	5
S1	n/d	n/d	n/d	Valor típico 200	Típicamente, 6,45-ver nota de pie de tabla	n/d

Para el acero, el momento de curvatura se determina con una flexión de 25 mm/m

Tabla 1b

Ejemplo	Fibras longitudinales		Muestras de cupones ISO 14130				Muestras de cupones ASTM D790			
	% volumen haces fibra de carbono, con respecto al volumen de la capa unidireccional	% en peso fibras de carbono con respecto a peso de haces y hebras unidireccionales	Localización de haces de fibras de carbono (no. de paquetes dispuestos circunferencialmente, no. de haces por paquete)	Cizalladura interlaminar (MPa)	Energía (J)	Alargamiento (mm)	Número de mediciones	Módulo de flexión (GPa)	Resistencia a la flexión (MPa)	Número de mediciones
1	10	7.57	24, 5x2 y 3 repetido 4 veces	33	4.34	1.46	15	27.8	589	18
2	20	15.56	24, 5x4 y 6 repetido 4 veces	34	4.31	1.43	15	28.6	605	18
3	20	15.56	48, 5x2 y 3 repetido 2 veces	32	5.15	1.63	14	29.0	625	18
CI	0	0	n/d	38	5.90	1.74	14	25.5	587	18

Tabla 2a

Ejemplo 1			
Velocidad de impacto nominal (Km hr-1)	Velocidad de entrada (km hr ⁻¹)	Velocidad de Salida (km hr ⁻¹)	Clasificación y nivel de seguridad de ocupantes
100	98	89	NE 3
35	34	-	NE 2

Tabla 2b

Ejemplo 2			
Velocidad de impacto nominal (Km hr-1)	Velocidad de entrada (km hr ⁻¹)	Velocidad de Salida (km hr ⁻¹)	Clasificación
100	98.08	95.87	NE
35	33.7	24.7	LE

- 5 Después de examinar el poste, después de un impacto a 35 km hr⁻¹, se observó que las hebras se habían separado del material compuesto de resina, y algunas de ellas se habían roto. Esto era visible a través de las esterillas externas rotas.

NE =Sin absorción energía LE= absorción baja de energía

REIVINDICACIONES

- 5 1. Soporte tubular que comprende una capa de material compuesto de resina y primeras fibras dispuestas longitudinalmente (66), comprendiendo además dicho soporte tubular, segundas fibras (68) dispuestas longitudinalmente, que están concentradas en zonas determinadas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular, teniendo dichas segundas fibras (68) un módulo de tracción superior al módulo de tracción de dichas primeras fibras y una deformación antes de la rotura, que es menor que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras, de manera que el soporte tubular puede funcionar cediendo al recibir un impacto.
- 10 2. Soporte tubular, según la reivindicación 1, en el que dichas segundas fibras (68) están dispuestas en dicha capa de material compuesto o están dispuestas de forma contigua a dicha capa de material compuesto sobre, como mínimo, el lado radialmente más externo de dicha capa de material compuesto.
- 15 3. Soporte tubular, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas primeras fibras (66) están distribuidas de manera general uniformemente dentro de dicha capa de material compuesto a lo largo de la circunferencia de dicho soporte tubular.
- 20 4. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de tracción de dichas primeras fibras (66) está comprendido entre 50 y 100 GPa, y el módulo de tracción de dichas segundas fibras (68) está comprendido entre 150 y 800 GPa.
- 25 5. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras (66) es, como mínimo, 1,5 veces el valor de la deformación antes de la rotura de las segundas fibras (68).
- 30 6. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras (66) está comprendido entre 3 y 6%, y la deformación antes de la rotura de las segundas fibras (68) está comprendida entre 1 y 2,5%.
- 35 7. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas primeras fibras (66) comprenden fibras de vidrio, y dichas segundas fibras (68) comprenden fibras de carbono.
8. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cantidad total de primeras y segundas fibras (66, 68) está comprendida entre 50 y 90% en peso, basado en el peso total del soporte tubular.
9. Soporte tubular, según la reivindicación 8, en el que la cantidad de segundas fibras (68) está comprendida entre 3 y 45% de la cantidad de las primeras y segundas fibras (66, 68).
- 40 10. Soporte tubular, según la reivindicación 9, en el que la cantidad de segundas fibras (68) está comprendida entre 10 y 30% de la cantidad de las primeras y segundas fibras (66, 68).
- 45 11. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, sobre las caras principales opuestas de dicha capa de material compuesto se disponen otras dos capas de material compuesto, comprendiendo cada una de dichas capas adicionales de material compuesto, resina, fibras transversales en un ángulo entre 30 y 60° con respecto al eje longitudinal de dicho soporte tubular, y fibras transversales en un ángulo comprendido entre -30 y -60° con respecto al eje longitudinal de dicho soporte tubular.
- 50 12. Soporte tubular, según la reivindicación 11, en el que se dispone entre dicha capa de material compuesto y las otras dos capas de material compuesto, una capa de resina y fibras cortadas orientadas al azar.
- 55 13. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha resina de dicha capa de material compuesto comprende una resina reticulada.
14. Soporte tubular, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que soporta una señal.
- 60 15. Método de fabricación de un soporte tubular, según la reivindicación 1, que comprende:
 - (i) impregnación de una serie de primeras y segundas fibras (66, 68) con resina, teniendo dichas segundas fibras (68) un módulo de tracción superior al módulo de tracción de dichas primeras fibras (66), y una deformación antes de la rotura menor que la deformación antes de la rotura de las primeras fibras (66) y
 - (ii) someter a tracción una serie de dichas primeras y segundas fibras (66, 68) a través de una matriz, para conseguir la forma deseada del soporte tubular;

en el que la serie de primeras y segundas fibras están dispuestas y son sometidas a tracción en la matriz, de manera tal que en el soporte tubular resultante, las segundas fibras (68) estarán concentradas en zonas separadas a lo largo de la circunferencia del soporte tubular.

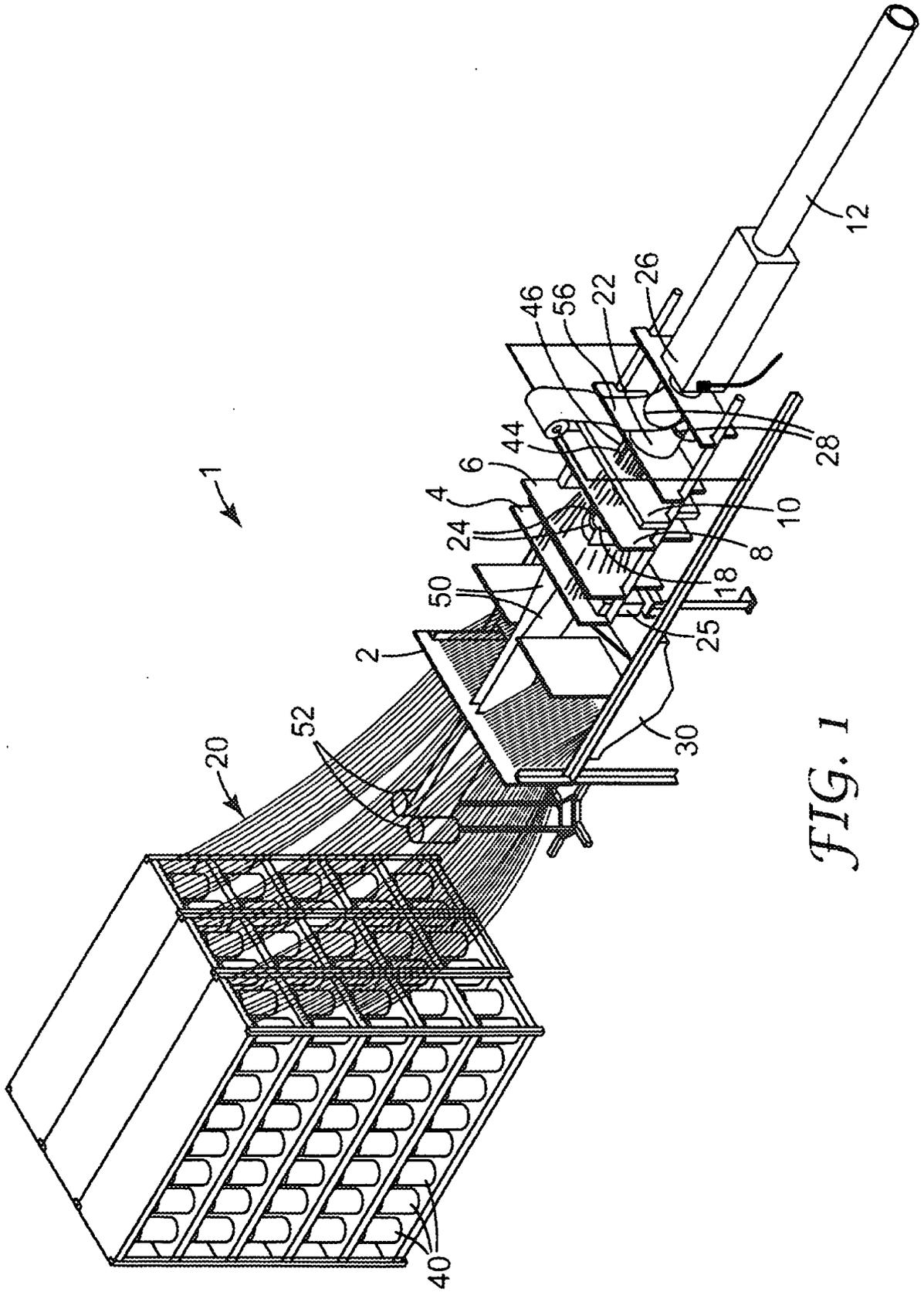


FIG. 1

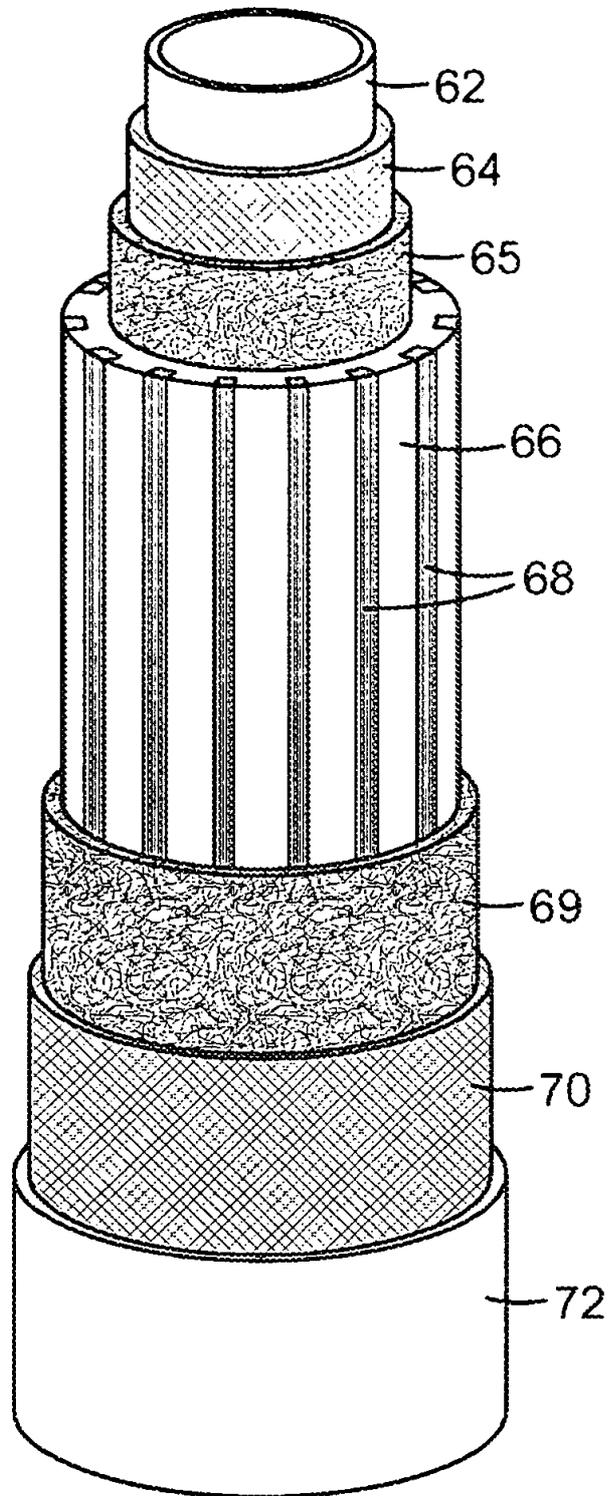


FIG. 2

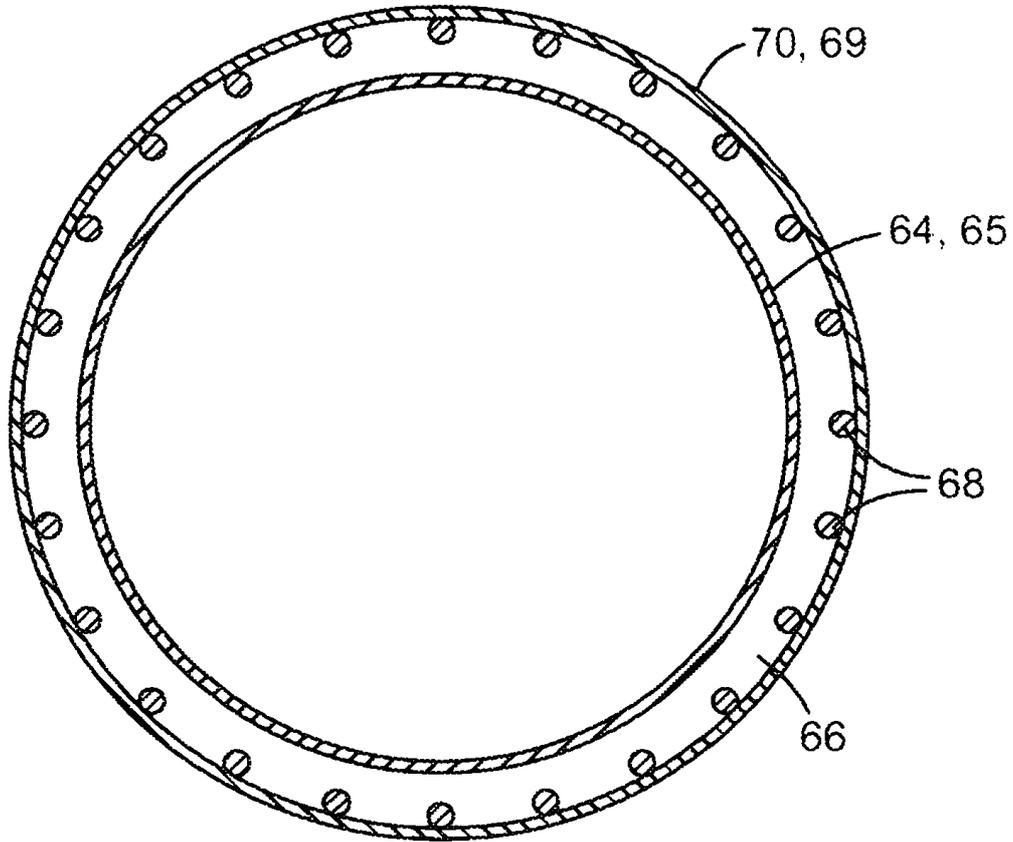


FIG. 3