

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 668**

51 Int. Cl.:

B64D 45/02 (2006.01)

B64D 37/32 (2006.01)

B64D 37/00 (2006.01)

B64C 3/34 (2006.01)

F16L 7/00 (2006.01)

F16L 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2012 PCT/US2012/052211**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13048648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012 E 12753360 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2745036**

54 Título: **Unión electrostática de tubería coaxial**

30 Prioridad:

29.09.2011 US 201113248756

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

13.12.2018

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**WAUGH, GREGORY M.;
HOLBROOK, MICHAEL LYLE y
CLEMENTS, RONALD LAWRENCE**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 693 668 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

Unión electrostática de tubería coaxial

1. Campo:

5 La presente divulgación se refiere en general a tuberías coaxiales usados en vehículos, tales como aeronaves. Más particularmente, la presente divulgación se refiere a la formación de una conexión electrostática entre el tubo exterior y el tubo interior de la tubería coaxial sin crear una inconsistencia en las superficies de la tubería.

2. Antecedentes:

10 La tubería es usada para transportar diversos fluidos a través de las aeronaves y otros vehículos. Por ejemplo, la tubería puede ser usada en una aeronave para transportar el fluido hidráulico que es usado por los sistemas hidráulicos en la aeronave. Como otro ejemplo, la tubería es usada en una aeronave para transportar combustible entre los tanques de combustible y los motores de las aeronaves. La tubería puede ser usada para transportar otros fluidos en aeronaves y otros vehículos.

15 Es deseado que la tubería usada en la aeronave pueda tener diversas características que mejoren el rendimiento y la seguridad de la aeronave. Por ejemplo, el uso de tuberías más ligeras en una aeronave puede mejorar el rendimiento del avión al mejorar la eficiencia del combustible. El uso de tuberías que sean más resistentes a las inconsistencias indeseables puede mejorar el rendimiento de la aeronave al reducir la necesidad de la reelaboración o el reemplaza de las tuberías por inconsistencias no deseadas. El uso de tuberías que sean más resistentes a las inconsistencias indeseables también puede mejorar la seguridad de la aeronave.

20 Las tuberías usadas en aeronaves pueden estar hechas de materiales que proporcionan las características deseables de peso más ligero y mejor resistencia a inconsistencias indeseables. Por ejemplo, la tubería hecha de titanio proporciona estas características deseadas. La tubería hecha de otros materiales o de diversos materiales en combinación también pueden proporcionar estas características.

25 También es deseable que la tubería en la aeronave proporcione aislamiento térmico entre el fluido transportado en la tubería y las estructuras adyacentes de la aeronave a través de la cual se desarrolla la tubería. Dicho aislamiento es deseable para reducir la transferencia de calor entre el fluido transportado en la tubería y las estructuras de aeronaves adyacentes. La transferencia de calor entre el fluido transportado en la tubería y las estructuras de aeronaves adyacentes puede afectar el fluido, las estructuras adyacentes, o ambas de manera no deseada.

30 El aislamiento térmico entre el fluido transportado en la tubería y las estructuras de la aeronave adyacentes puede ser proporcionadas por el uso de la tubería coaxial. La tubería coaxial incluye un tubo interior que está rodeado por un tubo exterior. Un fluido, tal como un fluido hidráulico, combustible, u otro fluido, es transportado en el tubo interno. El tubo exterior está separado del tubo interior para formar un canal entre el tubo interior y el tubo exterior. Este canal forma un espacio entre los tubos que pueden ser llenados con un material térmicamente aislante. Por ejemplo, el canal entre los tubos puede ser llenado con aire, otro gas térmicamente aislante, con otro fluido térmicamente aislante, o con otros materiales.

35 El uso de la tubería coaxial en aeronaves también puede mejorar la seguridad de las aeronaves. Por ejemplo, una fuga no deseada de fluido desde el tubo interno del tubo coaxial fluiría o de lo contrario será descargado en el canal entre el tubo interno y el tubo externo. La fuga de fluido del tubo interno es contenida por el tubo exterior del tubo coaxial en el canal entre los tubos. El tubo exterior del tubo coaxial previene de este modo que la fuga de fluido del tubo interno alcance a otros componentes de la aeronave, lo que de otra manera podría afectar la operación de los
40 otros componentes de la aeronave de maneras no deseadas.

45 El aire u otro material térmicamente aislante en el canal entre los tubos de un tubo coaxial usado en una aeronave también es típicamente aislante de manera eléctrica. Los tubos del tubo coaxial usados en la aeronave pueden estar hechos de un material eléctricamente conductor, tal como el titanio u otro material eléctricamente conductor. En este caso, en algunos entornos o condiciones de operación, puede formarse una carga o corriente eléctrica en uno o ambos tubos del tubo coaxial. Por ejemplo, un rayo en la aeronave puede causar tal acumulación de carga o corriente en el tubo coaxial. Dado que los tubos en el tubo coaxial están separados por un canal aislante eléctricamente y la carga no puede fluir libremente entre los tubos, este aumento de carga o corriente puede causar una descarga eléctrica en forma de una chispa a través del canal entre los tubos. Tal descarga es indeseable. Por ejemplo, cualquier vapor de combustible u otro material de combustible en el canal entre los tubos del tubo coaxial puede ser encendido por una
50 chispa a través del canal.

Los métodos y sistemas actuales para prevenir una descarga eléctrica a través del canal entre los tubos de un tubo coaxial pueden no permanecer completamente efectivos en diversas condiciones o durante largos períodos de tiempo. Además, los métodos y sistemas actuales para prevenir una descarga eléctrica en un tubo coaxial pueden afectar el rendimiento del tubo de maneras no deseadas.

Por consiguiente, sería ventajoso tener un método y un aparato que tome en cuenta uno o más de los problemas mencionados anteriormente, así como otros posibles problemas.

En la Publicación de Solicitud de Patente Francesa 1578857, ahí es divulgado un dispositivo usado para centrar dos elementos uno con respecto al otro, y en particular para centrar electrodos en una parte tubular de un ozonizador, donde el dispositivo es para centrar un elemento interno en un elemento exterior tubular, del tipo que forma una pulsera dispuesta alrededor del elemento interno, donde dicha pulsera comprende una parte casi inextensible que delimita dos puntos de soporte en el elemento externo y una parte elástica que complementa al brazalete y está adaptado para sostener la porción inextensible en el miembro interno. La disposición mostrada en este documento corresponde al preámbulo de la reivindicación 1.

10 Resumen

La invención es un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para unir eléctricamente tubería de acuerdo con la reivindicación 6. Las características opcionales de la invención son definidas por las reivindicaciones dependientes.

15 Se describe un aparato que comprende un tubo exterior, un tubo interior, y una estructura de puente. El tubo exterior comprende un material eléctricamente conductor y tiene una superficie interior. El tubo interior comprende un material eléctricamente conductor y tiene una superficie exterior. El tubo interior está posicionado dentro del tubo exterior de tal manera que la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen un canal. La estructura de puente comprende un material eléctricamente conductor posicionado en el canal de tal manera que la estructura de puente forma un contacto mecánico y una conexión electrostática entre el material eléctricamente conductor en la superficie interior del tubo exterior y el material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior. La estructura de puente está en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos. La estructura de puente está en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos.

25 También se describe un método para unir eléctricamente la tubería. Una estructura de puente que comprende un material eléctricamente conductor es colocada en un canal entre un tubo exterior y un tubo interior para formar una conexión electrostática entre un material eléctricamente conductor en una superficie interior del tubo exterior y un material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior. La estructura de puente es colocada en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos. La estructura de puente está en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos.

30 También se describe un aparato que comprende un tubo exterior, un tubo interior, un resorte, un primer retenedor, y un segundo retenedor. El tubo exterior comprende un material eléctricamente conductor y tiene una superficie interior. El tubo interior comprende un material eléctricamente conductor y tiene una superficie exterior. El tubo interior está posicionado dentro del tubo exterior de tal manera que la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen un canal. El resorte comprende un material eléctricamente conductor posicionado en el canal de tal manera que el resorte forma una conexión electrostática entre el material eléctricamente conductor en la superficie interior del tubo exterior y el material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior. El resorte está en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos. El resorte está en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos. El primer retenedor es posicionado en el canal en un lado del resorte. El segundo retenedor es posicionado en el canal en otro lado del resorte. El resorte es posicionado entre el primer retenedor y el segundo retenedor, y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento del resorte en el canal.

45 También se describe un aparato que comprende un tubo exterior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie interior, un tubo interior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie exterior, el tubo interior posicionado dentro del tubo exterior de tal manera que la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen un canal, y una estructura de puente que comprende un material eléctricamente conductor posicionado en el canal de tal manera que la estructura de puente forma un contacto mecánico y una conexión electrostática entre el material eléctricamente conductor en la superficie interior del tubo exterior y el material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior, en donde la estructura de puente está en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos y en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos. En un ejemplo que no forma parte de la invención, la estructura de puente es seleccionada de un grupo de estructuras que comprende una malla, una espuma y un haz de hebras de filamentos. Preferiblemente la estructura de puente comprende un resorte formado al envolver el material eléctricamente conductor alrededor de un mandril que comprende una pluralidad de lados. Ventajosamente el aparato puede comprender además un primer retenedor posicionado en el canal en un lado de la estructura de puente, y un segundo retenedor posicionado en el canal en otro lado de la estructura de puente, en donde la estructura de puente está posicionada entre el primer retenedor y el segundo retenedor y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento de la estructura de puente en el canal. Ventajosamente el primer retenedor y el segundo retenedor están hechos de un material aislante eléctricamente. Preferiblemente el segundo retenedor está posicionado en un extremo del tubo exterior. Ventajosamente el aparato está localizado en una aeronave. Ventajosamente la estructura de puente está hecha de un material seleccionado de

un grupo de materiales que consiste en titanio y acero inoxidable. Ventajosamente la estructura de puente no está unida a la superficie interior del tubo exterior y a la superficie exterior del tubo interior en ningún punto.

5 También se describe un método para unir eléctricamente la tubería, que comprende posicionar una estructura de puente que comprende un material eléctricamente conductor en un canal entre un tubo exterior y un tubo interior para formar una conexión electrostática entre un material eléctricamente conductor en una superficie interior del tubo exterior y un material eléctricamente conductor sobre una superficie exterior del tubo interior, en donde la estructura de puente es puesta en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos y en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos. En un ejemplo que no forma parte de la invención, la estructura de puente es seleccionada de un grupo de estructuras que comprende una malla, una espuma y un haz de hebras de filamentos. Preferiblemente la estructura de puente comprende un resorte formado al envolver el material eléctricamente conductor alrededor de un mandril que comprende una pluralidad de lados. Ventajosamente el método comprende además posicionar un primer retenedor en el canal en un lado de la estructura de puente, y posicionar un segundo retenedor en el canal en otro lado de la estructura de puente, en donde la estructura de puente es posicionada entre el primer retenedor y el segundo retenedor y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento de la estructura de puente en el canal. Preferiblemente el primer retenedor y el segundo retenedor están hechos de un material aislante eléctricamente. Preferiblemente posicionar el segundo retenedor en un extremo del tubo exterior. Ventajosamente la estructura de puente está hecha de un material seleccionado de un grupo de materiales que consiste en titanio y acero inoxidable. Ventajosamente la estructura de puente no está unida a la superficie interior del tubo exterior y a la superficie exterior del tubo interior en ningún punto.

25 También se describe un aparato que comprende un tubo exterior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie interior, un tubo interior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie exterior, el tubo interior posicionado dentro del tubo exterior de tal manera que la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen un canal, un resorte que comprende un material eléctricamente conductor posicionado en el canal de tal manera que el resorte forma una conexión electrostática entre el material eléctricamente conductor de la superficie interior del tubo exterior y el material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior, en donde el resorte está en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos y en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos, un primer retenedor posicionado en el canal en un lado del resorte, y un segundo retenedor posicionado en el canal en otro lado del resorte, en donde el resorte está posicionado entre el primer retenedor y el segundo retenedor y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento del resorte en el canal. Ventajosamente el resorte es formado envolviendo el material eléctricamente conductor alrededor de un mandril que comprende una pluralidad de lados. Ventajosamente el aparato está localizado en una aeronave.

35 Las características, funciones y ventajas pueden ser logradas independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden ser combinadas en otras realizaciones en las que pueden ser vistos detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La invención será entendida mejor al hacer referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente invención cuando se lea en conjunto con los dibujos acompañantes, en donde:

- 40 La figura 1 es una ilustración de una aeronave;
- La figura 2 es una ilustración de una porción de una estructura interna de una aeronave.
- La figura 3 es una ilustración de la unión electrostática de la tubería coaxial;
- La figura 4 es una ilustración de la unión electrostática de la tubería coaxial;
- La figura 5 es una ilustración de un diagrama de bloques de un montaje de tubo;
- 45 La figura 6 es una ilustración de la unión electrostática de la tubería coaxial usando una estructura de puente de resorte de acuerdo con la invención;
- La figura 7 es una ilustración de la unión electrostática de la tubería coaxial usando una estructura de puente de resorte;
- 50 La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de la unión electrostática de la tubería coaxial usando una estructura de puente de resorte;
- La figura 9 es una ilustración de la formación de una estructura de puente de resorte para la unión electrostática de la tubería coaxial;

La figura 10 es una ilustración de una vista en perspectiva de la unión electrostática de la tubería coaxial usando otra estructura de puente no de acuerdo con la invención;

La figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para la unión electrostática de la tubería coaxial de acuerdo con una realización ventajosa;

5 La Figura 12 es una ilustración de un diagrama de bloques de un método de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales; y

La Figura 13 es una ilustración de un diagrama de bloques de un vehículo aeroespacial.

Descripción detallada

10 Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y toman en cuenta un número de consideraciones diferentes. "Un número", como es usado aquí con referencia a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, "un número de consideraciones diferentes" significa una o más consideraciones diferentes.

15 Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y toman en cuenta que en algunas aplicaciones donde es deseable el uso de un tubo coaxial, es deseable proporcionar una conexión electrostática entre los tubos interior y exterior del tubo coaxial. Por ejemplo, es deseable proporcionar una unión electrostática entre los tubos interior y exterior de un tubo coaxial en una aeronave para soportar la operación segura de la aeronave en diversas condiciones y entornos de operación electromagnética.

20 Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y toman en cuenta que una conexión electrostática entre los tubos de un tubo coaxial puede estar hecha usando puentes de unión. Por ejemplo, los cables pueden ser asegurados entre los tubos interior y exterior de un tubo coaxial usando abrazaderas mecánicas e implementos de fijación. Sin embargo, el uso de fijaciones mecánicas y abrazaderas puede resultar en inconsistencias indetectables que pueden proporcionar fuentes de chispas electrostáticas y la ignición de materiales combustibles en el canal entre los tubos.

25 Las diferentes realizaciones ventajosas también reconocen y toman en cuenta que una conexión electrostática entre los tubos de un tubo coaxial puede estar hecha por soldadura con bronce. Sin embargo, las temperaturas requeridas para fundir el material de soldadura con bronce son tales que recosen el material de titanio del cual pueden estar hechos los tubos. Por lo tanto, la soldadura con bronce puede causar inconsistencias en los tubos del tubo coaxial. Tales inconsistencias pueden afectar el rendimiento y la vida de los tubos de maneras no deseadas.

30 Las diferentes realizaciones ventajosas también reconocen y toman en cuenta que una conexión electrostática entre los tubos de un tubo coaxial puede estar hecha por soldadura. Sin embargo, la operación de soldadura puede impartir inconsistencias en los tubos. Tales inconsistencias pueden afectar el rendimiento y la vida del tubo coaxial de maneras no deseadas.

Las diferentes realizaciones ventajosas también reconocen y toman en cuenta que una conexión electrostática entre los tubos de un tubo coaxial puede estar hecha por estampadora de rodillos. Sin embargo, esta posible solución requiere el desarrollo de nuevas herramientas y procesos. Además, este proceso tiene algunos problemas conocidos que pueden limitar la vida y las capacidades funcionales de los tubos coaxiales.

35 Por lo tanto, una o más de las realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato para la unión electrostática de tubos coaxiales sin afectar el rendimiento o la vida de los tubos de una manera no deseada. Una estructura de puente de material eléctricamente conductor es puesta en el canal entre los tubos interior y exterior de un tubo coaxial para formar una conexión electrostática entre los tubos. El material del puente mantiene el contacto tanto con el tubo interior como con el tubo exterior en una pluralidad de puntos. La estructura de puente puede formar y mantener una conexión electrostática entre el tubo interior y el tubo exterior sin crear cualquier inconsistencia indeseada en los tubos.

40 Volviendo ahora a la figura 1, se representa una ilustración de una aeronave. La aeronave 100 es un ejemplo de un vehículo en el que puede ser implementado un método y un aparato para la unión electrostática de acuerdo con la presente invención. La aeronave 100 tiene alas 102 y 104 unidas al cuerpo 106. La aeronave 100 incluye un motor 108 montado en el ala, un motor 110 montado en el ala, y una cola 112.

La aeronave 100 también incluye estructuras 114 internas. Por ejemplo, las estructuras 114 internas pueden proporcionar soporte estructural para las alas 102 y 104 y los motores 108 y 110 montados en las alas. Las estructuras 114 internas también pueden formar tanques de combustible u otras estructuras para la aeronave 100.

50 Con referencia ahora a la figura 2, se representa una ilustración de una porción de una estructura interna de una aeronave. En este ejemplo, se representa una porción de la estructura interna del ala 200. El ala 200 es un ejemplo del ala 104 en la figura 1.

El tubo 202 coaxial puede ser usado para transportar fluido a través de la estructura interna del ala 200 o a través de la estructura interna de otra porción de una aeronave. Por ejemplo, sin limitación, el tubo 202 coaxial puede ser usado para transportar fluido hidráulico, combustible u otro fluido a través del ala 200.

- 5 El tubo 202 coaxial incluye el tubo 204 exterior y el tubo 206 interior. El tubo 206 interior transporta el fluido hidráulico, el combustible, u otro fluido a través del ala 200. El tubo 206 interior es puesto dentro del tubo 204 exterior. El tubo 206 interior es separado del tubo 204 exterior para formar el canal 208 entre el tubo 206 interior y el tubo 204 exterior. El canal 208 proporciona aislamiento térmico entre el tubo 206 interior y el tubo 204 exterior. Por ejemplo, el canal 208 puede contener un gas térmicamente aislante u otro material, tal como aire u otro material térmicamente aislante. El canal 208 también proporciona una separación eléctrica entre el tubo 206 interior y el tubo 204 exterior.
- 10 El tubo 204 exterior puede rodear el tubo 206 interior a lo largo de toda la longitud del tubo 206 interior. Alternativamente, como se ilustra, el tubo 204 exterior puede rodear una porción del tubo 206 interior. Por ejemplo, sin limitación, el tubo 204 exterior puede rodear una porción del tubo 206 interior donde el tubo 206 interior pasa a través o cerca de la estructura 210 en el ala 200. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 210 puede ser un tanque de combustible u otra estructura en el ala 200.
- 15 En cualquier caso, cuando el tubo 204 exterior rodea una porción del tubo 206 interior, el tubo 204 exterior puede tener extremos 212 y 214. En este caso, el tubo 206 interior se extiende desde el tubo 204 exterior más allá de los extremos 212 y 214 del tubo 204 exterior.

Volviendo ahora a la figura 3, se representa una ilustración de la unión electrostática de los tubos coaxiales. En este ejemplo, el tubo 300 coaxial es un ejemplo de una implementación del tubo 202 coaxial en la figura 2.

- 20 El tubo 300 coaxial incluye el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior. El tubo 304 interior está posicionado dentro del tubo 302 exterior. El tubo 304 interior está separado del tubo 302 exterior para formar el canal 306 entre el tubo 304 interior y el tubo 302 exterior.

- 25 La estructura 308 de puente está posicionada en el canal 306 de tal manera que la estructura 308 de puente forma una conexión electrostática entre el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior. La estructura 308 de puente está hecha de un material eléctricamente conductor y puede tener una variedad de formas.

- 30 La estructura 308 está en contacto mecánico con el tubo 302 exterior en una pluralidad de puntos y está en contacto mecánico con el tubo 304 interior en una pluralidad de puntos. La estructura 308 de puente puede o no puede estar unida al tubo 302 exterior o al tubo 304 interior en cualquier punto. El tamaño y la forma de la estructura 308 de puente puede ser seleccionada de modo que la estructura 308 de puente mantenga el contacto mecánico con el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior sin requerir que la estructura 308 de puente sea unida al tubo 302 exterior o al tubo 304 interior. El tamaño y la forma de la estructura 308 de puente también puede ser seleccionada de modo que la estructura 308 de puente pueda ser posicionada y retener en el tubo 300 coaxial sin causar inconsistencias en el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior durante el posicionamiento de la estructura 308 de puente en el tubo 300 coaxial o durante el tiempo en que la estructura 308 de puente está mantenida en el tubo 300 coaxial.

- 35 El primer retenedor 310 puede ser posicionado en el canal 306 en un lado de la estructura 308 de puente. El segundo retenedor 312 puede ser posicionado en el canal 306 en otro lado de la estructura 308 de puente. Por lo tanto, la estructura 308 de puente está posicionado entre el primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 en el canal 306. El primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 están configurados para prevenir el movimiento de la estructura 308 de puente en el canal 306. Preferiblemente, el primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 pueden ser sostenidos en posición en el canal 306 en cualquier manera apropiada que no cause inconsistencias en el tubo 302 exterior o tubo 304 interior. Por ejemplo, sin limitación, el primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 pueden ser sostenidos en posición en el canal 306 por un ajuste de interferencia mecánica entre cada uno del primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 y el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior. Alternativamente, el primer retenedor 310 y el segundo retenedor 312 pueden ser sostenidos en posición en el canal 306 usando un adhesivo apropiado.

- 45 El primer retenedor 310, la estructura 308 de puente y el segundo retenedor 312 pueden ser posicionados en o cerca del extremo 314 del tubo 302 exterior. En particular, el segundo retenedor 312 pueden ser posicionado en el extremo 314 del tubo 302 exterior. El tubo 304 interior se extiende desde el extremo 314 del tubo 302 exterior.

- 50 Se puede poner un sello en el extremo 314 del tubo 302 exterior adyacente al segundo retenedor 312. Tal sello puede ser usado para prevenir que cualquier gas, líquido, u otro material en el canal 306 se escape del extremo 314 del tubo 302 exterior. El sello puede ser formado de cualquier material o combinación de materiales que estén formados para bloquear completamente el canal 306 en o cerca del extremo 314 del tubo 302 exterior. El material o materiales apropiados para el sello pueden ser seleccionados basados en el gas, líquido, u otro material en el canal 306 que debe ser contenido por el sello. Alternativamente o adicionalmente, el segundo retenedor 312, el primer retenedor 310, o ambos pueden estar configurados para proporcionar tal sello. En este caso, el segundo retenedor 312, el primer retenedor 310, o ambos pueden estar hechos del material apropiado y formado para bloquear completamente el canal 306 entre el tubo 302 exterior y el tubo 304 interior.
- 55

- 5 Volviendo ahora a la figura 4, se representa una ilustración de la unión electrostática de tubería coaxial en la figura 3 como tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3. Como se ilustra, la estructura 308 de puente preferiblemente se extiende por completo alrededor del canal 306 formado entre la superficie 400 interior del tubo 302 exterior y la superficie 402 exterior del tubo 304 interior. En un ejemplo alternativo que no forma parte de la invención, la estructura 308 de puente puede extenderse parcialmente alrededor del canal 306.
- Volviendo ahora a la figura 5, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un ensamblaje de tubo. El tubo 300 coaxial en la figura 3 y la figura 4 es un ejemplo de una implementación del ensamblaje 500 de tubo en la figura 5.
- 10 El ensamblaje 500 de tubo es un ensamblaje de tubo unido electrostáticamente. El ensamblaje 500 de tubo puede ser instalado en la plataforma 502 para transportar cualquier fluido deseado en la plataforma 502. Por ejemplo, sin limitación, la plataforma 502 puede ser el vehículo 504, tal como una aeronave 506. Alternativamente, el vehículo 504 puede ser cualquier otro vehículo aeroespacial que sea capaz de viajar a través del aire, a través del espacio, o ambos. Como otro ejemplo, el vehículo 504 puede ser un vehículo para viajar por tierra o sobre o debajo del agua.
- 15 El ensamblaje de tubo incluye el tubo 508 exterior y el tubo 510 interior. El tubo 510 interior es posicionado dentro del tubo 508 exterior. El tubo 510 interior y el tubo 508 exterior pueden ser tubos 512 coaxiales. En un caso en el que el tubo 510 interior y el tubo 508 exterior son tubos 512 coaxiales, un eje del tubo 510 interior está alineado con un eje del tubo 508 exterior. Alternativamente, el eje del tubo 510 interior puede no estar alineado con el eje del tubo 508 exterior.
- 20 El tubo 508 exterior puede estar hecho de material 514 eléctricamente conductor. Por ejemplo, sin limitación, el tubo 508 exterior puede estar hecho de titanio, otro material eléctricamente conductor, o de una combinación de materiales eléctricamente conductores.
- 25 El tubo 508 exterior puede ser cilíndrico 516. En este caso, la sección transversal del tubo 508 exterior perpendicular al eje del tubo 508 exterior es circular. Alternativamente, la sección transversal del tubo 508 exterior perpendicular al eje del tubo 508 exterior puede ser de una forma distinta que la circular. Además, la forma, el tamaño, o tanto la forma como el tamaño de la sección transversal del tubo 508 exterior perpendicular al eje del tubo 508 exterior pueden ser iguales a lo largo de la longitud del tubo 508 exterior o pueden ser diferentes en diversos puntos a lo largo de la longitud del tubo 508 exterior.
- 30 El tubo 510 interior puede estar hecho de material 518 eléctricamente conductor. Por ejemplo, sin limitación, el tubo 510 interior puede estar hecho de titanio, otro material eléctricamente conductor, o de una combinación de materiales eléctricamente conductores.
- 35 El tubo 510 interior puede ser cilíndrico 520. En este caso, la sección transversal del tubo 510 interior perpendicular al eje del tubo 510 interior es circular. Alternativamente, la sección transversal del tubo 510 interior perpendicular al eje del tubo 510 interior puede ser de una forma distinta que la circular. Además, la forma, el tamaño o tanto la forma como el tamaño de la sección transversal del tubo 510 interior perpendicular al eje del tubo 510 interior pueden ser iguales a lo largo de la longitud del tubo 510 interior o pueden ser diferentes en diversos puntos a lo largo de la longitud del tubo 510 interior.
- El tubo 508 exterior y el tubo 510 interior están separados por el canal 522. Específicamente, el canal 522 está definido por la superficie 524 interior del tubo 508 exterior y la superficie 526 exterior del tubo 510 interior.
- 40 De acuerdo con una realización ventajosa, la estructura 528 de puente está posicionada en el canal 522 para formar una conexión electrostática entre el tubo 508 exterior y el tubo 510 interior. Específicamente, la estructura 528 de puente forma una conexión electrostática entre el material 514 eléctricamente conductor en la superficie 524 interior del tubo 508 exterior y material 518 eléctricamente conductor en la superficie 526 exterior del tubo 510 interior.
- 45 De acuerdo con una realización ventajosa, la estructura 528 de puente está en contacto mecánico con la superficie 524 interior del tubo 508 exterior en la pluralidad de primeros puntos 530 en la superficie 524 interior. La estructura 528 de puente está en contacto mecánico con la superficie 526 exterior del tubo 510 interior en la pluralidad de segundos puntos 532 en la superficie 526 exterior. De acuerdo con una realización ventajosa, la estructura 528 de puente no causa ninguna inconsistencia en la superficie 524 interior o en la superficie 526 exterior que podría afectar el rendimiento o la vida del ensamblaje 500 de tubo.
- 50 La estructura 528 de puente no puede ser unida a la superficie 524 interior ni a la superficie 526 exterior en ningún punto. Alternativamente, la estructura 528 de puente puede ser unida a la superficie 524 interior o a la superficie 526 exterior, o tanto a la superficie 524 interior como a la superficie 526 exterior, en uno o más puntos de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 528 de puente puede ser soldada o unida adhesivamente al tubo 508 exterior al tubo 510 interior o tanto al tubo 508 exterior como al tubo 510 interior.
- 55 La estructura 528 de puente está hecha de material 534 eléctricamente conductor. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 528 de puente puede estar hecha de titanio 536, acero 538 inoxidable, otro material eléctricamente conductor, o una combinación de materiales eléctricamente conductores.

- 5 La estructura 528 de puente se implementa como un resorte 546. Alternativamente, en los ejemplos que no forman parte de la invención, la estructura 528 de puente puede ser implementada en una de una variedad de formas que incluyen un haz de hebras de filamentos 540, malla 542, espuma 544, o como otra estructura hecha de material 534 eléctricamente conductor. Por ejemplo, un haz de hebras de filamentos 540 puede formar una estructura de lana de acero de acero 538 inoxidable o de otro material eléctricamente conductor.
- 10 La manera en que es montada la estructura 528 de puente en el canal 522 puede depender de la forma de la estructura 528 de puente y de los materiales a partir de los cuales es formada la estructura 528 de puente. Por ejemplo, y no de acuerdo con la invención, la estructura 528 de puente puede ser formada como una junta tórica de cloropreno eléctricamente conductora. En este caso, la estructura 528 de puente puede ser retenido en el canal 522 usando un adhesivo apropiado que une la estructura 528 de puente a uno o ambos del tubo 508 exterior y del tubo 510 interior. Como otro ejemplo no de acuerdo con la invención, la estructura 528 de puente puede ser formado como una pantalla hecha de titanio u otro material eléctricamente conductor o combinación de materiales. En este caso, la estructura 528 de puente puede ser instalada en el canal 522 con una imprimación húmeda, sellador de tanque de combustible, u otro material sellador o combinación de materiales. El tubo 508 exterior luego puede ser estampado hacia abajo alrededor del tubo 510 interior para entrelazar la estructura 528 de puente.
- 15 El resorte 546 puede se puede formar en un aparato 548 de formación de resorte. El aparato 548 de formación de resorte puede incluir un mandril 550 que tiene una pluralidad de lados 552. Por ejemplo, sin limitación, el mandril 550 puede tener seis lados. En este caso, la forma de la sección transversal del mandril 550 es hexagonal 554.
- 20 El resorte 546 es formado al envolver una longitud de material 556 eléctricamente conductor alrededor de la pluralidad de lados 552 del mandril 550. El material 556 eléctricamente conductor para formar el resorte 546 de esta manera puede incluir, sin limitación, el cable 558, la tira 560 del material 556 eléctricamente conductor, o una pieza alargada de material 556 eléctricamente conductor en otra forma.
- 25 De acuerdo con una realización ventajosa, el primer retenedor 562 puede ser colocado en el canal 522 en un lado de la estructura 528 de puente. El segundo retenedor 564 puede ser colocado en el canal 522 en el otro lado de la estructura 528 de puente. Por lo tanto, la estructura 528 de puente es posicionado entre el primer retenedor 562 y segundo retenedor 564 en el canal 522. El primer retenedor 562 y el segundo retenedor 564 están configurados para prevenir el movimiento de la estructura 528 de puente en el canal 522.
- 30 El primer retenedor 562 y el segundo retenedor 564 pueden estar hechos del mismo o diferente material conductor o no conductor, sellador, o combinación de materiales. Por ejemplo, sin limitación, el primer retenedor 562 puede estar hecho de material 566 aislante eléctricamente y el segundo retenedor 564 puede estar hecho de material 568 aislante eléctricamente. El primer retenedor 562 y el segundo retenedor 564 pueden estar hechos de cualquier material apropiado y usando cualquier técnica de fabricación apropiada para formar estructuras que puedan ser puestos y mantenidos en el canal 522 para prevenir el movimiento de la estructura 528 de puente en el canal 522 preferiblemente sin causar inconsistencias en el tubo 508 exterior o en el tubo 510 interior. Por ejemplo, sin limitación, uno o ambos del primer retenedor 562 y el segundo retenedor 564 puede estar hecho de un sellador, tal como un sellante de tanque de combustible. En este caso, el sellador puede unir la estructura 528 de puente al tubo 508 exterior y al tubo 510 interior.
- 35 El segundo retenedor 564 puede ser posicionado en el extremo 570 del tubo 508 exterior. El tubo 510 interior puede extenderse desde el tubo 508 exterior en el extremo 570 del tubo 508 exterior.
- 40 La ilustración de la figura 5 no tiene la intención de implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en que pueden ser implementadas diferentes realizaciones ventajosas. Pueden ser usados otros componentes además de, en lugar de, o ambos además a y en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunos ejemplos. También, los bloques son presentados para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden ser combinados o divididos en diferentes bloques cuando son implementados en diferentes ejemplos.
- 45 Se puede poner un sello en el extremo 570 del tubo 508 exterior adyacente al segundo retenedor 564. Alternativamente o adicionalmente, el segundo retenedor 564, el primer retenedor 562, o ambos pueden ser configurados para proporcionar tal sello. Tal sello puede ser usado para prevenir que cualquier gas, líquido u otro material en el canal 522 se escape del extremo 570 del tubo 508 exterior. Por ejemplo, tal un sello puede ser usado para sellar un gas, tal como el gas argón, o un vacío en el canal 522 para proporcionar aislamiento térmico para el ensamblaje 500 de tubo.
- 50 Como otro ejemplo, la estructura 528 de puente puede sellar el canal 522 mientras que también proporciona una conexión electrostática entre el tubo 508 exterior y el tubo 510 interior. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 528 de puente puede ser formado a partir de un sellante que incluye un aditivo para hacerlo conductor. Como uno de tal ejemplo, la estructura 528 de puente puede estar hecha de un sellador de tanque de combustible u otro material sellante con fibras de grafito u otros materiales o combinaciones de materiales agregados para hacer que la estructura
- 55 528 de puente sea conductora.

Volviendo a la figura 6, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de la unión electrostática de la tubería coaxial que usa una estructura de puente de resorte. En este ejemplo, la tubería 600 coaxial es un ejemplo del ensamblaje 500 de tubo en la figura 5.

5 La tubería 600 coaxial incluye el tubo 602 exterior y el tubo 604 interior. El tubo 604 interior está posicionado dentro del tubo 602 exterior. El tubo 604 interior está separado del tubo 602 exterior para formar el canal 606 entre el tubo 604 interior y el tubo 602 exterior.

10 El resorte 608 es posicionado en el canal 606 de tal manera que el resorte 608 forma una conexión electrostática entre el tubo 602 exterior y el tubo 604 interior. El resorte 608 está en contacto mecánico con el tubo 602 exterior en una pluralidad de puntos y está en contacto mecánico con el tubo 604 interior en una pluralidad de puntos pero no está unido al tubo 602 exterior o al tubo 604 interior en ningún punto.

El primer retenedor 610 es posicionado en el canal 606 en un lado del resorte 608. El segundo retenedor 612 es posicionado en el canal 606 en otro lado del resorte 608. Por lo tanto, el resorte 608 es posicionado entre el primer retenedor 610 y el segundo retenedor 612 en el canal 606. El primer retenedor 610 y el segundo retenedor 612 están configurados para prevenir el movimiento del resorte 608 en el canal 606.

15 De acuerdo con este ejemplo ventajoso, el primer retenedor 610, el resorte 608, y el segundo retenedor 612 están posicionados en o cerca del extremo 614 del tubo 602 exterior. En particular, el segundo retenedor 612 puede ser posicionado en el extremo 614 del tubo 602 exterior. El tubo 604 interior se extiende desde el extremo 614 del tubo 602 exterior.

20 Volviendo ahora a la figura 7, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de la unión electrostática de la tubería 600 coaxial en la figura 6 que usa una estructura de puente de resorte tomada a lo largo de la línea 7-7 de la figura 6.

25 Volviendo ahora a la figura 8, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de una vista en perspectiva de la unión electrostática de la tubería 600 coaxial en la Figura 6 que usa una estructura de puente de resorte. En esta ilustración, el tubo 604 exterior en la figura 6 es retirada para mostrar las posiciones del resorte 608, el primer retenedor 610, y el segundo retenedor 612 más claramente.

30 Volviendo ahora a la figura 9, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de la formación de una estructura de puente de resorte para la unión electrostática de una tubería coaxial. En este ejemplo, es formada una estructura de puente de resorte al envolver el material 900 eléctricamente conductor alargado alrededor del mandril 902 hexagonal en la dirección indicada por la flecha 904. Por ejemplo, sin limitación, el material 900 eléctricamente conductor alargado puede ser un cable o una tira aplanada del material eléctricamente conductor.

35 Volviendo a la figura 10, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de una vista en perspectiva de la unión electrostática de la tubería coaxial que usa otra estructura de puente. En este ejemplo, la estructura 1000 de puente es posicionada entre el primer retenedor 1002 y el segundo retenedor 1004 en el tubo 1006 interior. El primer retenedor 1002 y el segundo retenedor 1004 están configurados para prevenir el movimiento de la estructura 1000 de puente a lo largo del tubo 1006 interior. En esta ilustración, el tubo exterior que forma un tubo coaxial con el tubo 1006 interior que es retirado para mostrar las posiciones de la estructura 1000 de puente, el primer retenedor 1002, y el segundo retenedor 1004 en el tubo 1006 interior más claramente.

40 Volviendo ahora a la figura 11, se representa de acuerdo con una realización ventajosa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para la unión electrostática de la tubería coaxial. El proceso en la figura 11 puede ser usado, por ejemplo, para formar el ensamblaje 500 de tubo en la figura 5.

45 El proceso comienza al poner un primer retenedor en el canal entre el tubo interior y el tubo exterior de un tubo coaxial (operación 1102). Una estructura de puente eléctricamente conductora es puesta en el canal entre los tubos en contacto mecánico con los tubos en una pluralidad de puntos (operación 1104). La estructura de puente no está unida al tubo interior o al tubo exterior en ningún punto. La estructura de puente forma una conexión electrostática entre los tubos interior y exterior. Un segundo retenedor es entonces puesto en el canal entre los tubos interior y exterior del tubo coaxial (operación 1106), con el proceso que termina a partir de ahí. La estructura de puente es posicionada en el canal entre el primer retenedor y el segundo retenedor. El primer retenedor y el segundo retenedor están configurados para prevenir que la estructura de puente eléctricamente conductora se mueva en el canal entre los tubos.

50 Los ejemplos de la divulgación se pueden describir en el contexto del método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales como se muestra en la figura 12 y el vehículo 1300 aeroespacial como se muestra en la figura 13. Volviendo primero a la figura 12, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un método de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales.

55 Durante la preproducción, el método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales pueden incluir la especificación y el diseño 1202 del vehículo 1300 aeroespacial en la figura 13 y la adquisición 1204 de material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 1206 de componentes y subensamblajes y la integración 1208 del

sistema del vehículo 1300 aeroespacial en la figura 13. A partir de ahí, el vehículo 1300 aeroespacial en la figura 13 puede pasar por la certificación y la entrega 1210 con el fin de ser puesto en servicio 1212.

5 Mientras está en servicio 1212 por un cliente, el vehículo 1300 aeroespacial en la figura 13 está programado para el mantenimiento y servicio 1214 de rutina, que pueden incluir modificaciones, reconfiguración, restauración, y otro mantenimiento o servicio. En este ejemplo, el método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales es mostrado como un método para vehículos aeroespaciales. Los ejemplos pueden ser aplicados a otros tipos de métodos de fabricación y servicio, que incluyen los métodos de fabricación y servicio para otros tipos de plataformas, que incluyen otros tipos de vehículos.

10 Cada uno de los procesos del método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales pueden ser realizados o llevados a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, un operador, o por cualquier combinación de tales entidades. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de vehículos aeroespaciales y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número vendedores, subcontratistas, y proveedores; y un operador puede ser una empresa, una entidad militar, una organización de servicios, y demás.

15 Con referencia ahora a la figura 13, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un vehículo aeroespacial en el que un ejemplo puede ser implementado. En este ejemplo ventajoso, el vehículo 1300 aeroespacial es producido por el método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales en la figura 12. El vehículo 1300 aeroespacial puede incluir una aeronave, un vehículo espacial, o cualquier otro vehículo para viajar a través del aire, a través del espacio, o es capaz de operar tanto en aire como en el espacio. El vehículo 1300 aeroespacial puede incluir el armazón 1302 con una pluralidad de sistemas 1304 e interior 1306.

20 Los ejemplos de la pluralidad de sistemas 1304 incluyen uno o más del sistema 1308 de propulsión, el sistema 1310 eléctrico, el sistema 1312 hidráulico, y el sistema 1314 ambiental. Pueden ser usadas realizaciones ventajosas para proporcionar la unión electrostática de la tubería coaxial en la pluralidad de sistemas 1304. Por ejemplo, sin limitación, pueden ser usadas realizaciones ventajosas para proporcionar la unión electrostática de la tubería coaxial usada para transportar el fluido hidráulico usado en el sistema 1312 hidráulico. Como otro ejemplo, pueden ser usadas realizaciones ventajosas para proporcionar la unión electrostática de la tubería coaxial usada para transportar combustible para uso por los motores en el sistema 1308 de propulsión. Aunque es mostrado un ejemplo aeroespacial, pueden ser aplicadas diferentes realizaciones ventajosas a otras industrias, tales como la industria automotriz.

25 Un aparato y un método realizado aquí pueden ser empleado durante al menos una de las etapas del método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales en la figura 12. Como es usada aquí, la frase "al menos uno de", cuando es usado con una lista de artículos, significa que pueden ser usadas diferentes combinaciones de uno o más de los artículos listados y que solo puede ser necesitado uno de cada artículo en la lista. Por ejemplo, "al menos uno de los artículos A, el artículo B y el artículo C" pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, el artículo A, o el artículo A y el artículo B. Este ejemplo también puede incluir el artículo A, el artículo B, y el artículo C, o el artículo B y el artículo C.

30 En un ejemplo ventajoso, los componentes o subensamblajes producidos en la fabricación 1206 de componentes y subensamblajes en la figura 12 pueden ser fabricados o manufacturados de manera similar a los componentes o subensamblajes producidos mientras el vehículo 1300 aeroespacial está en servicio 1212 en la figura 12.

35 Como otro ejemplo más, se pueden utilizar un número de ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos, o una combinación de los mismos durante las etapas de producción, tal como la fabricación 1206 de componentes y subensamblajes y la integración 1208 del sistema en la figura 12. Un número de ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos o una combinación de los mismos pueden ser utilizados mientras el vehículo 1300 aeroespacial está en servicio 1212, durante el mantenimiento y servicio 1214, o ambos.

40 El uso de un número de los diferentes ejemplos puede acelerar sustancialmente el ensamblaje del vehículo 1300 aeroespacial. Alternativamente o adicionalmente, un número de los diferentes ejemplos pueden reducir el coste del vehículo 1300 aeroespacial. Por ejemplo, uno o más de los diferentes ejemplos pueden ser usados durante la fabricación 1206 de componentes y subensamblajes, durante la integración 1208 del sistema, o ambos. Los diferentes ejemplos pueden ser usados durante estas partes del método 1200 de fabricación y de servicio de vehículos aeroespaciales para proporcionar la unión electrostática de la tubería coaxial sin reducir el rendimiento o la vida útil de la tubería.

45 Además, los diferentes ejemplos ventajosos también pueden ser implementados mientras están en el servicio 1212, durante el mantenimiento y el servicio 1214, o ambos para proporcionar una unión electrostática para la tubería coaxial que puede estar presente en el vehículo 1300 aeroespacial.

50 La descripción de los diferentes ejemplos ventajosos ha sido presentada con propósitos de ilustración y descripción y no pretende ser exhaustiva ni limitar los ejemplos en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos experimentados ordinarios en la técnica. Además, diferentes ejemplos ventajosos pueden

5 proporcionar diferentes ventajas en comparación con otros ejemplos ventajosos. El ejemplo o los ejemplos seleccionados son elegidos y descritos con el fin de explicar mejor los principios de los ejemplos, la aplicación práctica, y para permitir que otros experimentados ordinarios en la técnica entiendan la divulgación de diversos ejemplos con diversas modificaciones que son adecuadas para el particular uso contemplado. La invención y todas sus realizaciones están dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

un tubo (302) exterior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie (400) interior;

5 un tubo (304) interior que comprende un material eléctricamente conductor y que tiene una superficie (402) exterior, el tubo interior posicionado dentro del tubo exterior de tal manera que la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen un canal (306);

10 una estructura (308) de puente que comprende un material eléctricamente conductor posicionado en el canal de tal manera que la estructura de puente forma un contacto mecánico y una conexión electrostática entre el material eléctricamente conductor en la superficie interior del tubo exterior y el material eléctricamente conductor en la superficie exterior del tubo interior, en donde la estructura de puente está en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos y en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos, caracterizada porque la estructura de puente comprende un resorte formado al envolver el material eléctricamente conductor alrededor de un mandril que comprende una pluralidad de lados.

15 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el tubo interior está posicionado dentro del tubo exterior en una disposición coaxial y el canal incluye un material de aislamiento térmico para aislar el tubo interior, en donde el aparato comprende además:

un primer retenedor (310) posicionado en el canal en un lado de la estructura de puente; y

20 un segundo retenedor (312) posicionado en el canal en otro lado de la estructura de puente, en donde la estructura de puente es posicionada entre el primer retenedor y el segundo retenedor y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento de la estructura de puente en el canal;

en donde el canal comprende además un sello proporcionado en el extremo (314) del tubo exterior adyacente al segundo retenedor para prevenir que el material en el canal se escape del extremo del tubo exterior.

3. El aparato de la reivindicación 2, en donde el segundo retenedor está hecho de un material aislante eléctricamente y está posicionado en un extremo del tubo exterior.

25 4. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde el aparato está localizado en una aeronave.

5. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde la estructura de puente no está unida a la superficie interior del tubo exterior y a la superficie exterior del tubo interior en ningún punto.

6. Un método para unir eléctricamente la tubería, que comprende:

30 poner una estructura de puente que comprende un material eléctricamente conductor en un canal entre un tubo exterior y un tubo interior para formar una conexión electrostática entre un material eléctricamente conductor en una superficie interior del tubo exterior y un material eléctricamente conductor en una superficie exterior del tubo interior, en donde la superficie exterior del tubo interior y la superficie interior del tubo exterior definen el canal, en donde la estructura de puente es puesta en contacto mecánico con la superficie interior del tubo exterior en una pluralidad de primeros puntos y en contacto mecánico con la superficie exterior del tubo interior en una pluralidad de segundos puntos y la estructura de puente, caracterizada porque la estructura de puente comprende un resorte formado al envolver el material eléctricamente conductor alrededor de un mandril que comprende una pluralidad de lados;

35 7. El método de la reivindicación 6, el tubo interior y el tubo exterior que tienen una disposición coaxial, el tubo interior que lleva un fluido, el canal que incluye un material de aislamiento térmico, y el método que comprende además:

poner un primer retenedor en el canal en un lado de la estructura de puente; y

40 poner un segundo retenedor en el canal en otro lado de la estructura de puente, en donde la estructura de puente es posicionada entre el primer retenedor y el segundo retenedor y el primer retenedor y el segundo retenedor previenen el movimiento de la estructura de puente en el canal;

poner un sello en el extremo del tubo exterior adyacente al segundo retenedor para prevenir fugas de fluido desde el canal.

45 8. El método de la reivindicación 7 que comprende además poner el segundo retenedor en un extremo del tubo exterior.

9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 - 8, en donde la estructura de puente está hecha de un material seleccionado de un grupo de materiales que consiste en titanio y acero inoxidable.

10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 - 9, en donde la estructura de puente no está unida a la superficie interior del tubo exterior y a la superficie exterior del tubo interior en ningún punto.

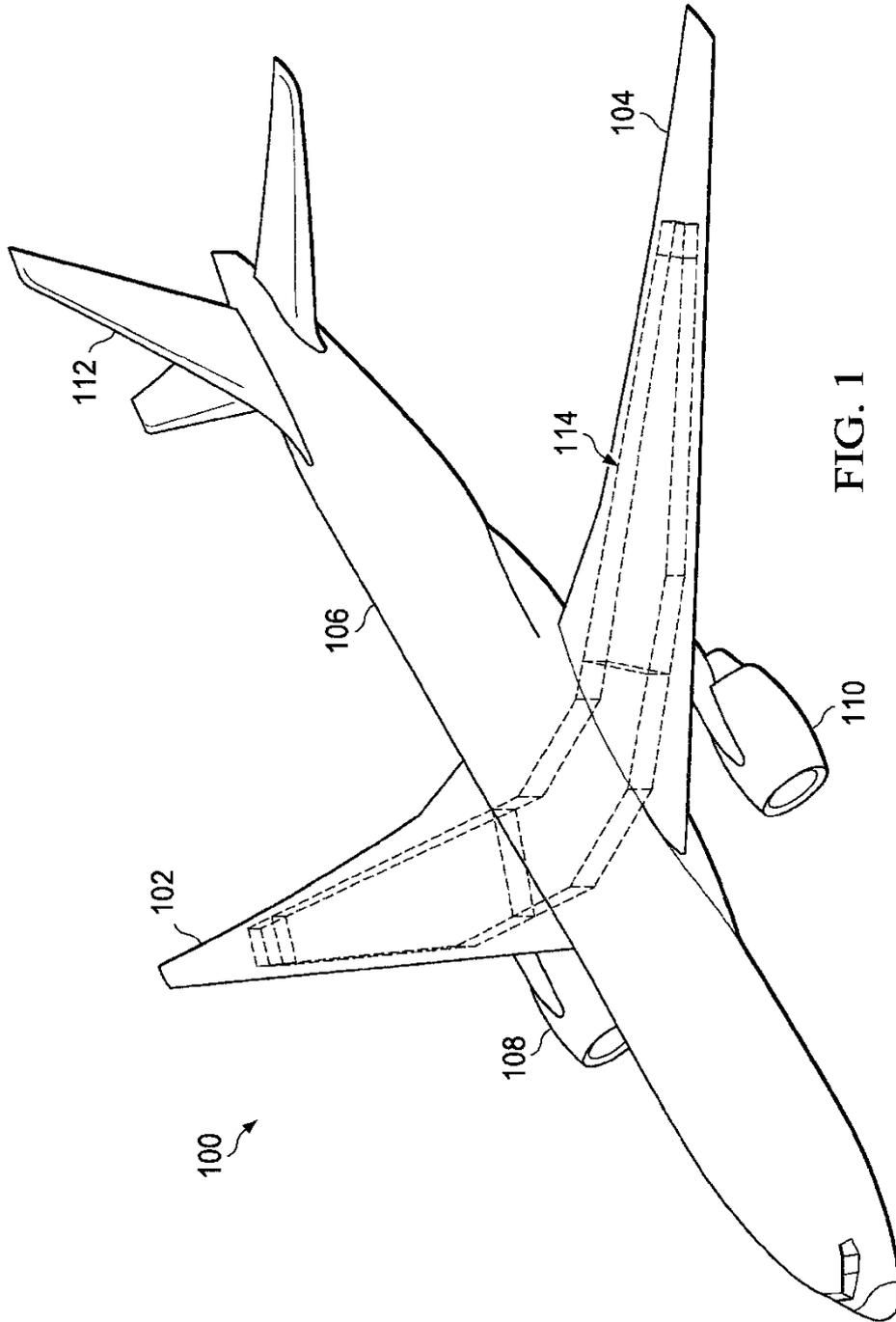


FIG. 1

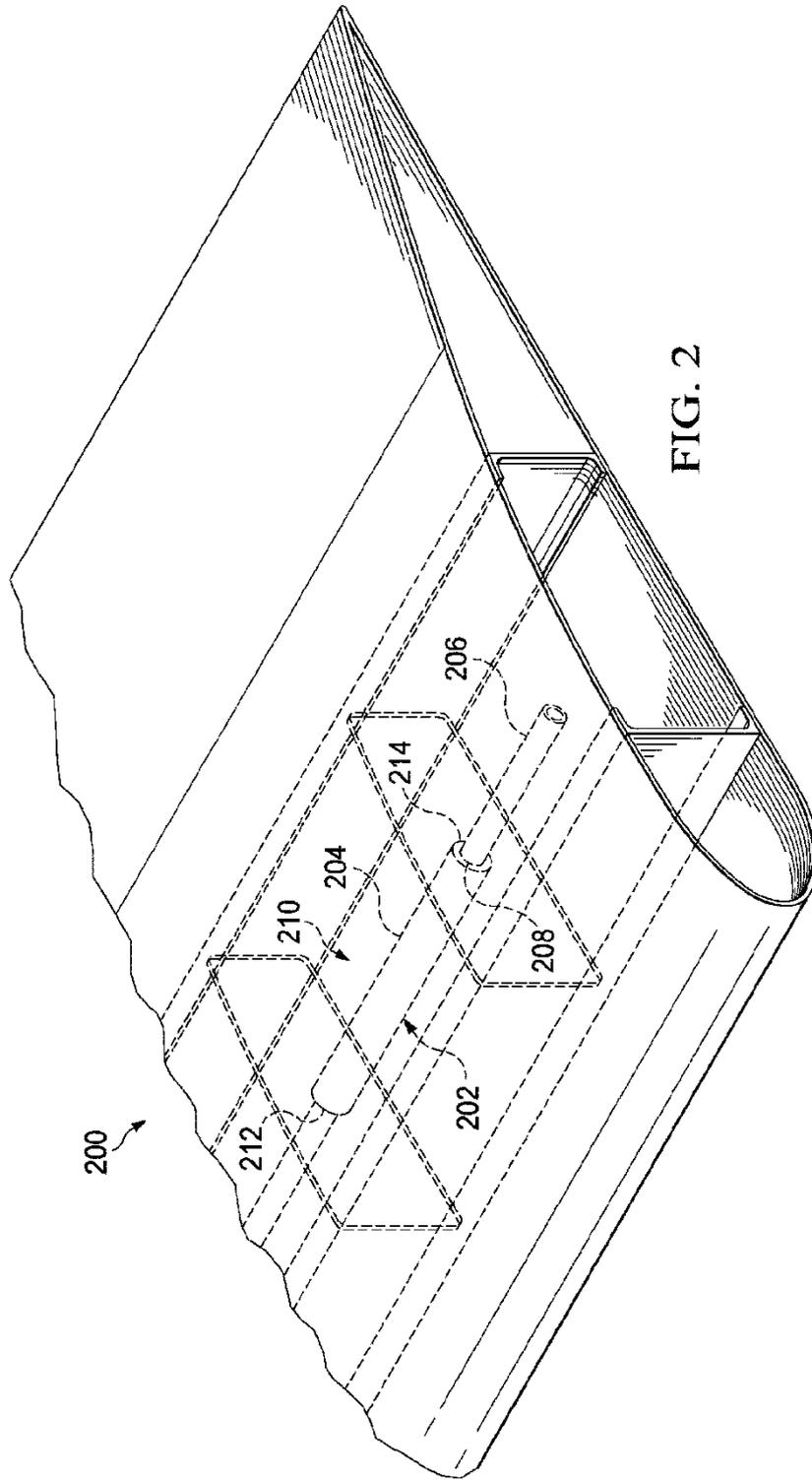
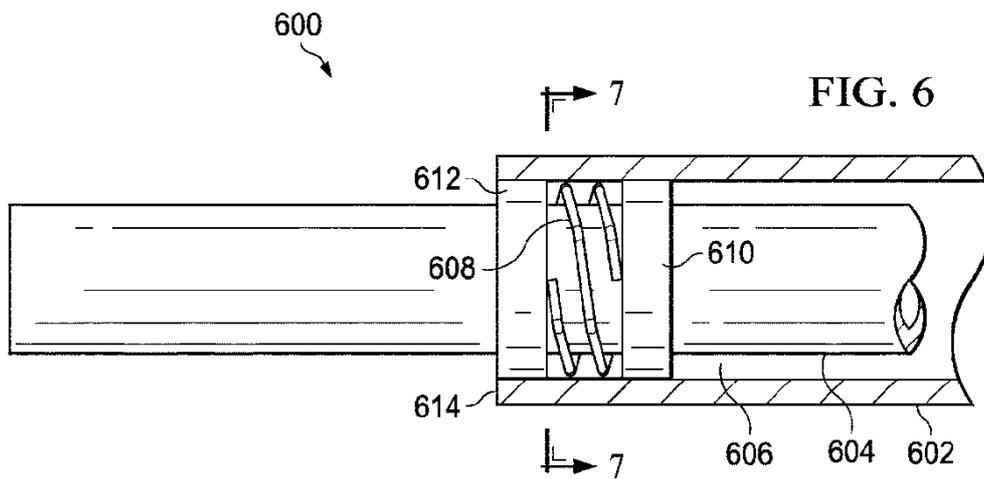
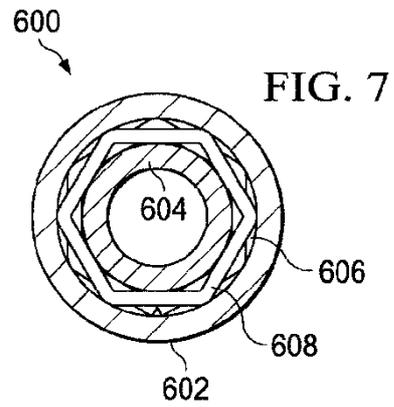
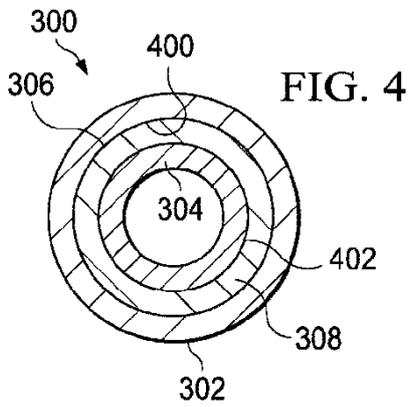
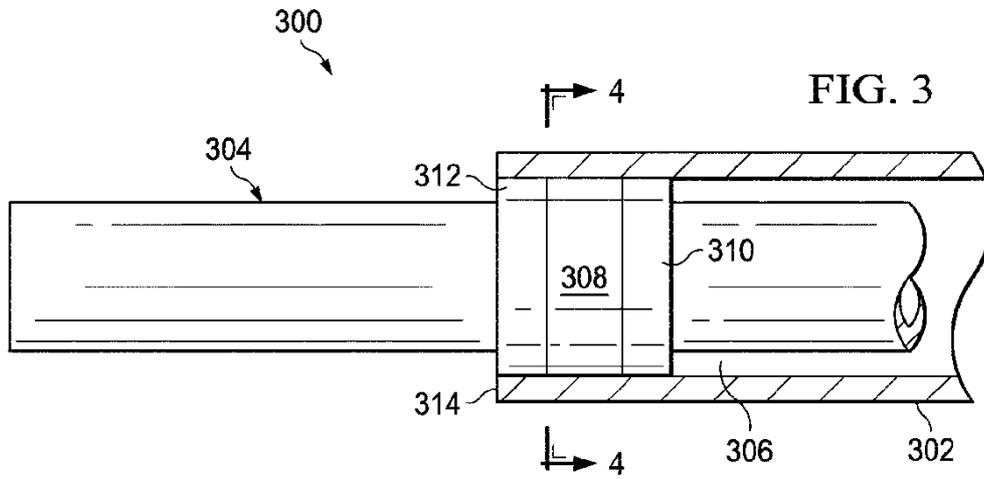
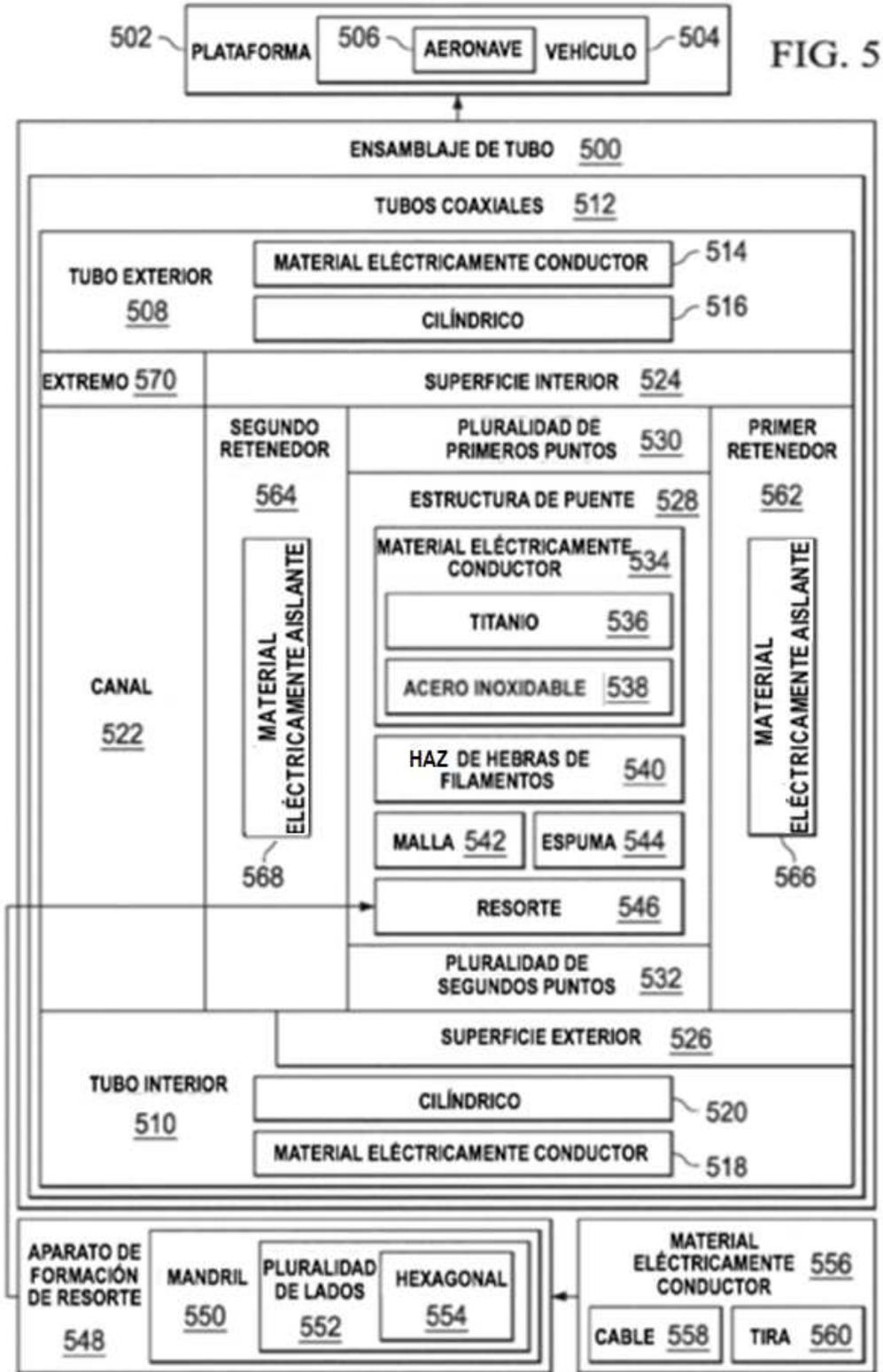


FIG. 2





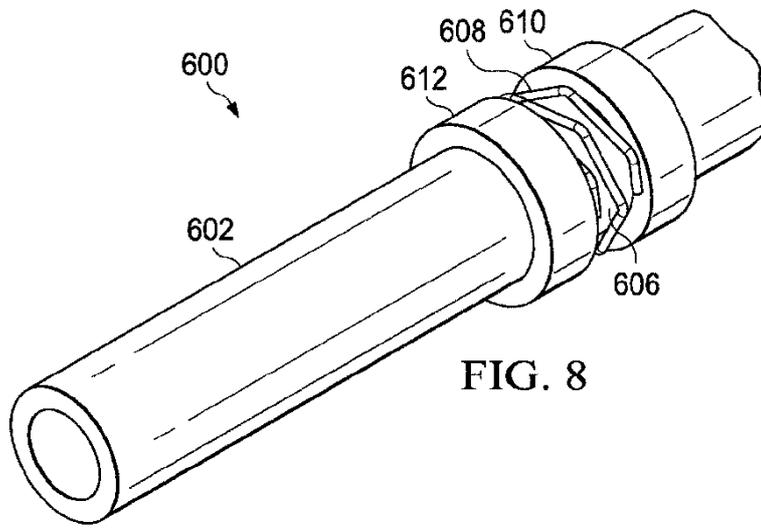


FIG. 8

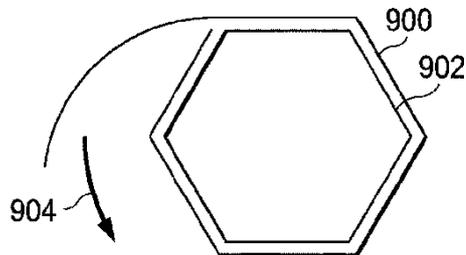


FIG. 9

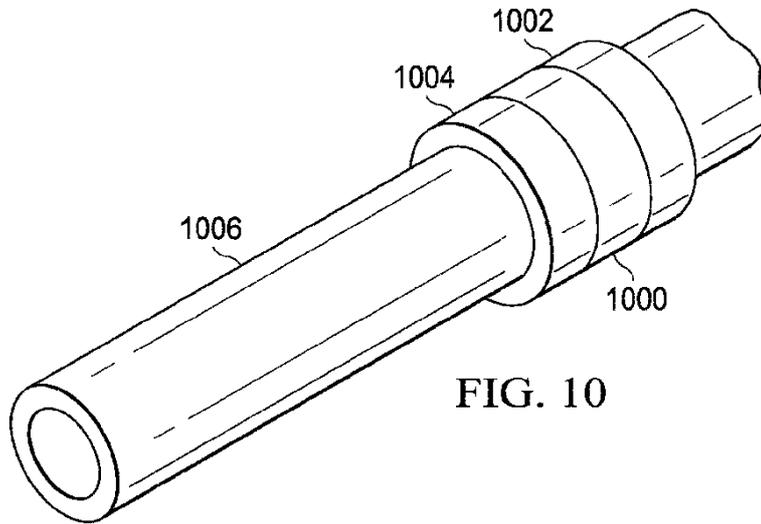


FIG. 10

