

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 062**

51 Int. Cl.:

**B64C 1/14** (2006.01)

**F42B 10/00** (2006.01)

**F42B 10/46** (2006.01)

**H01Q 1/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2011 PCT/US2011/036890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11146543**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2011 E 11784124 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2571756**

54 Título: **Radomo**

30 Prioridad:

**17.05.2010 US 345495 P**

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

**04.06.2018**

73 Titular/es:

**PEPPERL+FUCHS GMBH (100.0%)  
Lilienthalstraße 200  
68307 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**ELWELL, ROBERT J.;  
SINREICH, MARK G. y  
WALL, DANIEL G.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 671 062 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

Radomo

### 5 CAMPO TÉCNICO

Esta descripción se refiere en general a estructuras para encerrar dispositivos de comunicación, y más particularmente, a radomos para encerrar dispositivos de comunicación que transmiten o reciben radiación electromagnética.

10

El documento EP0158116 A1 describe un método de fabricación de radomos, que comprende un material de fibra y un termoplástico con una viscosidad de fusión extremadamente alta.

El documento GB 2168854 A describe una antena que comprende un cuerpo hueco formado de un material plástico.

15

El documento US 4506269 A describe una pared de radomo resistente a la lluvia construida de material de policarbonato termoplástico.

El documento US 3453620 A describe un material sándwich que tiene capas alternas de fibra de vidrio unida a resina para su uso como compuesto estructural de radomo.

20

El documento US 6091375 A describe un radomo construido de al menos material cerámico poroso.

El documento DE 34 10 503 A1 describe un radomo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1 adjunta.

25

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se cree que ciertos ejemplos se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

30

La FIG. 1 es una vista frontal esquemática que representa un dispositivo de comunicación inalámbrica; la FIG. 2 es una vista en perspectiva que representa un radomo para su uso con el dispositivo de comunicación inalámbrica de la FIG. 1;

35

la FIG. 3 es una vista en alzado que representa el radomo de la FIG. 2;

la FIG. 4 es una vista en sección transversal que representa el radomo de la FIG. 2 tomada a lo largo de la línea 4-4 de la FIG. 3;

la FIG. 4A es una vista detallada que representa una porción del radomo de la FIG. 2 como se identifica en la FIG. 4; y

40

la FIG. 5 es una vista en planta que representa el radomo de la FIG. 2.

### RESUMEN

La invención proporciona un radomo de acuerdo con la reivindicación independiente 1 adjunta.

45

De acuerdo con la invención, el radomo comprende un sustrato que comprende un primer material y una capa externa que comprende un segundo material y está situado adyacente al sustrato. El primer material del radomo comprende un material polimérico generalmente rígido. El material polimérico generalmente rígido del radomo comprende poliéter-éter-cetona. El primer material del radomo puede comprender además una carga. El material de carga del radomo puede seleccionarse del grupo que consiste en negro de humo, talco y vidrio, óxido. El segundo material del radomo es un material elastomérico. El material elastomérico del radomo comprende poliuretano. El material elastomérico del radomo puede comprender además un material seleccionado del grupo que consiste en 1,1'-(etano-1,2-diil)bis[pentabromobenceno], negro de humo y trióxido de antimonio.

50

La capa externa del radomo se puede acoplar al sustrato. La capa externa del radomo puede sobremoldearse en el sustrato. El sustrato del radomo puede incluir un rebaje y la capa externa del radomo puede incluir un saliente, donde el saliente está posicionado al menos parcialmente en el rebaje.

55

Un dispositivo de comunicación inalámbrica puede comprender un cuerpo dispuesto para incluir un equipo de

comunicación y un radomo acoplado al cuerpo. El radomo puede comprender una primera parte que comprende un primer material y una segunda parte que comprende un segundo material. La primera porción del dispositivo de comunicación inalámbrica puede comprender un material polimérico generalmente rígido y la segunda porción del dispositivo de comunicación inalámbrica puede comprender un material generalmente elastomérico. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede estar operativo a una temperatura de aproximadamente -50 grados Celsius y una temperatura de aproximadamente 85 grados Celsius.

El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir con un estándar de compatibilidad química de los requisitos generales para el estándar de aprobación para equipos eléctricos para su uso en ubicaciones peligrosas (clasificadas), Número de clase 3600, noviembre de 1998 para al menos un producto químico de prueba. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir con un estándar de compatibilidad química de los requisitos generales para el estándar de aprobación para equipos eléctricos para su uso en ubicaciones peligrosas (clasificadas), Número de clase 3600, noviembre de 1998 para al menos dos productos químicos de prueba. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de compatibilidad química de la Norma ISA S12.0.01:1998 de la International Society of Automation. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de resistencia a la luz de la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición de la International Electrotechnical Commission.

El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de exposición a luz ultravioleta de la Norma UL 746C, Sexta Edición de Underwriters Laboratories Inc. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de inflamabilidad de la Norma UL 94, Quinta Edición de Underwriters Laboratories Inc. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica se puede clasificar como V-0 para un estándar de inflamabilidad de la Norma UL 94, Quinta edición de Underwriters Laboratories Inc. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de resistividad superficial de la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición de la International Electrotechnical Commission. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede cumplir un estándar de resistencia al impacto de la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición de la International Electrotechnical Commission. El radomo del dispositivo de comunicación inalámbrica puede tener una tensión de ruptura dieléctrica de aproximadamente 1500 voltios de media cuadrática (VRMS).

30

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

El aparato y los métodos desvelados y descritos en este documento se describen en detalle con las vistas y ejemplos de las figuras incluidas. A menos que se especifique lo contrario, los números similares en las figuras indican referencias al mismo elemento o a los elementos correspondientes a lo largo de las vistas de las figuras. Los expertos en esta técnica reconocerán que las modificaciones a los componentes, elementos, métodos, materiales, etc. desvelados y descritos se pueden realizar y se pueden desear para una aplicación específica. En esta descripción, cualquier identificación de formas, materiales, técnicas y similares específicos están relacionados con un ejemplo específico presentado o son meramente una descripción general de tal forma, material, técnica, etc. Las identificaciones de detalles específicos no están destinadas a ser y no deben interpretarse como obligatorias o limitantes a menos que específicamente se designen como tal. Los ejemplos seleccionados de radomos y métodos para su fabricación se desvelan y se describen en lo sucesivo en el presente documento en detalle con referencia a las FIGS. 1 a 5.

Un dispositivo de comunicación inalámbrica ejemplar 10 se ilustra en la FIG. 1. El dispositivo de comunicación 10 puede incluir un cuerpo 12 y un radomo 14 que se puede acoplar al cuerpo 12. El dispositivo de comunicación 10 se puede disponer para facilitar la comunicación inalámbrica entre piezas situadas desigualmente de equipos, máquinas, aparatos, dispositivos, ordenadores, servidores, y similares. Específicamente, el dispositivo de comunicación 10 puede usarse para comunicar datos de manera inalámbrica desde uno o más dispositivos de campo, tales como sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de flujo, u otros tipos de sensores o detectores típicamente usados para monitorizar o controlar una amplia diversidad de productos industriales, químicos, o procesos de fabricación.

En un ejemplo, el dispositivo de comunicación 10 puede disponerse de manera que cuando el dispositivo de comunicación 10 se despliega remotamente en el campo, el dispositivo de comunicación 10 pueda comunicarse con uno o más dispositivos de campo, una puerta de enlace, o ambos. El dispositivo de comunicación inalámbrica 10 puede ponerse en comunicación con un equipo situado remotamente del campo para facilitar las comunicaciones entre un dispositivo de campo y el equipo. El dispositivo de comunicación 10 también se puede poner en comunicación con el equipo, por ejemplo, cableando directamente el dispositivo de comunicación inalámbrica 10 al

dispositivo de campo, o conectando el dispositivo de comunicación inalámbrica 10 a lo largo de un circuito de corriente asociado con el equipo. En un ejemplo, puede usarse una caja de conexiones para conectar el dispositivo de comunicación 10 a un circuito de corriente de 4-20 mA o 10-50 mA (no mostrado) y colocar de este modo el dispositivo de comunicación 10 en comunicación de datos o eléctrica con un dispositivo de campo u otro equipo  
5 colocado a lo largo del circuito de corriente.

El cuerpo 12 del dispositivo de comunicación inalámbrica 10 puede encerrar un equipo de comunicación tal como un transmisor, una antena, un receptor, un transpondedor, circuitos de potencia, y similares, capaz de usar, transmitir o recibir señales electromagnéticas. El radomo 14 se puede acoplar al cuerpo 12 y puede ser generalmente o,  
10 menos parcialmente, transparente a señales electromagnéticas, señales de radiofrecuencia, radiación electromagnética u otras señales de comunicación similares. Es decir, el radomo 14 puede disponerse de manera que no atenúe la radiación electromagnética, atenúe mínimamente la radiación electromagnética, o atenúe parcialmente la radiación electromagnética transmitida o recibida por una antena (no mostrada) que puede disponerse dentro del radomo 14 y conectarse a componentes dispuestos dentro del cuerpo 12 para no afectar  
15 adversamente a las comunicaciones. Un ejemplo de una señal electromagnética que puede transmitirse a través del radomo 14 incluye señales de radiofrecuencia de baja potencia conforme a la Norma IEEE 802.15.4 (especificación ZigBee™), una de la Norma IEEE 802.11.x (WiFi™), familias de protocolos, u otro protocolo de comunicación inalámbrico adecuado. Se entenderá que un dispositivo de comunicación inalámbrica 10 con un radomo 14 puede disponerse para adaptarse a cualquier número de métodos, protocolos o estándares de comunicación inalámbrica.

20 El radomo 14 puede disponerse para proteger los componentes internos del dispositivo de comunicación inalámbrica 10, tales como antenas, transmisores, etc. Dicha protección puede permitir el despliegue del dispositivo de comunicación inalámbrica 10 en cualquier número de entornos peligrosos o industriales. Por ejemplo, el radomo 14 puede proporcionar protección contra cualquier número de condiciones ambientales adversas, tal como resistir la  
25 degradación de una diversidad de productos químicos, resistir el daño de las llamas, resistir la degradación debida a la luz ultravioleta, permanecer operativo en un amplio rango de temperatura, sobrevivir a un impacto a baja temperatura, y dispersión de la electricidad estática. El radomo 14 puede proporcionar dichas protecciones mientras que permite la transmisión de señales electromagnéticas tales como radiación de radiofrecuencia dentro y fuera del dispositivo de comunicación inalámbrica 10. El radomo 14 puede disponerse para incluir ciertas propiedades y  
30 características para cumplir con una clasificación de seguridad intrínseca para un entorno dado, o ser a prueba de explosiones bajo unas condiciones dadas. Además, el radomo 14 puede proteger la antena, el transmisor, el receptor y otros componentes internos de las condiciones climáticas generales tales como el viento, la lluvia, el hielo, la arena, etc., y puede ocultar aún más la antena, el transmisor, el receptor y otros componentes internos, de la vista pública.

35 El radomo 14 se ilustra con mayor detalle en las FIGS. 2-5. La FIG. 2 es una vista en perspectiva del radomo 14, la FIG. 3 es una vista en alzado del radomo 14, las FIGS. 4 y 4A son una vista en sección transversal del radomo 14, y la FIG. 5 es una vista en planta del radomo. Como se muestra en estas figuras, el radomo 14 puede incluir un sustrato 16, una capa externa 18 que se puede acoplar o colocar adyacente al sustrato 16, y una porción roscada  
40 20. El sustrato 16 se puede disponer para proporcionar la integridad estructural del radomo 14. En un ejemplo, el sustrato 16 está conformado como una estructura generalmente en forma de cúpula. El sustrato 16 puede formarse a partir de un material relativamente rígido para definir la forma de cúpula general del radomo 14 y proporcionar integridad estructural para resistir el impacto y la presión interna en un amplio rango de temperatura. El sustrato 16 también se puede disponer para que sea resistente al daño y la degradación debido a la exposición a llamas,  
45 productos químicos, o radiación ultravioleta (UV).

De acuerdo con la invención, el sustrato 16 está fabricado de poliéter-éter-cetona (PEEK). En otro ejemplo, el sustrato puede fabricarse a partir de una resina PEEK rellena. El PEEK se puede rellenar con varias mezclas. En un ejemplo, el PEEK relleno puede comprender "vidrio, óxido"; negro de humo; o talco. En otro ejemplo, el PEEK relleno  
50 puede comprender de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 30 por ciento en peso de "vidrio, óxido"; de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 por ciento en peso de negro de humo, y de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 10 por ciento en peso de talco.

Además de proporcionar integridad estructural, el PEEK o PEEK relleno también puede tener una constante  
55 dieléctrica relativamente baja para minimizar, en la medida de lo posible, cualquier atenuación de las señales de radio a través del radomo 14. La porción roscada 20 del sustrato 16 se puede formar como una porción integral del sustrato 16 de manera que el radomo 14 se pueda acoplar a una porción roscada correspondiente (no mostrada) del cuerpo 12 para formar el dispositivo de comunicación inalámbrica 10.

Como se ilustra en la FIG. 4, la capa externa 18 puede formarse y acoplarse o colocarse adyacente al sustrato 16. Como se analizará posteriormente, la capa externa 18 se puede acoplar o colocar adyacente al sustrato 16 a través de una diversidad de técnicas o métodos.

- 5 La capa externa 18 está formada o fabricada a partir de un elastómero termoplástico (TPE). Los ejemplos de dichos elastómeros termoplásticos, que no forman parte de la invención, pueden ser un copolímero de bloques estirénico, una mezcla de poliolefinas, una aleación elastomérica, tal como un termoplástico vulcanizado dinámicamente, un copoliéster termoplástico, una poliamida termoplástica, o similares. En un ejemplo, el TPE puede disponerse para tener una dureza tal que su durómetro esté en el intervalo de aproximadamente 50 a aproximadamente 60. Tal material de TPE puede mejorar la resistencia al impacto del radomo 14. En un ejemplo, el TPE puede disponerse para tener propiedades eléctricas tales que su resistencia superficial esté en el intervalo de aproximadamente  $10^6$  a aproximadamente  $10^9$  ohmios (12), y el TPE puede proporcionar disipación estática.

- De acuerdo con la invención, el TPE utilizado para formar o fabricar la capa externa 18 es TPU. La composición del TPU puede seleccionarse basándose en las propiedades deseadas para el radomo 14. Por ejemplo, el TPU puede comprender una mezcla de 1,1'-(etano-1,2-diil)bis [pentabromobenceno], negro de humo, y trióxido de antimonio. El TPU puede comprender de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 30 por ciento de 1,1'-(etano-1,2-diil)bis[pentabromobenceno] en peso, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 por ciento en peso de negro de humo, y de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 10 por ciento en peso de trióxido de antimonio. En otros ejemplos, la capa externa 18 se puede fabricar a partir de un material a base de poliéster que puede derivar principalmente de ésteres de ácido adípico, o la capa externa 18 se puede fabricar a partir de un material a base de poliéter que se puede derivar principalmente de éteres de tetrahidrofurano (THF).

- La capa externa 18 se puede acoplar o posicionar adyacente al sustrato 16 a través de una diversidad de técnicas o métodos adecuados. El sustrato 16 puede disponerse para alojar una unión mecánica de la capa externa 18 al sustrato 16. Por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 4 y 4A, el sustrato 16 puede incluir uno o más rebajes 22, y la capa externa 18 puede incluir uno o más salientes 24. Como se muestra en este ejemplo, cada saliente 24 puede acoplarse, al menos parcialmente, con un rebaje asociado 22 y formar una unión mecánica que puede asegurar o acoplar la capa externa 18 al sustrato 16. En otro ejemplo, la capa externa 18 puede unirse al sustrato 16 mediante un adhesivo u otro agente adhesivo de este tipo (no mostrado). En tal ejemplo, una preparación mecánica adecuada de la superficie del sustrato 16, tal como texturizando, ranurado, abrasión, u otro método adecuado, puede mejorar cualquier unión mecánica o química de la capa externa 18 al sustrato 16.

- En otro ejemplo más, la capa externa 18 puede fabricarse sobre la superficie del sustrato 16 y unirse al sustrato 16 durante tal proceso de fabricación. Esto quiere decir que el material utilizado para fabricar la capa externa 18 se puede aplicar al sustrato 16 mientras que sea en forma fundida. A medida que el material utilizado para formar la capa externa 18 se enfría y se solidifica, se puede formar un enlace químico o físico entre la capa externa 18 y el sustrato 16 para asegurar o acoplar la capa externa 18 al sustrato 16.

- Otro ejemplo de un método de acoplamiento de la capa externa 18 al sustrato 16 es por sobremoldeo. Por ejemplo, la capa exterior 18, cuando se forma a partir de TPE, puede sobremoldearse sobre el sustrato 16. El material de TPE de la capa externa 18 se puede seleccionar de manera que, durante el proceso de sobremoldeo, el material de TPE de la capa externa 18 pueda contraerse o encogerse durante el enfriamiento para formar un ajuste por contracción entre la capa externa 18 y el sustrato 16. Como se ha descrito previamente, una preparación mecánica adecuada de la superficie del sustrato 16, tal como mediante texturización, ranurado, abrasión u otro método adecuado, puede mejorar el enlace mecánico de la capa externa 18 al sustrato 16 cuando la capa externa 18 se ajusta por contracción sobre el sustrato 16. El rebaje 22 y el saliente 24 descritos anteriormente también se pueden incorporar en un proceso de sobremoldeo. Se entenderá que puede usarse cualquier número de mecanismos de unión o acoplamiento adecuados para asegurar la capa externa 18 al sustrato 16.

- Mediante la combinación de un sustrato 16 compuesto por un material y una capa externa 18 compuesta por un segundo material para formar el radomo 14, cada material puede cumplir todos o un subconjunto de todos los parámetros de rendimiento total deseados para el radomo 14. La combinación de dos materiales puede proporcionar o mejorar la capacidad del radomo 14 para cumplir o superar las características de rendimiento de uno o más de los parámetros deseados para un radomo adecuado 14. El sustrato 16 o la capa externa 18, individualmente o en combinación, también pueden cumplir uno o más criterios de diseño o estándares industriales deseados o requeridos para una aplicación específica del radomo 14.

En un ejemplo, el radomo 14 puede disponerse para alojar ciertas condiciones ambientales generales, tales como el

funcionamiento operación a través de un intervalo de temperatura de aproximadamente -50 grados Celsius a aproximadamente 85 grados Celsius, o a través de un rango de humedad de aproximadamente el 0 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento. En otros ejemplos, el radomo 14 puede disponerse para cumplir ciertos estándares y protocolos de la industria con respecto a la seguridad y el rendimiento. Por ejemplo, el radomo 14 puede disponerse de manera que su compatibilidad química pueda cumplir los "Requisitos generales del estándar de aprobación para equipos eléctricos para su uso en ubicaciones peligrosas (clasificadas)", Número de clase 3600, noviembre de 1998 de FM Approvals.

Los materiales de la capa externa 18, el sustrato 16, o tanto la capa externa 18 como el sustrato 16 del radomo 14, pueden disponerse de manera que el radomo 14 pueda resistir cambios químicos o físicos debidos a la exposición al disolvente como se describe en sección 5.2 de los "Requisitos generales para el estándar de aprobación para equipos eléctricos para su uso en ubicaciones peligrosas (clasificadas)", Número de clase 3600, noviembre de 1998 de FM Approvals. Para determinar si el radomo 14 cumple con los estándares de compatibilidad química de dicha sección 5.2, el radomo 14 puede probarse de acuerdo con uno de los protocolos descritos en la sección 5.2 Un protocolo de la sección 5.2 incluye una técnica de medición de dureza para examinar si un radomo, tal como el radomo 14, cumple el estándar de compatibilidad química. Se toma una medición de dureza inicial y se registra para seis muestras de prueba del radomo 14. Cada muestra de prueba se expone a los vapores de un producto químico de prueba específico. Después de la exposición prescrita a los vapores del producto químico de prueba, se toma una segunda medición de dureza y se registra para compararla con la medición de dureza inicial. Cada muestra de prueba se expone a uno de los siguientes productos químicos de prueba: 1) acetona (de la familia química de las cetonas), 2) gasolina (de la familia química de los hidrocarburos alifáticos), 3) hexano (de la familia química de los hidrocarburos alifáticos), 4) metanol (de la familia química del alcohol), 5) acetato de etilo (de la familia química del éster), y 6) ácido acético (de la familia química de los ácidos).

El protocolo para exponer una muestra de prueba a los vapores de uno de los productos químicos de prueba enumerados anteriormente consiste en colocar cuatro onzas de fluido por cada cuarto de volumen (o 120 centímetros cúbicos por litro) del producto químico de prueba en un recipiente cerrado y suspender la muestra de prueba por encima del nivel de líquido. La muestra de prueba se somete a los vapores del producto químico de prueba durante aproximadamente 150 horas a una temperatura de 20 grados Celsius, más o menos 5 grados Celsius. Después de las 150 horas de exposición, la muestra de prueba se retira del recipiente y se prueba su dureza una hora después de su extracción del recipiente. Si cualquier cambio en la medida de dureza de la muestra de prueba después de la exposición al producto químico de prueba no es mayor del 15 por ciento, en comparación con la medición de dureza inicial, los resultados de la muestra de prueba se consideran satisfactorios y se considera que el radomo 14 cumple con el estándar con respecto al producto químico de prueba. Se entenderá que el radomo 14 puede cumplir el estándar para los seis productos químicos de prueba enumerados anteriormente o puede cumplir el estándar solamente para un subconjunto de los productos químicos de prueba mencionados anteriormente. Además, el radomo 14 también puede cumplir los estándares de compatibilidad química de otros estándares publicados tales como, por ejemplo, ISA S12.0.01:1998, de la International Society for Automation.

Aunque esta descripción describe ciertos protocolos de prueba, procedimientos y métodos de ciertos estándares publicados, se entenderá que descripciones más completas de dichos protocolos o protocolos adicionales se describen y se detallan en las respectivas normas publicadas. Cualquier descripción en el presente documento de un protocolo, procedimiento o método de prueba no limitará en ningún caso los protocolos, procedimientos o métodos de prueba ni la evaluación de un material que cumpla con los estándares publicados. Se entenderá que varios protocolos, procedimientos y métodos de prueba descritos, detallados o referenciados en un estándar publicado pueden usarse para determinar si un material o componente cumple el estándar publicado. También se debe tener en cuenta que las normas también pueden estipular el cumplimiento parcial o excepciones específicas. Los protocolos, procedimientos y métodos de prueba se incluyen en el presente documento como ejemplos no limitantes.

En otro ejemplo, el radomo 14 puede disponerse de manera que su resistencia a la luz ultravioleta cumpla la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición de la International Electrotechnical Commission o la Norma UL 746C, Sexta Edición, de Underwriters Laboratories Inc. Los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto la capa externa 18 como el sustrato 16 del radomo 14 pueden disponerse de manera que el radomo 14 sea resistente a la luz como se describe en las secciones 7.3 y 26.10 de a Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición de la International Electrotechnical Commission. El protocolo de prueba para determinar si el radomo cumple dicha sección incluye la preparación de seis barras de prueba de tamaño estándar:  $80 \pm 2$  milímetros x  $10 \pm 0,2$  milímetros x  $4 \pm 0,2$  milímetros según la Norma ISO 179-1:2000/Amd 1:2005 de la International Organization for Standardization. Las barras de prueba se fabrican en las mismas condiciones que la fabricación de la capa externa 18, el sustrato 16, o

tanto la capa externa 18 como el sustrato 16.

El protocolo de prueba se realiza de acuerdo con la Norma ISO 4892-2:2006 de la International Organization for Standards, en una cámara de exposición usando una lámpara de xenón y un sistema de filtro de simulación de luz solar, y con una temperatura de panel negro de  $65 \pm 3$  grados Celsius. El tiempo de exposición es de al menos 1.000 horas. Si el radomo 14 cumple el estándar se determina al probar la resistencia a la flexión por impacto de las barras de prueba de acuerdo con la Norma ISO 179 a la que se ha hecho referencia anteriormente. Si la resistencia a la flexión por impacto por flexión después de la exposición en el caso de un impacto en el lado expuesto es al menos el 50 por ciento del valor correspondiente medido para las barras de prueba no expuestas, el radomo 14 cumple el estándar. Si la resistencia a la flexión por impacto del material no puede determinarse antes de la exposición porque no ha ocurrido una ruptura, entonces no se permite que más de tres de las barras de prueba expuestas se rompan para que el radomo 14 cumpla el estándar.

Los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto la capa externa 18 como el sustrato 16 del radomo 14 se pueden disponer de manera que el radomo 14 cumpla con los estándares de exposición a la luz ultravioleta de las secciones 25, 57.1 y 57.2 de la Norma UL 746C. Dichas secciones prueban la degradación de materiales expuestos a la intemperie ultravioleta al comparar la inflamabilidad y las propiedades físicas de los especímenes de prueba antes y después de la exposición a la luz ultravioleta. Un ejemplo de protocolo de prueba para la Norma UL 746C incluye el uso de cualquiera de las siguientes fuentes para radiación ultravioleta: 1) una lámpara de arco de xenón de acuerdo con la Norma ASTM G151-00, "Práctica para la exposición de materiales no metálicos en cámaras de ensayo acelerado que utilizan fuentes de luz artificial de laboratorio", de ASTM International y ASTM G155-00, "Práctica para el funcionamiento de un aparato de luz de arco de xenón para la exposición de materiales no metálicos" de ASTM International, donde la distribución de potencia espectral de la lámpara de xenón cumple los requisitos de la Tabla 1 en la Norma ASTM G155-00 para una lámpara de xenón con filtros diurnos, usando un ciclo programado de 120 minutos que consiste en una exposición a la luz de 102 minutos y una exposición de 18 minutos a agua pulverizada con luz, y el aparato funciona con una irradiancia espectral de  $0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{nm}$  a 340 nm y una temperatura del panel negro de  $63 \pm 3$  grados Celsius; o 2) una lámpara gemela de arco de carbono cerrada de acuerdo con la Norma ASTM G151-00, y ASTM G153-00, "Práctica estándar para el funcionamiento de un aparato de luz de arco de carbono cerrado para la exposición de materiales no metálicos" de ASTM International, donde debe usarse la distribución de potencia espectral del arco de carbono encerrado debe cumplir los requisitos de la Norma ASTM G153-00 para la lámpara de arco de carbono encerrado con globos de vidrio de borosilicato, usando un ciclo programado de 20 minutos que consiste en una exposición a la luz de 17 minutos y una exposición de 3 minutos a pulverización de agua con luz, y el aparato debe funcionar con una temperatura del panel negro de  $63 \pm 3$  grados Celsius.

Los especímenes de prueba se montan verticalmente en el interior de un cilindro en el aparato de luz ultravioleta, orientando el ancho de los especímenes a los arcos, y de manera que no se toquen entre sí. Se exponen dos conjuntos de especímenes de prueba. Para el arco de carbono encerrado gemelo, un conjunto se expone durante un total de 360 horas, y el segundo conjunto durante un total de 720 horas. Para el arco de xenón, un conjunto se expone durante un total de 500 horas, y el segundo conjunto durante un total de 1000 horas. Después de la exposición de prueba, los especímenes de prueba se retiran del aparato de prueba, se examinan en busca de signos de deterioro, tal como cuarteo o agrietamiento, y se conservan en condiciones de temperatura ambiente y presión atmosférica durante no menos de 16 horas y no más de 96 horas, antes de someterse a pruebas de inflamabilidad y físicas. Para fines comparativos, los especímenes que no han estado expuestas a la luz ultravioleta y al agua se someterán a estas pruebas al mismo tiempo que se prueban los especímenes finales expuestos.

Los ensayos de tracción y resistencia a la flexión se realizan en especímenes de ensayo que no son generalmente más gruesos que el espesor correspondiente del radomo 14. Los resultados de las pruebas de tracción, impacto Charpy o Izod de especímenes estándar en el espesor nominal de 4 milímetros pueden considerarse representativos de la prueba de un espesor reducido siempre que la prueba sin impacto del espesor reducido cumpla los requisitos de la sección 25 de la Norma UL 746C. Las pruebas de inflamabilidad se realizan en muestras estándar que son representativas del espesor mínimo para cada clasificación de inflamabilidad única. Si se debe considerar un material en una gama de colores, la inflamabilidad y la propiedad física, los especímenes que representan los pigmentos naturales, el nivel más alto de pigmentos orgánicos, el nivel más alto de pigmentos inorgánicos, y cualquier pigmento de color que se sepa que afecta a las características de resistencia a la intemperie se probarán y se considerarán representativos de todo el rango de color.

El equipo para la prueba de impacto puede comprender una base de aluminio fundido; dos pesas de impacto de varillas de acero con un peso de 0,91 kilogramos y 1,82 kilogramos; un impactador de punta redonda y acero

endurecido que pesa 3,64 kilogramos y con un radio de 8 milímetros; y un tubo guía ranurado de 1,0 metros de longitud. Las pesas de impacto se deslizan, y también tienen graduaciones de pulgada-libra (joule) en aumentos de 0,23 J (2 pulgadas-lb). Un soporte fija el tubo en una posición vertical uniéndolo a la base y también sostiene la perilla de mano, que es una alineación de pivote-brazo para el impactador de aproximadamente 50 milímetros 5 debajo del tubo. Este equipo está montado firmemente en una mesa o banco rígido.

Cada determinación de resistencia al impacto puede usar 20 especímenes de prueba. Una a la vez, los especímenes de prueba se colocan de manera que estén centrados sobre la abertura en el soporte de especímenes. Todos los especímenes de prueba para un material dado deben ser del mismo espesor general. El pie 10 del impactador se baja para entrar en contacto con la superficie superior del espécimen de prueba. Para realizar la prueba, el peso, ya sea 0,91 kilogramos o 1,82 kilogramos, según sea necesario, se eleva a la altura para dar el valor de impacto deseado y se libera para que caiga sobre el impactador. El espécimen de prueba se examina en busca de una grieta, rotura o división que aparezca en el lado opuesto al área de contacto. Si la primera muestra da como resultado una grieta, división o rotura, el siguiente espécimen de prueba es impactado a un nivel de aumento 15 más bajo. Si la muestra supera esta prueba, el siguiente espécimen de prueba debe analizarse en el siguiente aumento más alto que el primer espécimen de prueba. Los datos se analizan utilizando el método de diseño Up-and-Down (Escalera) descrito en el National Bureau of Standards Handbook 91, Experimental Statistics, para estimar el valor medio antes y después de la exposición a la luz ultravioleta.

20 La desviación estándar estimada se calculará para determinar si los aumentos elegidos están dentro del rango apropiado. Un aumento igual a la desviación estándar es el más deseable. Esta desviación se determina a partir de la fórmula:  $S = 1,6 \times d [B/N - (A/N)^2] + 0,47 d$ , donde  $d$  es el aumento de la altura en milímetros. La altura media de fallo ( $h$ ) se determina usando la fórmula:  $h = h_0 + d (A/N) \pm 0,5d$ , donde  $h_0$  es la altura más baja a la que se produjo el fallo de impacto. La energía media de fallo (MFE) se determina a partir de la fórmula:  $MFE = hwf$ , donde  $w$  es el 25 valor del peso en kilogramos y  $f$  es igual a  $9,80665 \times 10^3$  (un factor para la conversión a julios). El valor de MFE antes y después de la exposición a la luz ultravioleta se usa para determinar el cumplimiento con los requisitos de propiedad de impacto.

Las limitaciones mínimas de retención de propiedades después del acondicionamiento ultravioleta para 30 especímenes de prueba de base y cualquier color considerado son las siguientes: 1) la inflamabilidad no se reducirá como resultado de 720 horas de arco de carbono encerrado gemelo (ASTM G151 y ASTM G153) o 1000 horas de acondicionamiento del meteorómetro de arco de xenón (ASTM G151 y ASTM G155); y 2) para las pruebas de resistencia a la tracción, resistencia a la flexibilidad, impacto Izod o impacto Charpy, los valores medios de las propiedades físicas después del acondicionamiento ultravioleta no deben ser menores al 70 por ciento del valor no 35 acondicionado.

Los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto la capa externa 18 como el sustrato 16 del radomo 14 se pueden disponer de manera que el radomo 14 cumpla con los estándares de inflamabilidad de la Norma UL 94, Quinta Edición. Por ejemplo, para probar si el radomo 14 cumple con un estándar de clasificación de llama de la 40 Norma UL 94, o si un radomo 14 será clasificado como V-0 por la Norma UL 94, se puede realizar el siguiente protocolo de prueba. Todos los especímenes se cortan del material de lámina, o se moldean o se inyectan, se comprimen, se transfieren o se moldean por pultrusión hasta la forma necesaria. Después de cualquier operación de corte, se debe tener cuidado para eliminar todo el polvo y cualquier partícula de la superficie, y los bordes cortados deben tener un acabado liso. Se pueden preparar especímenes que tienen  $125 + 5$  milímetros de longitud y  $13 + 0,5$  45 milímetros de ancho, representando los especímenes el espesor mínimo y el espesor máximo. El espesor mínimo a probar será de 0,025 milímetros, y el espesor máximo será de 13 milímetros. Los especímenes en espesores intermedios también se proporcionan y se prueban si los resultados obtenidos en el espesor mínimo o máximo indican resultados de prueba inconsistentes. Las diferencias en espesores intermedios no deben exceder los aumentos de 3,2 milímetros. Los bordes de los especímenes deben ser lisos con un radio en las esquinas que no 50 exceda 1,3 milímetros.

Si se tiene que considerar un material en una gama de colores, densidades, flujos de masa fundida o refuerzo, también se proporcionarán especímenes que representen estos intervalos. Los especímenes en los colores claros y oscuros más pigmentados y naturales deben proporcionarse y considerarse representativos de la gama de color si 55 los resultados de prueba son esencialmente los mismos. Además, se debe proporcionar un conjunto de especímenes en la carga más pesada de pigmentos orgánicos, a menos que los colores claros y oscuros más pigmentados incluyan el nivel de pigmento orgánico más alto. Cuando se sabe que ciertos pigmentos de color afectan a las características de inflamabilidad, también deben proporcionarse. Los especímenes en los extremos de las densidades, los flujos de fusión y el contenido de refuerzo deben proporcionarse y considerarse representativos

del rango, si los resultados de prueba son esencialmente los mismos. Si las características de combustión no son esencialmente las mismas para todos los especímenes que representan el rango, la evaluación debe limitarse solo a los materiales en las densidades, flujos de fusión y contenido de refuerzo probado, o se deben proporcionar para la prueba especímenes adicionales en densidades intermedias, flujos de masa fundida y contenido de refuerzo.

5

Dos conjuntos de cinco especímenes se preacondicionan de acuerdo con la Norma ASTM D618-05 (ISO 291:2005) a  $23 \pm 2$  grados Celsius y el  $50 \pm 5$  por ciento de humedad relativa durante un mínimo de 48 horas. Dos conjuntos de cinco especímenes se preacondicionan en un horno de circulación de aire durante 168 horas a  $70 \pm 2$  grados Celsius y se enfrían en el desecador durante al menos 4 horas a temperatura ambiente antes de la prueba. Cada

10

especimen se sujeta a los 6 milímetros superiores del espécimen, con el eje longitudinal posicionado verticalmente, de manera que el extremo inferior del espécimen esté a  $300 \pm 10$  milímetros por encima de una capa horizontal de no más de 0,08 gramos de algodón absorbente al 100% raleado aproximadamente 50 x 50 milímetros y un espesor máximo de 6 milímetros. El quemador se ajusta para confirmar la llama de prueba nominal de 50 W. Es decir, el suministro de gas metano al quemador se ajusta para producir un caudal de gas de  $105 \pm 5$  mililitros por minuto con

15

una contrapresión inferior a 10 milímetros de agua según la Norma ASTM D5207-03 de ASTM International. El quemador se coloca alejado del espécimen y se enciende. El quemador se ajusta para producir una llama azul de  $20 \pm 1$  milímetros de alto. La llama se obtiene ajustando el suministro de gas y los orificios de ventilación del quemador hasta que se produce una llama azul de punta amarilla de aproximadamente  $20 \pm 1$  milímetros. El suministro de aire aumenta hasta que la punta amarilla desaparece. La altura de la llama se mide de nuevo y se ajusta si es necesario.

20

El quemador está hecho para acercarse al espécimen horizontalmente desde la cara ancha a una velocidad de aproximadamente 300 milímetros por segundo. La llama se aplica centralmente al punto medio del borde inferior del espécimen de manera que la parte superior del quemador esté  $10 \pm 1$  milímetros por debajo del punto del extremo inferior del espécimen, y se mantenga a esa distancia durante  $10 \pm 0,5$  segundos, empezando cuando la llama está completamente posicionada debajo del espécimen, moviendo el quemador según sea necesario en respuesta a cualquier cambio en la longitud o posición del espécimen. Si el espécimen se encoje, distorsiona o se funde, el punto de aplicación debe permanecer en contacto con la parte principal del espécimen. Si el espécimen gotea material durante la aplicación de la llama, el quemador se inclina a un ángulo de  $45 \pm 5$  grados perpendicular a la cara ancha del espécimen y se retira lo suficiente por debajo del espécimen para evitar que el material caiga en el cañón del quemador mientras se mantiene el espacio de  $10 \pm 1$  milímetros entre el centro de la parte superior del quemador y la porción principal restante del espécimen dañado, ignorando cualquier ristra de material fundido.

30

Después de la aplicación de la llama al espécimen durante  $10 \pm 0,5$  segundos, el quemador se retira inmediatamente a una velocidad de aproximadamente 300 milímetros por segundo, a una distancia de al menos 150 milímetros del espécimen y el tiempo de postcombustión ( $t_1$ ) se registra al segundo más cercano. Tan pronto como cesa la postcombustión del espécimen, incluso si el quemador no se ha retirado a la distancia máxima de 150 milímetros del espécimen, el quemador se coloca inmediatamente debajo del espécimen, manteniendo de nuevo el quemador a una distancia de  $10 \pm 1$  milímetros del resto porción principal del espécimen durante  $10 \pm 0,5$  segundos más, mientras que el quemador se mueve sin dejar caer el material, según sea necesario. Después de la aplicación de la llama al espécimen, el quemador se retira inmediatamente a una velocidad de aproximadamente 300 milímetros por segundo a una distancia de al menos 150 milímetros del espécimen y simultáneamente el tiempo de postcombustión (12) y el tiempo de postcombustión (13) se registran con respecto al segundo más cercano.

35

40

El radomo 14 se clasificará como un material V-0 si se cumplen las condiciones apropiadas, tales como el tiempo de postcombustión para cada espécimen individual ( $t_1$  o  $t_2$ ) que es menor o igual a 10 segundos; el tiempo total de postcombustión para cualquier conjunto de condiciones ( $t_1$  más  $t_2$  para los 5 especímenes) es menor o igual a 50 segundos; el tiempo postcombustión más tiempo de postluminiscencia para cada espécimen individual después de la segunda aplicación de la llama ( $t_2$  más  $t_3$ ) es menor o igual a 30 segundos; la postcombustión o la postluminiscencia de cualquier espécimen no se quema en la pinza de sujeción; y el indicador de algodón no se inflamó por partículas o gotas en llamas.

45

50

En otro ejemplo, los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto de la capa externa 18 como del sustrato 16 del radomo 14, pueden disponerse de manera que la resistividad superficial del radomo 14 cumpla la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición. Los materiales de la capa externa 18 o el sustrato 16, o ambos, del radomo 14, pueden disponerse de manera que el radomo 14 tenga una resistividad superficial como se ha descrito en las secciones 7.4.2 y 26.13 de IEC 60079-0:2007, Quinta Edición. En un ejemplo, el radomo 14 puede cumplir la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición si su resistencia superficial es menor o igual a  $10^9$  ohmios cuando se prueba de acuerdo con el siguiente protocolo de prueba. El radomo 14 se prepara para la prueba pintando dos electrodos paralelos en su superficie para crear una muestra de prueba. Los electrodos se pintarán usando una

55

pintura conductora con un disolvente que no tenga un efecto significativo sobre la resistencia superficial. La muestra de prueba se limpia con agua destilada, luego con alcohol isopropílico (o cualquier otro disolvente que se pueda mezclar con agua y no afectará al material de la pieza de prueba o los electrodos), y una vez más con agua destilada. La muestra de prueba se seca. Sin tocar con las manos, la muestra de prueba se acondiciona durante al menos 24 horas a  $23 \pm 2$  grados Celsius y al  $50 \pm 5$  por ciento de humedad relativa. La prueba se realiza bajo las mismas condiciones ambientales. Se aplica una tensión directa durante  $65 \pm 5$  segundos entre los electrodos a  $500 \pm 10$  voltios. Durante la prueba, la tensión se mantiene lo suficientemente estable como para que la corriente de carga debida a la fluctuación de la tensión sea insignificante en comparación con la corriente que fluye a través de la muestra de prueba. La resistencia de la superficie es el cociente de la tensión directa aplicada en los electrodos con respecto a la corriente total que fluye entre ellos. Cuando la resistencia superficial es menor o igual a  $10^9$  ohmios, el radomo 14 cumple la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición.

En otro ejemplo, los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto la capa externa 18 como el sustrato 16 del radomo 14, pueden disponerse de manera que la tensión de ruptura dieléctrica del radomo 14 sea de aproximadamente 1500 voltios de media cuadrática (VRMS).

En otro ejemplo, los materiales de la capa externa 18 o del sustrato 16, o tanto de la capa externa 18 como del sustrato 16 del radomo 14, pueden disponerse de manera que la resistencia al impacto del radomo 14 cumpla la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición. Los materiales de la capa externa 18 o el sustrato 16, o ambos, del radomo 14, pueden disponerse de manera que el radomo 14 tenga una resistencia al impacto como se ha descrito en la sección 26.4.2 de la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición. La resistencia al impacto puede probarse utilizando el siguiente protocolo de prueba. El radomo 14 puede tener una masa de prueba de 1 kilogramo soltado sobre éste desde una altura vertical de  $h$ . La altura  $h$  puede variar de aproximadamente 0,7 metros a aproximadamente 2 metros. La masa está equipada con un cabezal de impacto fabricado de acero endurecido en forma de una semiesfera de 25 milímetros de diámetro. Antes de cada prueba, se verifica la superficie del cabezal de impacto para asegurar su buen estado. La prueba de resistencia al impacto se realiza en un radomo 14 que está completamente ensamblado y listo para usar. La prueba se realiza en al menos dos muestras, en dos lugares separados en cada muestra. El radomo 14 está montado sobre una base de acero de manera que la dirección del impacto sea normal con respecto a la superficie que se está probando si es plana, o normal con respecto a la tangente a la superficie en el punto de impacto si no es plana. La base puede tener una masa de al menos 20 kilogramos o estar firmemente fijada o insertada en el piso. La prueba se realiza a una temperatura ambiente de  $20 \pm 5$  grados Celsius. Si el radomo 14 mantiene su integridad estructural, cumple la Norma IEC 60079-0:2007, Quinta Edición.

**REIVINDICACIONES**

1. Un radomo (14) que comprende:
- 5 un sustrato (16) que comprende un primer material, en el que el primer material comprende un material polimérico generalmente rígido que comprende poliéter-éter-cetona; y una capa externa (18) que comprende un segundo material y situada adyacente al sustrato, caracterizada por que el segundo material es un material elastomérico que comprende poliuretano.
- 10 2. El radomo de la reivindicación 1, en el que el primer material comprende además una carga.
3. El radomo de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la carga se selecciona del grupo que consiste en negro de humo, talco y vidrio, óxido.
- 15 4. El radomo de la reivindicación 1, en el que el material elastomérico comprende además un material seleccionado del grupo que consiste en 1,1'-(Etano-1,2-diil)bis[pentabromobenceno], negro de humo y trióxido de antimonio.
- 20 5. La cúpula de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la capa externa está acoplada al sustrato.
6. El radomo de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la capa externa está sobremoldeada sobre el sustrato.
- 25 7. El radomo de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el sustrato incluye un rebaje (22) y la capa externa incluye un saliente (24) que está posicionado, al menos parcialmente, en el rebaje.
8. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (10) que comprende un cuerpo (12) para encerrar el
- 30 equipo de comunicación en el que el dispositivo (10) comprende además un radomo (14) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior que está acoplado al cuerpo (12).

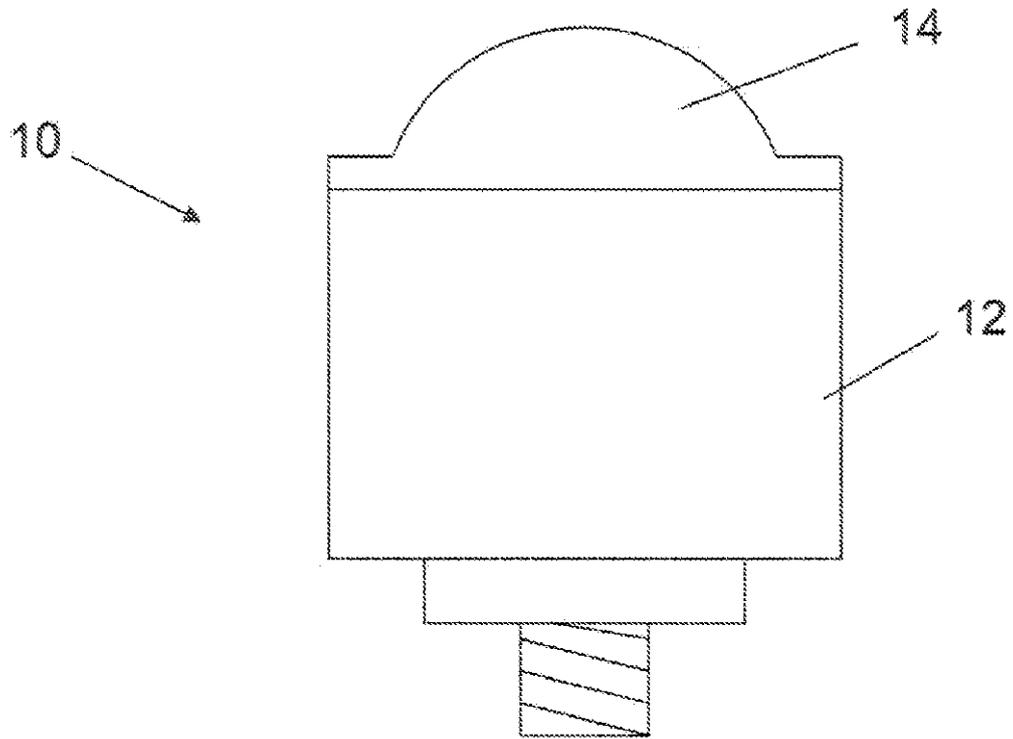


FIG. 1

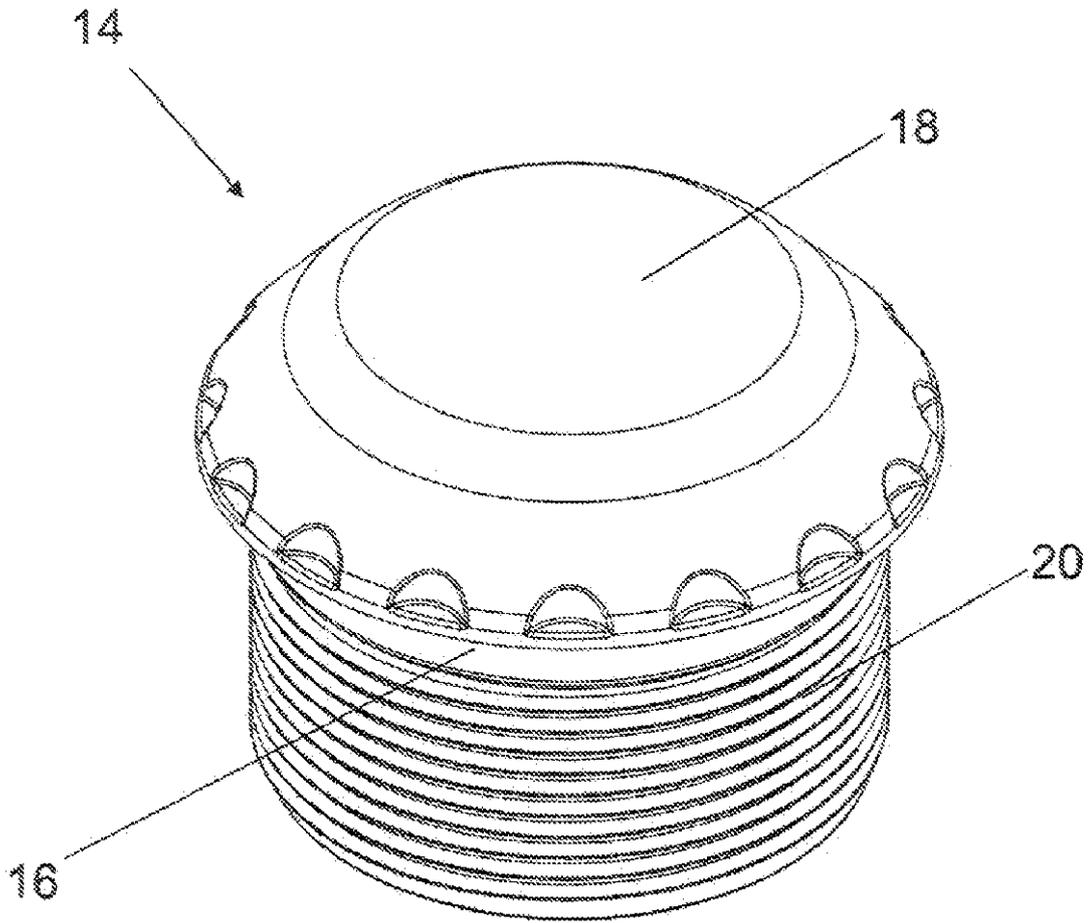


FIG. 2

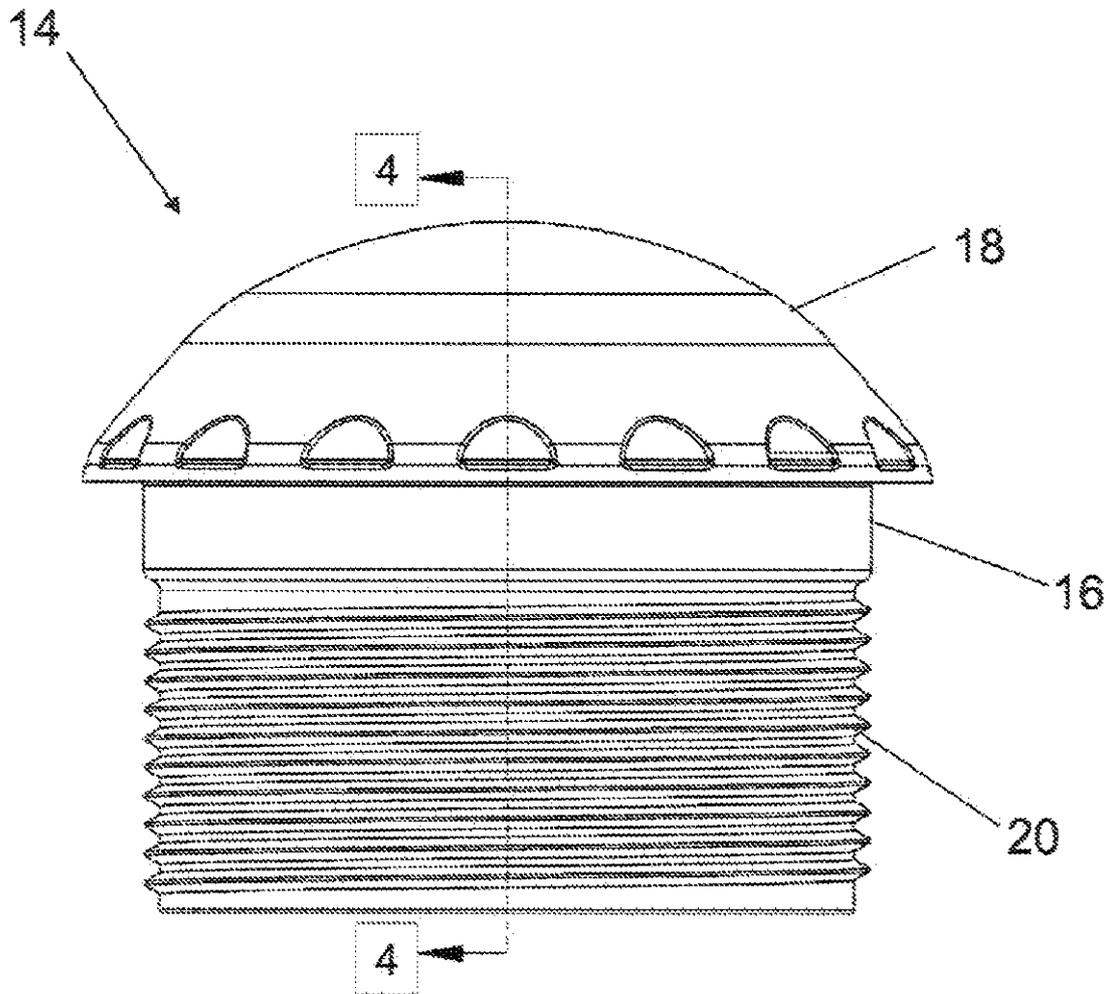
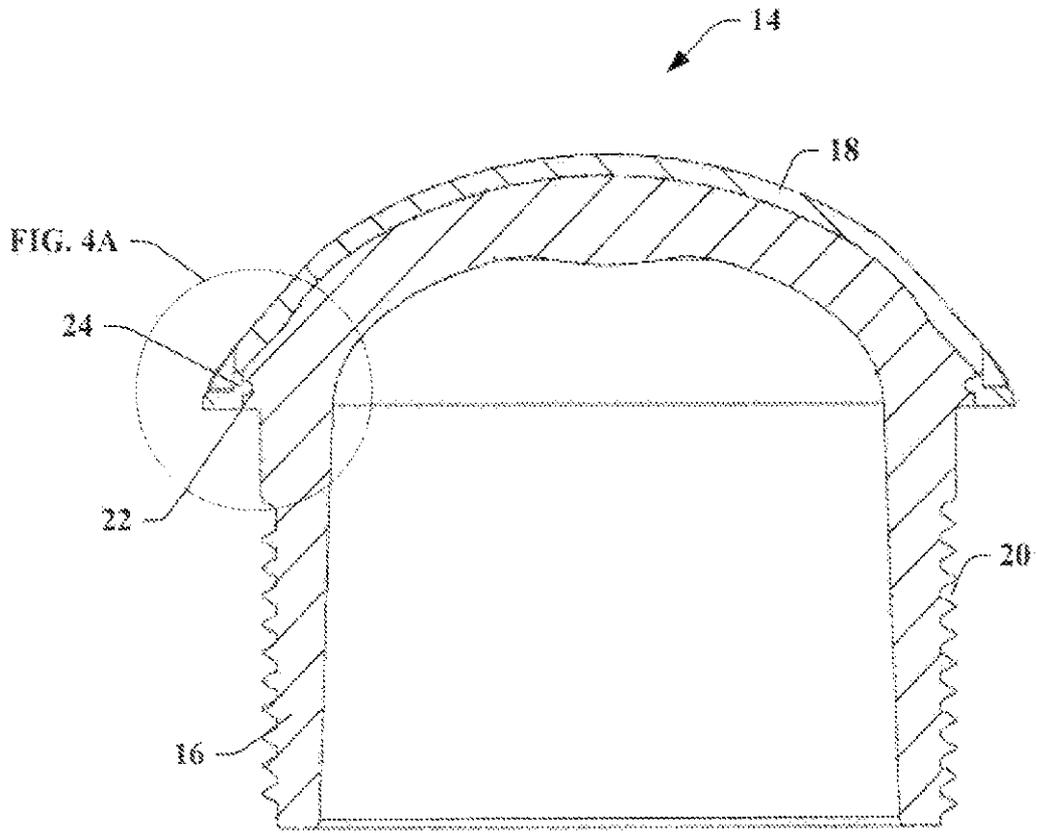
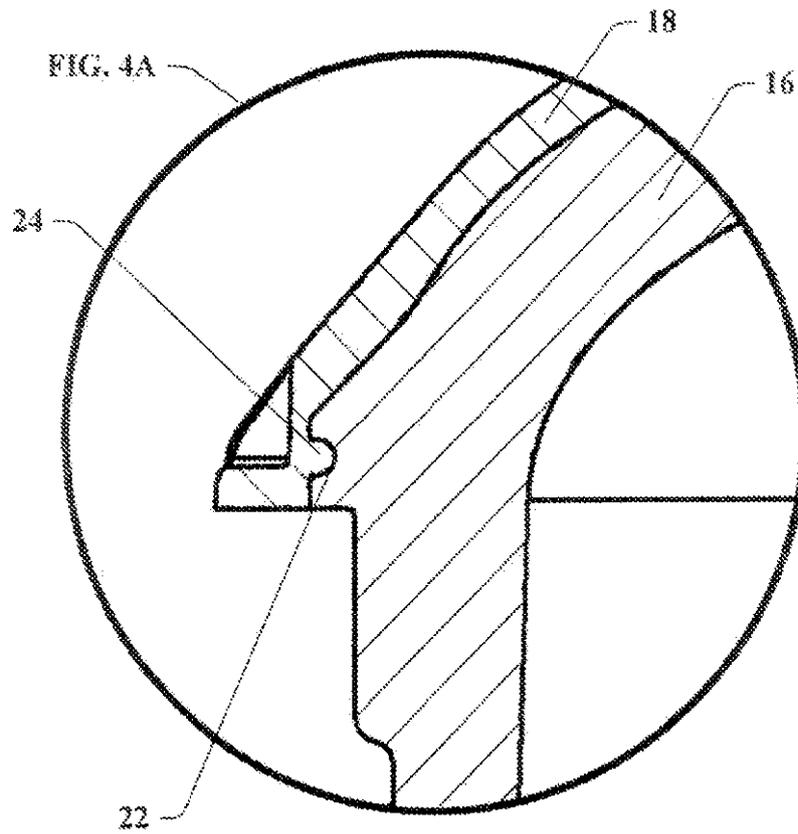


FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 4A**

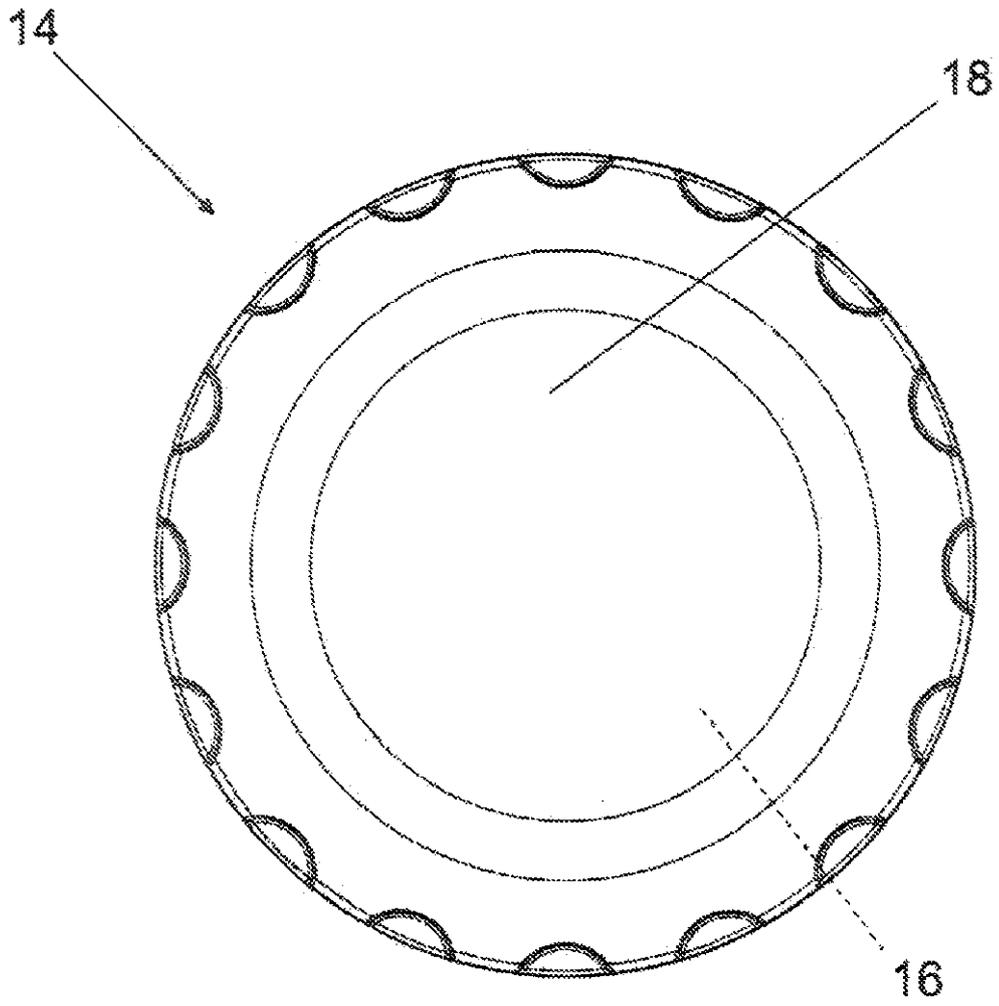


FIG. 5