

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 574**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 24/08 (2006.01)

C01B 32/168 (2007.01)

B64C 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2016 E 16192107 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3178966**

54 Título: **Lámina compuesta de nanomaterial de carbono y método para obtener la misma**

30 Prioridad:

08.12.2015 US 201562264633 P

27.01.2016 US 201615007379

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

04.06.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (50.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US y
GENERAL NANO, LLC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BRALEY, DANIEL J.;
BELK, JOHN H.;
BATTAT, JACOB I.;
TRUSCELLO, JUSTINE M.;
FERRIELL, DANIEL R.;
SPRENGARD, JOSEPH y
CHRISTY, LARRY**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 715 574 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

Lámina compuesta de nanomaterial de carbono y método para obtener la misma

Campo

- 5 La presente divulgación se refiere en general a materiales compuestos y, más particularmente, a una lámina compuesta de nanomaterial de carbono multifuncional que incluye nanomateriales de carbono, por ejemplo, en forma de una estructura de nanomaterial de carbono, unida a un material portador poroso, a una estructura compuesta que incluye la lámina compuesta de nanomaterial de carbono, y a métodos para obtener las mismas.

Antecedentes

- 10 Los vehículos aeroespaciales están diseñándose y fabricándose con mayores porcentajes de materiales compuestos. Por ejemplo, los materiales compuestos pueden usarse en la construcción de diversas estructuras primarias y secundarias en aplicaciones aeroespaciales, tales como paneles compuestos que forman la estructura y/o el revestimiento exterior (por ejemplo, fuselaje, alas, etc.) de una aeronave. El uso de materiales compuestos puede aumentar la resistencia, disminuir el peso y proporcionar una vida útil más prolongada de diversos componentes del vehículo aeroespacial.

- 15 Sin embargo, los vehículos aeroespaciales que tienen componentes compuestos, tales como paneles de revestimiento, pueden requerir la aplicación de materiales adicionales para protección contra el impacto de rayos y/o para resguardar la aviónica y la electrónica asociadas de la interferencia electromagnética externa. Tales materiales adicionales pueden aumentar de manera no deseada el peso del vehículo aeroespacial y aumentar el tiempo y el coste de producción.

- 20 Por consiguiente, los expertos en la técnica continúan con esfuerzos de investigación y desarrollo en el campo de los materiales compuestos.

El documento US 20140011414 da a conocer un material laminado compuesto que comprende una capa que comprende una estructura de nanotubos/nanofibras de carbono, y un material no tejido metalizado poroso.

- 25 El documento US 20140080378 da a conocer una lámina compuesta metálica y nanotubos de carbono a granel que comprende una capa de nanotubos de carbono, y una película de metal depositada sobre la capa de nanotubos de carbono.

El documento US 20100159240 da a conocer nanotubos de carbono formados mediante infusión sobre una malla de metal.

- 30 El documento US 20140151111 da a conocer estructuras conductoras que incluyen una capa de soporte que contiene una pluralidad de fibras que tienen aberturas definidas entre las fibras, y una pluralidad de nanoestructuras de carbono que recubren de manera amoldable al menos parcialmente las fibras y que se unen a través de las aberturas definidas entre fibras adyacentes para formar una capa de nanoestructura de carbono continua.

- 35 El documento US 20110049292 da a conocer una película de superficie de protección contra el impacto de rayos mejorada que incluye una preforma que incluye un sustrato que tiene una primera densidad en peso por unidad de superficie y una pluralidad de nanotubos de carbono espaciados crecidos sobre el sustrato, teniendo los nanotubos una segunda densidad en peso por unidad de superficie. La suma de la primera densidad en peso por unidad de superficie y la segunda densidad en peso por unidad de superficie es menor de aproximadamente 500 gramos por metro cuadrado, y la preforma tiene una resistencia de superficie menor de aproximadamente 1 ohm/cuadrado.

Sumario

- 40 En un ejemplo, la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer puede incluir una capa de una estructura de nanomaterial de carbono, y una capa portadora que incluye un material no tejido metalizado poroso, estando unida la capa portadora a la estructura de nanomaterial de carbono.

- 45 En un ejemplo, el método de fabricación de una lámina compuesta de nanomaterial de carbono dado a conocer puede incluir la etapa de: unir una capa de una estructura de nanomaterial de carbono a una capa portadora, estando fabricada la capa portadora de un material no tejido metalizado poroso.

En un ejemplo, la estructura compuesta dada a conocer puede incluir al menos una capa polimérica reforzada con fibras, y una lámina compuesta de nanomaterial de carbono, en la que la lámina compuesta de nanomaterial de carbono incluye una capa de una estructura de nanomaterial de carbono, y una capa portadora que incluye un material no tejido metalizado poroso, estando unida la capa portadora a la estructura de nanomaterial de carbono.

- 50 Otros ejemplos del aparato y los métodos dados a conocer resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo de un ejemplo del método dado a conocer para obtener la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

5 La figura 2 es una ilustración esquemática de un ejemplo del sistema dado a conocer para obtener la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

La figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

La figura 4 es una vista parcial esquemática, en sección, de un ejemplo de la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

10 La figura 5 es una ilustración esquemática de un ejemplo del sistema dado a conocer para obtener la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

La figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de la estructura compuesta dada a conocer que incluye la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

La figura 7 es un diagrama de bloques de la producción y la metodología de servicio de la aeronave;

15 La figura 8 es una ilustración esquemática de una aeronave;

La figura 9 es una vista parcial esquemática, en sección, de un ejemplo de la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer;

La figura 10 es un gráfico que muestra la eficacia de blindaje de diversos ejemplos de la lámina compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer.

20 Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran ejemplos específicos descritos por la divulgación. Otros ejemplos que tienen estructuras y funcionamientos diferentes no se apartan del alcance de la presente divulgación. Los números de referencia iguales pueden referirse a la misma característica, elemento o componente en los diferentes dibujos.

25 En las figuras 3 y 8, a las que se ha hecho referencia anteriormente, las líneas continuas, si las hay, que conectan diversos elementos y/o componentes pueden representar acoplamientos mecánicos, eléctricos, de fluido, ópticos, electromagnéticos y otros acoplamientos y/o combinaciones de los mismos. Tal como se usa en el presente documento, “acoplado” significa asociado directamente, así como indirectamente. Por ejemplo, un elemento A puede asociarse directamente con un elemento B, o puede asociarse indirectamente con él, por ejemplo, por medio de otro elemento C. Se entenderá que no se representan necesariamente todas las relaciones entre los diversos elementos dados a conocer. Por consiguiente, también pueden existir acoplamientos distintos a los representados en los diagramas de bloques. Las líneas discontinuas, si las hay, que conectan bloques que designan los diversos elementos y/o componentes representan acoplamientos similares en función y finalidad a los representados por las líneas continuas; sin embargo, los acoplamientos representados por las líneas discontinuas o bien pueden proporcionarse selectivamente o bien pueden referirse a ejemplos alternativos dados a conocer por la presente divulgación. Asimismo, los elementos y/o componentes, si los hay, representados con líneas discontinuas, indican ejemplos alternativos dados a conocer por la presente divulgación. Uno o más elementos mostrados en líneas continuas y/o discontinuas pueden omitirse de un ejemplo particular sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Los elementos medioambientales, si los hay, se representan con líneas de puntos. También pueden mostrarse elementos virtuales (imaginarios) por motivos de claridad. Los expertos en la técnica apreciarán que algunas de las características ilustradas en las figuras 3 y 8 pueden combinarse de diversos modos sin necesidad de incluir otras características descritas en las figuras 3 y 8, otras figuras de dibujos y/o la divulgación adjunta, aun cuando tal combinación o combinaciones no se ilustren explícitamente en el presente documento. De manera similar, las características adicionales no limitadas a los ejemplos presentados, pueden combinarse con algunas o todas las características mostradas y descritas en el presente documento.

30

35

40

45

En las figuras 1 y 7, a las que se ha hecho referencia anteriormente, los bloques pueden representar operaciones y/o partes de las mismas y las líneas que conectan diversos bloques no implican ningún orden o dependencia particular de las operaciones o partes de las mismas. Los bloques representados por líneas discontinuas indican operaciones y/o partes alternativas de las mismas. Las líneas discontinuas, si las hay, que conectan los diversos bloques representan dependencias alternativas de las operaciones o partes de las mismas. Se entenderá que no se representan necesariamente todas las dependencias entre las diversas operaciones dadas a conocer. No debe interpretarse que las figuras 1 y 7 y la divulgación adjunta que describe las operaciones del/de los método(s) expuesto(s) en el presente documento determinan necesariamente una secuencia en la que han de realizarse las operaciones. En cambio, aunque se indica un orden ilustrativo, ha de entenderse que la secuencia de las operaciones

50

puede modificarse cuando sea apropiado. Por consiguiente, determinadas operaciones pueden realizarse en un orden diferente o de manera simultánea. Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que no es necesario realizar todas las operaciones descritas.

5 A menos que se indique otra cosa, los términos “primero”, “segundo”, etc., se usan en el presente documento simplemente como etiquetas, y no se pretende imponer requisitos ordinales, posicionales o jerárquicos en los elementos a los que se refieren estos términos. Además, la referencia a un “segundo” elemento no requiere ni excluye la existencia del elemento numerado inferior (por ejemplo, un “primer” elemento) y/o un elemento numerado superior (por ejemplo, un “tercer” elemento).

10 Tal como se usa en el presente documento, la expresión “al menos uno de”, cuando se usa con una lista de elementos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados y puede que solo se necesite uno de los elementos de la lista. El elemento puede ser un objeto, cosa o categoría particular. En otras palabras, “al menos uno de” significa que puede usarse cualquier combinación de elementos o número de elementos de la lista, pero puede que no se requieran todos los elementos de la lista. Por ejemplo, “al menos uno del elemento A, el elemento B y el elemento C” puede significar el elemento A; el elemento A y el elemento B; el elemento B; el elemento A, el elemento B y el elemento C; o el elemento B y el elemento C. En algunos casos, “al menos uno del elemento A, el elemento B y el elemento C” puede significar, por ejemplo y sin limitación, dos del elemento A, uno del elemento B y diez del elemento C; cuatro del elemento B y siete del elemento C; o alguna otra combinación adecuada.

15 La referencia en el presente documento a “ejemplo”, “un ejemplo”, “otro ejemplo”, o vocabulario similar significa que se incluye uno o más rasgos distintivos, estructuras, elementos, componentes o características descritos en relación con el ejemplo en al menos una realización o implementación. Por tanto, las expresiones “en un ejemplo”, “como ejemplo” y vocabulario similar a lo largo de la presente divulgación pueden referirse, pero no necesariamente, al mismo ejemplo. Además, el contenido que caracteriza cualquier ejemplo puede incluir, pero no necesariamente, el contenido que caracteriza cualquier otro ejemplo.

20 A continuación, se proporcionan ejemplos ilustrativos, no exhaustivos, que pueden reivindicarse, pero no necesariamente, del contenido según la presente divulgación.

25 En referencia a la figura 1, se da a conocer un ejemplo del método 100. El método 100 es una implementación de ejemplo del método dado a conocer para obtener una lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono multifuncional. Tal como se ilustra en la figura 2, el sistema 200 es una implementación de ejemplo del sistema dado a conocer para obtener la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, por ejemplo, según el método 100. Puede realizarse modificaciones, adiciones u omisiones al método 100 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. El método 100 puede incluir más, menos u otras etapas. Adicionalmente, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

30 En referencia a la figura 1, y con referencia a la figura 3, en un ejemplo, el método 100 incluye la etapa de unir la capa 258 (por ejemplo, una o más capas) de la estructura 242 de nanomaterial de carbono a la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 122. En un ejemplo, la capa 204 portadora está fabricada de un material no tejido metalizado poroso. En un ejemplo, la capa 258 de la estructura 242 de nanomaterial de carbono se une permanentemente a la capa 204 portadora.

35 En un ejemplo, el método 100 incluye la etapa de acoplar la película 216 protectora desprendible a la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 124. En un ejemplo, la capa 204 portadora se ubica entre la película 216 protectora y la estructura 242 de nanomaterial de carbono (por ejemplo, la capa 258 de la estructura 242 de nanomaterial de carbono, tal como se ilustra en la figura 4).

40 En referencia a la figura 1, y con referencia a la figura 3, en una implementación de ejemplo, el método 100 incluye la etapa de proporcionar la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 102. Generalmente, la capa 204 portadora incluye cualquier material sobre el que pueden superponerse los nanomateriales 226 de carbono para formar (por ejemplo, construir y/o unir) la estructura 242 de nanomaterial de carbono sobre una superficie de la capa 204 portadora. La capa 204 portadora también puede denominarse un material portador, una capa de material, una capa de filtro o una capa de filtración. Como ejemplo general, la capa 204 portadora incluye cualquier material poroso a través del cual pueden filtrarse los nanomateriales 226 de carbono (por ejemplo, suspensión 238 de nanomateriales 226 de carbono). El material poroso puede incluir una abertura o película porosa, lámina, velo o material textil (por ejemplo, un material que tiene una pluralidad de aberturas u orificios a través de los cuales se filtra la suspensión 238). La capa 204 portadora puede ser conductora o no conductora dependiendo de una aplicación particular y/o de las propiedades deseadas. Los ejemplos no limitativos incluyen nailon tejido o no tejido (por ejemplo, depositado por vía húmeda o hilado por fusión), poliéster, PEEK, PEKK, fibra de vidrio, fibra de carbono, polímero metalizado, o mallas de metal/hojas metálicas (por ejemplo, hoja metálica de cobre expandido).

45 En referencia a la figura 3, en un ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono incluye la capa 258 de la estructura 242 de nanomaterial de carbono, y la capa 204 portadora. En un ejemplo, la capa 204 portadora incluye un material no tejido metalizado poroso. En un ejemplo, la capa 204 portadora está unida a la estructura 242 de nanomaterial de carbono.

En referencia a la figura 3, como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono es un material laminado. Como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono es una lámina continua. Como ejemplo, la capa 204 portadora está unida permanentemente a la estructura 242 de nanomaterial de carbono (por ejemplo, a la capa 258 de la estructura 242 de nanomaterial de carbono). Como ejemplo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono incluye una estructura 228 orientada aleatoriamente, distribuida uniformemente de nanotubos de carbono ("CNT"). Como ejemplo específico, no limitativo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono tiene un gramaje de aproximadamente 1 gramo de nanomaterial 226 de carbono por metro cuadrado (gsm). Como otro ejemplo específico, no limitativo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono tiene un gramaje de al menos 1 gramo de nanomaterial 226 de carbono por metro cuadrado (gsm). En un ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono incluye al menos una capa 262 polimérica acoplada a la estructura 242 de nanomaterial de carbono. En otro ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono incluye al menos una capa 264 de encapsulación polimérica acoplada a la estructura 242 de nanomaterial de carbono. Como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono incluye el material 266 preimpregnado acoplado a la estructura 242 de nanomaterial de carbono.

En referencia a la figura 2, y con referencia a la figura 3, en una implementación de ejemplo, y tal como se ilustra en la figura 2, la capa 204 portadora puede proporcionarse como (o adoptar la forma de) una lámina continua de la capa 204 portadora (denominada en general en el presente documento lámina 206). Tal como se usa en este caso, "continua" significa una lámina alargada que tiene una longitud que es órdenes de magnitud mayor que la anchura. Generalmente, la lámina 206 puede ser o puede incluir una tela continua; material textil; velo; lámina, hoja o estera no tejida; lámina, hoja o estera tejida; y similares. La capa 204 portadora puede ser porosa. La capa 204 portadora puede ser conductora o no conductora. Tal como se ilustra en la figura 2, como ejemplo, el sistema 200 puede incluir un rollo de la capa 204 portadora (denominado en general en el presente documento rollo 208). Por ejemplo, una lámina 206 continua puede fabricarse y enrollarse para dar el rollo 208.

En referencia a la figura 3, y con referencia a las figuras 2 y 4, como ejemplo general, no limitativo, la capa 204 portadora puede ser (o puede adoptar la forma de) una lámina, hoja, estera o velo no tejido, poroso de material conductor. Como ejemplo general, la capa 204 portadora puede incluir la fibra 260 enlazada conjuntamente para formar una lámina, hoja o estera no tejida fina. Como ejemplo específico, no limitativo, la capa 204 portadora (por ejemplo, material portador conductor) es (o adopta la forma de) velo 210 de fibra de carbono. Por tanto, la lámina 206 (figura 2) puede ser una lámina continua del velo 210 de fibra de carbono. El velo 210 de fibra de carbono incluye la fibra 212 de carbono (por ejemplo, una pluralidad de hebras continuas de fibras de carbono) que se enlazan de manera aleatoria conjuntamente para formar una lámina, hoja o estera no tejida fina de fibras 212 de carbono. El velo 210 de fibra de carbono puede ser poroso. El velo 210 de fibra de carbono también puede ser conductor. En determinadas implementaciones de ejemplo, las fibras 212 de carbono pueden mantenerse juntas con un aglutinante ligero (no ilustrado explícitamente).

Como otro ejemplo general, no limitativo, la capa 204 portadora puede ser (o puede adoptar la forma de) una lámina, hoja, estera o velo no tejido, poroso de material no conductor. Como ejemplos específicos, no limitativos, la capa 204 portadora (por ejemplo, material portador no conductor) puede ser (o puede adoptar la forma de) una lámina, hoja, estera o velo no tejido, poroso de fibras de vidrio (por ejemplo, vidrio E, vidrio S), fibras de aramida (por ejemplo, Kevlar), fibras de fluoropolímero (por ejemplo, polietileno de peso molecular ultraalto, polietileno de alta densidad, teflón, etc.) o una combinación de los mismos.

Como otro ejemplo general, no limitativo, la capa 204 portadora puede ser (o puede adoptar la forma de) una lámina, hoja, estera o velo no tejido, poroso de material dieléctrico (por ejemplo, un velo dieléctrico) (no ilustrado explícitamente). Como ejemplos específicos, no limitativos, la capa 204 portadora (por ejemplo, material portador dieléctrico) incluye, pero no se limita a, polietileno de peso molecular ultraalto ("UHMWPE"), fluoropolímeros, poliimidas, o una combinación de los mismos.

Los materiales particulares usados para la capa 204 portadora pueden depender, al menos en parte, de la aplicación y/o la función particular de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer, tal como, pero sin limitarse a, blindaje contra interferencia electromagnética ("EMI"), protección contra rayos, protección medioambiental, aislamiento medioambiental, resistencia al rayado, etc. Como ejemplo, cuando se desea o se requiere una lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono de conductividad superior, por ejemplo, para protección contra el impacto de rayos y/o eficacia de blindaje de baja frecuencia, la capa 204 portadora puede estar compuesta por un material conductor, por ejemplo, fibras 212 de carbono (por ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono). Como otro ejemplo, cuando se desea o se requiere una conductividad menor de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, la capa 204 portadora puede estar compuesta por un material no conductor, por ejemplo, vidrio, aramida y/o fibras de fluoropolímero.

En referencia a la figura 3, en un ejemplo, la capa 204 portadora incluye una fibra recubierta de níquel (fibra 260 recubierta con recubrimiento 214 de níquel). Por tanto, en un ejemplo, la capa 204 portadora incluye el recubrimiento 254 metálico. La capa 204 portadora que incluye el recubrimiento 254 metálico también puede denominarse una capa portadora recubierta metálica, una capa portadora metalizada, un material portador recubierto metálico, un material portador metalizado, una capa de material recubierto metálico, una capa de material metalizado, una capa de filtro recubierto metálico, una capa de filtro metalizado, una capa de filtración recubierta metálica, una capa de filtración

metalizada, una capa de fibra recubierta metálica o una capa de fibra metalizada. Como ejemplo específico, no limitativo, el recubrimiento 254 metálico es un recubrimiento 214 de níquel. La capa 204 portadora que incluye el recubrimiento 214 de níquel también puede denominarse una capa portadora recubierta de níquel ("Ni"), una capa portadora metalizada de níquel ("Ni"), un material portador recubierto de níquel, un material portador metalizado de níquel, una capa de material recubierto de níquel, una capa de material metalizado de níquel, una capa de filtro recubierto de níquel, una capa de filtro metalizado de níquel, una capa de filtración recubierta de níquel, una capa de filtración metalizada de níquel, una capa de fibra recubierta de níquel o una capa de fibra metalizada de níquel.

También pueden usarse otros metales además del níquel como recubrimiento 254 metálico. El metal particular usado para el recubrimiento 254 metálico puede seleccionarse, por ejemplo, basándose en una eficacia de blindaje deseada.

En referencia a la figura 1 y con referencia a la figura 3, en una implementación de ejemplo, el método 100 puede incluir la etapa de aplicar el recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) a la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 118 (figura 2). El recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) puede aplicarse a la capa 204 portadora mediante una variedad de técnicas o procedimientos conocidos. En una implementación de ejemplo, puede aplicarse níquel (recubrimiento 214 de níquel) a la capa 204 portadora mediante un procedimiento de deposición química en fase de vapor. En otra implementación de ejemplo, puede aplicarse níquel a la capa 204 portadora mediante un procedimiento de deposición de níquel sin corriente eléctrica. Aún en otra implementación de ejemplo, puede aplicarse níquel a la capa 204 portadora mediante un procedimiento de electrodeposición de níquel.

Como ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono incluye el recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel). El velo 210 de fibra de carbono que incluye el recubrimiento 254 metálico también puede denominarse un velo de fibra de carbono recubierto metálico o un velo de fibra de carbono metalizado. Como ejemplo, puede aplicarse níquel al velo 210 de fibra de carbono para formar un velo de fibra de carbono recubierto de níquel. El velo 210 de fibra de carbono que incluye el recubrimiento 214 de níquel también puede denominarse un velo de fibra de carbono recubierto de níquel o un velo de fibra de carbono metalizado de níquel. El recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) puede aplicarse al velo 210 de fibra de carbono mediante una variedad de técnicas o procedimientos conocidos. Como ejemplos, puede aplicarse níquel (recubrimiento 214 de níquel) al velo 210 de fibra de carbono mediante un procedimiento de deposición química en fase de vapor, un procedimiento de deposición de níquel sin corriente eléctrica o un procedimiento de electrodeposición de níquel.

Como ejemplo, la fibra 260 incluye el recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel). Como ejemplo, puede aplicarse metal (por ejemplo, níquel) a una individual de la fibra 260 para formar fibra recubierta de metal (por ejemplo, níquel). La fibra recubierta de níquel puede usarse para formar lámina, hoja, estera o velo de fibra (por ejemplo, lámina, hoja, estera o velo de fibra recubierto de níquel). En otro ejemplo, la fibra 212 de carbono incluye el recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel). Como ejemplo, puede aplicarse metal (por ejemplo, níquel) a una individual de la fibra 212 de carbono para formar fibras de carbono recubiertas de metal (por ejemplo, níquel). La fibra de carbono recubierta de níquel puede usarse para formar el velo 210 de fibra de carbono (por ejemplo, velo de fibra de carbono recubierto de níquel). El recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) puede aplicarse a la fibra 260 o la fibra 212 de carbono mediante una variedad de técnicas o procedimientos conocidos. Como ejemplos, puede aplicarse níquel a la fibra 260 o la fibra 212 de carbono mediante un procedimiento de deposición química en fase de vapor, un procedimiento de deposición de níquel sin corriente eléctrica o un procedimiento de electrodeposición de níquel.

Como ejemplo, un material portador no conductor o un material portador dieléctrico (por ejemplo, la capa 204 portadora compuesta por un material no conductor o material dieléctrico) incluye el recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel). La aplicación del recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) al material portador no conductor o al material portador dieléctrico puede proporcionar o crear esencialmente una capa 204 portadora conductora. Por ejemplo, puede aplicarse metal (por ejemplo, níquel) al material portador no conductor o al material portador dieléctrico para formar un material portador recubierto de metal (por ejemplo, recubierto de níquel). El recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) puede aplicarse al material portador no conductor o al material portador dieléctrico mediante una variedad de técnicas o procedimientos conocidos. Como ejemplos, puede aplicarse níquel al material portador no conductor o al material portador dieléctrico mediante un procedimiento de deposición química en fase de vapor, un procedimiento de deposición de níquel sin corriente eléctrica o un procedimiento de electrodeposición de níquel.

En referencia a la figura 2, en un ejemplo, el sistema 200 puede incluir uno o más primeros rodillos 224. Los primeros rodillos 224 pueden ser rodillos guía, rodillos de presión, rodillos de ajuste o similares configurados para tirar de, por ejemplo, la lámina 206, de la capa 204 portadora (por ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono) fuera del rollo 208 y dirigir o guiar la capa 204 portadora a lo largo de una trayectoria de procesamiento.

En referencia a la figura 1, y con referencia a las figuras 2 y 3, en una implementación de ejemplo, el método 100 incluye la etapa de proporcionar nanomateriales 226 de carbono, tal como se muestra en el bloque 104. Los nanomateriales 226 de carbono pueden adoptar diversas formas. Tal como se ilustra en la figura 3, como ejemplo general, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden ser (o adoptar la forma de) nanopartículas 232 de carbono que tienen diversas geometrías. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono

pueden ser (o adoptar la forma de) nanotubos 228 de carbono. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden ser (o adoptar la forma de) nanoesferas 230 de carbono. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden ser (o adoptar la forma de) grafeno 234. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden ser al menos uno de o una combinación de nanopartículas 232 de carbono, nanotubos 228 de carbono, nanoesferas 230 de carbono y/o grafeno 234. Los nanomateriales 226 de carbono también pueden incluir otros diversos alótopos de carbono.

Pueden usarse diversos procedimientos químicos para crear nanomateriales 226 de carbono. Por ejemplo, pueden usarse diversos tipos de nanotubos 228 de carbono, fabricados según técnicas conocidas, como nanomateriales 226 de carbono. En una implementación de ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden hacerse crecer sobre una lámina de acero inoxidable. Los nanotubos 228 de carbono crecidos pueden rascarse entonces de la lámina.

Como ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden ser nanotubos de carbono de pared individual ("SWCNT"). Como otro ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden ser nanotubos de carbono de paredes múltiples ("MWCNT"). Como otro ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden ser nanotubos de carbono de paredes múltiples pretensados ("PSMWCNT"). Aún como otro ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden ser una combinación de SWCNT, MWCNT y/o PSMWCNT. Los PSMWCNT pueden obtenerse según técnicas conocidas. Como ejemplo, los PSMWCNT pueden lograrse colocando MWCNT en una cámara de bomba y usando una explosión para aumentar rápidamente la presión para forzar que las paredes de los MWCNT se compriman hasta dentro de una distancia donde dominan fuerzas de van der Waals. Como ejemplo, los PSMWCNT pueden lograrse exponiendo los MWCNT a radiación para aumentar la presión. En un ejemplo particular, no limitativo, los PSMWCNT pueden tener una separación entre paredes que oscila entre aproximadamente 0,22 nm y aproximadamente 0,28 nm (por ejemplo, en comparación con aproximadamente 0,34 nm para los MWCNT convencionales). Los beneficios ofrecidos por los PSMWCNT pueden incluir resistencias a la cizalladura entre paredes potenciada, lo que a su vez mejora las capacidades de transferencia de carga en comparación con las de los MWCNT normales. Esto proporciona una resistencia a la tracción axial y un módulo de Young que son aproximadamente un 20 por ciento mayores que los de los nanotubos de carbono normales ("CNT").

En referencia a la figura 1, y con referencia a la figura 2, en una implementación de ejemplo, el método 100 incluye la etapa de mezclar nanomateriales 226 de carbono y líquido 236 para formar una suspensión de nanomateriales 226 de carbono y líquido 236 (denominada en general en el presente documento suspensión 238) (por ejemplo, una mezcla o suspensión fluida de nanomateriales 226 de carbono suspendidos en líquido 236), tal como se muestra en el bloque 106. El líquido 236 puede ser cualquier material portador líquido o fluido dispersivo adecuado en el que pueden dispersarse y suspenderse los nanomateriales 226 de carbono. Generalmente, el líquido 236 puede ser no reactivo con los nanomateriales 226 de carbono (por ejemplo, los nanomateriales 226 de carbono son insolubles en líquido 238). Como ejemplo específico, no limitativo, el líquido 236 puede ser agua. Como otro ejemplo específico, no limitativo, el líquido 236 puede ser un disolvente orgánico. Como otro ejemplo específico, no limitativo, el líquido 236 puede ser un ácido. Como otro ejemplo específico, no limitativo, el líquido 236 puede ser una resina (por ejemplo, una termoplástica o epoxidica). También se contemplan otros ejemplos de un líquido dispersivo adecuado (por ejemplo, el líquido 236). El líquido 236 también pueden incluir uno o más compuestos para mejorar y/o estabilizar la dispersión y suspensión de nanomateriales 226 de carbono en el líquido 236.

En referencia a la figura 1, y con referencia a las figuras 2 y 3, en una implementación de ejemplo, el método 100 incluye la etapa de superponer (por ejemplo, dispensar) la suspensión 238 de nanomateriales 226 de carbono y líquido 236 sobre la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 108. El método 100 incluye la etapa de filtrar los nanomateriales 226 de carbono por la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 110. El método 100 incluye la etapa de formar (por ejemplo, construir) la estructura 242 de nanomaterial de carbono (figura 3) sobre una superficie de la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 112. La combinación de la estructura 242 de nanomaterial de carbono unida a (por ejemplo, formada sobre y acoplada a) la capa 204 portadora puede denominarse en el presente documento, y se ilustra en la figura 2, lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono.

En referencia a las figuras 2, y con referencia a la figura 3, en un ejemplo, el sistema 200 incluye la mesa 240 de formación. La interacción entre los nanomateriales 226 de carbono y la capa 204 portadora para construir la estructura 242 de nanomaterial de carbono (figura 3) se produce sobre la mesa 240 de formación. En una implementación de ejemplo, la mesa 240 de formación puede incluir un tamiz o malla de hilo metálico suficiente para soportar la capa 204 portadora cuando se dispensa la suspensión 238 (por ejemplo, se vierte, se pulveriza, etc.) sobre la capa 204 portadora. Cuando la suspensión 238 se superpone (por ejemplo, se vierte) sobre la capa 204 portadora, la suspensión 238 se extiende sobre la superficie de la capa 204 portadora. El líquido 236 pasa a través de la capa 204 portadora y los nanomateriales 226 de carbono se filtran (por ejemplo, se tamizan y se retienen) por la capa 204 portadora (por ejemplo, sobre y/o al menos parcialmente por debajo de la superficie de la capa 204 portadora) para formar la estructura 242 de nanomaterial de carbono. En una implementación de ejemplo, la capa 204 portadora se soporta sobre un transportador (por ejemplo, una cinta transportadora) (no ilustrado explícitamente), que porta la capa 204 portadora a lo largo de la trayectoria de procesamiento. El transportador puede ser un tamiz o malla de hilo metálico suficiente para soportar la capa 204 portadora en un plano cuando la suspensión 238 se dispensa sobre y se filtra por la capa 204 portadora. En un ejemplo, el sistema 200 (por ejemplo, la mesa 240 de formación) también pueden incluir una zona de vacío configurada para proporcionar una presión de vacío suficiente para arrastrar la suspensión 238 desde arriba (por ejemplo, desde una superficie superior) de la capa 204 portadora y a través de la capa 204 portadora,

a la vez que se permite que los nanomateriales 226 de carbono se enmarañen sobre la superficie y se depositen en (por ejemplo, se dispersen al menos parcialmente a través de) la capa 204 portadora. Los nanomateriales 226 de carbono pueden orientarse aleatoriamente y distribuirse uniformemente sobre la capa 204 portadora tras la etapa de filtración (bloque 110).

5 En referencia a las figuras 3 y 4, y con referencia a las figuras 1 y 2, en un ejemplo, al menos algunos de los nanomateriales 226 de carbono están intercalados a través del grosor de la capa 204 portadora y están enmarañados con la capa 204 portadora de manera que la estructura 242 de nanomaterial de carbono está unida permanentemente a la capa 204 portadora, tal como se ilustra en la figura 4. En una implementación de ejemplo, durante la etapa de superposición (bloque 108) y la etapa de filtración (bloque 110) (figura 1) de la suspensión 238 (figura 2), los
10 nanomateriales 226 de carbono llegan a enmarañarse entre sí en múltiples direcciones para formar la estructura 242 de nanomaterial de carbono (por ejemplo, una acumulación de nanomateriales 226 de carbono) sobre la superficie de la capa 204 portadora (bloque 112). Por tanto, la estructura 242 de nanomaterial de carbono es una estructura de lámina que incluye una red enmarañada de nanomateriales 226 de carbono (por ejemplo, una estructura de nanopartículas de carbono incluye una red enmarañada de nanopartículas 232 de carbono, una estructura de nanotubos de carbono incluye una red enmarañada de nanotubos 228 de carbono, una estructura de nanoesferas de carbono incluye una red enmarañada de nanoesferas 230 de carbono, o una estructura de grafeno incluye una red enmarañada de grafeno 234). Los nanomateriales 226 de carbono pueden distribuirse u orientarse aleatoriamente sobre la superficie de la capa 204 portadora. Alternativamente, los nanomateriales 226 de carbono pueden distribuirse y orientarse uniformemente sobre la superficie de la capa 204 portadora.

20 Como implementación de ejemplo específica, no limitativa, la capa 204 portadora (por ejemplo, velo de fibra de carbono, velo de fibra de carbono recubierto de níquel, etc.) se mueve a lo largo de la trayectoria de procesamiento (no identificada explícitamente) del sistema 200, por ejemplo, sobre el transportador. Los nanomateriales 226 de carbono pueden aplicarse como suspensión 238 de líquido 236 y nanomateriales 226 de carbono (por ejemplo, nanotubos 228 de carbono, nanoesferas 230 de carbono, nanopartículas 232 de carbono, grafeno 234) sobre la capa
25 204 portadora. La velocidad a la que se mueve la capa 204 portadora (por ejemplo, el transportador) puede controlarse para proporcionar una distribución uniforme de la suspensión 238, y, por tanto, de los nanomateriales 226 de carbono, a través de la capa 204 portadora subyacente.

La densidad de los nanomateriales 226 de carbono acumulados para formar la estructura 242 de nanomaterial de carbono puede depender de diversos factores incluyendo, pero sin limitarse a, el tamaño y/o la geometría de los
30 nanomateriales 226 de carbono, el tipo de los nanomateriales 226 de carbono, una aplicación particular de la estructura 242 de nanomaterial de carbono (por ejemplo, una eficacia de blindaje deseada o atenuación a frecuencias RF particulares, un nivel de protección deseado contra el impacto de rayos, un nivel de conductividad deseado, una resistividad de superficie deseada, y similares), un grosor deseado de la estructura 242 de nanomaterial de carbono, un peso deseado de la estructura 242 de nanomaterial de carbono, y similares. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden tener un gramaje de aproximadamente 1 gramo por metro cuadrado (gsm). Como ejemplo específico, no limitativo, los nanomateriales 226 de carbono pueden tener una densidad relativa de menos de aproximadamente 1,0. Tal como se ilustra en la figura 1, las etapas de dispensación (bloque 108) y filtración (bloque 110) pueden repetirse según sea necesario para construir la estructura 242 de nanomaterial de carbono.

40 En referencia a la figura 4, como ejemplo, puede producirse el enmarañamiento entre los nanomateriales 226 de carbono en diversas ubicaciones 244 cruzadas entre los nanomateriales 226 de carbono diferentes. La red de nanomateriales 226 de carbono enmarañados puede incluir una cantidad suficiente de nanomateriales 226 de carbono para proporcionar un número suficiente de ubicaciones 244 cruzadas para lograr una estructura 242 de nanomaterial de carbono estable.

45 Dependiendo del tipo y/o la geometría de los nanomateriales 226 de carbono (por ejemplo, nanotubos 228 de carbono, nanoesferas 230 de carbono, nanopartículas 232 de carbono, grafeno 234, etc.), puede variar el tamaño de los nanomateriales 226 de carbono. Como ejemplo específico, no limitativo, los nanotubos 228 de carbono pueden tener una razón de aspecto extremadamente alta (razón de longitud con respecto a diámetro), por ejemplo, de al menos 2,500:1. Por ejemplo, los nanotubos 228 de carbono pueden tener una longitud que oscila entre aproximadamente 0,5 milímetros y aproximadamente 4 milímetros y un diámetro que oscila entre aproximadamente 1 nanómetros y
50 aproximadamente 50 nanómetros. También se contemplan otras dimensiones adecuadas de los nanomateriales 226 de carbono sin limitación.

Debido al pequeño tamaño de los nanomateriales 226 de carbono, al menos algunos nanomateriales 226 de carbono pueden dispersarse al menos parcialmente e integrarse por toda la capa 204 portadora. Por ejemplo, al menos algunos nanomateriales 226 de carbono pueden penetrar e intercalarse al menos parcialmente a través del grosor (por ejemplo, un grosor pasante) (no identificado explícitamente) de la capa 204 portadora y enmarañarse e integrarse con la capa 204 portadora. Por consiguiente, la estructura 242 de nanomaterial de carbono se acopla eficazmente a la capa 204 portadora (por ejemplo, formando la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono) tras las etapas de filtración (bloque 110) y construcción (bloque 112) del método 100 (figura 1). Como ejemplo, los nanomateriales 226 de carbono pueden concentrarse de manera próxima a (por ejemplo, en o cerca de) la superficie de la capa 204
55 portadora. Como ejemplo, los nanomateriales 226 de carbono pueden parcialmente intercalarse y enmarañarse por

todo el grosor de la capa 204 portadora. Como ejemplo, los nanomateriales 226 de carbono pueden intercalarse y enmarañarse completamente a lo largo del grosor de la capa 204 portadora.

En referencia a la figura 1, y con referencia a la figura 2, en una implementación de ejemplo, el método 100 incluye la etapa de aplicar al menos uno de presión y calor a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono (por ejemplo, aplicar al menos uno de presión y calor a la combinación acoplada de estructura 242 de nanomaterial de carbono y capa 204 portadora), tal como se muestra en el bloque 114, integrar la estructura 242 de nanomaterial de carbono y la capa 204 portadora, tal como se muestra en el bloque 116, y formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, tal como se muestra en el bloque 120. La etapa de aplicar al menos uno de presión y calor a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono (por ejemplo, a la estructura 242 de nanomaterial de carbono y la capa 204 portadora) también puede denominarse laminación. Como ejemplo, aplicar calor puede incluir secar la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono. Por ejemplo, puede aplicarse calor a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono suficiente para secar (por ejemplo, evaporar) cualquier líquido restante 236 de la capa 204 portadora y/o la estructura 242 de nanomaterial de carbono. Como ejemplo general, no limitativo, la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono puede calentarse hasta entre aproximadamente 93,3°C (200°F) y aproximadamente 148,9°C (300°F) (por ejemplo, 104,4°C (220°F)) para retirar el líquido 236 y secar la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono y formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. Como ejemplo, aplicar presión puede incluir comprimir la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono. Por ejemplo, puede aplicarse presión a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono suficiente para comprimir la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono y formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. Como ejemplo general, no limitativo, la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono puede comprimirse desde un grosor de aproximadamente 203,2 µm (8 mils) para formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono que tiene un grosor de aproximadamente 152,4 µm (6 mils) (por ejemplo, 160 µm (6,3 mils)). Aplicar calor, presión, o una combinación de los mismos una e integra adicionalmente la estructura 242 de nanomaterial de carbono y la capa 204 portadora entre sí. La presión y/o el calor aplicados a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono (por ejemplo, mediante rodillos 250 de presión) pueden ser uniformes y ayuda a crear una lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono uniforme y unitaria.

En referencia a la figura 2, y con referencia a la figura 1, el sistema 200 puede incluir uno o más secadores 248 (por ejemplo, para aplicar calor) y/o uno o más segundos rodillos 250 (por ejemplo, para aplicar presión o presión y calor). Los secadores 248 pueden ubicarse de manera próxima a (por ejemplo, cerca de) la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono a lo largo de la trayectoria de procesamiento tras la mesa 240 de formación y pueden estar configurados para secar la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono (por ejemplo, para retirar el líquido 236 que queda en la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono) y formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. Los segundos rodillos 250 pueden ser rodillos guía, rodillos de presión, rodillos de ajuste o similares configurados para tirar de, dirigir o guiar la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono a lo largo de la trayectoria de procesamiento. Los segundos rodillos 250 también pueden estar configurados para comprimir la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono y formar la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. Los segundos rodillos 250 pueden ser rodillos calentados configurados para aumentar la temperatura de la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono, por ejemplo, para secar la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono mientras que la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono está comprimiéndose por los segundos rodillos 250. Aunque en las figuras 2 y 5 solo se ilustra un único par opuesto de segundos rodillos 250 a modo de ejemplo, los expertos en la técnica reconocerán que pueden disponerse múltiples pares de segundos rodillos 250 a lo largo de la trayectoria de procesamiento para comprimir gradualmente (por ejemplo, entre aproximadamente 12,7 µm (0,5 mil) y aproximadamente 25,4 µm (1,0 mil)) en múltiples fases.

Aplicar presión y/o calor a la lámina 246 compuesta precursora de nanomaterial de carbono (por ejemplo, la combinación de la estructura 242 de nanomaterial de carbono y la capa 204 portadora) (bloque 114) puede intercalar e integrar adicionalmente los nanomateriales 226 de carbono con la capa 204 portadora, por ejemplo, uniendo la estructura 242 de nanomaterial de carbono y la capa 204 portadora entre sí (bloque 122).

Tras la etapa de aplicar presión y/o calor (bloque 114) (figura 1), la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede enrollarse para dar un rollo de lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono (denominado en general en el presente documento rollo 252).

En referencia a la figura 5, y con referencia a la figura 4, según la invención, la capa 204 portadora incluye una película 216 protectora. La película 216 protectora puede proteger la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, por ejemplo, cuando se enrolla para dar el rollo 252. La película 216 protectora se retira de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono antes del uso de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono en una aplicación particular, por ejemplo, cuando se usa para obtener la estructura 300 compuesta (figura 6). La película 216 protectora también puede denominarse una capa protectora o película desprendible.

Como ejemplo comparativo, la película 216 protectora puede proporcionarse como (o adoptar la forma de) una lámina de película 216 protectora (denominada en general en el presente documento lámina 222). Como ejemplo específico,

no limitativo, la película 216 protectora puede estar compuesta por material de vidrio de politetrafluoroetileno, tal como material laminado de vidrio de politetrafluoroetileno ARMALON™.

5 Como ejemplo, el sistema 200 puede incluir una lámina 222 continua enrollada para dar un rollo de película 216 protectora (denominada en general en el presente documento rollo 220). Según la invención, la película 216 protectora está acoplada de manera desprendible a la capa 204 portadora (por ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono).

Los primeros rodillos 224 pueden estar configurados para tirar de la capa 204 portadora fuera del rollo 208 y la película 216 protectora fuera del rollo 220 y dirigir o guiar la capa 204 portadora y la película 216 protectora a lo largo de la trayectoria de procesamiento. Los primeros rodillos 224 también pueden estar configurados para comprimir la lámina 206 y la lámina 222 en contacto estrecho.

10 En referencia a la figura 9, en un ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede incluir la capa 256 dieléctrica. La capa 256 dieléctrica puede estar acoplada a la capa 204 portadora. Como ejemplo, la capa 256 dieléctrica puede aplicarse a la capa 204 portadora antes de la etapa de superposición de la suspensión 238 de nanomateriales 226 de carbono y líquido 236 (bloque 108). Tal como se ilustra en la figura 9, la capa 204 portadora puede estar dispuesta entre la capa 256 dieléctrica y la estructura 242 de nanomaterial de carbono. Como ejemplo, la aplicación de la capa 256 dieléctrica a la capa 204 portadora puede ser similar al procedimiento descrito anteriormente en el presente documento con referencia a la aplicación de la película 216 protectora. Sin embargo, la capa 256 dieléctrica puede no retirarse de la capa 204 portadora. En un ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede incluir la capa 256 dieléctrica y la película 216 protectora aplicada a la capa 204 portadora. Por ejemplo, la película 216 protectora puede aplicarse (por ejemplo, acoplarse de manera desprendible) a la capa 256 dieléctrica (por ejemplo, la capa 256 dieléctrica se dispone entre la capa 204 portadora y la película 216 protectora. La capa 256 dieléctrica puede ser porosa o no porosa (por ejemplo, puede estar compuesta por un material poroso o por un material no poroso).

25 En referencia a la figura 6, se da a conocer un ejemplo de la estructura 300 compuesta. En un ejemplo, la estructura 300 compuesta incluye al menos una capa 302 polimérica reforzada con fibras y la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. La lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede incluir la capa 258 de estructura 242 de nanomaterial de carbono, y la capa 204 portadora. La capa 204 portadora puede incluir un material no tejido metalizado poroso. La capa 204 portadora puede estar unida a la estructura 242 de nanomaterial de carbono. En un ejemplo, la capa 204 portadora puede estar unida permanentemente a la estructura 242 de nanomaterial de carbono. En un ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono es un material laminado. En un ejemplo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono puede incluir una estructura orientada aleatoriamente, distribuida uniformemente de nanotubos 228 de carbono (u otros tipos de nanomateriales 226 de carbono).

30 Por tanto, en un ejemplo, la estructura 300 compuesta puede ser un material laminado compuesto. Como ejemplo, la estructura 300 compuesta puede incluir una o más capas 302 poliméricas reforzadas con fibras (por ejemplo, se ilustran tres capas 302 poliméricas reforzadas con fibras en el ejemplo de la figura 6). Cada una de las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras puede incluir una lámina, estera u hoja de material fibroso de refuerzo (no ilustrado explícitamente) unidas entre sí mediante una matriz polimérica (no ilustrada explícitamente). El material fibroso puede incluir cualquier fibra o filamento de refuerzo continuo tejido o no tejido (por ejemplo, tricotado, trenzado o cosido) adecuado. El material de matriz polimérica puede incluir cualquier resina termoestable (por ejemplo, epoxídica) o material termoplástico adecuados.

35 Pueden usarse diversas técnicas o procedimientos conocidos para obtener las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras. Como ejemplo, cada una de las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras puede incluir una lámina del material fibroso de refuerzo preimpregnado con el material de matriz polimérica (por ejemplo, un material preimpregnado), también conocido como un laminado en seco. Como ejemplo, cada una de las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras puede incluir una lámina del material fibroso de refuerzo y el material de matriz polimérica se aplica al material fibroso de refuerzo, también conocido como laminado en húmedo.

40 La estructura 300 compuesta también incluye al menos una capa de lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono. Pueden usarse diversas técnicas o procedimientos conocidos para obtener la estructura 300 compuesta. En una implementación de ejemplo, las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras y la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono pueden laminarse consecutivamente, por ejemplo, dentro de un moldeo (no ilustrado explícitamente). Las capas 302 poliméricas reforzadas con fibras y la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono pueden curarse conjuntamente para formar la estructura 300 compuesta. Como ejemplo, y tal como se ilustra en la figura 6, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono es la capa más exterior del laminado compuesto (por ejemplo, definiendo una capa de superficie exterior de la estructura 300 compuesta). Como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono es una capa interior del laminado compuesto (por ejemplo, definiendo una capa interior de la estructura 300 compuesta).

45 La estructura 300 compuesta puede incluir cualquier forma tridimensional ("3D") deseada. La forma 3D puede incluir diversas dimensiones, incluyendo una dimensión de longitud, una longitud de anchura, una dimensión de altura y/o una dimensión de sección transversal de la estructura 300 compuesta. Como ejemplo específico, no limitativo, la estructura 300 compuesta puede ser un panel de revestimiento de una aeronave.

Por consiguiente, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono dada a conocer puede integrarse en un procedimiento de producción para obtener la estructura 300 compuesta. Lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede proporcionar la estructura 300 compuesta con blindaje eficaz contra EMI y protección eficaz contra el impacto de rayos sin necesidad de materiales adicionales.

5 La estructura 300 compuesta que incluye la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono puede tener eficacia de blindaje contra EMI de banda ancha, lo que puede ser particularmente beneficioso en aplicaciones aeroespaciales, puesto que cada banda de radiofrecuencia ("RF") puede afectar a la electrónica y la aviónica de manera diferente. Como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono que incluye la capa 204 portadora (por ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono) y la estructura 242 de nanomaterial de carbono pueden proporcionar blindaje contra EMI a frecuencias medias (de entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz) y a altas frecuencias (mayores de aproximadamente 1 GHz). Como ejemplo, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono que incluye la capa 204 portadora con recubrimiento 214 de níquel (por ejemplo, velo 210 de fibra de carbono recubierto de níquel) y la estructura 242 de nanomaterial de carbono pueden proporcionar blindaje contra EMI eficaz a bajas frecuencias (de menos de aproximadamente 100 MHz), frecuencias medias (de entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz) y a altas frecuencias (mayores de aproximadamente 1 GHz).

El uso de un material dieléctrico como la capa 204 portadora o la capa 256 dieléctrica acoplada a la capa 204 portadora puede proporcionar una barrera a la estructura 300 compuesta subyacente para protección contra rayos, por ejemplo, manteniendo la corriente de los rayos en la superficie en el caso de un impacto de rayos y permitiendo que la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono disperse la energía antes de que entre y produzca daño en la estructura 300 compuesta subyacente.

En diversos ejemplos, los materiales seleccionados para la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono pueden seleccionarse para proporcionar una eficacia de blindaje contra EMI deseada (en decibelios) ("dB") para una frecuencia o intervalo de frecuencias particular. Como ejemplo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono (formada a partir de la red de nanomateriales 226 de carbono enmarañados) puede dotar a la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono de blindaje contra EMI eficaz a frecuencias medias y altas. Una capa 204 portadora conductora (por ejemplo, formada por un material conductor o un material recubierto metálico) puede dotar a la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono de blindaje contra EMI eficaz a bajas frecuencias. Por consiguiente, la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono que incluye la capa 204 portadora (por ejemplo, el velo 210 de fibra de carbono) con recubrimiento 254 metálico (por ejemplo, recubrimiento 214 de níquel) y la estructura 242 de nanomaterial de carbono pueden proporcionar blindaje contra EMI eficaz a bajas frecuencias, frecuencias medias y altas frecuencias. El níquel usado como recubrimiento 254 metálico puede proporcionar de manera beneficiosa el mayor rendimiento o la mayor eficacia de blindaje a bajas frecuencias.

Sin limitarse a ninguna teoría particular, reducir la resistencia de la capa 204 portadora puede equipararse a un aumento en la conductividad y, por tanto, a un aumento en la eficacia de blindaje contra EMI, por ejemplo, particularmente a bajas frecuencias.

Tal como se ilustra en la figura 10, se muestra la eficacia de blindaje contra EMI de diversas configuraciones de material de la lámina 202 compuesta. La figura 10 muestra ejemplos de la eficacia de blindaje de la primera capa 204a portadora, la estructura 242 de nanomaterial de carbono, la primera lámina 202a compuesta de nanomaterial de carbono, la segunda capa 204b portadora, la segunda lámina 202b compuesta de nanomaterial de carbono, la tercera capa 204c portadora y la tercera lámina 202c compuesta de nanomaterial de carbono.

Como ejemplo, la estructura 242 de nanomaterial de carbono incluye una red enmarañada de nanomateriales 226 de carbono. La estructura 242 de nanomaterial de carbono puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 58 dB y aproximadamente 62 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

45 Como ejemplo, la primera capa 204a portadora incluye un material conductor. El material conductor puede incluir una capa de material conductor, una capa de material conductor que tiene un recubrimiento metálico (por ejemplo, recubrimiento de níquel), o una capa de material no conductor que tiene un recubrimiento metálico. La primera capa 204a portadora puede tener una resistencia de aproximadamente 0,1 ohm. La primera capa 204a portadora puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 58 dB y aproximadamente 68 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

Como ejemplo, la primera lámina 202a compuesta de nanomaterial de carbono incluye la primera capa 204a portadora y la estructura 242 de nanomaterial de carbono. La primera lámina 202a compuesta de nanomaterial de carbono puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 61 dB y aproximadamente 78 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

55 Como ejemplo, la segunda capa 204b portadora incluye un material conductor. El material conductor puede incluir una capa de material conductor, una capa de material conductor que tiene un recubrimiento metálico (por ejemplo, recubrimiento de níquel), o una capa de material no conductor que tiene un recubrimiento metálico. La segunda capa 204b portadora puede tener una resistencia de aproximadamente 0,04 ohm. La segunda capa 204b portadora puede

proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 65 dB y aproximadamente 75 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

5 Como ejemplo, la segunda lámina 202b compuesta de nanomaterial de carbono incluye la segunda capa 204b portadora y la estructura 242 de nanomaterial de carbono. La segunda lámina 202b compuesta de nanomaterial de carbono puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 67 dB y aproximadamente 86 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

10 Como ejemplo, la tercera capa 204c portadora incluye un material conductor. El material conductor puede incluir una capa de material conductor, una capa de material conductor que tiene un recubrimiento metálico (por ejemplo, recubrimiento de níquel), o una capa de material no conductor que tiene un recubrimiento metálico. La tercera capa 204c portadora puede tener una resistencia de aproximadamente 0,02 ohm. La tercera capa 204c portadora puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 74 dB y aproximadamente 78 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

15 Como ejemplo, la tercera lámina 202c compuesta de nanomaterial de carbono incluye la tercera capa 204c portadora y la estructura 242 de nanomaterial de carbono. La tercera lámina 202c compuesta de nanomaterial de carbono puede proporcionar una eficacia de blindaje que oscila entre aproximadamente 65 dB y aproximadamente 97 dB a lo largo de frecuencias que oscilan entre aproximadamente 100 MHz y aproximadamente 1 GHz.

20 Los ejemplos de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono y la estructura 300 compuesta y los métodos para obtener las mismas dados a conocer en el presente documento pueden describirse en el contexto del método 110 de fabricación y revisión de aeronaves tal como se muestra en la figura 7 y la aeronave 1200 tal como se muestra en la figura 8.

25 Durante la producción previa, el método 1100 ilustrativo puede incluir la especificación y el diseño, tal como se muestra en el bloque 1102, de la aeronave 1200, que puede incluir el diseño de la estructura 300 compuesta que tiene la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, y la obtención del material, tal como se muestra en el bloque 1104. Durante la producción, puede tener lugar la fabricación de componentes y subconjuntos, tal como se muestra en el bloque 1106, y la integración del sistema, tal como se muestra en el bloque 1108, de la aeronave 1200. La producción de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono y el uso de la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono en la estructura 300 compuesta, tal como se describe en el presente documento, puede llevarse a cabo como una parte de la etapa de producción, fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 1106) y/o como una parte de la integración del sistema (bloque 1108). A continuación, la aeronave 1200 puede someterse a certificación y envío, tal como se muestra en el bloque 1110, para ponerse en servicio, tal como se muestra en el bloque 1112. Mientras está en servicio, la aeronave 1200 puede programarse para mantenimiento y revisión de rutina, tal como se muestra en el bloque 1114. El mantenimiento y la revisión de rutina pueden incluir modificación, reconfiguración, restauración, etc. de uno o más sistemas de la aeronave 1200.

35 Cada uno de los procedimientos del método 1100 ilustrativo puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador del sistema, un tercero y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador del sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes y subcontratistas de sistemas principales de la aeronave; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, empresa de arrendamiento, entidad militar, organización de servicios, etc.

40 Tal como se muestra en la figura 17, la aeronave 1200 producida mediante el método 1100 ilustrativo puede incluir la estructura 1202 del avión, por ejemplo, que tiene paneles de revestimiento compuestos que incluyen la lámina 202 compuesta de nanomaterial de carbono, y una pluralidad de sistemas 1204 de alto nivel y el interior 1206. Los ejemplos de los sistemas 1204 de alto nivel incluyen uno o más del sistema 1208 de propulsión, el sistema 1210 eléctrico, el sistema 1212 hidráulico y el sistema 1214 medioambiental. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios dados a conocer en el presente documento pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria del automóvil, la industria marítima, y similares.

45 Los aparatos y métodos mostrados o descritos en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las fases del método 110 de fabricación y revisión. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 1106) pueden fabricarse o elaborarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras que la aeronave 1200 está en servicio (bloque 1112). Además, uno o más ejemplos de los aparatos, métodos, o combinación de los mismos pueden utilizarse durante las fases de producción (bloques 1108 y 1110), por ejemplo, aumentando el blindaje contra EMI y/o la protección contra rayos eficaces de la aeronave 1200. De manera similar, uno o más ejemplos de los aparatos, métodos, o una combinación de los mismos, pueden utilizarse, por ejemplo y sin limitación, mientras que la aeronave 1200 está en servicio (bloque 1112) y durante la fase de mantenimiento y revisión (bloque 1114).

55 Aunque se han mostrado y descrito diversos ejemplos del material laminado de nanomaterial de carbono divulgado, la estructura compuesta y los métodos para obtener los mismos, a los expertos en la técnica pueden ocurrírseles modificaciones tras la lectura de la memoria descriptiva. La presente solicitud incluye tales modificaciones y está limitada solo por el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Lámina (202) compuesta de nanomaterial de carbono, que comprende:
 - a) una capa (258) de una estructura (242) de nanomaterial de carbono, y
 - b) una capa (204) portadora que comprende un material no tejido metalizado poroso, estando unida la capa (204) portadora a la estructura (242) de nanomaterial de carbono,
- 5 en la que una película (216) protectora desprendible está acoplada a la capa (204) portadora, y la capa (204) portadora está ubicada entre la película (216) protectora y la estructura (242) de nanomaterial de carbono.
2. Lámina (202) compuesta según la reivindicación 1, en la que la capa (204) portadora está unida permanentemente a la estructura (242) de nanomaterial de carbono.
- 10 3. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en la que la lámina (202) compuesta comprende un material laminado.
4. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la estructura (242) de nanomaterial de carbono comprende una estructura orientada aleatoriamente, distribuida uniformemente de nanotubos (228) de carbono (CNT).
- 15 5. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la estructura (242) de nanomaterial de carbono tiene un gramaje de al menos 1 gramo de nanomaterial de carbono por metro cuadrado (gsm).
6. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la capa (204) portadora comprende una fibra recubierta de níquel.
- 20 7. Lámina 202 compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que los CNT (228) comprenden CNT de pared individual (SWCNT).
8. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que los CNT comprenden además CNT de paredes múltiples (MWCNT).
- 25 9. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que al menos algunos de los nanomateriales (226) de carbono, que forman la estructura (242) de nanomaterial, están intercalados a través del grosor de la capa (204) portadora y están enmarañados con la capa (204) portadora de manera que la estructura (242) de nanomaterial de carbono está unida permanentemente a la capa (204) portadora.
10. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la estructura de nanomaterial de carbono comprende al menos uno de nanotubos de carbono, nanopartículas de carbono, nanoesferas de carbono y grafeno.
- 30 11. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además al menos una capa (262) polimérica o capa (264) de encapsulación polimérica acoplada a la estructura (242) de nanomaterial de carbono.
- 35 12. Lámina (202) compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende además un material (266) preimpregnado acoplado a la estructura (242) de nanomaterial de carbono.
13. Método de fabricación de una lámina (202) compuesta de nanomaterial de carbono, comprendiendo el método:

unir una capa de una estructura (242) de nanomaterial de carbono a una capa (204) portadora, estando fabricada la capa (204) portadora de un material no tejido metalizado poroso, y que comprende además acoplar una película protectora desprendible a la capa (204) portadora, en el que la capa (204) portadora se ubica entre la película (216) protectora y la estructura (242) de nanomaterial de carbono.
- 40 14. Método según la reivindicación 13, en el que la capa de la estructura (242) de nanomaterial de carbono se une permanentemente a la capa (204) portadora.

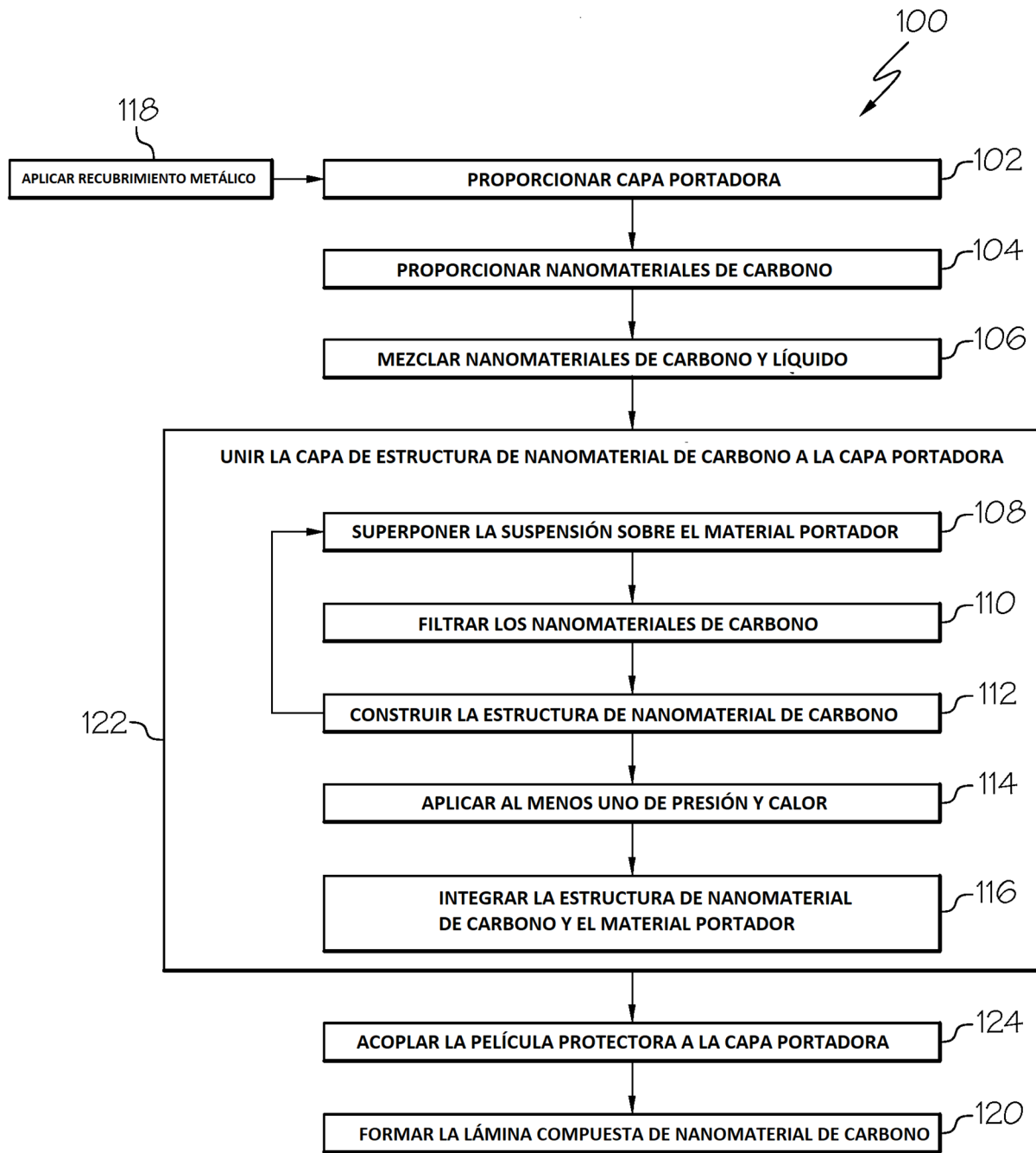


FIG. 1

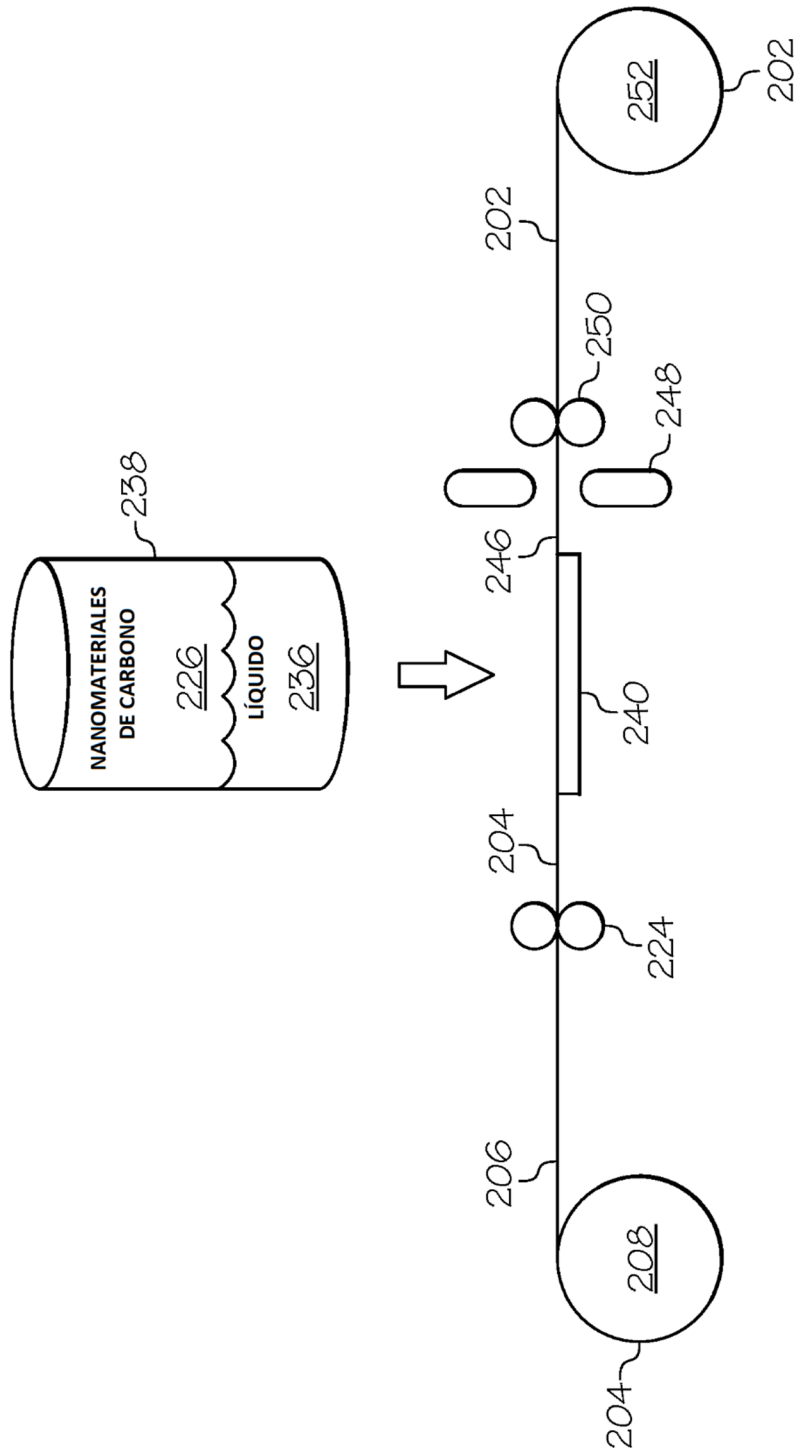


FIG. 2

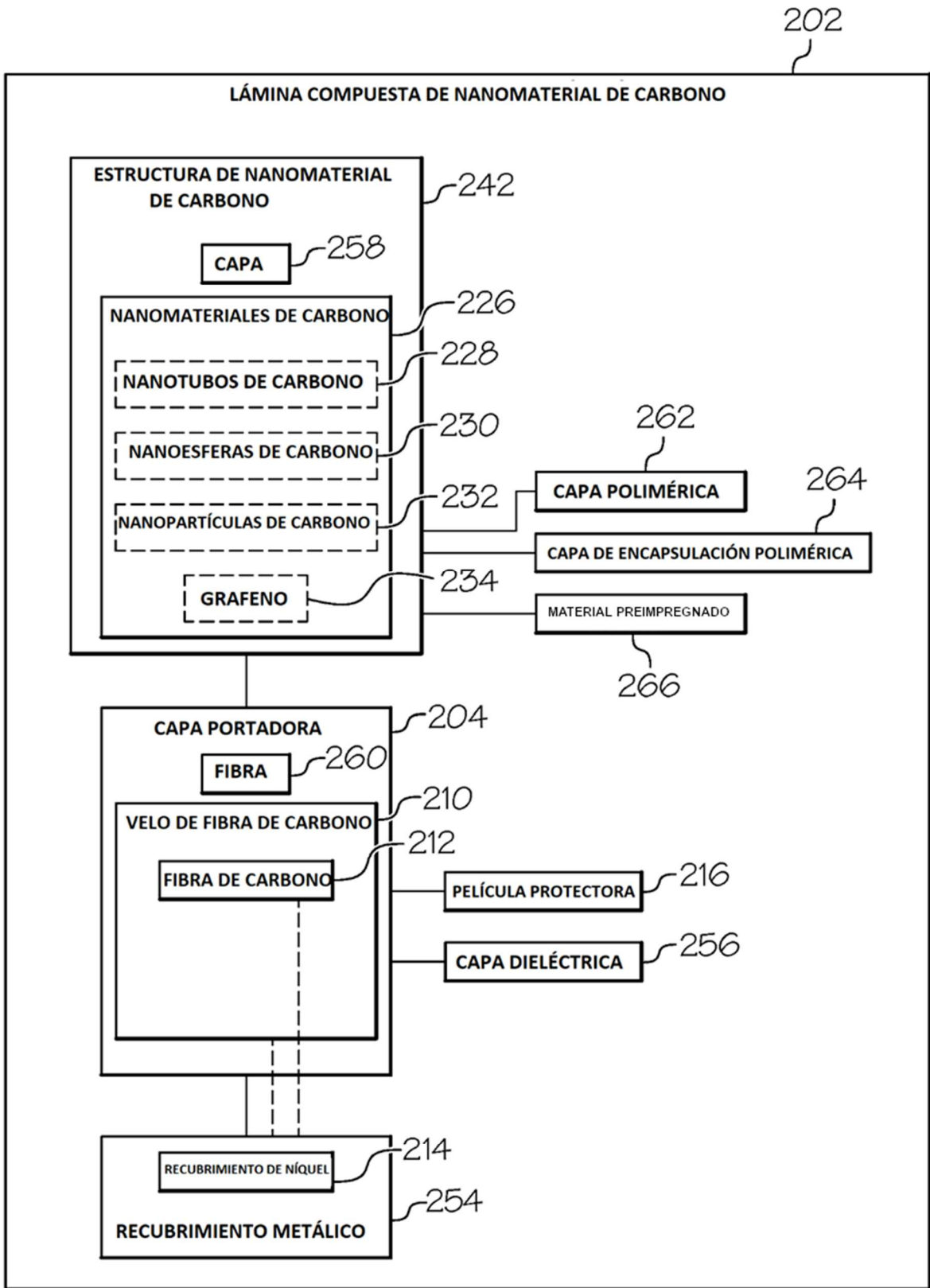


FIG. 3

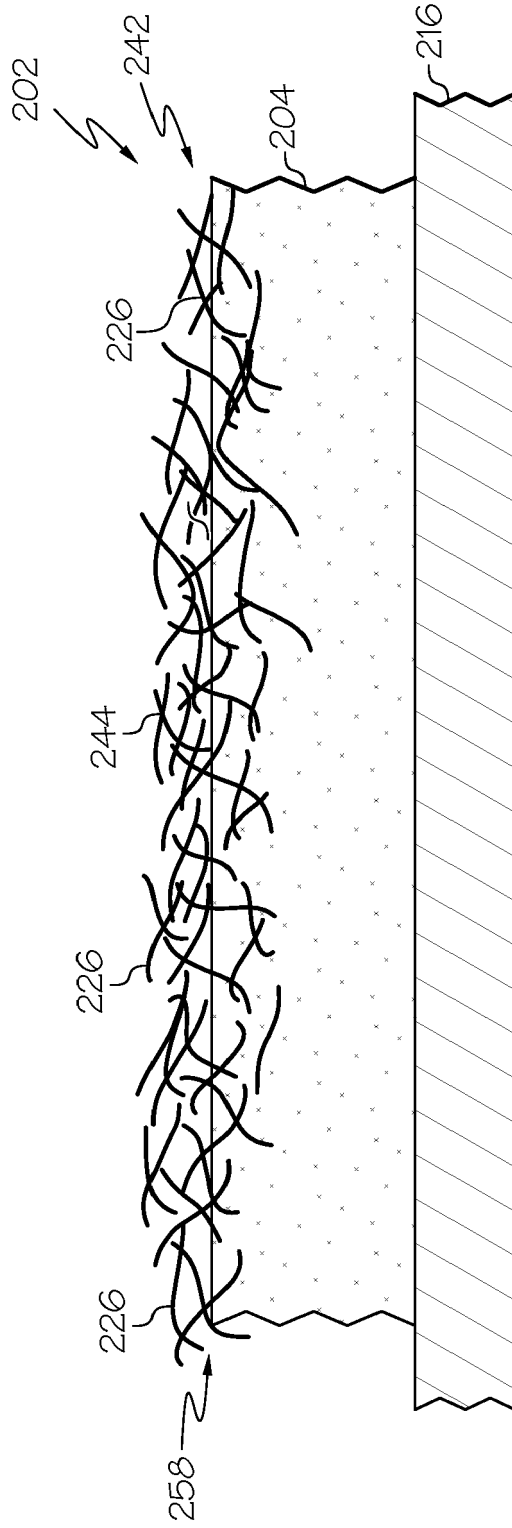


FIG. 4

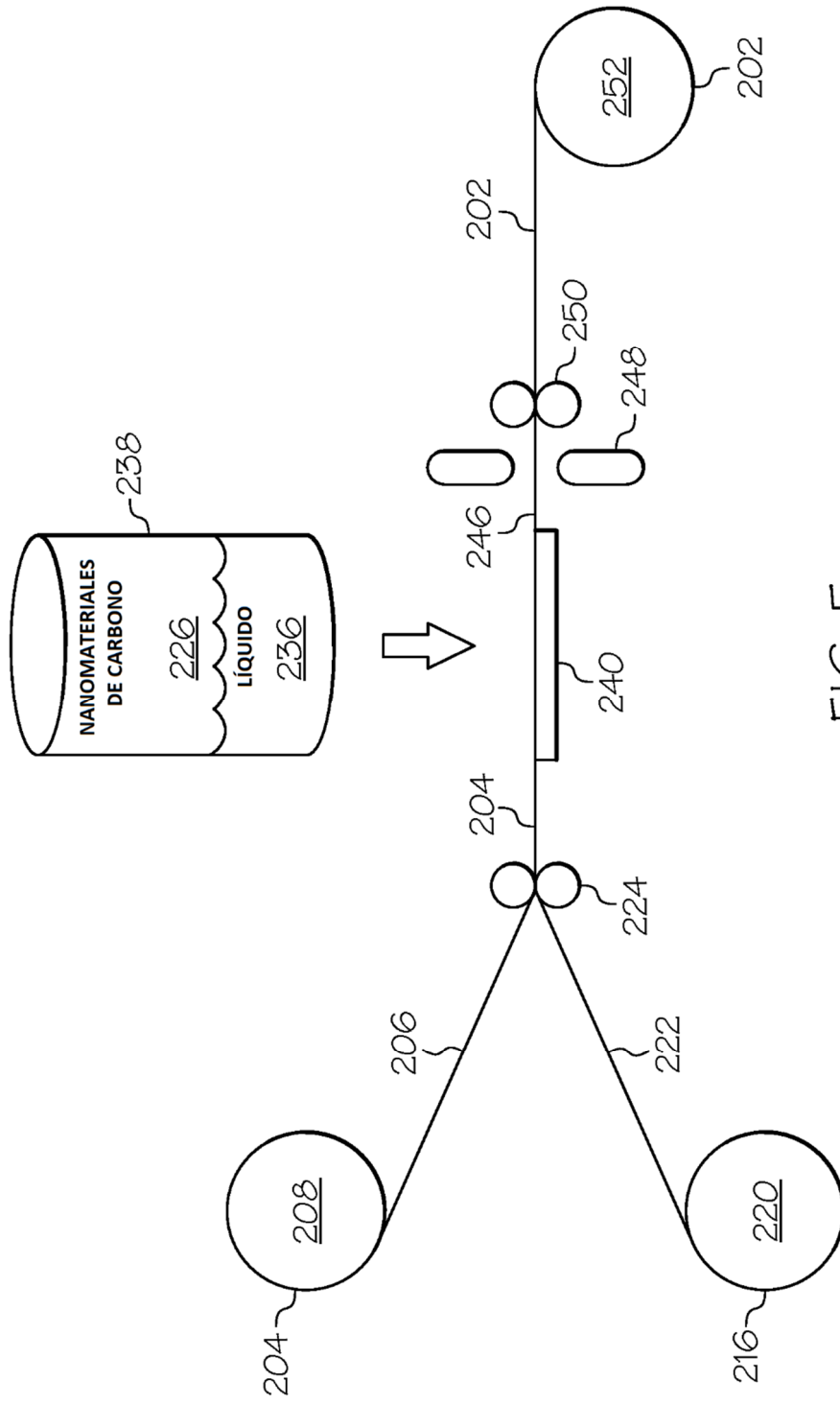


FIG. 5

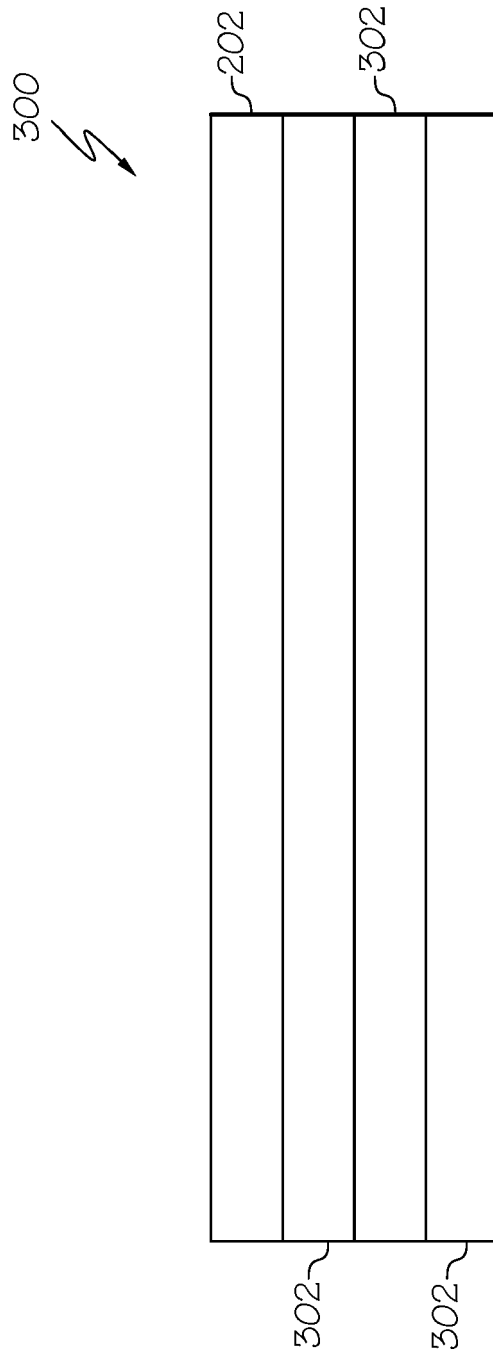


FIG. 6

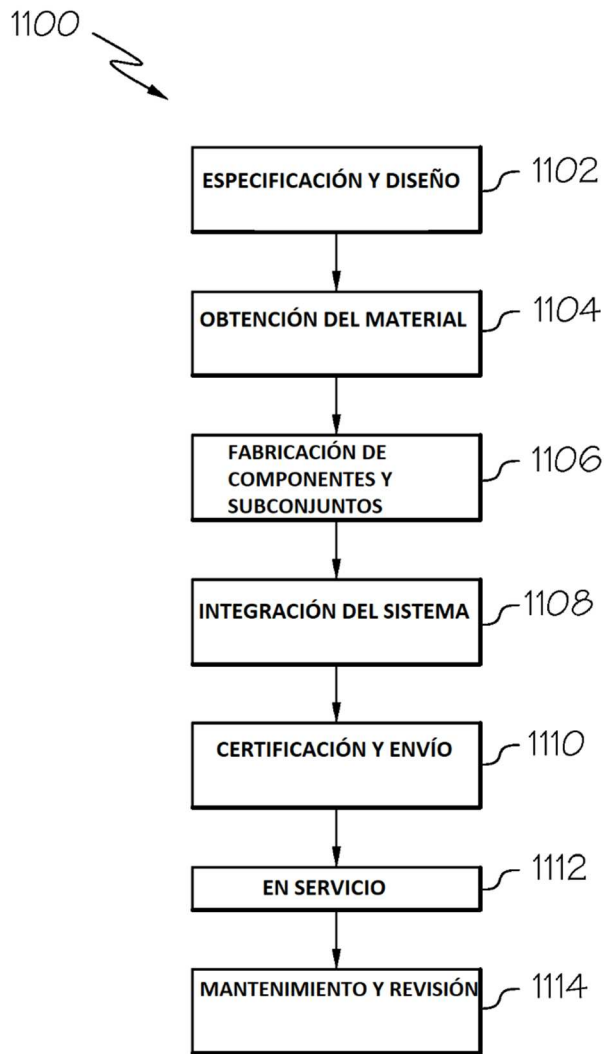


FIG. 7

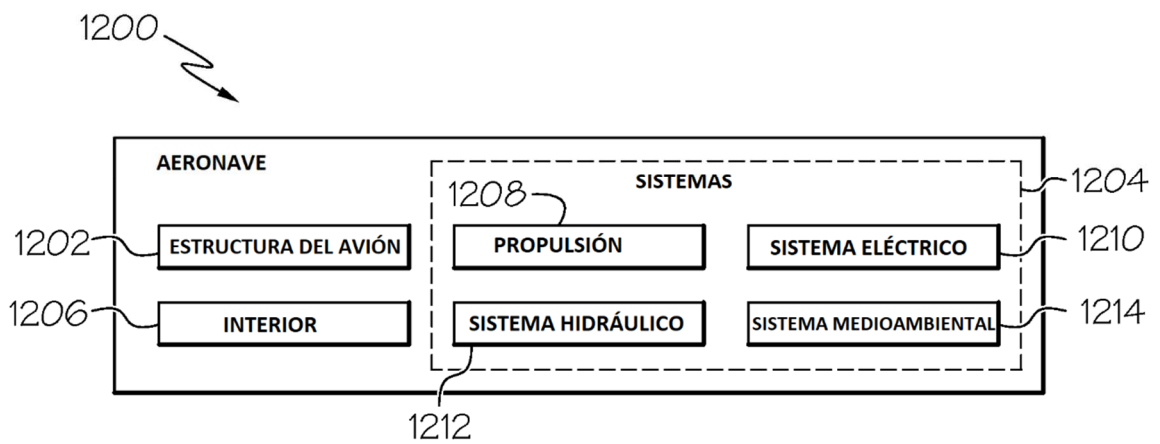


FIG. 8

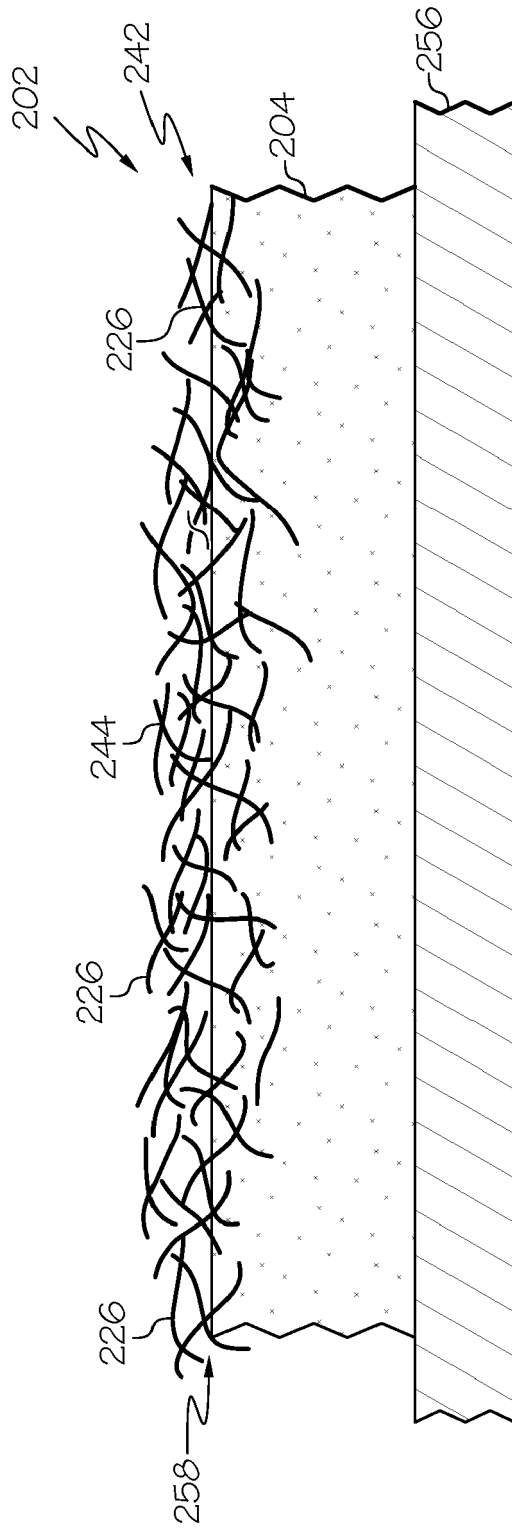


FIG. 9

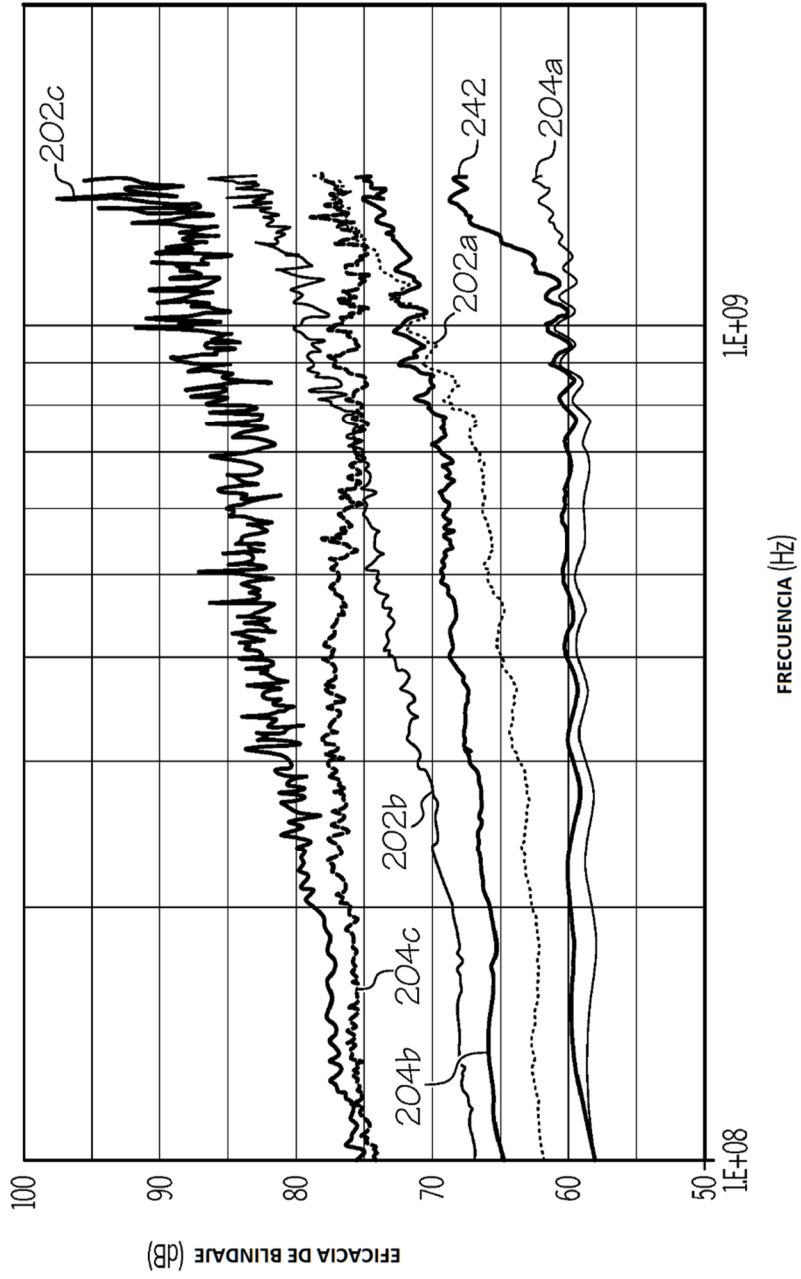


FIG. 10