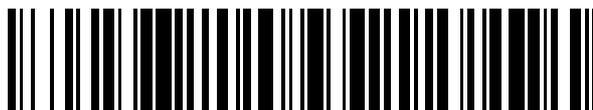


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 956**

51 Int. Cl.:

<b>B32B 5/28</b>	(2006.01)	<b>B64C 1/12</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/02</b>	(2006.01)	<b>B32B 27/36</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/04</b>	(2006.01)		
<b>B32B 15/12</b>	(2006.01)		
<b>B32B 15/14</b>	(2006.01)		
<b>B32B 15/20</b>	(2006.01)		
<b>B32B 27/04</b>	(2006.01)		
<b>B32B 27/12</b>	(2006.01)		
<b>B32B 27/34</b>	(2006.01)		
<b>B64D 45/02</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2010 PCT/GB2010/051759**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11051698**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2010 E 10770868 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016 EP 2496411**

54 Título: **Protector de riesgo electromagnético para materiales compuestos**

30 Prioridad:

**02.11.2009 GB 0919088**

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

**27.10.2016**

73 Titular/es:

**HEXCEL COMPOSITES LIMITED (100.0%)  
Duxford  
Cambridge, Cambridgeshire CB2 4QD, GB**

72 Inventor/es:

**FISSET, EMILIE;  
ELLIS, JOHN y  
MACKENZIE, PAUL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 587 956 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**

Protector de riesgo electromagnético para materiales compuestos

**CAMPO TÉCNICO**

5 La presente invención se refiere a protectores de riesgo electromagnético, particularmente protectores para caídas de rayos, para aplicación sobre materiales compuestos, adecuados para su aplicación en un aparato de laminado automático.

**ANTECEDENTES**

10 Los materiales compuestos tienen ventajas bien documentadas sobre los materiales de construcción tradicionales, particularmente en relación al hecho de proporcionar propiedades mecánicas excelentes a densidades de material muy bajas. Como resultado, la utilización de tales materiales está resultando cada vez más generalizada y sus campos de aplicación van desde "industrial" y "deportes y ocio" a componentes aeroespaciales de alto rendimiento.

15 Un material compuesto común está hecho de un estratificado de una pluralidad de capas de fibra, intercaladas con capas de resina. Aunque las fibras de carbono tienen alguna conductividad eléctrica, la presencia de las capas intercaladas significa que esto sólo se exhibe en el plano del estratificado. La conductividad eléctrica en la dirección ortogonal a la superficie del estratificado, la así llamada dirección z, es baja.

20 Esta falta de conductividad en la dirección z es generalmente aceptada para contribuir a la vulnerabilidad de estratificados compuestos a riesgos electromagnéticos tales como la caída de rayos. Una caída de un rayo puede causar daños al material compuesto que pueden ser bastante extensos, y podría ser catastrófica si ocurre en la estructura de un avión en vuelo. Este es por lo tanto un problema particular para estructuras aeroespaciales hechas a partir de tales materiales compuestos.

Un método bien conocido de abordar este problema es incluir un elemento conductor, por ejemplo una malla o lámina metálica, en o cerca de la superficie externa del material compuesto.

25 Una forma común que ha de aplicarse a tal elemento conductor es depositar manualmente, por parte de un controlador experto, el elemento conductor sobre la superficie de un molde para una estructura de carrocería aeroespacial. Subsiguientemente, el material compuesto, que comprende láminas de fibras estructurales y resina termoendurecible, típicamente en la forma de pre-impregnados, es depositado sobre la parte superior del elemento conductor. Sin embargo, las capas estructurales tienden a establecerse de manera automatizada por medio de un denominado aparato de laminado automático, o ATL (encintado automático).

30 Una máquina ATL típica requiere un rollo de material que es cargado sobre un mandril y alimentado a través de un sistema de rodillos a la cabeza ATL. Típicamente el recorrido implicará una etapa de corte y una etapa de calentamiento opcional. La etapa de corte asegura que las dimensiones del material son exactamente como se requiere, ya que cualquier desviación puede dar como resultado un acabado inaceptable. En la cabeza de ATL hay normalmente dos métodos de aplicación, la "zapata" de ATL o el "rodillo de compactación" de la cabeza de ATL. Cualquiera que sea el método empleado el material es llevado hacia abajo a contacto con la superficie y se aplica presión sobre una lámina de respaldo superior de papel de separación. La superficie inferior pegajosa se adhiere bajo presión y la lámina de respaldo es retirada automáticamente. Durante un proceso de ATL, el material que está siendo depositado está expuesto a tensiones muy altas de entre 50 y 300 N sobre una anchura de producto típica de 300 mm.

40 Siguiendo el procedimiento de laminado, la disposición es curada por exposición a temperatura elevada, y opcionalmente a presión elevada, para producir un estratificado compuesto curado. El estratificado curado se toma del molde y el elemento conductor está presente como parte de la estructura en el exterior de la estructura aeroespacial que ha de ser formada.

45 Se ha demostrado satisfactoriamente que los materiales compuestos proporcionan estructuras robustas, ligeras y fiables para aplicaciones aeroespaciales. Existe así una tendencia a una utilización creciente y a una sustitución gradual de la estructura metálica tradicional. Como resultado, se están produciendo áreas cada vez mayores del avión a partir de material compuesto. Por consiguiente, la mano de obra requerida para depositar el elemento conductor está resultando en un coste creciente y una carga de tiempo en la fabricación de tales estructuras.

Idealmente tales elementos protectores de riesgo electromagnético conductor serían depositados automáticamente, como lo es el material compuesto, sin embargo esto está lleno de dificultades y no se conoce que exista ninguna solución automatizada satisfactoria.

50 El documento US 2009/258220 A1 describe un sistema y un método para la fabricación de material de protección contra la caída de rayos integrado.

El documento DE 10 2006 035847 A1 describe un método de producción de una sección de ala para por ejemplo un

avión, que implica depositar la disposición estructural sobre el aparato de laminado por la máquina de encintado, y curar la disposición estructural para formar la sección de ala.

El documento US 2006/292375 A1 describe composiciones de resina con carga termoplástica elevada.

El documento GB 2 433 467A describe una estructura protectora de superficie exterior.

- 5 El documento US 2003/064223 A1 describe pre-impregnados epoxi estables a temperatura ambiente.

De acuerdo con la invención, se ha proporcionado un estratificado, un proceso, un componente y un método como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

- 10 Después de alguna investigación, los presentes inventores han encontrado que es particularmente difícil proporcionar un protector de riesgo electromagnético que sea capaz de adherirse a la superficie de un molde y ser separado de su lámina de respaldo, mientras el protector permanece coherente y permanece reunido durante el laminado automatizado.

Una dificultad fundamental es que la superficie de un molde está diseñada para ser difícil de adherirse con el fin de que el producto formado pueda ser fácilmente retirado. Así desarrollar una sustancia para adherir al molde es un reto. Además, no debe sólo adherirse al molde si no también adherirse a él más fuertemente de lo que lo hace cualquier lámina de respaldo que es adherida al mismo.

- 15 Así, en un primer aspecto la invención se refiere a un estratificado de resistencia al riesgo electromagnético flexible curable, que comprende una capa de material metálico eléctricamente conductor y resina termoendurecible, en el que una primera cara externa del estratificado comprende una lámina de respaldo que se puede separar en contacto con resina, y una segunda cara externa del estratificado comprende resina, en el que la segunda cara externa tiene una adherencia mayor que la primera cara externa con la lámina de respaldo retirada.

- 20 Se ha encontrado que tal estratificado de resistencia electromagnética se adhiere a las superficies del molde y es capaz de separarse de la lámina de respaldo y así puede ser fijado satisfactoriamente en él.

- 25 En otro aspecto, la invención se refiere a la combinación de un estratificado de resistencia al riesgo electromagnético flexible, curable, y a un molde, comprendiendo el estratificado una capa de material metálico eléctricamente conductor y resina termoendurecible, en el que una primera cara externa del estratificado comprende una lámina de respaldo que se puede separar en contacto con resina, y una segunda cara externa del estratificado comprende resina en contacto con una superficie de moldeo del molde, en el que la fuerza de adhesión entre la segunda cara externa y la superficie del molde es mayor que entre la lámina de respaldo y la resina en la primera cara externa.

- 30 Como el estratificado es un protector de materiales compuestos convencionales, y está destinado a ser combinado con tal material, tales estructuras compuestas no son necesarias en el propio estratificado. Así típicamente el estratificado está libre de capas de fibras discretas, por ejemplo las fibras de un solo filamento que son puestas juntas unidireccionalmente o tejidas para formar una capa estructural del compuesto.

Adicionalmente, el estratificado comprende típicamente una vía ininterrumpida de resina a través del grosor del estratificado para proporcionar coherencia. En otras palabras, las dos caras externas del estratificado están preferiblemente en comunicación resinosa.

- 35 Los dispositivos de laminado automático emplean típicamente un rollo de material preparado específicamente para el aparato. Así, el estratificado es preferiblemente lo bastante flexible de modo que es capaz de formar un rollo con un diámetro de menos de 20 cm, preferiblemente menos de 10 cm.

- 40 Los aparatos de laminado automáticos conocidos requieren que el rollo satisfaga dimensiones particulares. Así, el rollo es o bien enrollado sobre un núcleo de diámetro interior de 254 mm o bien de 295 mm dentro de una tolerancia de 0,5 mm de cualquier manera y el rodillo tiene o bien 300 mm o bien 150 mm de longitud dentro de una tolerancia de 0,050 mm de cualquier manera.

Como tal, el estratificado preferiblemente no es tan grueso que no pueda ser enrollado fácilmente. Así típicamente el estratificado tiene un grosor de desde 0,5 a 5,0 mm, preferiblemente desde 0,5 a 4,0, más preferiblemente desde 1,0 a 3,0 mm.

- 45 El material metálico conductor es típicamente en forma de lámina, y puede ser poroso o no poroso, por ejemplo una lámina metálica expandida. Preferiblemente el material metálico es poroso donde los poros pueden ser microscópicos o grandes agujeros abiertos. En una realización preferida, el material metálico es una lámina metálica expandida que toma la forma de un material de tela metálica. Si el material metálico es no poroso entonces comprenderá típicamente tiras discretas de modo que la resina pueda unir el estratificado junto desde ambos lados del material metálico.

- 50 El material metálico puede comprender una variedad de metales conductores, por ejemplo bronce, aluminio, cobre, plata, oro, níquel, zinc y tungsteno. Se prefiere el cobre debido a su excelente conductividad eléctrica.

- El grosor y el peso del material metálico conductor pueden variar significativamente según se requiera un protector de rayos de servicio pesado o de servicio ligero. La presente invención trabaja igualmente bien sobre un intervalo de grosores y pesos y así el material metálico conductor tiene preferiblemente un peso por unidad de área de desde 50 a 1000 g/m<sup>2</sup>. Sin embargo, la invención es particularmente adecuada para los materiales metálicos de menor peso y así preferiblemente el material metálico tiene un peso por unidad de área de desde 50 a 500 g/m<sup>2</sup>, más preferiblemente desde 50 a 200 g/m<sup>2</sup>.
- Como el material metálico conductor puede ser seleccionado sobre un amplio rango de pesos, el peso del estratificado puede variar consiguientemente. Sin embargo, el peso del estratificado excluyendo el material metálico es típicamente controlado de forma más estricta. Así el peso por unidad de área del estratificado excluyendo el elemento metálico es preferiblemente menor de 800 g/m<sup>2</sup>, más preferiblemente menor de 500 g/m<sup>2</sup>, más preferiblemente menor de 300 g/m<sup>2</sup>.
- También se ha encontrado que las altas tensiones aplicadas a tales estratificados de resistencia al riesgo electromagnético durante la utilización de un aparato de encintado automático puede causar deformación, estiramiento o remodelado del elemento conductor, particularmente cuando es un metal altamente dúctil tal como cobre.
- Así, preferiblemente el estratificado comprende además una lámina sustancialmente que no se puede remodelar de material sólido.
- Que no se puede remodelar sustancialmente significa que cuando es colocado bajo tensiones encontradas durante la aplicación automática del encintado, ocurre un estiramiento no significativo en el plano y retiene su forma original. Así el material podría ser igualmente descrito como siendo sustancialmente no extensible o sustancialmente que no se puede estirar. Claramente el material sólido es flexible y plegable pero lo consigue sin alterar su forma. Otro término que describe esta propiedad es que el material sólido no es dúctil.
- Por "sustancialmente que no se puede remodelar" se entiende que el material se extiende menos del 1,0% cuando una tira de material de 2,54 cm de anchura y 33,0 cm de longitud es colgada desde un extremo y una masa de 500 g es unida y distribuida uniformemente a través del otro extremo de la tira durante 1 minuto. Preferiblemente el material se extiende menos del 0,5%.
- El material sólido que no se puede remodelar sustancialmente puede ser poroso o no poroso. Sin embargo, un material poroso es ventajoso ya que permite que una resina sin curar fluya a través de los poros durante la fabricación asegurando así que un estratificado coherente es formado con el material sólido efectivamente embebido en resina.
- El material sólido puede ser eléctricamente conductor o eléctricamente aislante. Sin embargo puede haber ventajas en cuanto a la resistencia a la caída de rayos si es eléctricamente aislante.
- El material para el material sólido se puede seleccionar a partir de un número de posibilidades tales como fibra de vidrio tales como tejidos o velos y polímeros aislantes tales como poliéster y nailon.
- Un velo que comprende fibras cortas de material y formadas juntas aleatoriamente para formar una manta, proporciona una disposición excelente para un material sustancialmente que no se puede remodelar.
- Como es importante minimizar el peso del estratificado, el material sólido es típicamente de muy poco peso por unidad de área. Típicamente tiene un peso por unidad de área de desde 5 a 100 g/m<sup>2</sup>, preferiblemente desde 5 a 50 g/m<sup>2</sup>, más preferiblemente desde 5 a 40 g/m<sup>2</sup>, más preferiblemente desde 5 a 20 g/m<sup>2</sup>.
- La lámina de respaldo puede ser una de las muchas utilizadas típicamente en la técnica en fabricación de pre-impregnados. Típicamente está hecha de papel pero puede estar hecha de otros materiales.
- La resina termoendurecible se puede seleccionar a partir de las conocidas convencionalmente en la técnica para utilizar en fabricación de material compuesto, tales como resinas de fenol-formaldehído, urea-formaldehído, 1,3,5-triacina-2,4,6-triamina (melamina), bismaleimida, resina de epoxi, resinas de éster de vinilo, resinas de benzoxacina, poliésteres, poliésteres insaturados, resinas de éster de cianato, o mezclas de los mismos.
- Son particularmente preferidas resinas de epoxi, por ejemplo resinas de epoxi monofuncionales, bifuncionales, trifuncionales o tetrafuncionales. Resinas de epoxi bifuncionales preferidas incluyen diglicidil éter de Bisfenol F (por ejemplo, Araldite GY 281), diglicidil éter de Bisfenol A, diglicidil dihidroxi naftaleno y mezclas de los mismos. Una resina de epoxi altamente preferida es una resina de epoxi trifuncional que tiene al menos un anillo de fenilo meta-sustituido en su cadena principal, por ejemplo Araldite MY 0600. Una resina de epoxi tetrafuncional preferida es tetraglicidil diamino difenilmetano (por ejemplo, Araldite MY721). Una mezcla de resinas de epoxi bi- y tri-funcionales también es altamente preferida.
- La resina termoendurecible también puede comprender uno o más agentes de curado. Los agentes de curado adecuados incluyen anhídridos, particularmente anhídridos poli-carboxílicos; aminas, particularmente aminas aromáticas, por ejemplo 1,3-diamino benceno, 4,4'-diaminodifenilmetano, y particularmente las sulfonas, por ejemplo 4,4'-diaminodifenil sulfona (4, 4' DDS), y 3,3'-diaminodifenil sulfona (3, 3' DDS), y las resinas de fenol-formaldehído. Los

agentes de curado preferidos son las amino sulfonas, particularmente 4,4' DDS y 3,3' DDS.

La resina termoendurecible también está presente típicamente en capas discretas, que contienen posiblemente una o más láminas porosas del metal y, si está presente, el material sólido embebido en ellas. Así el material metálico y, si está presente, usualmente también el material sólido, estarán típicamente junto a dos capas de resina, es decir, emparedados entre ellas, que pueden estar en comunicación resinosa entre sí a través de los poros o aberturas en el material metálico.

En una realización preferida, la lámina de material sólido que no se puede remodelar sustancialmente está posicionada entre el material metálico conductor y la lámina de respaldo. Se ha encontrado que cuando la lámina de material sólido es porosa, la resina tiende a migrar preferiblemente hacia el interior del estratificado, reduciendo así la pegajosidad de la superficie de resina en el lado que comprende la lámina de material sólido (poroso). Disponiendo el material sólido para que esté en el lado de la lámina de respaldo, la adherencia o pegajosidad de esta cara interna es así reducida.

Así, en una realización preferida, el estratificado comprende capas de material con el fin de, empezando con la lámina de respaldo: una capa de resina, la lámina de material sólido, una capa de resina, el material metálico y una capa de resina con una vía ininterrumpida continua de resina a través del grosor del estratificado.

Sin embargo, también se ha encontrado que el material sólido que no se puede remodelar sustancialmente puede proporcionar un acabado de superficie superior cuando está posicionado en el lado del material metálico no cubierto en la lámina de respaldo. Esto es porque cubre la superficie a veces basta del material metálico y proporciona un flujo de resina uniforme y reducido.

Por lo tanto en una realización preferida adicional, el estratificado comprende una segunda lámina que no se puede remodelar sustancialmente de material sólido. En esta realización se ha encontrado que tener una lámina de material sólido en ambos lados del material metálico es particularmente preferido porque el acabado superficial del material es mejorado mientras que también sigue siendo adecuado para un laminado automatizado y se proporcionan otras mejoras en estiramiento en la resistencia al remodelado.

Con el fin de ayudar a asegurar que se consiga una adherencia relativa, es preferible que haya una mayor cantidad de resina en el lado del material metálico que no contiene la lámina de respaldo que en el lado que contiene la lámina de respaldo. Por lo tanto se prefiere que la relación de la cantidad de resina en el lado no respaldado al lado respaldado sea mayor que 1:1 pero menor que 10:1, preferiblemente desde 1,1:1 a 5:1, más preferiblemente desde 1,3:1 a 3:1.

Los estratificados según la invención pueden ser fabricados en una variedad de formas. Sin embargo, preferiblemente son fabricados de forma continua reuniendo capas de material.

Así, en otro aspecto, la invención se refiere a un proceso para la fabricación de un estratificado de resistencia electromagnética como se ha descrito aquí, que comprende alimentar de forma continua la lámina de material metálico eléctricamente conductor, y llevar a contacto con las caras exteriores del material dos láminas de material de respaldo al menos una de las cuales está revestida en resina termoendurecible, comprimir después de ello las láminas juntas y luego retirar una lámina de material de respaldo.

Si está presente, el material sólido que no se puede remodelar sustancialmente es preferiblemente alimentado al mismo tiempo que el material metálico.

Típicamente la compresión de las láminas es llevada a cabo pasando las láminas a través de uno o más rodillos, por ejemplo entre dos rodillos de aplastamiento que giran en sentido contrario. Durante la etapa de compresión el estratificado es calentado típicamente de modo que se reduce la viscosidad de la resina sin iniciar el curado, por ejemplo a una temperatura de desde 40 a 150 °C.

En una realización preferida ambas láminas de material de respaldo están revestidas en resina termoendurecible.

La lámina de material sólido que no se puede remodelar sustancialmente es adherida preferiblemente a un revestimiento de resina que reviste una lámina de material de respaldo. Se ha encontrado que esto proporciona un estratificado coherente cuando la resina tiende a migrar internamente al estratificado durante la compresión.

En una realización preferida un segundo material sólido que no se puede remodelar sustancialmente también es adherido a un revestimiento de resina que reviste la otra lámina de material de respaldo.

Se observará que, en el proceso anterior, la lámina de respaldo que es retirada es de la cara exterior del estratificado que es la más adhesiva de las dos. En la práctica esto no parece que sea posible, ya que cualquier proceso continuo que intente esto dará como resultado inevitablemente que no se desee que la lámina de respaldo de la cara externa menos adhesiva sea retirada.

Los inventores han encontrado que esto puede ser de hecho conseguido. Preferiblemente, ambas láminas de material de respaldo son retiradas, típicamente de forma simultánea. Esto se ha encontrado que puede ser conseguido, incluso cuando una de las láminas de respaldo puede estar adherida a una cara externa del estratificado con una fuerza mayor

que la otra. Esto es a continuación seguido llevando a contacto con la cara externa menos adhesiva, una lámina de material de respaldo de sustitución, típicamente seguido por la compresión de la lámina al estratificado.

5 Preferiblemente el material de respaldo que es retirado (bien una o bien dos láminas) es de mala calidad. Un papel de mala calidad es un papel que tiene al menos uno, preferiblemente al menos dos, más preferiblemente al menos tres o incluso al menos cuatro de los siguientes atributos: tiene una separación de más de 15,5 cN/10 cm según el PA 3,1-20/Finat 10; tiene una resistencia mecánica buena con una resistencia mecánica a tracción menor de 20 N/mm<sup>2</sup> de acuerdo con ISO 527-3/2/500; tiene un grosor de menos de 90 micrómetros; tiene un peso de menos de 80 g/m<sup>2</sup>.

10 Preferiblemente el material de respaldo que no es retirado o el material de respaldo de sustitución es de buena calidad. Un papel de buena calidad es un papel que tiene al menos uno, preferiblemente al menos dos, más preferiblemente al menos tres e incluso al menos cuatro de los siguientes atributos: tiene una separación de menos de 15,5 cN/10 cm según el PA 3,1-20/Finat 10; tiene una buena resistencia mecánica con una resistencia mecánica a tracción mayor de 20N/mm<sup>2</sup> de acuerdo con ISO 527-3/2/500; tiene un grosor de desde 100 a 200 micrómetros; tiene un peso de desde 100 a 200 g/m<sup>2</sup>.

15 El estratificado es entonces típicamente enrollado para formar un rollo y preparado para ser depositado sobre una superficie del molde por un aparato de encintado automático.

20 Así, en un aspecto adicional, la invención se refiere a un método para depositar sobre una superficie del molde, un estratificado de resistencia al riesgo electromagnético flexible curable como se ha descrito aquí, en el que una cara externa del estratificado comprende una lámina de respaldo que se puede separar en contacto con resina, en el que el estratificado es alimentado automáticamente desde un rollo a la superficie del molde por una cabeza de herramienta de tal manera que la cara externa más adhesiva del estratificado que comprende resina termoendurecible hace contacto con la superficie del molde y el estratificado se adhiere a la superficie del molde cuando la herramienta deposita el estratificado y la lámina de respaldo es retirada, dejando el estratificado en su sitio sobre la superficie del molde sin su lámina de respaldo.

25 Esto va típicamente seguido por la operación de depositar sobre la superficie expuesta del estratificado depositado, un número de pre-impregnados que comprenden fibras estructurales y resina termoendurecible.

Una vez que se han depositado los pre-impregnados, la disposición es curada por exposición a temperatura elevada, y opcionalmente a presión elevada, para producir un estratificado curado resistente al riesgo electromagnético.

Así, en un aspecto adicional, la invención se refiere a un estratificado curado resistente al riesgo electromagnético obtenible por el método anterior.

30 Tal estratificado curado es particularmente adecuado como un componente del cuerpo de un vehículo, particularmente para un componente del fuselaje de vehículo aeroespacial.

La invención será ahora ilustrada, a modo de ejemplo, y con referencia a las siguientes figuras, en las que:

La fig. 1a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de protección contra el riesgo electromagnético que cae fuera de la presente invención.

35 La fig. 1b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 1a.

La fig. 2a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de protección contra el riesgo electromagnético de acuerdo con la invención.

La fig. 2b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 2a.

40 La fig. 3a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de protección contra el riesgo electromagnético de acuerdo con la invención.

La fig. 3b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 3a.

La fig. 4a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de protección contra el riesgo electromagnético de acuerdo con la invención.

La fig. 4b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 4a.

45 La fig. 5a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de protección contra el riesgo electromagnético de acuerdo con la invención.

La fig. 5b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 5a.

La fig. 6a es una representación esquemática de una vista en sección transversal a través de un estratificado de

protección contra el riesgo electromagnético de acuerdo con la invención.

La fig. 6b es una representación esquemática de un proceso para la fabricación del estratificado mostrado en la fig. 6a.

La fig. 7 es una imagen de una cabeza de herramienta de un aparato de encintado automatizado adecuado para utilizar en la presente invención.

5 EJEMPLOS

Un número de estratificados de resistencia electromagnética que comprenden una lámina de cobre expandida de 73 g/m<sup>2</sup> como el componente metálico fueron fabricados con un contenido variable de resina. Los estratificados incluyen, uno, dos o cero velos de poliéster de 12 g/m<sup>2</sup> disponibles bajo el nombre Optimat de Technical Fibre Products (Kendal, UK), que constituyen el material sólido que no se puede remodelar sustancialmente.

10 Todos los estratificados fueron ensayados para su adecuación para depositar sobre una superficie de molde mediante el uso de un aparato de encintado automatizado y fueron evaluados en cuanto a sus propiedades de estabilidad y facilidad de separación sobre cinco en una escala arbitraria.

La calidad del acabado superficial fue también evaluada, utilizando de nuevo una escala arbitraria de cinco puntos con propósitos de comparación.

15 Para Estabilidad de ATL

1 - Estratificado estirado y deformado inaceptablemente

4 - Estiramiento muy pequeño - aceptable

5 - Estiramiento no perceptible

Para Separación de ATL

20 1 - estratificado no se separa de la lámina de respaldo en absoluto

3 - estratificado puede ser separado sobre el molde pero solo teniendo cuidado en cuanto a la velocidad del proceso

4 - Separación aceptable sobre un rango de velocidades del proceso.

5- Separación excelente en general

Para acabado superficial

25 1- Acabado superficial malo - agujeritos claros

2 - Agujeritos aún visibles

3 - Agujeritos no visibles pero superficie de resina no uniforme

4 - Acabado superficial liso

5 - Acabado superficial superior.

30 Los resultado se han mostrado a continuación en la tabla 1.

Tabla 1

	1	2	3	4	5	6	7
Peso de cobre	73	73	73	73	73	73	73
Peso de Resina 1	85	85	85	85	85	85	85
Peso de Resina 2	85	85	-	85	85	85	30
Peso de Velo 1	-	12	12	-	12	12	12
Peso de Velo 2	-	-	-	12	12	12	12
Resultados de ATL (clasificación de cada 5)	1	4	4	4	5	5	5
Resultados de ATL (clasificación de cada 5)	-	1	1	4	3	5	5
Resultados de acabado superficial (clasificación de cada 10)	1	4	3	2	4	4	5

Todos los pesos están en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). La posición 1 se refiere al lado del material metálico no cubierto en papel de respaldo y la posición 2 se refiere al lado del material metálico cubierto en papel de respaldo.

Los Ejemplos 1 a 6 se llevaron a cabo de acuerdo con los procesos 1b a 6b respectivamente. El ejemplo 7 se llevó a cabo por el proceso 6b.

5 Volviendo a las figuras, las figs. 1a a 6a muestran representaciones esquemáticas de secciones transversales a través de estratificados de resistencia contra la caída de rayos, cada una de las cuales es fabricada por los procesos 1b a 6b respectivamente. La fig. 1a está fuera de la invención mientras las figs. 2a a 6a están de acuerdo con la invención. Así, la fig. 1b está fuera de la invención mientras las figs. 2b a 6b están de acuerdo con la invención. Se utilizan los mismos materiales a lo largo de todas las figuras donde las características son equivalentes.

Los estratificados comprenden una lámina de cobre expandida 10 que constituye el componente metálico rodeado en ambos lados por capas de resina termoendurecible 12 y respaldado en un lado por el papel de respaldo 14.

10 La fig. 2a muestra esta disposición con la adición de un velo de poliéster/nylon 16, que constituye el material sólido que no se puede remodelar sustancialmente, posicionado en el lado del material metálico que mira lejos del papel de respaldo 14.

La fig. 3a muestra la disposición de la fig. 2a pero en la que ninguna capa de resina 12 está presente en el lado del papel de respaldo.

15 La fig. 4a muestra la disposición de la fig. 2a pero en la que el velo 16 está posicionado entre el material metálico 10 y la resina 12 y la lámina de respaldo 14.

Las figs. 5a a 6a muestran la disposición de la fig. 2a pero en la que se ha posicionado un velo adicional entre el material metálico 10 y la resina 12 y la lámina de respaldo 14.

20 Las figs. 1b a 6b muestran un carrete de lámina de cobre expandida que es alimentado a través de rodillos de compactación calentados 28 y eventualmente enrollada sobre el carrete 32 de enrollamiento.

25 En la fig. 1b la lámina de cobre expandida es llevada a contacto en ambas caras con papel de respaldo revestido con resina termoendurecible desde los carretes 22 y 24 antes de ser alimentada a través de los rodillos de compactación calentados 28. Después de compactación, se retira la lámina superior de papel de respaldo, dejando detrás la resina y es enrollada sobre el rodillo de rebobinado superior 30 de papel, antes de que el conjunto mostrado en la fig. 1a pase al carrete 32 de enrollamiento.

En la fig. 2b, la disposición es la misma que para la fig. 1b excepto en que se sustituye el carrete 22 por el carrete 23 que comprende el velo adherido a una capa de resina que está a su vez adherida al papel de respaldo.

En la fig. 3b, la disposición es la misma que para la fig. 2b, excepto en que se sustituye el carrete 24 por el carrete 25 que comprende sólo papel de respaldo.

30 En la fig. 4b, la disposición es la misma que para la fig. 1b, excepto en que se sustituye el carrete 24 por el carrete 26 que comprende el velo adherido a una capa de resina que está a su vez adherida al papel de respaldo.

En la fig. 5b la disposición es la misma que para la fig. 4b, en la que se sustituye el carrete 22 por el carrete 23 que comprende una segundo velo adherido a una capa de resina que está a su vez adherida al papel de respaldo.

35 En la fig. 6b, la disposición es la misma que para la fig. 5b, en la que además de que la lámina superior de papel de respaldo está siendo retirada, la lámina inferior de papel de respaldo también es retirada simultáneamente y enrollada por el rodillo de rebobinado 34 inferior del papel. Adicionalmente, una lámina nueva de papel de respaldo es subsiguientemente llevada a contacto con el estratificado en producción desde el rodillo de devanado 38 de papel.

40 La fig. 7 muestra una imagen de la cabeza de herramienta 50 de un aparato de encintado automatizado adecuado para utilizar en la presente invención. El estratificado 52 es alimentado a la cabeza de deposición 54 después de ser hecho pasar sobre el rodillo 56. La cabeza de deposición 54 hace pasar el estratificado 52 sobre la superficie de molde 58. Cuando el estratificado 52 hace contacto con la superficie del molde, la adhesión entre el estratificado 52 y el molde 58 es mayor que la que hay entre el estratificado 52 y su papel de respaldo 60 y así permanece adherido al molde cuando el papel de respaldo 60 se separa y es llevado sobre un rodillo (no mostrado).

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un estratificado de resistencia al peligro electromagnético flexible curable, que comprende una capa de material metálico conductor de electricidad, una lámina de material sólido poroso que tiene un peso por unidad de área de 5 a 100 g/m<sup>2</sup>, y resina termoendurecible, en donde una primera cara externa del estratificado comprende una lámina de respaldo que se puede separar en contacto con resina, en donde la lámina de material sólido poroso está dispuesta en la superficie de lámina de respaldo para reducir la adherencia de la primera cara externa, y una segunda cara externa del estratificado comprende resina, en donde la segunda cara externa tiene una mayor adherencia que la primera cara externa con la lámina de respaldo retirada, en la que la relación de la cantidad de resina en la segunda cara no soportada externa a la primera cara no soportada externa es de 1,1:1 pero menor de 10:1 y en donde la lámina de material sólido se extiende menos del 1,0% cuando una tira de material de 2,54 cm de anchura y 33,0 cm de longitud es sujeta desde un extremo y una masa de 500 g está unida y distribuida uniformemente a través del otro extremo de la tira durante 1 minuto.
2. Un estratificado según la reivindicación 1, que comprende una vía ininterrumpida de resina a través del grosor del estratificado.
3. Un estratificado según la reivindicación 1 ó 2, que es preferiblemente lo bastante flexible para ser capaz de formar un rodillo con un diámetro de menos de 20 cm.
4. Un estratificado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene un grosor de desde 0,5 a 5,0 mm.
5. Un estratificado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material metálico conductor tiene la forma de una lámina y es poroso.
6. Un estratificado según la reivindicación 5, en el que el material metálico es una hoja de metal expandida que toma la forma de un material de tela metálica.
7. Un estratificado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material metálico tiene un peso por unidad de área de desde 50 a 1500 g/m<sup>2</sup>.
8. Un estratificado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el peso por unidad de área del estratificado excluyendo el elemento metálico es menor de 800 g/m<sup>2</sup>.
9. Un estratificado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el estratificado comprende una segunda lámina de material sólido poroso.
10. Un estratificado según la reivindicación 9, en el que una lámina de lámina de material sólido poroso está posicionada en ambos lados del material metálico.
11. Un proceso para la fabricación de un estratificado de resistencia electromagnética según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el proceso alimentar al mismo tiempo de forma continua la lámina de material sólido poroso con la lámina de material metálico eléctricamente conductor, y llevando a contacto con las caras exteriores de las dos láminas de material de material de respaldo, en el que ambas láminas de material de respaldo están revestidas en resina termoendurecible, comprimiendo después de ello las láminas juntas y luego retirando simultáneamente ambas láminas de material de respaldo que es seguido llevando a contacto con la cara externa menos pegajosa una lámina de material de sustitución de respaldo.
12. Un proceso según la reivindicación 11, en el que la compresión de las láminas es llevada a cabo haciendo pasar las láminas a través de uno o más rodillos.
13. Un proceso según la reivindicación 11, en el que la lámina de material sólido poroso está adherida a un revestimiento de resina que reviste una lámina de material de respaldo.
14. Un proceso según la reivindicación 13, en el que una segunda lámina de material sólido poroso también está adherida a un revestimiento de resina que reviste la otra lámina de material de respaldo.
15. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, que es seguido por el estratificado que está siendo enrollado para formar un rollo.
16. Un método para depositar sobre una superficie del molde, un estratificado de resistencia electromagnética flexible curable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una cara externa del estratificado comprende una lámina de respaldo que se puede separar en contacto con resina, en el que el estratificado es alimentado automáticamente desde un rollo a la superficie del molde por una cabeza de herramienta de tal manera que una cara externa del estratificado que comprende resina termoendurecible curable pegajosa hace contacto con la superficie del molde y el estratificado se adhiere a la superficie del molde cuando la herramienta deposita el estratificado y la lámina de respaldo es retirada, dejando el estratificado en su sitio sobre la superficie del molde sin su lámina de respaldo.

17. Un método según la reivindicación 16, que va seguido por la operación de depositar sobre la superficie expuesta del estratificado depositado, un número de pre-impregnados que comprenden fibras estructurales y resina termoendurecible.

18. Un método según la reivindicación 17, en el que la disposición es curada por exposición a temperatura elevada, y opcionalmente presión elevada, para producir un estratificado curado resistente electromagnético.

5 19. Un estratificado curado resistente al riesgo electromagnético obtenible por el método según la reivindicación 18.

20. Un componente de fuselaje de vehículo aeroespacial, que comprende un estratificado curado según la reivindicación 19.

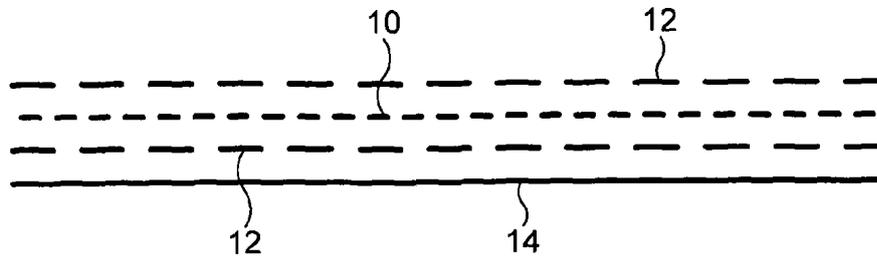


FIG. 1a

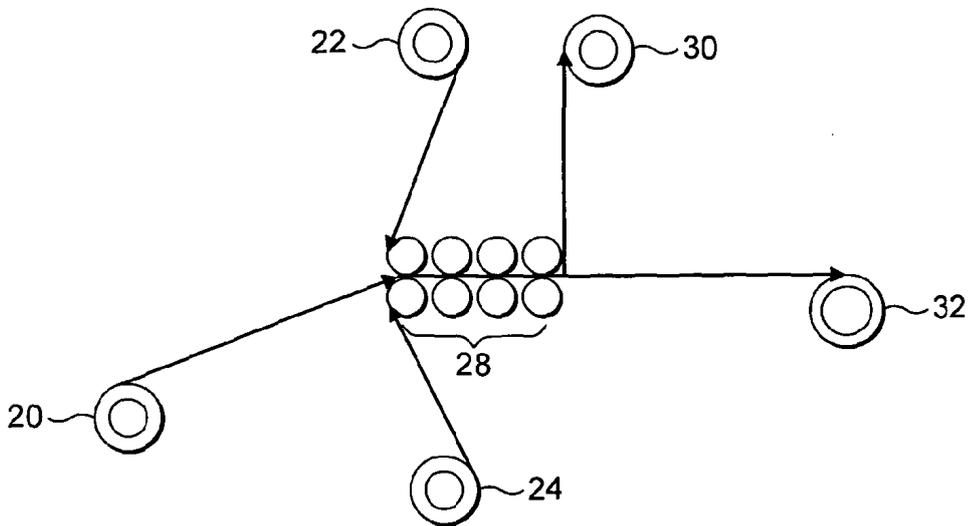


FIG. 1b

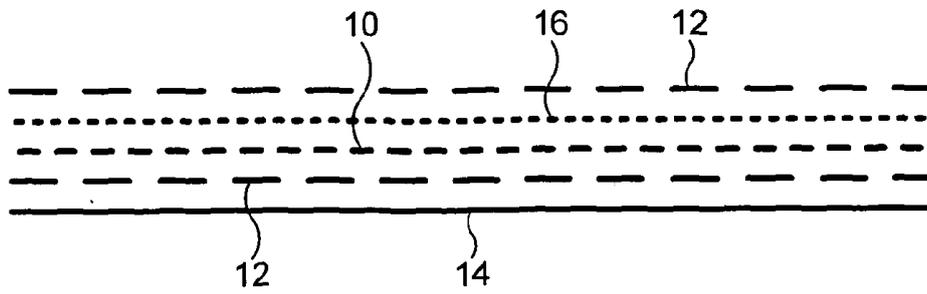


FIG. 2a

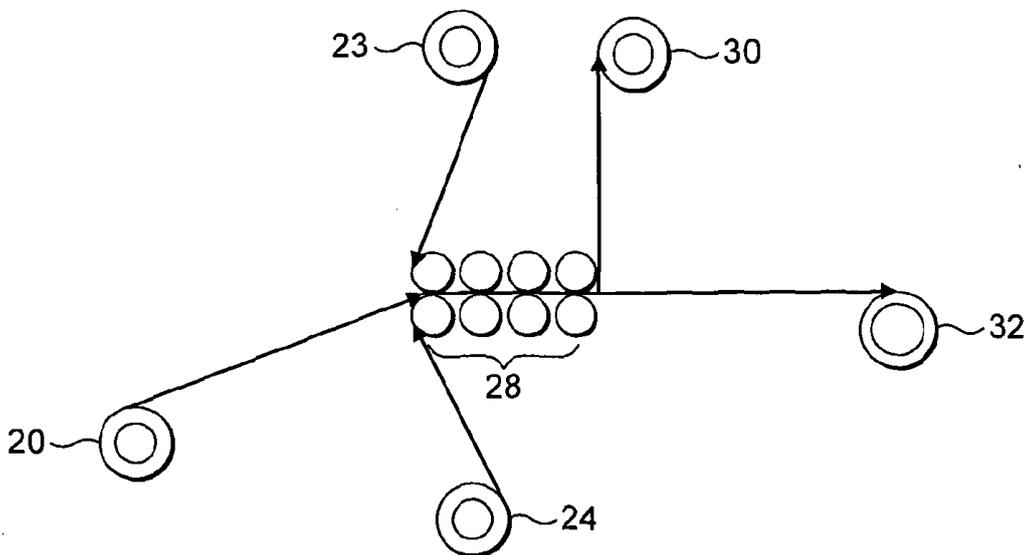


FIG. 2b

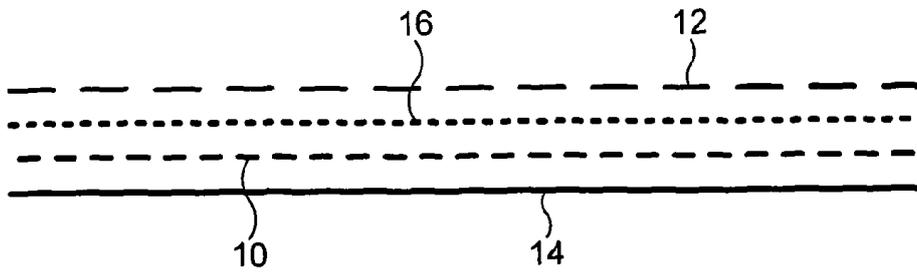


FIG. 3a

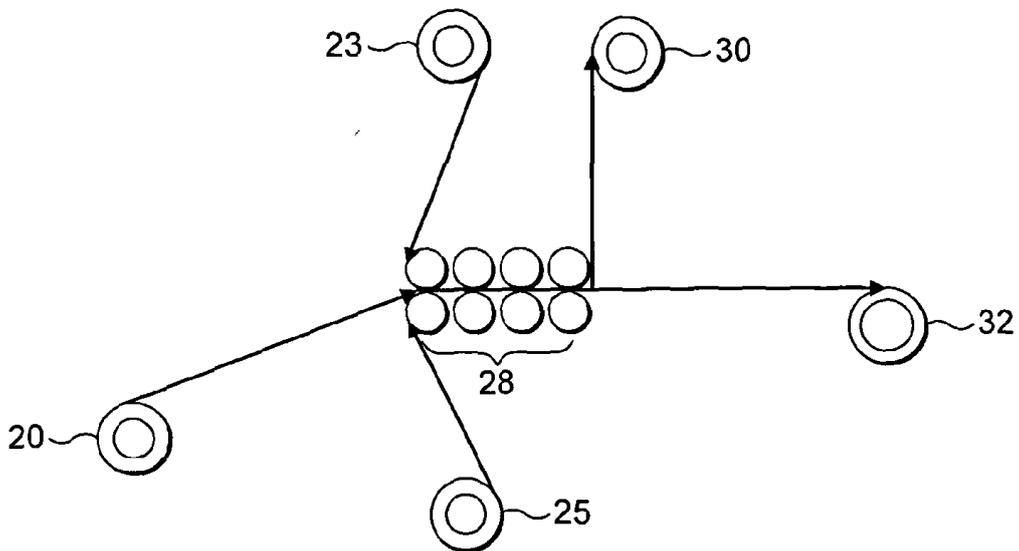


FIG. 3b

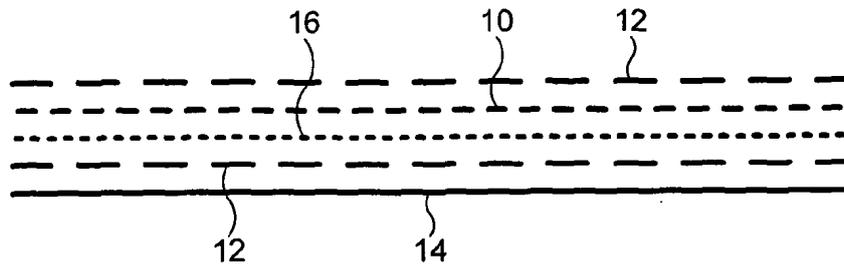


FIG. 4a

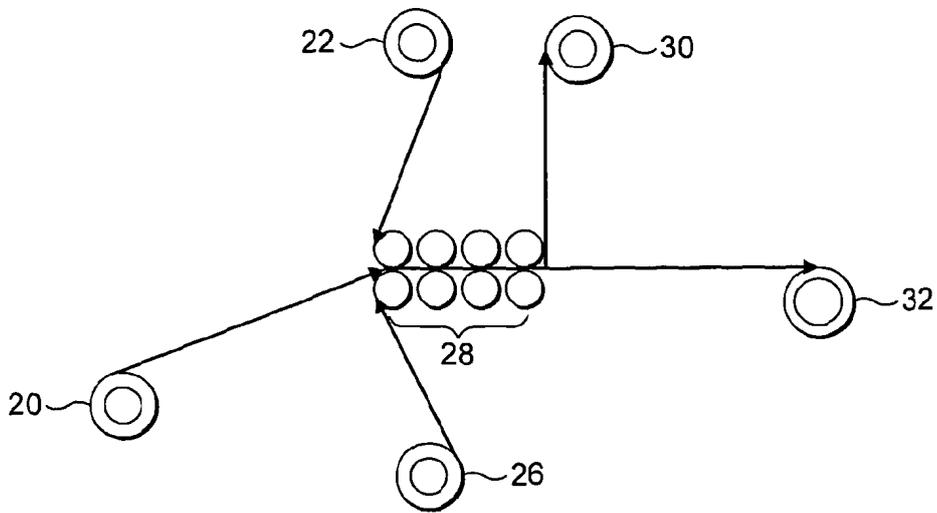


FIG. 4b

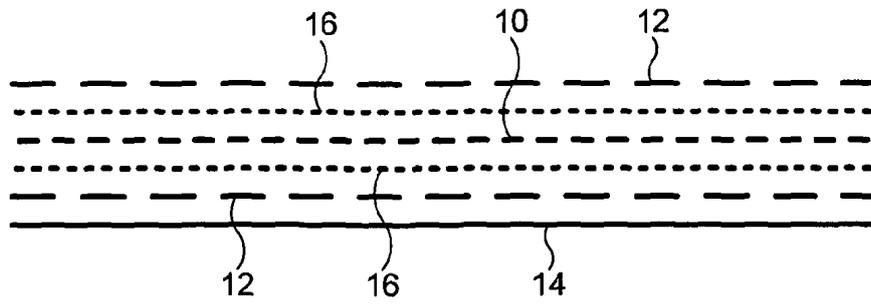


FIG. 5a

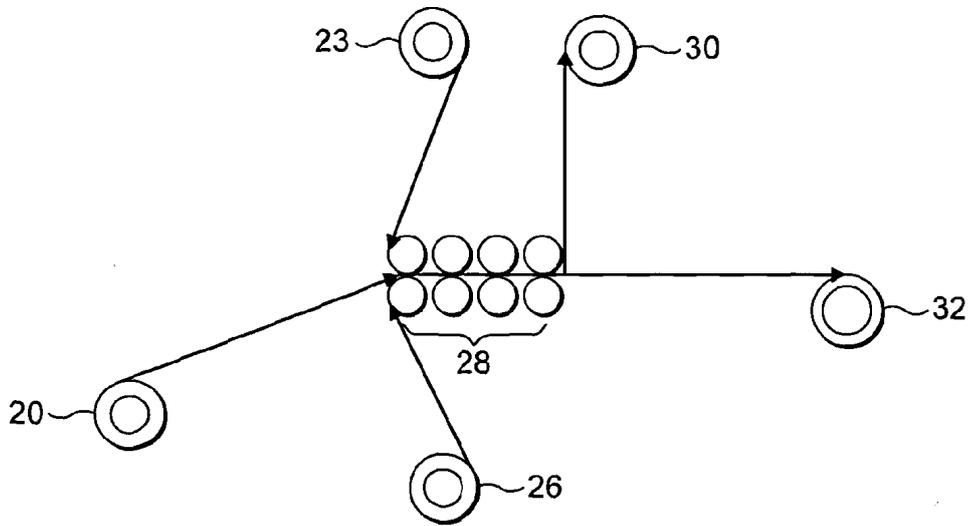


FIG. 5b

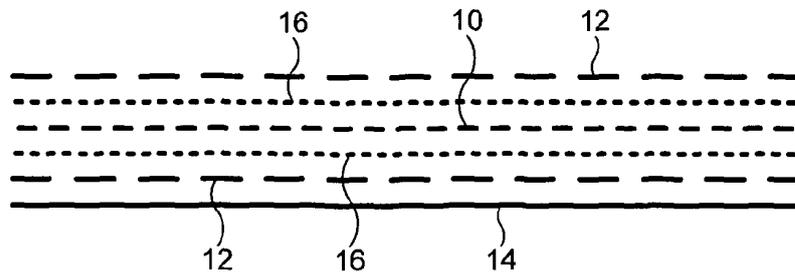


FIG. 6a

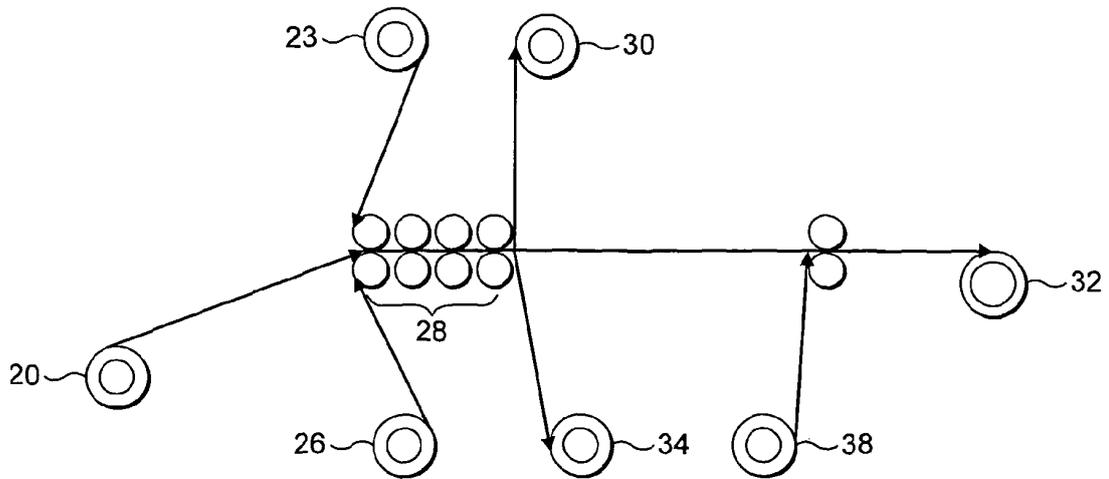


FIG. 6b

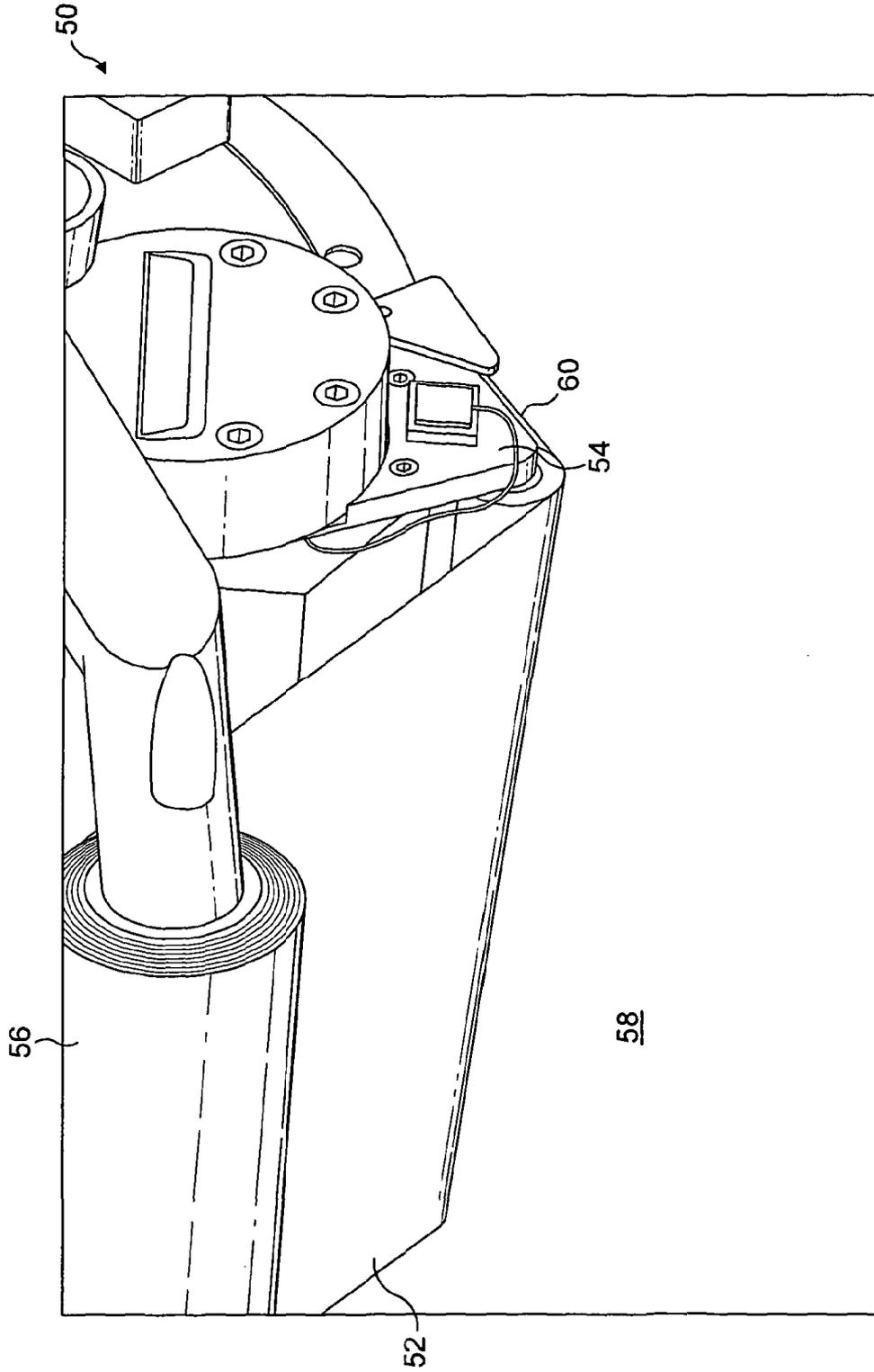


FIG. 7