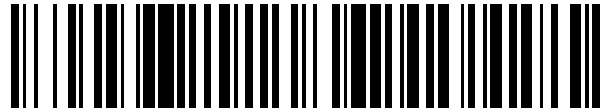


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 663**

51 Int. Cl.:

C08J 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2007 E 07105592 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 1845126**

54 Título: **Sistema de material compuesto de resina de doble curado y procedimiento de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

13.04.2006 US 403674

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

27.11.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**LIN, WENDY-LING y
YANG, WENLIANG PATRICK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 431 663 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

Sistema de material compuesto de resina de doble curado y procedimiento de fabricación del mismo

La invención versa, en general, acerca de técnicas de fabricación y, más en particular, acerca de técnicas de fabricación de material compuesto y productos basados en materiales compuestos poliméricos asociados.

5 Los productos compuestos estructurales, tales como las palas de turbinas eólicas y las estructuras de aeronaves, están compuestos de múltiples capas. El enfoque convencional para curar estas capas múltiples implica curar todas las capas conjuntamente al mismo tiempo en un horno o autoclave. En otras palabras, el procedimiento implica aplicar las capas una sobre la otra, y luego curar subsiguientemente todas las capas. La adhesión entre capas es generalmente buena pero a veces otras desventajas hacen que este enfoque no sea práctico. Por ejemplo, en la
10 fabricación de la sección base de palas de turbinas eólicas, pueden producirse pandeo y distorsión dimensional y formación de arrugas en las fibras durante la compactación en el ciclo de curado. Además, una reacción exotérmica excesiva procedente de las partes gruesas puede causar problemas. Otro enfoque para curar estas capas múltiples implica aplicar secuencialmente y curar completamente las capas una tras otra, utilizando un único mecanismo de curado. Entonces, se cura completamente la segunda capa de material compuesto antes de extender una tercera
15 capa de material compuesto. El procedimiento añade capas adicionales de material compuesto de la misma forma secuencial utilizando el único mecanismo de curado. Desafortunadamente, esta técnica de fabricación crea uniones adhesivas secundarias relativamente débiles entre las capas de material compuesto. Estas uniones adhesivas secundarias dan como resultado una resistencia interlaminar baja de forma poco deseable.

20 En el documento WO 2004/035651 se describe un procedimiento para aplicar un revestimiento a una lámina o a un compuesto de moldeo volumétrico. Las películas aplicadas son curadas parcialmente con radiación UV, y las películas parcialmente curadas son revestidas con un material de revestimiento. Entonces, se curan térmicamente ambas películas a la vez. En el documento WO 03/078477 se reviste un sustrato de hormigón con disoluciones primera y segunda de aglomerante de resina polimerizable, las disoluciones son expuestas a radiación UV para curar porciones de las disoluciones de resina, y se permite que las porciones no curadas de las disoluciones de
25 resina se curen térmicamente con el transcurso del tiempo.

Por lo tanto, se necesita desarrollar una técnica mejorada para abordar los problemas mencionados anteriormente.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento, que comprende:

activar un primer grupo funcional de una resina en una primera capa en respuesta a una primera fuente de curado;

30 activar un segundo grupo funcional de la resina en la primera capa y el segundo grupo funcional de la resina en una segunda capa dispuesta sobre la primera capa en respuesta a una segunda fuente de curado, en el que los grupos funcionales primero y segundo son distintos entre sí, y las fuentes primera y segunda de curado comprenden características de curado que son distintas entre sí;

crear un primer enlace covalente en una superficie de contacto de la primera capa y de la segunda capa;

35 activar el primer grupo funcional de la resina en una tercera capa y de la resina en una segunda capa en respuesta a la primera fuente de curado;

crear un segundo enlace covalente en una superficie de contacto de la segunda capa y de la tercera capa; y

activar el segundo grupo funcional de la resina en la tercera capa en respuesta a la segunda fuente de curado.

40 Se comprenderán mejor los diversos aspectos, características y ventajas de la presente invención cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los caracteres similares representan piezas similares en todos los dibujos, en los que:

La FIG. 1 es una vista en corte de una estructura de material compuesto de doble curado que comprende una resina e ilustra capas curadas de una resina con grupos funcionales duales según realizaciones de la presente invención;

45 la FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares para un procedimiento de curado de una estructura de material compuesto de doble curado que ilustra un mecanismo de doble curado según ciertas realizaciones de la presente invención;

50 la FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares para un procedimiento de fabricación de una estructura de material compuesto de doble curado que comprende capas de resina con grupos funcionales duales no según ciertas realizaciones de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares para un procedimiento de fabricación de una estructura de material compuesto con un mecanismo de doble curado según ciertas realizaciones de la presente invención;

5 la FIG. 5 es un diagrama de bloques de un sistema de fabricación utilizado en un mecanismo de doble curado en una estructura de material compuesto no según ciertas realizaciones de la presente invención;

la FIG. 6 es una ilustración esquemática de una realización ejemplar de la estructura de material compuesto de doble curado utilizada en un sistema de turbina eólica que comprende palas según realizaciones de la presente invención; y

10 la FIG. 7 es una ilustración esquemática de las palas en el sistema de turbina eólica, como se ilustra en la FIG. 6, según ciertas realizaciones de la presente invención.

Como se expone con detalle a continuación, diversas realizaciones de la presente invención proporcionan una estructura de material compuesto con un mecanismo de doble curado y un procedimiento de fabricación de la misma. Se define una estructura de material compuesto de doble curado utilizada en el presente documento como una estructura de material compuesto que tiene múltiples capas, estando fabricada la estructura de material compuesto utilizando un mecanismo de “doble curado” para unir las múltiples capas. El mecanismo de “doble curado” es un mecanismo en el que, inicialmente, se cura parcialmente una primera capa por medio de una primera característica de curado seguido de una segunda capa que se dispone encima de la primera capa. En una siguiente etapa, se cura parcialmente la segunda capa y se cura al menos adicionalmente o completamente la primera capa simultáneamente por medio de una segunda característica de curado. En ciertas realizaciones, se puede complementar el mecanismo de “doble curado” con una o más características adicionales de curado, haciendo del mecanismo un mecanismo generalmente de “curado múltiple”. Por ejemplo, se puede complementar el anterior escenario de doble curado al aplicar adicionalmente una tercera capa encima de la segunda capa, y luego al curar parcialmente la tercera capa y curar adicionalmente o completamente la segunda capa simultáneamente por medio de una tercera característica de curado. En este ejemplo, la primera capa también puede ser curada adicionalmente o completamente por medio de la tercera característica de curado simultáneamente con el curado de las capas segunda y tercera. De forma similar, se pueden aplicar sucesivamente capas cuarta, quinta, sexta, o adicionales sobre la estructura de material compuesto, y pueden ser curadas sucesivamente en etapas de curado parcial o finalmente completo por medio de dos o más características de curado (por ejemplo, las características primera, segunda o más de curado). De nuevo, las características de curado se alternan generalmente (por ejemplo, característica 1, 2, 1, 2, etc.) según se aplica cada capa sucesiva y se cura simultáneamente de forma parcial junto con una capa anterior. De esta forma, el mecanismo dado a conocer de “doble curado” o de “curado múltiple” puede ser descrito como un “curado de etapas solapadas” o “curado por etapas” o “curado escalonado” de capas adyacentes para crear enlaces covalentes en la superficie de contacto de las capas y, por lo tanto, mejorar la adhesión entre capas.

35 Los sistemas de curado rápido son deseables para estructuras grandes de material compuesto para obtener el tiempo de ciclo deseado de fabricación, para reducir la inversión significativa en la fábrica y los equipos, y para reducir adicionalmente el coste de referencia de una parte. Esto requiere la integración de la apropiada química de resinas con una fuente correspondiente de curado. En un sistema dado a conocer en el presente documento, para estructuras grandes de material compuesto, se introducen más de una fuente independiente de curado para activar un mecanismo de doble curado que controlará un estado de curado y la unión entre capas de la estructura de material compuesto para conseguir las propiedades mecánicas deseables. La fuente de curado es una fuente utilizada en el curado de capas de una estructura de material compuesto. Los ejemplos no limitantes de una fuente de curado son radiación de frecuencia ultravioleta, o radiación de frecuencia de microondas, o radiofrecuencia, o radiación de frecuencia visible, o ultrasónica, o láser, o haz de electrones o una combinación de los mismos.

45 Volviendo ahora a los dibujos, la FIG. 1 es una vista en corte transversal de una estructura 10 de material compuesto de doble curado que incluye una primera capa 12, una segunda capa 14 y una tercera capa 16 de una resina u otro material según realizaciones de la presente invención. Según se utiliza en el presente documento, “resina” incluye una resina o una mezcla de resinas. La estructura 10 de material compuesto puede incluir dos o más capas de una resina. En realizaciones alternativas, la estructura 10 de material compuesto puede incluir dos o más capas de otro tipo de material. La primera capa 12 incluye un primer grupo funcional 18 y un segundo grupo funcional 20. Según se utiliza en el presente documento, el “grupo funcional” está definido como un átomo o un grupo de átomos en un compuesto orgánico que proporciona al compuesto algunas de sus características que hacen que responda a un mecanismo específico de curado. Algunos ejemplos no limitantes de grupos funcionales incluyen aldehídos, aminas, hidroxilo, acrilato, metacrilato, vinilo, ciclo epóxido, eterepóxido de glicidilo con agentes polimerizantes de aminas, uretano, grupo reactivo tioleno o una combinación de los mismos. Algunos ejemplos de resinas que comprenden estos grupos funcionales son poliésteres no saturados, ésteres de vinilo, melaninas, formaldehídos de urea, fenólicos, metacrilatos, acrilatos, epoxis, uretanos, etc. Una segunda capa 14 de la resina que incluye el primer grupo funcional 18 y el segundo grupo funcional 20 está dispuesta sobre la primera capa 12.

De forma similar, una tercera capa 16 de la resina que incluye los grupos funcionales primero 18 y segundo 20 está dispuesta sobre la segunda capa 14 de la resina. Las capas primera 12 y segunda 14 están unidas por medio de un enlace covalente formado en una superficie 22 de contacto de las dos capas. De forma similar, las capas segunda 14 y tercera 16 están unidas por medio de un enlace covalente en una superficie 24 de contacto de las dos capas. Además, en un ejemplo no limitante, la estructura 10 de material compuesto incluye carbono, fibra de vidrio, fibra de basalto, y material compuesto de fibra polimérica (tal como polietileno y poliimida). A continuación se enumeran algunos ejemplos no limitantes de la química de doble curado y de las fuentes de curado:

Tabla 1:

Ej. 1	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	UV	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Acrilato + fotoiniciador Luz UV
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Amina + epoxi +Microondas o infrarrojos
Ej. 2	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	UV	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Acrilato + fotoiniciador luz UV
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Isocianato + alcohol +Microondas o infrarrojos
Ej. 3	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	HE	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Epoxi + catalizador catiónico HE
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Isocianato + alcohol +Microondas o infrarrojos
Ej. 4	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	HE	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Acrilato HE
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Amina + epoxi +Microondas o infrarrojos
Ej. 5	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	UV	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Acrilato + fotoiniciador UV
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Amina + epoxi +Microondas o infrarrojos
Ej. 6	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	UV	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Epoxi + fotoiniciador catiónico UV
	Térmico	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Éster de vinilo + peróxido +Microondas o infrarrojos
Ej. 7	Mecanismo	Grupo funcional/Química de la fuente de curado	
	UV	Fuente 1 de curado del primer grupo funcional	Acrilato + fotoiniciador 1 UV – Frecuencia 1
	UV	Fuente 2 de curado del segundo grupo funcional	Epoxi + fotoiniciador catiónico UV – Frecuencia 2

10 El Ej. 1 en la Tabla 1 ilustra la aplicación de una fuente (UV) 1 de curado para iniciar el fotocurado del primer grupo funcional (acrilato) y la aplicación de la fuente (infrarroja) 2 de curado para curar térmicamente los segundos grupos funcionales (epoxi con amina) según la realización descrita en la Fig. 1 Los ejemplos 2-7 siguen líneas similares.

15 La FIG. 2 ilustra un procedimiento 30 para curar una estructura 10 de material compuesto dual según la presente invención. El procedimiento 30 incluye activar un primer grupo funcional de una resina en una primera capa en respuesta a una primera fuente de curado en la etapa 32. El procedimiento 30 incluye, además, activar un segundo grupo funcional de la primera capa y el segundo grupo funcional de una segunda capa dispuesto encima de la primera capa en respuesta a una segunda fuente de curado en la etapa 34. Después de la activación del primer

grupo funcional 18 (al que se hace referencia en la FIG. 1) y del segundo grupo funcional 20 (al que se hace referencia en la FIG. 1) de la primera capa 12 (al que se hace referencia en la FIG. 1), la primera capa puede ser curada por completo. En ciertas realizaciones, como se ha hecho notar anteriormente, las capas pueden incluir grupos funcionales adicionales, de forma que el curado completo de las capas pueda producirse en tres o más etapas de curado con tres o más fuentes de curado. Sin embargo, la realización ilustrada incluye dos fuentes de curado, de forma que, en general, se cura por completo cada capa sucesiva en dos etapas.

Con referencia de nuevo a la FIG. 2, la activación del segundo grupo funcional 20 de la segunda capa 14 (al que se hace referencia en la FIG. 1) tiene como resultado un curado parcial de la segunda capa 14. Estas dan lugar a la creación de un primer enlace covalente en una superficie de contacto de la primera capa y de la segunda capa en la etapa 36. El procedimiento 30 incluye, además, activar un primer grupo funcional de una tercera capa y el primer grupo funcional de la segunda capa en respuesta a la primera fuente de curado en la etapa 38. Esto da lugar a una tercera capa 16 parcialmente curada (al que se hace referencia en la FIG. 1) y a una segunda capa 14 completamente curada. Estas tienen como resultado la creación de un segundo enlace covalente en una superficie de contacto de la segunda capa y de la tercera capa en la etapa 40. El procedimiento 30 incluye, además, activar el segundo grupo funcional de la tercera capa en respuesta a la segunda fuente de curado en la etapa 42. Esto da lugar a una tercera capa 16 completamente curada. El curado simultáneo de dos capas tiene como resultado una unión adhesiva más fuerte que la formada por medio de un único mecanismo de curado. Esto da como resultado resistencias interlaminares al cizallamiento más fuertes y elimina la degradación de la propiedad interlaminar.

La FIG. 3 ilustra un procedimiento ejemplar 50 de fabricación de una estructura 10 de material compuesto de doble curado al que se hace referencia en la FIG. 1 que comprende capas primera 12, segunda 14 y tercera 16 de resina según ciertas realizaciones de la presente invención. Las capas primera 12, segunda 14 y tercera 16 incluyen, además, un grupo funcional primero 18 y segundo 20 al que se hace referencia en la FIG. 1. El procedimiento 50 incluye proporcionar una primera capa que comprende una resina que tiene un primer grupo funcional y un segundo grupo funcional como etapa 52. El procedimiento 50 incluye, además, aplicar una primera fuente de curado para curar parcialmente la primera capa en la etapa 54. La expresión "curado parcial" hace referencia a curar menos de aproximadamente el 100% de una capa de una estructura de material compuesto. En ciertas realizaciones, el curado parcial puede ser de aproximadamente un 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, o 90 por ciento, o algún porcentaje entre estos valores. En una realización ejemplar, el curado parcial puede ser de entre aproximadamente un 30-70 por ciento, o entre un 40-60 por ciento, o aproximadamente un 50 por ciento. Sin embargo, el grado de curado parcial puede variar dependiendo de los materiales particulares, de la fuente de curado, del grosor de la capa, etcétera.

Después del curado parcial de la primera capa, el procedimiento 50 incluye proporcionar una segunda capa que comprende la resina que tiene los grupos funcionales primero y segundo sobre la primera capa como etapa 56. Después de la adición de la segunda capa, el procedimiento 50 incluye aplicar una segunda fuente de curado para curar por completo la primera capa y curar parcialmente la segunda capa simultáneamente como etapa 58. La tercera capa 16 puede ser introducida, además, al proporcionar una tercera capa que comprende la resina que tiene los grupos funcionales primero y segundo sobre la segunda capa como etapa 60. Se produce un curado simultáneo de las capas segunda 14 y tercera 16 al aplicar la primera fuente de curado para curar por completo la segunda capa y curar parcialmente la tercera capa simultáneamente como etapa 62. El curado completo de la tercera capa 16 se produce al aplicar la segunda fuente de curado para curar por completo la tercera capa como etapa 64.

La FIG. 4 ilustra un procedimiento 66 de fabricación y de curado de una estructura 10 de material compuesto de doble curado al que se hace referencia en la FIG. 1 que incluye capas primera 12 y segunda 14. El procedimiento 66 incluye curar parcialmente una primera capa de material compuesto con una primera característica de curado como etapa 68. Después del curado parcial, se introduce una segunda capa 14 de material compuesto al disponer una segunda capa de material compuesto a lo largo de la primera capa de material compuesto como etapa 70. El procedimiento 66 incluye, además curar simultáneamente las capas primera y segunda de material compuesto con una segunda característica de curado para curar adicionalmente la primera capa de material compuesto y para curar parcialmente la segunda capa de material compuesto, en el que las características primera y segunda de curado son distintas entre sí como etapa 72. Las características primera y segunda de curado incluyen distintos mecanismos de curado, o el mismo mecanismo de curado que tiene distintas características de producción, o una combinación de ambos. Por ejemplo, a continuación se describen adicionalmente varios mecanismos y características de curado.

La FIG. 5 ilustra un sistema 76 de fabricación utilizado en un procedimiento de doble curado de una estructura 10 de material compuesto de doble curado al que se hace referencia en la FIG. 1. El sistema 76 de fabricación comprende una o más fuentes 78 de curado configuradas para curar simultáneamente una primera capa 80 y una segunda capa 82 de la estructura 10 de material compuesto de doble curado. El sistema 76 de fabricación incluye, además, una máquina 84 configurada para disponer la segunda capa 82 encima de la primera capa 80. La máquina 84 incluye una máquina que puede ser operada manualmente, o una máquina automatizada, o una combinación de las mismas. La máquina 84 puede incluir una prensa plana, una prensa de rodillo, elementos hidráulicos, resortes, elementos neumáticos, mecanismos de engranaje, u otros mecanismos de compresión para acercar las capas entre sí. Un ejemplo no limitante de una máquina automatizada incluye un cabezal de colocación automatizada de fibra y cinta y un rodillo compactador. La fuente o fuentes 78 de curado incluyen una fuente de radiación de frecuencia ultravioleta, o una fuente de radiación de frecuencia de microondas, o una fuente de radiación de radiofrecuencia, o

una fuente de radiación de frecuencia visible, o una fuente de radiación ultrasónica o un haz infrarrojo, de láser, o de electrones o una combinación de los mismos. La fuente o fuentes 78 de curado pueden incluir distintos tipos de curado o distintas características del mismo tipo de curado. En un ejemplo no limitante, la fuente o fuentes de curado pueden incluir una o dos fuentes de curado del mismo tipo pero que emiten radiación (por ejemplo, radiación ultravioleta) de distintas longitudes de onda, o frecuencias. En otro ejemplo no limitante, la fuente o fuentes de curado pueden incluir dos tipos distintos, tales como una fuente de curado con radiación ultravioleta y una fuente de curado distinta con radiación de microondas, o una fuente de curado con un haz de electrones y una fuente de curado con radiación infrarroja, o una fuente de curado con microondas y una fuente de curado con haz de electrones, o una fuente de curado con UV-A y una fuente de curado con UV-B, o una fuente de curado con una frecuencia de microondas C y una fuente de curado con otra frecuencia de microondas.

La unión y el montaje de piezas o partes y de subcomponentes en estructuras monolíticas son particularmente ventajosos y útiles para un diseño modular. Aunque se pueden utilizar tanto las uniones mecánicas como las adhesivas, las uniones adhesivas generalmente proporcionan diseños de menor peso y con una resistencia deseable. El mecanismo dado a conocer de doble curado proporciona una resistencia deseable y un potencial para uniones adhesivas en estructuras de material compuesto que comprenden resinas como se ha descrito en anteriores párrafos. Se pueden utilizar estructuras de material compuesto que incluyen resinas como materiales en componentes mecánicos para una unión adhesiva deseable durante la unión y el montaje de los componentes mecánicos.

La FIG. 6 es una ilustración esquemática de una realización ejemplar de una estructura 10 de material compuesto dual al que se hace referencia en la FIG. 1, que ilustra un sistema 90 de turbina eólica según realizaciones de la presente invención. Algunas de las características que hacen que los materiales compuestos, tales como materiales compuestos de carbono y fibra de vidrio, sean adecuados para palas de turbinas eólicas son unas propiedades mecánicas deseables, una individualización de las propiedades del material, y una versatilidad de los procedimientos de fabricación. Además, los materiales compuestos de carbono y fibra de vidrio proporcionan una rigidez deseable y un tiempo de ciclo del procedimiento más breve del que se conoce en los procedimientos existentes de fabricación. El sistema 90 de turbina eólica incluye una pluralidad de palas 92 (por ejemplo, tres palas). Las palas 92 permiten que el sistema 90 capture energía del viento. Específicamente, el viento obliga a las palas 92 a girar en torno a un eje, accionando de ese modo un generador eléctrico dispuesto en el sistema 90. Son deseables las palas largas dado que proporcionan una gran palanca para capturar cantidades deseables de energía. En un ejemplo no limitante, las palas 92 del sistema 90 de turbina eólica tienen una longitud típica de aproximadamente 70 metros para maximizar la captura de energía y reducir el coste de la energía. Los componentes de la pala 92 pueden comprender la estructura 10 de material compuesto de doble curado como se expone a continuación. Las palas 92 están acopladas a una torre 94. La altura de la torre, que determina la altura del sistema 90 de turbina eólica, desempeña una parte significativa en el diseño del sistema 90 de turbina eólica. Debido al cambio de velocidad y del viento con la altitud, también conocido como cizallamiento del viento, es deseable una altura óptima para un rendimiento óptimo del sistema 90 de turbina eólica. En general, la altura de la torre 94 es de aproximadamente dos a tres veces la longitud de las palas 92 para un rendimiento óptimo.

La FIG. 7 ilustra un diseño modular de una pala 92 al que se hace referencia en la FIG. 6 de un sistema 90 de turbina eólica según ciertas realizaciones de la presente invención. La pala ilustrada 92 incluye un revestimiento metálico superior 96 y un alma 98 de refuerzo dispuestos entre un par de largueros 100 que están acoplados a un cilindro 102. El alma 98 de refuerzo proporciona una resistencia deseable a la pala 92 y también proporciona un soporte deseable al par de largueros 100. La pala 92 incluye, además, un revestimiento metálico inferior 104 dispuesto por debajo del larguero 98 de refuerzo. El par de largueros 100 está fabricado de un material compuesto 10 de doble curado, tal como un material compuesto de carbono y de fibra de vidrio. Dado que la pala 92 es un componente significativo del sistema 90 de palas de turbina eólica al que se hace referencia en la FIG. 6, el uso de una estructura 10 de material compuesto de doble curado a la que se hace referencia en la FIG. 1 y descrita en las realizaciones mencionadas anteriormente, proporciona una resistencia mecánica deseable al sistema 90 de palas de turbina. Además, el revestimiento metálico superior 96 y el revestimiento metálico inferior 104 pueden comprender la estructura 10 de material compuesto de doble curado.

50 Lista de piezas

- 10 Sistema de doble curado
- 12 una primera capa
- 14 un primer grupo funcional
- 16 un segundo grupo funcional
- 18 una segunda capa
- 20 una tercera capa

ES 2 431 663 T3

- 22 un primer enlace covalente
- 24 un segundo enlace covalente
- 30 procedimiento de curado
- 32 activar un primer grupo funcional de una resina en una primera capa en respuesta a una primera fuente de curado
- 34 activar un segundo grupo funcional de una resina en la primera capa y el segundo grupo funcional de una segunda capa dispuesta encima de la primera capa en respuesta a una segunda fuente de curado
- 36 crear un primer enlace covalente en una superficie de contacto de la primera capa y de la segunda capa
- 38 activar el primer grupo funcional de una tercera capa y de la segunda capa en respuesta a la primera fuente de curado;
- 40 crear un segundo enlace covalente en una superficie de contacto de la segunda capa y de la tercera capa
- 42 activar el segundo grupo funcional de una cuarta capa en respuesta a la segunda fuente de curado
- 50 procedimiento de fabricación
- 52 proporcionar una primera capa que comprende una resina con un grupo funcional primero y segundo
- 54 aplicar una primera fuente de curado para curar parcialmente la primera capa
- 56 proporcionar una segunda capa que comprende la resina con los grupos funcionales primero y segundo encima de la primera capa
- 58 aplicar una segunda fuente de curado para curar completamente la primera capa y curar parcialmente la segunda capa simultáneamente
- 60 proporcionar una tercera capa que comprende la resina con los grupos funcionales primero y segundo encima de la segunda capa
- 62 aplicar la primera fuente de curado para curar completamente la segunda capa y curar parcialmente la tercera capa simultáneamente
- 64 aplicar la segunda fuente de curado para curar completamente la tercera capa
- 66 procedimiento
- 68 curar parcialmente una primera capa de material compuesto con una primera característica de curado
- 70 disponer una segunda capa de material compuesto a lo largo de la primera capa de material compuesto
- 71 curar simultáneamente las capas primera y segunda de material compuesto con una segunda característica de curado
- 76 sistema de fabricación
- 78 una o más fuentes de curado
- 80 primera capa de una estructura de material compuesto
- 82 segunda capa de una estructura de material compuesto
- 84 máquina
- 90 sistema de palas de turbina eólica
- 92 pala
- 94 torre
- 96 revestimiento superior
- 98 alma de refuerzo

ES 2 431 663 T3

100	largueros
102	cilindro
104	revestimiento inferior

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (30), que comprende:
- 5 activar un primer grupo funcional (18) de una resina en una primera capa (12) en respuesta a una primera fuente de curado;
- 5 activar un segundo grupo funcional (20) de la resina en la primera capa (12) y el segundo grupo funcional (20) de la resina en una segunda capa (14) dispuesta sobre la primera capa (12) en respuesta a una segunda fuente de curado, en el que los grupos funcionales primero y segundo son distintos entre sí, y las fuentes primera y segunda de curado comprenden características de curado que son distintas entre sí;
- 10 crear un primer enlace covalente (22) a través de una superficie de contacto de la primera capa (12) y de la segunda capa (14);
- 10 activar el primer grupo funcional (18) de la resina en una tercera capa (16) y la resina en una segunda capa (14) en respuesta a la primera fuente de curado;
- 15 crear un segundo enlace covalente (24) a través de una superficie de contacto de la segunda capa (14) y de la tercera capa (16) y
- 15 activar el segundo grupo funcional (20) de la resina en la tercera capa (16) en respuesta a segunda fuente de curado.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, activar los grupos funcionales primero (18) y segundo (20) de la resina en más de dos capas.
- 20 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que la primera fuente de curado y la segunda fuente de curado comprenden radiaciones de distintas frecuencias.

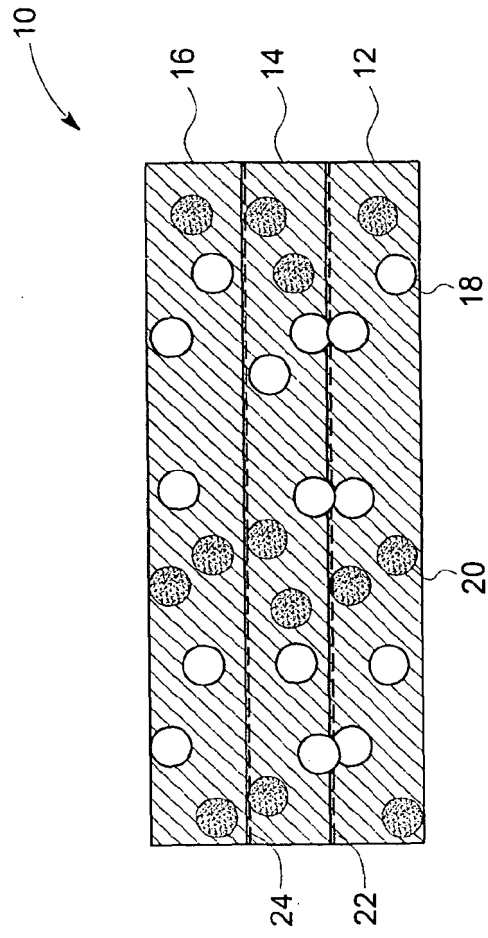


FIG. 1

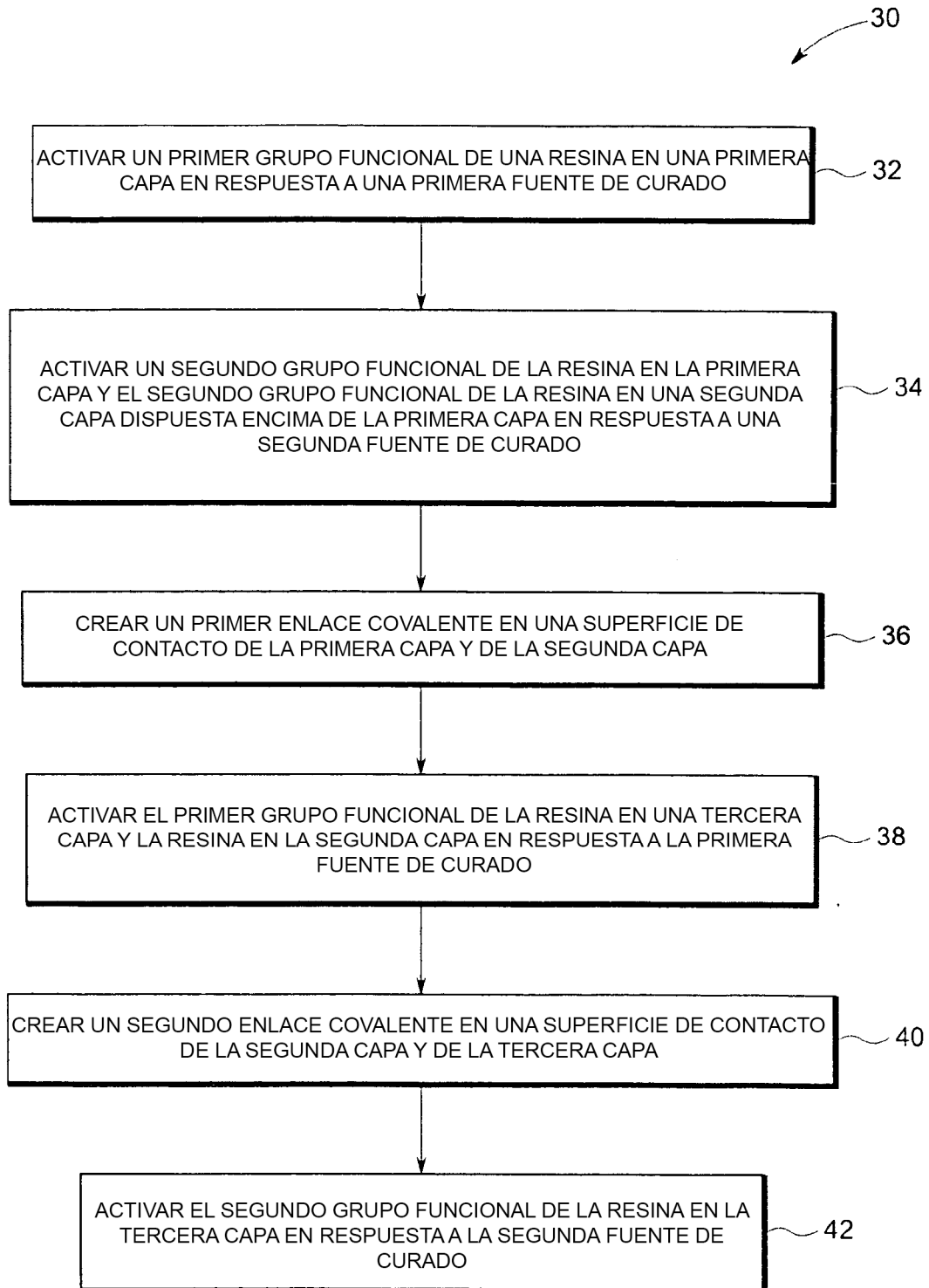


FIG. 2

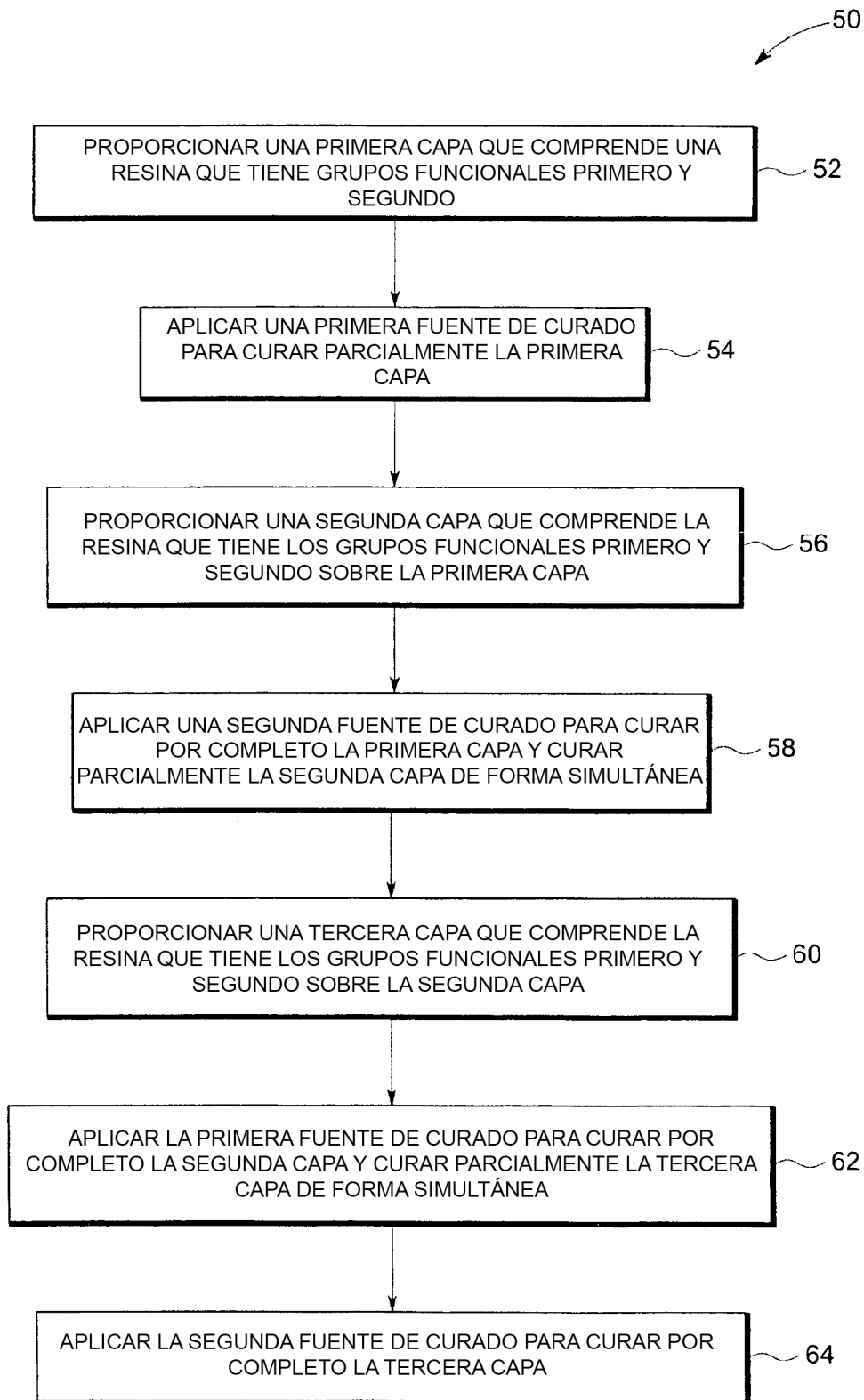


FIG. 3

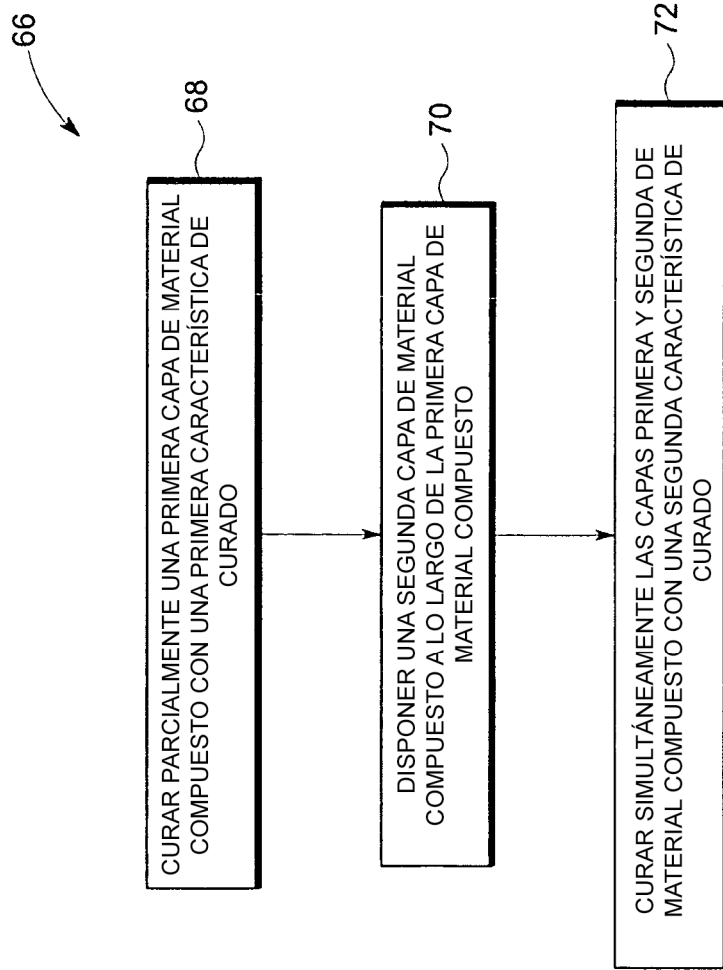


FIG. 4

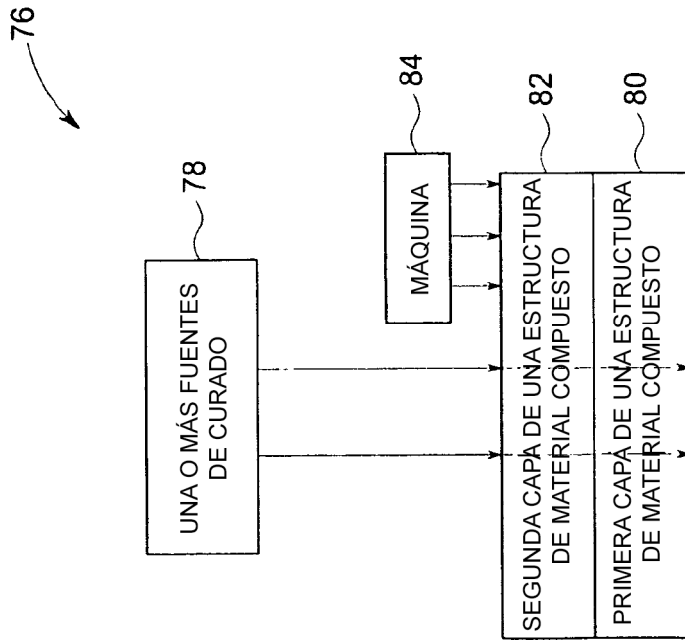


FIG. 5

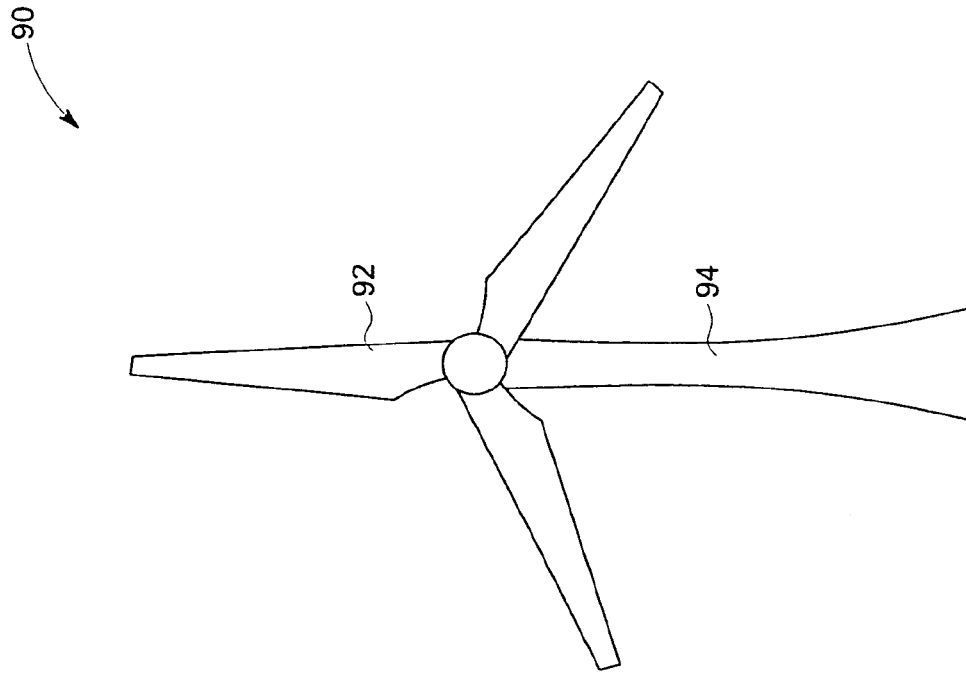


FIG. 6

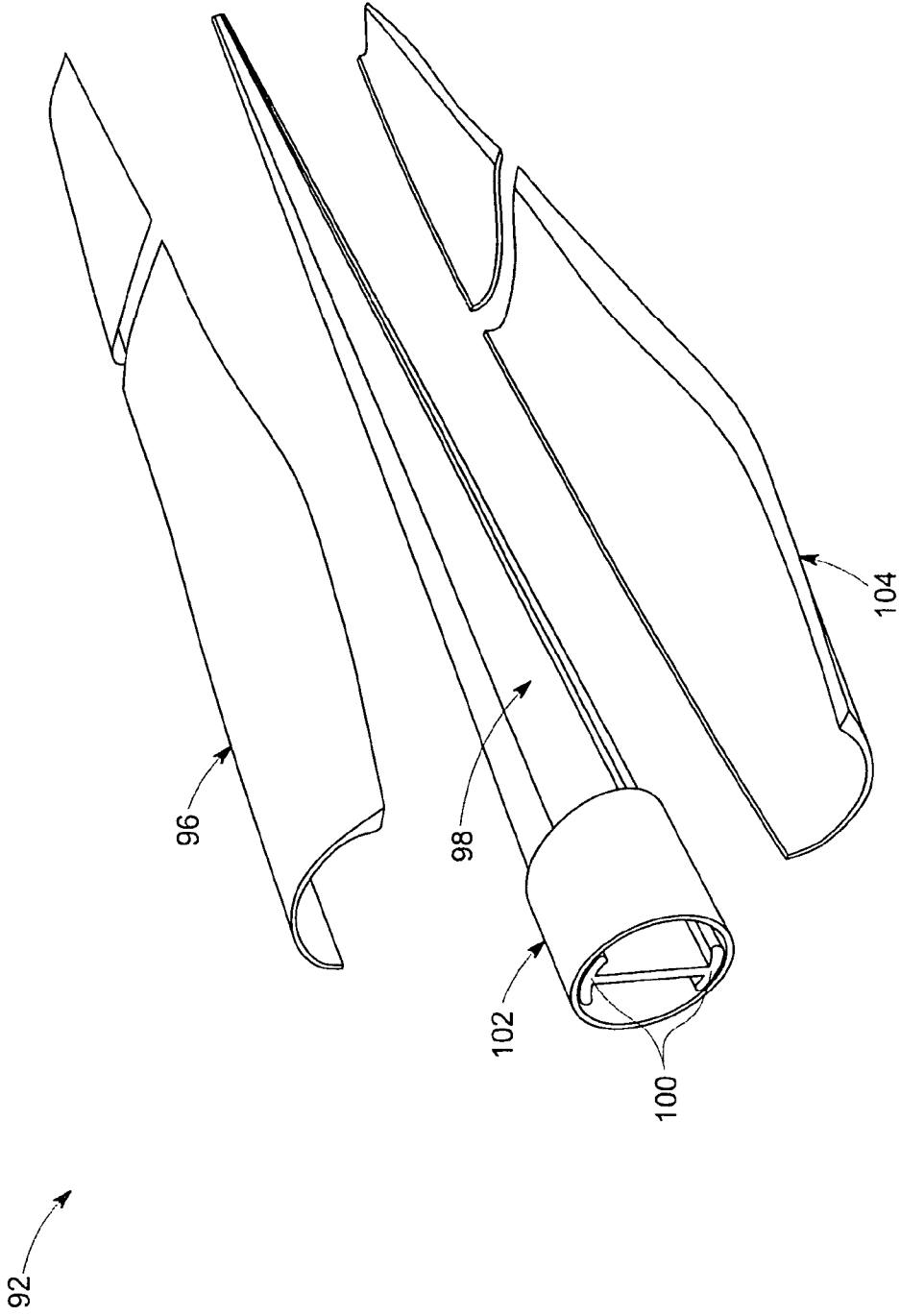


FIG. 7