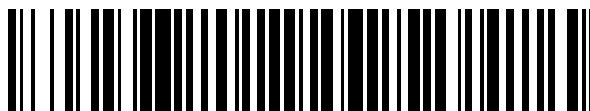


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 134**

51 Int. Cl.:

B32B 27/10 (2006.01)

B32B 27/32 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/50 (2006.01)

B29C 33/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2008 E 08719176 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2247447**

54 Título: **Cinta compuesta para uso en máquinas de colocación de cinta automáticas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2015

73 Titular/es:

HEXCEL COMPOSITES, LTD. (100.0%)

Duxford

Cambridge CB2 4QD, GB

72 Inventor/es:

ELLIS, JOHN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 553 134 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

Cinta compuesta para uso en máquinas de colocación de cinta automáticas

5 **Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere en general a máquinas automáticas de colocación de cinta que se usan para aplicar material compuesto no curado (prepreg) a moldes durante la fabricación de piezas compuestas. Más en concreto, la presente invención se refiere a la cinta que se usa en tales máquinas.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Se usan ampliamente materiales compuestos en aplicaciones donde se requieren una resistencia alta y un peso relativamente bajo. Un procedimiento común para formar piezas compuestas implica aplicar un prepreg a un molde u otro utillaje para formar una pieza no curada que luego se cura usando un autoclave u otro protocolo de curado adecuado.

20 “Prepreg” es un término usado en la industria de los compuestos para describir un precursor compuesto donde una o varias capas de refuerzo fibroso han sido impregnadas con resina sin curar. La estructura preimpregnada resultante se almacena típicamente para uso posterior en la fabricación de la estructura compuesta curada final. La preparación y el uso de preregs es especialmente deseable en la fabricación de piezas de avión, álabes de turbinas eólicas y otras estructuras críticas porque permite al fabricante controlar con esmero la cantidad de resina
25 que se combina con una cantidad dada de refuerzo fibroso. Como resultado, las propiedades finales de la estructura compuesta curada pueden ser controladas con esmero.

Se puede aplicar prepreg al molde o utillaje de varias formas dependiendo del tamaño de la pieza y la complejidad superficial. Los procedimientos automatizados de aplicación de prepreg son especialmente deseables para fabricar
30 piezas compuestas grandes, tal como fuselajes de avión, revestimientos de ala y álabes de turbinas eólicas. Un proceso automatizado implica el uso de máquinas de colocación de cinta automáticas que se denominan comúnmente “colocadoras de cinta automatizadas”. Las colocadoras de cinta automatizadas tienden a ser grandes máquinas tipo pórtico en las que un mecanismo de cabezal de distribución de cinta móvil está montado entre carriles paralelos. Por lo general, el cabezal de distribución de cinta es controlado por ordenador y puede ser movido
35 alrededor de múltiples ejes para realizar la distribución de una cinta prepreg a moldes de varias formas. Una descripción detallada de máquinas de colocación de cinta automáticas se encuentra en el documento técnico de Grimshaw y colaboradores titulado “Advanced Technology Tape Laying for Affordable Manufacturing of Large Composite Structures” (46th International SAMPE Symposium, págs. 2484-2494, Mayo 6-10, 2001).

40 La cinta prepreg que se usa en colocadoras de cinta automatizadas contiene una capa de material compuesto no curado (prepreg) que se soporta en un refuerzo que es típicamente papel. El refuerzo se quita cuando la cinta es colocada sobre el molde por el cabezal de distribución. El material de cinta se facilita como un rollo grande o carrete de cinta que está montado en la máquina de modo que la cinta pueda ser alimentada continuamente al cabezal de distribución. La cinta mide típicamente de 75 mm (3 pulgadas) a 300 mm (12 pulgadas) de ancho. El grosor y el
45 peso de la cinta varían dependiendo del prepreg y del material de refuerzo concretos que se utilicen.

El refuerzo se enrolla continuamente sobre un rodillo de toma después de que el prepreg haya sido colocado en el molde. Como resultado, hay tensión continua en el refuerzo entre el rollo de suministro, el cabezal de distribución y el rodillo de toma. La cinta también se calienta típicamente en el cabezal de distribución y se aplica una cierta
50 cantidad de presión de compactación para asegurar la adhesión apropiada del prepreg al molde o a las capas de prepreg previamente aplicadas. Además, la máquina coloca la cinta en un recorrido controlado por ordenador y corta el prepreg en posiciones y ángulos controlados con exactitud.

Un objetivo principal en la operación de colocadoras de cinta automatizadas es proporcionar un refuerzo que no se rompa durante su recorrido desde el rollo de suministro al rollo de toma. Parar y volver a arrancar máquinas de colocación de cinta automáticas debido a la rotura del material de refuerzo es una operación costosa y lenta. Consiguientemente, es importante proporcionar un refuerzo de cinta que tenga suficiente estabilidad dimensional, resistencia al rasgado y resistencia a la explosión para que resista las muchas fuerzas que se aplican al refuerzo cuando avanza a través de la colocadora de cinta automatizada.
60

El refuerzo de cinta no solamente debe ser fuerte, sino que también debe ser de bajo peso y resistente al rasgado. Esto es especialmente importante dado que las cuchillas de corte que se usan para cortar la capa de prepreg rayan a propósito el refuerzo para asegurar la capa de prepreg se corte por completo. Además, el refuerzo debe tener propiedades de liberación diferencial específicas. Por ejemplo, la superficie del refuerzo no debe adherirse al
65 prepreg cuando la cinta se esté desenrollando del rollo de suministro. El prepreg también debe permanecer adherido al refuerzo hasta que llegue al cabezal de distribución donde es liberado diferencialmente sobre el molde o sobre un

pregreg previamente aplicado. El refuerzo también debe ser resistente a la humedad para estabilidad dimensional y con el fin de evitar la posible degradación por agua del refuerzo cuando está en almacenamiento, en uso y bajo tensión.

Los materiales de refuerzo a base de papel, que han sido tratados con silicona como un agente de liberación, son de uso ordinario en máquinas de colocación de cinta automáticas. Un problema de los materiales de refuerzo a base de papel es que están sujetos a rasgado, especialmente si se rayan durante el corte de la capa de prepeg. El refuerzo de papel también tiende a debilitar la resistencia si absorbe humedad cuando la cinta está en almacenamiento o en uso y bajo tensión. Los intentos de resolver estos problemas han implicado incrementar el grosor del papel y reforzar el papel con una cinta adhesiva. Ninguna de estas soluciones ha sido totalmente satisfactoria.

Los materiales de refuerzo a base de papel se rayan de ordinario a varias anchuras durante el proceso de hacer cinta prepeg para uso en máquinas automatizadas de colocación de cinta. Lo ideal es que los materiales de refuerzo de papel tengan bordes rayados limpios. Un problema común de los materiales de refuerzo a base de papel convencionales es que el borde rayado resultante puede ser áspero y contener residuos fibrosos que posteriormente se depositan sobre el material compuesto no curado como contaminante.

Consiguientemente, es deseable proporcionar nuevos materiales de refuerzo que sean resistentes al rasgado, aunque estén rayados. Además, el material de refuerzo deberá tener las otras propiedades mencionadas anteriormente que sean necesarias para que el refuerzo sea adecuado para uso en una colocadora de cinta automatizada.

Resumen de la invención

Según la presente invención, se facilita una cinta para uso en máquinas de colocación de cinta automáticas donde el refuerzo es un sustrato multicapa que es resistente a rasgado, especialmente cuando el refuerzo ha sido rayado por las cuchillas de corte. El refuerzo de sustrato multicapa también proporciona otras características deseables, como estabilidad a temperatura alta, estabilidad a la humedad, liberación diferencial, bordes rayados limpios y bajo peso.

La presente invención implica el descubrimiento de que algunos sustratos multicapa son especialmente adecuados para uso como el material de refuerzo para soportar preregs en máquinas de colocación de cinta automáticas. La invención proporciona una cinta para uso en tales máquinas de colocación de cinta automáticas que incluye un sustrato multicapa como el definido en la reivindicación 1. La película plástica está adherida a una capa fibrosa de modo que la superficie interior de la capa fibrosa se una a la superficie de película interior. Como una característica de la invención, una capa de material compuesto no curado compuesto por un refuerzo fibroso y una matriz de resina no curada se adhiere soltablemente a la superficie de película exterior de la primera capa plástica proporcionando una cinta adecuada para uso en una colocadora de cinta automática.

La presente invención se refiere a cinta prepeg que incluye el sustrato multicapa así como a métodos para hacer y usar la cinta. Además, la invención abarca rollos o carretes de la cinta y cualesquiera máquinas de colocación de cinta automáticas que contengan la cinta.

Las características antes descritas y otras muchas y las ventajas concomitantes de la presente invención se entenderán mejor por referencia a la descripción detallada siguiente tomada en unión con los dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva simplificada de un rollo de cinta ejemplar según la presente invención que está montado en un carrete de suministro para una máquina de colocación de cinta automatizada.

La figura 2 es una vista lateral de detalle del rollo de cinta representado en la figura 1 que ilustra la separación de la cinta del rollo.

La figura 3 es una vista lateral de una cinta ejemplar preferida según la presente invención donde la capa de material compuesto no curado está adherida soltablemente a la superficie de película exterior.

La figura 4 es una representación esquemática simplificada que representa el corte del material compuesto no curado por la máquina de colocación de cinta automatizada y varios niveles de rayado que pueden producirse.

La figura 5 es una representación esquemática simplificada que representa la aplicación del material compuesto no curado a un molde por el mecanismo de cabezal de distribución de la colocadora de cinta automatizada.

Descripción detallada de la invención

Un rollo de cinta según la presente invención se representa en 10 en la figura 1. El rollo 10 se representa montado en un eje 12, que es parte del sistema de suministro de cinta para una máquina de colocación de cinta automatizada. La máquina de colocación de cinta automatizada puede ser alguna de las máquinas tipo pórtico que se usan de ordinario en la industria aeroespacial para fabricar estructuras compuestas relativamente grandes. Las máquinas de colocación de cinta automáticas se pueden obtener en el mercado de varios fabricantes. La máquina de colocación de cinta automatizada puede ser una máquina de colocación de cinta plana o una máquina de colocación de cinta contorneada. Las partes compuestas que se hacen típicamente usando tales máquinas de colocación de cinta incluyen fuselajes de avión, revestimientos de alas, revestimientos de cola, elevadores, superficies sustentadoras, barquillas de motor, álabes de turbinas eólicas y otras muchas piezas compuestas para aplicaciones aeroespaciales, civiles y militares, espaciales y los mercados industriales, de deportes o de transporte.

La cinta 14, representada en las figuras 1 y 2, incluye una capa de material compuesto no curado 16 que se adhiere soltamente y es soportada por un sustrato multicapa 18. La capa de material compuesto no curado 16 se compone de un refuerzo fibroso y una matriz de resina no curada. La capa de material compuesto no curado 16 incluye una primera superficie compuesta 15 que está situada hacia el molde cuando el material compuesto no curado se ha aplicado al molde. La capa compuesta 16 también incluye una segunda superficie compuesta 17 que se une soltamente al sustrato multicapa 18.

El refuerzo fibroso puede ser carbono, vidrio, cerámica o cualquier otro tipo de material de fibra que se use en la fabricación de grandes estructuras utilizando una máquina de colocación de cinta automatizada. La orientación de la fibra puede ser unidireccional, tejida, aleatoria o cuasiisotrópica. Las fibras de carbono unidireccionales son un refuerzo fibroso preferido para uso en máquinas de colocación de cinta automáticas. El tamaño de la fibra y el número de fibras por hilacha o hilo se pueden variar ampliamente dependiendo del tamaño y del tipo de pieza que se fabrique. Los diámetros de fibra serán típicamente del rango de 0,003 a 0,05 mm. Cada hilacha o hilo de fibras contendrá por lo general de 3.000 a 160.000 fibras individuales, y típicamente de 6.000 a 24.000 fibras individuales. El refuerzo fibroso puede tener una o más capas de fibras y las fibras pueden estar en orientaciones diferentes, si se desea. El tamaño y el peso del refuerzo fibroso variará dependiendo del tipo de estructura que se haga. Los pesos típicos de las capas fibrosas que se usan en máquinas de colocación de cinta automáticas son de 20 gramos por metro cuadrado (gmc) a 2000 gmc y típicamente son de 70 gmc a 900 gmc con un rango preferido de 134 gmc a 268 gmc.

La matriz de resina puede ser alguna de las resinas epoxi, de bismaleimida o fenólicas que se usan típicamente en aplicaciones aeroespaciales y de turbinas eólicas. Como la resina de matriz se puede usar otros polímeros a condición de que sean compatibles con el sustrato multicapa y adecuados para uso en máquinas de colocación de cinta automáticas. Se prefieren las resinas epoxi que hayan sido reforzadas con un polímero termoplástico, como poliéter sulfona o poliéter imida. La matriz de resina está en un estado "no curado", lo que significa que la resina todavía debe experimentar al menos cierto curado final en autoclave u otro sistema de curado con el fin de curar por completo la resina. La resina no curada se puede curar parcialmente o "poner en fase" según protocolos de curado conocidos para materiales prepreg, si se desea. La cantidad de resina en la capa de material compuesto no curado 16 será del rango de 15 por ciento en peso a 70 por ciento en peso del peso total de la capa 16 y preferiblemente 30 por ciento en peso a 50 por ciento en peso del peso total de la capa 16.

El prepreg es el material compuesto no curado preferido. El prepreg deberá ser de 25 mm (1 pulgada) a 600 mm (24 pulgadas) de ancho y más preferiblemente de 75 mm (3 pulgadas) a 300 mm (12 pulgadas) de ancho y pesar de 25 gmc a 2857 gmc y más típicamente de 82 gmc a 1285 gmc con un peso preferido de 206 gmc a 412 gmc. El prepreg puede contener más de una capa de refuerzo fibroso y tendrá un grosor de 0,01 mm a 3,0 mm. Un prepreg preferido son fibras de carbono unidireccionales en combinación con una matriz de resina epoxi. Se puede usar alguno de los prepreps de epoxi de estructura primaria aeroespaciales típicos. El contenido de resina no curada es preferiblemente de 30 a 50 por ciento en peso del peso de prepreg total. Prepreg adecuado para uso con el sustrato multicapa de la presente invención se puede obtener en el mercado de Hexcel Corporation (Dublín, California) bajo la denominación comercial "Hexply".

El sustrato multicapa según la presente invención debe incluir una capa plástica que incluya una primera película plástica que esté adherida a la capa fibrosa. Se incluye una segunda película plástica en el sustrato multicapa. El sustrato multicapa 18 representado en las figuras 2 y 3 incluye una película plástica 20 que tiene una superficie de película exterior 22 adherida soltamente a la capa de compuesto no curado 16 y una superficie de película interior 24 que está adherida a una capa fibrosa 26. La capa fibrosa 26 incluye una superficie de fibra exterior 28 y una superficie de fibra interior 30. El sustrato multicapa 18 también incluye una segunda película plástica 32 que tiene una superficie interior 34 y una superficie exterior 36 donde la superficie interior 34 está adherida a la superficie de fibra exterior 28.

La capa fibrosa 26 está intercalada entre capas de película plástica. Como resultado, la capa fibrosa 26 no contacta directamente el material compuesto no curado, como es el caso de los sustratos de refuerzo de papel convencionales. Consiguientemente, es posible tratar la capa fibrosa 26 con algunos tipos de materiales que de otro modo no podrían ser usados debido a interacciones indeseables entre la capa fibrosa tratada y el compuesto no curado. Por ejemplo, la capa fibrosa 26 puede ser tratada con colorantes sensibles a temperatura que puedan

proporcionar una indicación de la temperatura a la que se calienta el sustrato. También se puede usar colorantes sensibles a la presión así como otros tipos de aditivos. Además, se puede añadir impresión, marcas u otras indicaciones a la capa fibrosa dado que está aislada de la resina no curada.

Según la presente invención, varias capas y películas del sustrato de capas múltiples deben interactuar entre sí y con la capa de material compuesto no curado con el fin de proporcionar varias características que son necesarias para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada. Por ejemplo, la superficie exterior 19 del sustrato de capas múltiples 18 debe ser capaz de liberación de la capa de material compuesto no curado inherentemente pegajoso 16 cuando la cinta 14 sale del rollo de cinta 10. Esta característica de liberación requerida se representa con la flecha 54 en la figura 2.

Otra característica requerida es que la superficie interior del sustrato de capas múltiples debe liberarse del compuesto no curado durante la aplicación del material compuesto no curado al molde. Como se representa en la figura 5, la capa de material compuesto no curado 16 se está aplicando a un molde 56 o una capa previamente aplicada de material compuesto no curado. El cabezal de distribución 58 de la máquina de colocación de cinta automatizada aplica la presión necesaria (flecha 62) hacia el molde para asegurar la aplicación apropiada de la capa de material compuesto no curado cuando el cabezal de distribución se desplaza lateralmente sobre el molde como representa la flecha 64. Como se representa en 60, el sustrato de capas múltiples debe ser capaz de separarse del material compuesto depositado 17 cuando la cinta es alimentada continuamente pasando por el cabezal de distribución 58 como representa la flecha 59. Es importante que el sustrato de capas múltiples se separe del material compuesto no curado inherentemente pegajoso sin separar el material compuesto del molde o dañar de otro modo el material colocado 57.

Otra característica requerida implica la capacidad de los sustratos de capas múltiples de resistir el rasgado incluso cuando el sustrato es rayado durante el corte de la capa de material compuesto por la máquina de colocación de cinta automatizada. Las máquinas de colocación de cinta automáticas incluyen cuchillas de corte que son controladas con exactitud para cortar por completo la capa de material compuesto no curado. Es práctica común poner las cuchillas de corte de modo que no solamente corten por completo la capa compuesta, sino que también rayen el sustrato de soporte subyacente. El sistema de control de corte es muy exacto y puede controlar las profundidades de corte a $\pm 0,01$ milímetro. Sin embargo, se produce muescado o rayado profundo inadvertido y no intencionado del sustrato de soporte. Además, los bordes de la cinta prepreg son rayados intencionadamente profundamente para asegurar un corte completo de todo el prepreg cuando las cuchillas de corte salen del borde de cinta prepreg. Estos varios tipos de rayado hacen a menudo que el sustrato se rasgue o rompa, lo que a su vez requiere parar la máquina de colocación de cinta automatizada.

La figura 4 ilustra la característica antirrasgado proporcionada por la presente invención. La cuchilla cortadora 70 muestra el nivel de corte ideal deseado en una máquina de colocación de cinta automatizada donde la cuchilla 70 corta por completo la capa de material compuesto no curado 16 con solamente un ligero rayado del sustrato subyacente 18. La cuchilla cortadora 72 muestra la situación típica donde la cuchilla 72 penetra accidentalmente más profundamente en el sustrato 18. Esto es típicamente hasta 1/10 del grosor del papel. La configuración del sustrato multicapa proporcionada por la presente invención resiste el rasgado en tales situaciones porque el rayado se limita a la película plástica 20 y no afecta a la capa fibrosa subyacente 26. La cuchilla cortadora 76 muestra una situación menos típica, pero posible, en la que la cuchilla 76 ha cortado por completo la película plástica 20 y ha penetrado en la capa fibrosa 26. Incluso en tales situaciones, la capa plástica 32 proporciona resistencia al rasgado.

El sustrato multicapa que forma el refuerzo para la cinta prepreg de la presente invención implica combinar la capa fibrosa y la(s) capa(s) de película plástica de tal forma que proporcione un sustrato que tenga las características anteriores sin hacer la cinta excesivamente pesada o difícil de manejar. Además, el sustrato multicapa utiliza capas fibrosas convencionales de modo que el refuerzo resultante para la cinta prepreg tenga el aspecto y el tacto de los papeles de refuerzo fibroso convencionales para cinta prepreg. Esto hace más fácil el manejo de la cinta prepreg por parte de los operadores de máquinas de colocación de cinta automáticas que se usan para trabajos con refuerzos de papel convencionales de cintas prepreg.

La capa fibrosa 26 del sustrato multicapa preferido 18 puede ser de alguno de los materiales convencionales de cinta de papel y celulosa usados típicamente en máquinas de colocación de cinta automáticas. La capa fibrosa 26 puede estar compuesta de papel, celulosa u otro material parecido a papel adecuado, tal como papel kraft o papeles de otra base usados típicamente para liberar papeles en los campos de la impresión o los compuestos. El peso de la capa fibrosa 26 puede ser del rango de 20 gmc a 200 gmc. Los pesos preferidos son de 60 gmc a 80 gmc. Se puede obtener cintas de cinta de papel que se pueden usar como la capa fibrosa 26 de varias fuentes comerciales incluyendo Huhtamaki (Forchheim, Alemania) y Mondi (Hammersmith, Londres, Reino Unido) o Loperex (Glossop, Reino Unido).

Se deberá indicar que las cintas de panel disponibles en el mercado pueden tener una o ambas superficies tratadas con un agente de liberación, tal como silicona. Con respecto a la realización representada en la figura 3, la superficie de fibra exterior 28 y la superficie de fibra interior 30 no son tratadas con silicona u otro agente de liberación con el fin de asegurar que las películas plásticas 20 y 32 permanezcan firmemente adheridas a la capa fibrosa 26.

La película plástica 20 se hace preferiblemente de polipropileno o película flexible de otro polímero que tenga propiedades físicas y químicas similares al polipropileno. Otras películas plásticas posibles incluyen polietileno y polieterteraftalato (PET), poliéster, poliamida (grados 6, 12 y sus copolímeros) y otras películas poliméricas. La película plástica deberá ser capaz de resistir las temperaturas a las que pueda llegar el proceso de fabricación de cinta prepreg y las temperaturas a las que la película plástica se pueda calentar dentro de la máquina de colocación de cinta automatizada. Las temperaturas dentro de un proceso de prepreg típico pueden ser del rango de 30°C a 180°C y las temperaturas dentro de la máquina de colocación de cinta automatizada pueden ser del rango de 10°C a 100°C y más típicamente de 15°C a 40°C, siendo típicamente las temperaturas del orden de 25°C. El polipropileno es preferiblemente una película orientada simultáneamente (película SOPP) que tiene un grosor de 20 a 200 micras y pesa de 15 gmc a 250 gmc. Las películas de polipropileno preferidas pesan de 20 gmc a 40 gmc y tienen un grosor de 20 a 50 micras. Especialmente preferida es una película SOPP opaca que tiene un grosor de 30 micras (± 3 micras) y pesa 24 gmc (± 3 gmc). Tales películas tienen preferiblemente resistencias a la tracción en la dirección de la máquina (md) y en la dirección transversal de la máquina (cd) de 80 N/mm² o superiores medidas según ISO 527-3/2/500. La elongación a rotura de tales películas en la md y la cd deberá ser 30% o superior, también medida según ISO 527-3/2/500.

La superficie de película interior 24 de la película plástica 20 se adhiere a la capa fibrosa 26 usando un adhesivo adecuado. Se puede usar cualquier procedimiento de adhesión de polipropileno convencional para adherir la superficie de película interior 24 a la capa fibrosa 26 a condición de que la unión sea suficientemente fuerte para evitar la separación de la película plástica 20 de la capa fibrosa 26 cuando la cinta avance a través del proceso prepreg o la máquina de colocación de cinta automatizada. El material adhesivo deberá ascender a no más de 15 gmc y preferiblemente ser del rango de 2 a 6 gmc y deberá ser resistente al calor. Los adhesivos ejemplares incluyen poliuretano y otros adhesivos con o sin solvente. Un lado o una superficie de las películas SOPP comercialmente disponibles es más áspero que el otro. Se prefiere que la superficie más áspera se adhiera a la cinta de papel. La superficie de película exterior 22 es preferiblemente más suave que la superficie 24 y no se trata con un agente de liberación u otro tratamiento superficial. Se halló que la capa de material compuesto no curado 16 permanece adherida a la película plástica 20 cuando la cinta avanza al cabezal de distribución 58 y se libera diferencialmente sólo como se representa en 60 en la figura 5. La superficie de película exterior 22 se considera el lado de alta adherencia o "tenso" del sustrato multicapa. Se puede aplicar un agente de liberación, tal como silicona, a la superficie de película exterior 22 en las situaciones en las que sea deseable reducir la cantidad de adherencia entre la superficie de película exterior 22 y la capa de material compuesto no curado 16.

La película plástica 32 también se hace preferiblemente de polipropileno o película flexible de otro polímero que tenga propiedades físicas y químicas similares al polipropileno. Otras películas plásticas posibles incluyen polietileno y polietertereftalato (PET), poliéster, poliamida (grados 6, 12 y sus copolímeros) y otras películas poliméricas. El polipropileno es preferiblemente una película extrusionada por soplado (BPP) que tiene un grosor de 20 a 200 micras y pesa de 15 gmc a 250 gmc. Las películas de polipropileno BPP preferidas pesan de 20 gmc a 40 gmc y tienen un grosor de 20 a 50 micras. Especialmente preferidas son las películas de polipropileno extrusionadas por soplado que son opacas y tienen un grosor de 30 micras (± 4 micras) y que pesan 27 gmc (± 3 gmc). Tales películas tienen preferiblemente resistencias a la tracción en md y cd de 30 N/mm² y 15 N/mm² o superiores, respectivamente, medidas según ISO 527-3/2/500. La elongación a rotura de tales películas en la md y cd deberá ser 340% y 390% o superior, respectivamente, también medida según ISO 527-3/2/500.

La superficie de película interior 34 de la película plástica 32 se adhiere a la capa fibrosa 26 usando un adhesivo adecuado. Un lado o una superficie de las películas BPP disponibles en el mercado es típicamente más áspero que el otro. Se prefiere que la superficie más áspera este adherida a la cinta de papel. Se puede usar cualquier procedimiento de adhesión de polipropileno convencional para adherir la superficie de película interior 34 a la capa fibrosa 26 a condición de que la unión sea suficientemente fuerte para evitar la separación de la película plástica 32 de la capa fibrosa 26 cuando la cinta avance a través del proceso prepreg o a través de la máquina de colocación de cinta automatizada. El material adhesivo deberá ascender a no más de 15 gmc y deberá ser resistente al calor hasta temperaturas de aproximadamente 180°C. Los adhesivos ejemplares incluyen adhesivos de poliuretano. La superficie de película exterior 36 es preferiblemente la superficie más suave y se trata preferiblemente con un agente de liberación, tal como silicona. El uso de un agente de liberación asegura que la superficie de película exterior 36 se separe del rollo de cinta 10 como se representa en 54 en la figura 2. La superficie de película exterior 36 se considera que es el lado de baja adherencia o "suelto" de la multicapa.

Las películas plásticas 22 y 32 se pueden hacer del mismo material de polipropileno o del mismo o cualquier combinación de cualquier otra película polimérica adecuada. Sin embargo, se prefiere que la película 20 sea de polipropileno simultáneamente orientado (SOPP) del tipo descrito anteriormente, que está específicamente diseñado para ser la cara lateral fuerte para adhesión diferencial al material compuesto no curado y para proporcionar alta resistencia al rasgado en la dirección transversal de la máquina que se logre en el proceso de estiramiento simultáneo. Esta alta resistencia en la dirección transversal da alta resistencia a la propagación del rasgado si el sustrato es rayado o cortado por las cuchillas de corte. La película 32 es preferiblemente de polipropileno extrusionado por soplado (BPP) del tipo descrito anteriormente, que está específicamente diseñado para ser la cara lateral floja para liberación diferencial del prepreg no curado y para proporcionar alta resistencia a rasgado adicional

después del daño inicial del sustrato mediante rayado o corte efectuado por las cuchillas de corte.

El sustrato multicapa 18 deberá pesar entre 50 gmc y 200 gmc y deberá ser capaz de soportar capas de material compuesto no curado que pesen entre 25 y 2857 gmc. Los pesos preferidos del sustrato multicapa son entre 80 gmc y 140 gmc.

Siguen ejemplos prácticos:

Ejemplo 1

Se hizo un sustrato multicapa de la misma manera que la representada en la figura 3 donde se lamina una capa de papel 26 entre dos películas de polipropileno 20 y 32. La película de polipropileno 20 era una película de polipropileno orientado simultáneamente que era opaca. La película 20 tenía 30 micras de grueso (± 4 micras), 300 mm de ancho y pesaba 24 gmc (± 3 gmc). Las resistencias a la tracción en md y cd de la película 20 eran aproximadamente 90 N/mm² medidas según ISO 520-3/2/500. Las elongaciones a rotura en md y cd eran aproximadamente 40% medidas según ISO 520-3/2/500. La capa fibrosa 26 era papel kraft blanco de 70 micras de grueso (± 5 micras), 300 mm de ancho y 70 gmc de peso. La película de polipropileno 32 era una película de polipropileno incolora extrusionada por soplado que tenía 30 micras de grueso (± 4 micras), 300 mm de ancho y 27 gmc de peso (± 4 gmc). Las resistencias a la tracción en md y cd de la película 32 eran aproximadamente 40 N/mm² y 25 N/mm², respectivamente, medidas según ISO 520-3/2/500. Las elongaciones a rotura en md y cd eran aproximadamente 35% y 40%, respectivamente, medidas según ISO 520-3/2/500.

Las películas de polipropileno de lados ásperos 20 y 32 se laminaron con adhesivo a la capa de papel 26 usando un proceso adhesivo de poliuretano. La superficie expuesta de película 32 se trató con un agente de liberación de silicona para proporcionar el lado flojo. La superficie expuesta de película 20 no se trató y se usó como el lado fuerte para adhesión al prepreg. El sustrato multicapa resultante tenía 150 micras de grueso, 300 mm de ancho y 132 gmc (± 3 gmc) de peso.

Se aplicó un prepreg al sustrato multicapa siguiendo procedimientos estándar para hacer cinta para máquinas de colocación de cinta automáticas. El prepreg contenía fibras de carbono unidireccionales (UD) como el refuerzo fibroso y una epoxi termoplástica endurecida como la matriz de resina no curada. Se hicieron y comprobaron varias variantes de prepreg. Los prepregs de epoxi usados eran prepreg de epoxi/fibra de carbono de estructura primaria aeroespacial típica del tipo que se puede obtener en el mercado de Hexcel Corporation (Dublín, California) bajo la denominación comercial M21E. Las fibras de carbono UD también se pueden obtener de Hexcel Corporation bajo la denominación comercial IMA GS o IM7 GS. El prepreg M21E contenía 34 por ciento en peso de resina epoxi M21E y el gmc de fibra era 268 gmc. La denominación comercial de prepreg es Hexply M21E / 34 / 268 / IMA GS 12k.

Después de aplicar el prepreg al sustrato multicapa, la cinta resultante se usó en una máquina de colocación de cinta convencional para aplicar el prepreg a un molde. La cinta mostró capacidades aceptables de colocación de cinta automatizada incluyendo resistencia al rasgado incluso cuando las cuchillas de corte rayaban el sustrato. El refuerzo de sustrato multicapa también proporcionó otras características deseables, tal como estabilidad a temperatura alta, estabilidad a la humedad, liberación diferencial y peso bajo. Además, los bordes rayados del prepreg de cinta eran limpios y carecían de residuos fibrosos que se observan típicamente en cintas de prepreg estándar. Éste es otro atributo clave para la calidad que ofrece el sustrato de refuerzo multicapa porque con las cintas prepreg típicas de hoy día estos residuos fibrosos pueden ser transferidos a la pieza compuesta durante el procesado ATL dando un nivel de contaminación potencialmente inaceptable en la estructura laminada curada final.

La fuerza de desprendimiento del lado flojo era aproximadamente 0,1 N/25 mm medida usando el método de prueba FINAT FTM 10. La fuerza de desprendimiento del lado fuerte era superior a 11 N/25 mm, que es significativamente más alta que la fuerza de desprendimiento del lado fuerte observada en cintas de soporte de papel convencionales. Esta resistencia al desprendimiento relativamente alta asegura que el prepreg permanezca unido a la cinta hasta que llegue al cabezal de distribución. Además, el contenido de humedad de la cinta ejemplar, medido según ASTM D644, era solamente 2,5 por ciento. Es significativamente inferior al contenido de humedad observado en cintas de soporte de papel convencionales. Es importante que éste es un nivel de contenido de humedad estable debido a la naturaleza de las películas plásticas exteriores, dando así mejor calidad de almacenamiento de producto con relación a los problemas relacionados con la humedad y los ciclos de congelación/descongelación.

El coeficiente de rozamiento dinámico del lado flojo se midió según ASTM D 1894 y se halló que era 0,17. El coeficiente de rozamiento del lado fuerte también se midió según ASTM D1894 y se halló que era 0,28. Estos coeficientes de rozamiento son comparables a los obtenidos con sustratos de papel convencionales. El sustrato multicapa tenía resistencias a la tracción de más de 40 N/mm² tanto en md como en cd y una elongación a rotura de más de 3 por ciento tanto en md como en cd medida según el método ISO 527-3/2/500. Se realizó una prueba de crecimiento de rasgado en una máquina de colocación de cinta automatizada Cincinnati versión 6. El sustrato se rayó a una profundidad de 30 micras (23%) en toda su anchura de 300 mm y luego se cortó completamente 50 mm desde un borde hacia el centro de la cinta. El sustrato estuvo continuamente bajo tensión estándar en el cabezal ATL cuando se realizó la acción de corte a una velocidad del cabezal de 10%. El sustrato no se rompió cuando la

producción se continuó para colocación a mano. En contraposición, cabía esperar que los sustratos de cinta de papel estándar se rompiesen en tales circunstancias.

- 5 Habiendo descrito así realizaciones ejemplares de la presente invención, los expertos en la técnica deberán obtener que las descripciones son ejemplares solamente y que se pueden hacer otras varias alternativas, adaptaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente invención. Consiguientemente, la presente invención no se limita por las realizaciones antes descritas, sino que solamente se limita por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada donde se aplica material compuesto no curado (16) a un molde (56), incluyendo dicha cinta (14):
 - A. Un sustrato multicapa (18) para soportar dicho material compuesto no curado durante el uso de dicha cinta en dicha máquina de colocación de cinta automatizada, incluyendo dicho sustrato multicapa:
 - a. Una primera película plástica (20) que tiene una superficie de película exterior (22) y una superficie de película interior (24) donde dicha superficie de película exterior (22) es más suave que dicha superficie de película interior (24);
 - b. Una segunda película plástica (32) que tiene una superficie de película exterior (36) y una superficie de película interior (34) donde dicha superficie de película exterior (36) es más suave que dicha superficie de película interior (34); y
 - c. Una capa fibrosa (26) que tiene una superficie de fibra exterior (28) y una superficie de fibra interior (30) donde dicha superficie de fibra interior (30) está adherida a dicha superficie de película interior (24) de dicha primera película plástica (20) y dicha superficie de fibra exterior (28) está adherida a dicha superficie de película interior (34) de dicha segunda película plástica (32); y
 - B. Una capa de material compuesto no curado (16) incluyendo un refuerzo fibroso y una matriz de resina no curada, teniendo dicha capa de material compuesto no curado (16) una primera superficie compuesta (15) que está situada hacia el molde (56) cuando dicho material compuesto no curado (16) se aplica a dicho molde (56) y una segunda superficie compuesta (17) que está adherida soltamente a la superficie de película exterior (22) de dicha primera película plástica (20).
2. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 1, donde dichas superficies de película interiores (24 y 34) de las películas plásticas primera y segunda (20 y 32) están adheridas a dicha capa fibrosa (26) con un adhesivo.
3. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 1, donde dicha superficie exterior (36) de dicha segunda película plástica (32) está recubierta con un agente de liberación.
4. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 3, donde dicha superficie exterior (22) de dicha primera película plástica (20) no está recubierta con un agente de liberación.
5. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 1, donde dicha primera película plástica (20) es una película de polipropileno orientada simultáneamente.
6. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 5, donde dicha segunda película plástica (32) es una película de polipropileno extrusionada por soplado.
7. Una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 5, donde dicha primera película plástica (20) tiene una resistencia a la tracción en dirección transversal que es más alta que la resistencia en dirección transversal de dicha segunda película plástica (32).
8. Un rollo (10) de cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada incluyendo una cinta (14) según la reivindicación 1, donde dicho sustrato multicapa (18) incluye un lado de adherencia alta correspondiente a la superficie exterior (22) de dicha primera película plástica (20) y un lado de adherencia baja correspondiente a la superficie exterior (36) de dicha segunda película plástica (32) y donde dicho lado de adherencia baja contacta dicha primera superficie compuesta de dicha capa de material compuesto no curado (16) solamente cuando dicha cinta tiene forma de un rollo (10).
9. Un rollo (10) de cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada incluyendo una cinta (14) según la reivindicación 8, donde dicha primera película plástica (20) es una película de polipropileno orientada simultáneamente.
10. Un rollo (10) de cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada incluyendo una cinta (14) según la reivindicación 9, donde dicha segunda película plástica (32) es una película de polipropileno extrusionada por soplado.
11. Un método para hacer una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada, donde se aplica material compuesto no curado (16) a una plataforma de máquina de colocación de cinta automatizada o un molde (56), incluyendo dicho método los pasos de:

A) proporcionar un sustrato multicapa (18) para soportar dicho material compuesto no curado (16) durante el uso de dicha cinta (14) en dicha máquina de colocación de cinta automatizada, donde dicho sustrato multicapa (18) se hace de

- 5 a. Una primera película plástica (20) que tiene una superficie de película exterior (22) y una superficie de película interior (24) donde dicha superficie de película exterior (22) es más suave que dicha superficie de película interior (24);
- 10 b. Una segunda película plástica (32) que tiene una superficie de película exterior (36) y una superficie de película interior (34) donde dicha superficie de película exterior (36) es más suave que dicha superficie de película interior (34); y
- 15 c. Una capa fibrosa (26) que tiene una superficie de fibra exterior (28) y una superficie de fibra interior (30) donde dicha superficie de fibra interior (30) está adherida a dicha superficie de película interior (24) de dicha primera película plástica (20) y dicha superficie de fibra exterior (28) está adherida a dicha superficie de película interior (34) de dicha segunda película plástica (32)

B) proporcionar una capa de material compuesto no curado (16) incluyendo un refuerzo fibroso y una matriz de resina no curada, teniendo dicha capa de material compuesto no curado (16) una primera superficie compuesta (15) que está situada hacia el molde (56) cuando dicho material compuesto no curado (16) está aplicado a dicho molde (56) y una segunda superficie compuesta (17) y

C) adherir soltamente dicha segunda superficie compuesta (17) a la superficie de película exterior (22) de dicha primera película plástica (20).

12. Un método para hacer una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 11, donde dicha primera película plástica (20) es una película de polipropileno orientada simultáneamente.

13. Un método para hacer una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 12, donde dicha segunda película plástica (32) es una película de polipropileno extrusionada por soplado.

14. Un método para hacer una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 11, donde dichas superficies de película interiores (24 y 34) de las películas plásticas primera y segunda (20 y 32) se adhieren a dicha capa fibrosa con un adhesivo.

15. Un método para hacer una cinta (14) para uso en una máquina de colocación de cinta automatizada según la reivindicación 14, incluyendo los pasos adicionales de recubrir la superficie exterior (36) de dicha segunda película plástica (32) con un agente de liberación.

16. Un método para aplicar un material compuesto no curado (16) a un molde (56) usando una máquina de colocación de cinta automatizada, incluyendo dicho método los pasos de:

proporcionar una cinta (14) según la reivindicación 1 para uso en dicha máquina de colocación de cinta automatizada; y

aplicar dicho material compuesto no curado (16) a dicho molde (56) usando dicha máquina de colocación de cinta automatizada; y

quitar una porción o todo el sustrato multicapa de dicho material compuesto no curado (16).

17. Un método para aplicar un material compuesto no curado (16) a un molde (56) según la reivindicación 16, incluyendo el paso adicional de cortar dicho material compuesto no curado (16) mientras dicho material compuesto no curado todavía está adherido a dicho sustrato multicapa (18).

FIG. 1

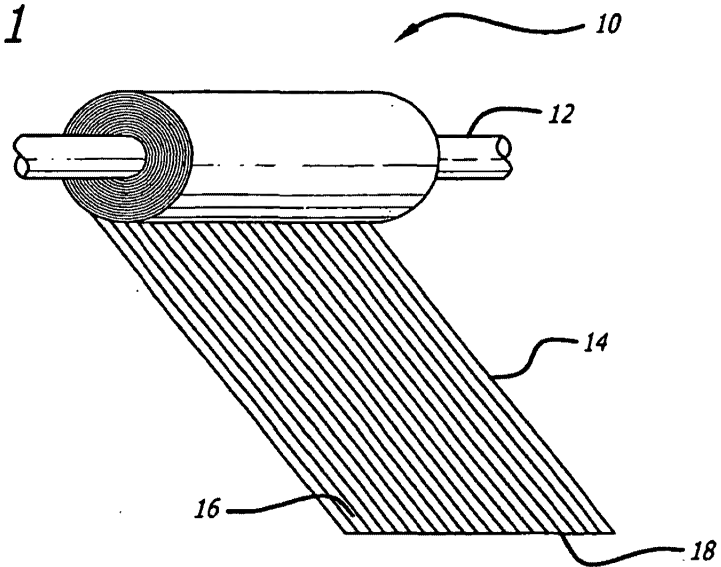
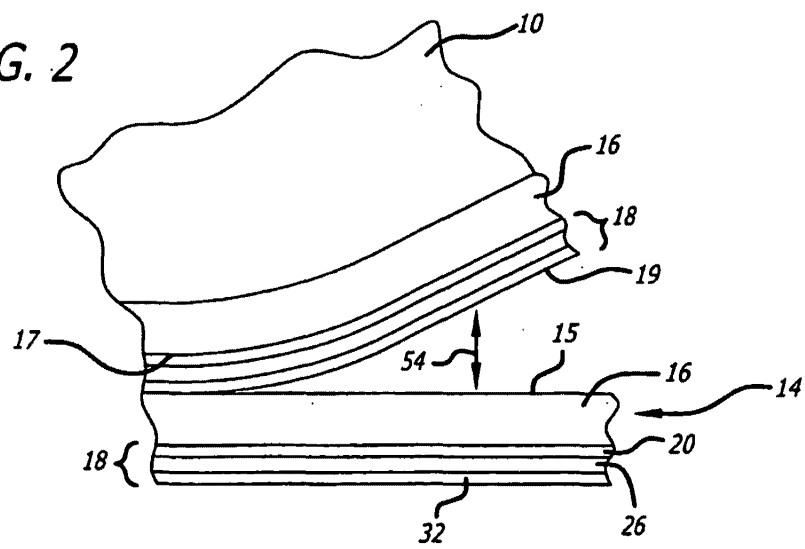


FIG. 2



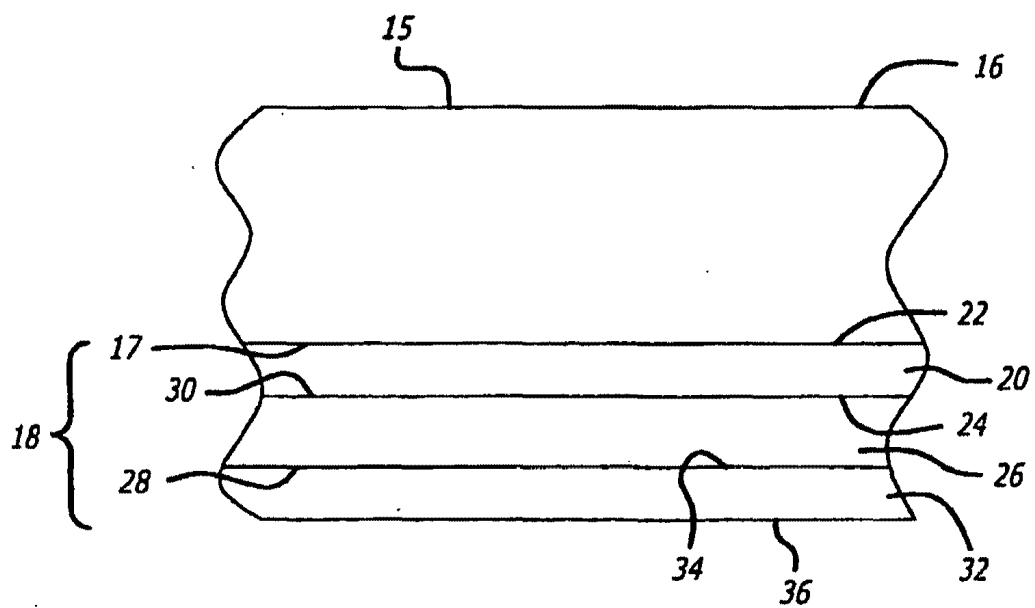


FIG. 3

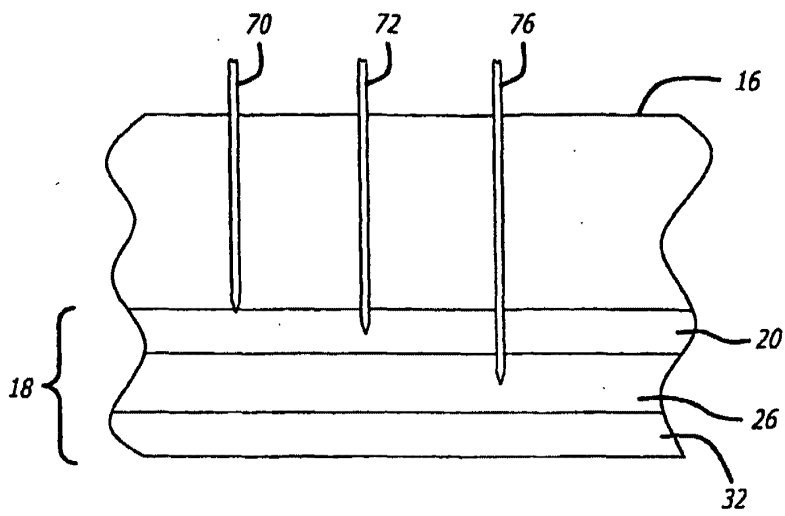


FIG. 4

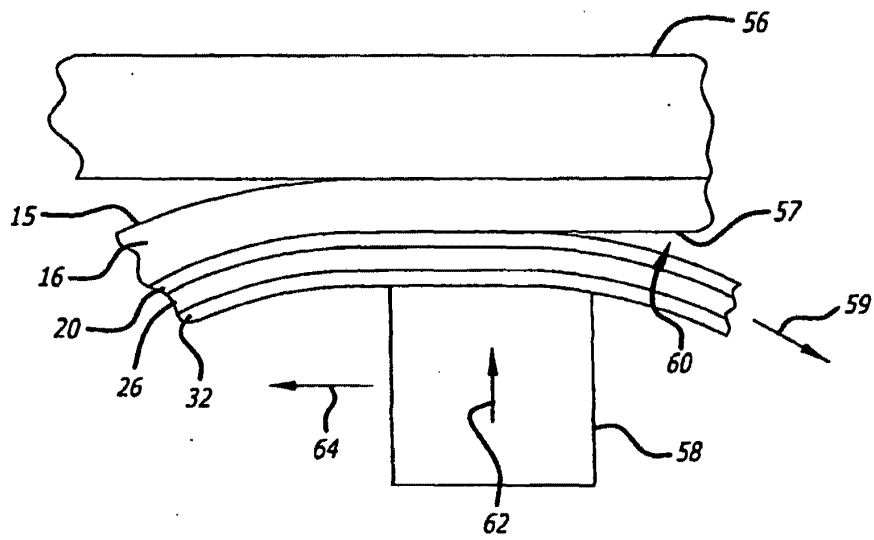


FIG. 5